



Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens produkter, Uppsala

Jämförelser mellan metoder för fastvolymbestämning av stockar

Lars Björklund
Jonas Hesselman
Christina Lundgren
Mats Nylinder

The Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Forest Products, Uppsala

Uppsala 2009
ISSN: 1654-1383

Report No 15

Rapport nr 15



Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens produkter, Uppsala

Jämförelser mellan metoder för fastvolymbestämning av stockar

Lars Björklund (SDC)
Jonas Hesselman (SLU)
Christina Lundgren (SDC)
Mats Nylinder (SLU)

The Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Forest Products, Uppsala

Uppsala 2009
ISSN: 1654-1383

Report No 15

Rapport nr 15

Abstract

In 2008 a new method for automatic measurement of solid volume under bark (m^3_{sub}) of sawlogs was introduced in southern Sweden. In this method the diameters at 10 cm intervals are used, thus producing a section-wise volume (m^3_{sub-sw}). The scanners used are programmed to leave out bumps and indents when diameters are calculated. The objective of the study was to compare this method with two other methods used on the Swedish wood market; a) volume based on top and butt end diameters (m^3_{sub-tb}) and b) volume based on top end diameters and conversion factors to solid volume (m^3_{sub-cf}). The conversion factors are arranged as a matrix based on diameter and length of the logs. Volume m^3_{sub-tb} is the most widely used method for measuring m^3_{sub} in Sweden. m^3_{sub-cf} is partly used for payment but more widely for planning purposes, for example when the logs are priced as a cylinder volume based on top end diameter.

The study was performed on spruce (*Picea abies*). The three different volume estimates as well as the diameters obtained from the log scanners were evaluated on 435 manually measured control logs from five different mills. For an additional 180 000 automatically measured logs from four of the sawmills the m^3_{sub-sw} and m^3_{sub-cf} volume estimates were compared.

The results showed only minor differences between the methods. The volume m^3_{sub-sw} was, for the 180 000 logs, 0.6 % greater than the volume m^3_{sub-cf} . The analysis of the matrix for conversion factors showed that, if the matrix was to be revised, this should be done as slightly increased factors for small diameter logs and for big diameter logs. However, it was concluded that it would mean less implications for the wood market if the section-wise volume could be reduced to make this volume equal to m^3_{sub-tb} and m^3_{sub-cf} . This to achieve that all three methods, given a sufficient number of representative logs, would give the same volume.

Keywords: Wood measurement, scanners, automatic, saw logs, solid volume under bark, conversion factors.

Sammanfattning

Under 2008 infördes vid ett antal av Södra skogsägarnas sågverk i södra Sverige en ny mätmetod för mätning av stockars fasta volym under bark (fub-mätning). Den nya metoden baseras på automatisk sektionmätning under bark med hjälp av 3D-mätrammar. Vid sektionmätning registreras diametern vid varje dm längs stocken. Andra former för stockvis fub-mätning, vilka tillämpats längre tid i Sverige, är topprotmätning respektive toppmätning kombinerat med omräkningstalsmatris. De tre mätmetoderna benämns i denna rapport mätrams-fub, topprot-fub respektive matris-fub.

Syftena med föreliggande arbete var dels att beskriva de mätmetoder för stockvis fub-mätning som tillämpas i Sverige, dels att för gran i Sydsverige jämföra tre metoder att mäta fast volym under bark. I studien ingick att granska den sedan 1999 använda toppformtalsmatrisen samt att studera partivisa skillnader mellan mätrams-fub och matris-fub.

Materialet bestod av 435 kontrollstockar av gran (*Picea abies*) från fem mätplatser (sågverk) samt drygt 180 000 stockar från ordinarie mätning vid fyra av dessa mätplatser. Kontrollstockarna användes främst för att kontrollera mätramarnas diametermätning. För dessa stockar kunde även alla tre fub-volymer beräknas. Stockarna från ordinarie mätning var mätta i mätrammar av två olika fabrikat. För dessa beräknades mätrams-fub och matris-fub.

I undersökningen påvisades ett fel i diametermätningen på rotstockarnas rotsektion. Rotdiametern överskattades något av mätramarna. Sett till alla stockar motsvarade detta mätfel 0,34 % överskattning av mätrams-fub.

Analyserna på kontrollstockarna visade att skillnaden mellan topprot-fub och matris-fub var mycket liten. Matris-fub gav 1-2 promille högre volym än topprot-fub. I den jämförelsen var det mätrams-fub som var mest avvikande med ca 0,5 % högre volym än de andra metoderna. Sett till det stora datamaterialet, de drygt 180 000 stockarna, var volymen mätrams-fub 0,94 % högre än matris-fub. Efter korrigering för det avsmalningsrelaterade fel som påvisades med hjälp av kontrollstockarna kvarstår att mätrams-fub gav ca 0,6 % större volym än matris-fub.

Målsättningen med de olika mätmetoderna för fub-volym är att de ska ge samma volym om stockantalet är dels stort, dels representativt för ett större område. På frågan om någon metod bör korrigeras med tanke på resultaten från denna studie blir svaret att det synes lämpligast att korrigera

definitionen (metodik) för mätrams-fub. Detta kan till exempel göras genom att förändra filtreringen för utbuktningar. Det må samtidigt påpekas att den skillnad som påvisats bör kunna betraktas som mycket liten.

Resultaten visar också att en eventuell korrigerig av toppformtalsmatrisen borde göras i form av marginellt ökade toppformtal för de grövsta diameterklasserna. Något längdberoende kunde däremot ej påvisas.

Avvikelsema på partinivå mellan mätrams-fub och matris-fub minskade med ökande partistorlek. I närmare 5 % av fallen överstegs Skogsstyrelsens gräns för partivis mätnoggrannhet vid stockmätning. Beaktas den systematiska avvikelsen (dvs. att alla avvikelser "fasförskjuts" med 0,94 %-enheter) sjunker antalet partier som faller utanför gränsen till 2,5 %. Sådana avvikelser kan ses som problem endast om och när den ena mätmetoden avtalas i en virkesaffär och den andra tillämpas. De partivisa avvikelserna uppvisade inga nämnvärda samband med partiernas medellängd eller medeldiameter. Detta kan tolkas som att apteringen inte har haft någon avgörande betydelse för toppformtalen.

Avslutningsvis bör det påpekas att det saknas en för virkesmätningen tillämplig definition av begreppet **fub** (**f**ast **v**olym **u**nder **b**ark). En definition som bland annat bör beskriva hur diametern ska bestämmas vid in- eller utbuktningar på stocken.

Nyckelord: Virkesmätning, mätramar, automatisk, sågtimmer, volym-mätning, sektionmätning, topprotmätning, toppformtalsmatris.

Innehållsförteckning

Abstract

Sammanfattning

Innehållsförteckning.....	4
1. Inledning.....	6
1.1 BAKGRUND.....	6
1.2 LAG OCH FÖRESKRIFTER FÖR VIRKESMÄTNING	7
1.3 SYFTEN MED STUDIEN	8
2. Metoder för mätning av stockars fasta volym.....	9
2.1 BEGREPPET FAST VOLYM UNDER BARK (FUB).....	9
2.2 TOPPROTMÄTNING (TOPPROT-FUB).....	10
2.3 TOPPFORMTAL FÖR SKATTNING AV FUB-VOLYM (MATRIS-FUB)	13
2.3.1 <i>Toppformtalsmatrisen från 1999</i>	13
2.4 SEKTIONSMÄTNING UNDER BARK MED MÄTRAM (MÄTRAMS-FUB).....	17
2.4.1 <i>Bakgrund</i>	17
2.4.2 <i>Metodik för sektionsmätt m³fub för sågtimmer</i>	19
2.4.3 <i>Alternativa förfaranden vid tillämpning av mätrams-fub</i>	20
2.4.4 <i>Principer för godkännande av VMK respektive VMF</i>	21
3. Material och metoder.....	23
3.1 MÄTPLATSER OCH DATAKÄLLOR.....	23
3.2 AVGRÄNSNINGAR OCH RIMLIGHETSKONTROLL	24
3.3 BESKRIVNING AV STOCKMATERIALET	26
3.4 BERÄKNINGAR	30
4. Resultat.....	33
4.1 ANALYSER BASERADE PÅ DEN MANUELLA KONTROLLMÄTNINGEN	33
4.1.1 <i>Stockarnas ovalitet</i>	33
4.1.2 <i>Jämförelse mellan manuell och automatisk diametermätning</i>	34
4.1.3 <i>Jämförelser mellan mätrams-fub, matris-fub och topprot-fub</i>	34
4.1.4 <i>Känslighetsanalys avseende avvikande avsmalning i mätram respektive manuell mätning</i>	38
4.2 VARIATION MELLAN ÅRSTIDER OCH MÄTPLATSER	38
4.3 ANALYS AV TOPPFORMTALSMATRISEN.....	40
4.4 PARTIVISA AVVIKELSER MELLAN MÄTRAMS-FUB OCH MATRIS-FUB.....	43

5. Diskussion	46
5.1 REPRESENTATIVITET.....	46
5.2 AVVIKELSER MELLAN MÄTMETODER FÖR FUB-VOLYM	47
5.3 VAD SKULLE KUNNA KORRIGERAS ELLER REVIDERAS?.....	48
6. Slutsatser	51
Referenser	52
Bilagor	52

1. Inledning

1.1 BAKGRUND

Under 2008 infördes vid ett antal av Södra skogsägarnas sågverk i södra Sverige en ny mätmetod för mätning av stockars fasta volym under bark (fub-mätning). Begreppet stockars ”fasta volym” avser stockarnas ”hela” volym och skiljer sig från begrepp som travad volym där luft mellan stockarna ingår, och toppcylindervolym där endast en del av totalvolymen ingår. Den nya metoden baseras på automatisk sektionsmätning under bark med hjälp av 3D-mätramar. Bland Södras skäl för att införa denna mätmetod kan nämnas:

- Att få samma måttslag för alla sortiment och alla mätpunkter (skördare, mätstation...).
- Att därmed få mer transparens på virkesmarknaden.
- Att moderna mätramar medger en fub-mätning som kan bli mer noggrann än motsvarande mätning av kubikmeter toppmätt volym.

Andra former för stockvis fub-mätning, vilka tillämpats längre tid i Sverige, är topprotmätning respektive toppmätning kombinerat med omräkningstalsmatris. De tre mätmetoderna benämns i denna rapport mätrams-fub, topprot-fub respektive matris-fub. För virkesmarknadens parter är det viktigt att:

- Förstå hur dessa metoder fungerar.
- Känna till vilka faktorer som påverkar deras tillämplighet.
- Kunna säkerställa att de ger samma volym dvs. att handelsmättet kubikmeter fast under bark är detsamma oavsett mätmetod.

Vad gäller matris-fub tillämpas omräkningstal från 1999. Sådana omräkningstal kan påverkas av aptering, val av bestånd för avverkning eller andra faktorer som kan förändras över tiden. Det är därför befogat att med lämpliga tidsintervall kontrollera att omräkningstalen stämmer.

Av dessa anledningar initierades denna studie.

1.2 LAG OCH FÖRESKRIFTER FÖR VIRKESMÄTNING

Virkesmätningen i Sverige har att följa gällande lagstiftning samt de föreskrifter som Skogsstyrelsen utfärdar.

Virkesmätningenslagen(1966-2019)

Den nuvarande virkesmätningenslagen är från 1966 och är mycket kort (Sveriges kortaste lag). Den består av endast tre paragrafer:

1 §. Virkesmätning, som avser sågtimmer av barrträd eller massaved och som är ämnad att ligga till grund för beräkning av vederlag för virket, skall utföras enligt föreskrifter som skogsstyrelsen meddelar. Konungen äger förordna att visst slag av virke skall undantagas från tillämpningen av denna lag eller att lagen skall omfatta även virke av annat slag än som anges i första stycket.

2 §. Med virkesmätning avses i denna lag bestämmande av virkets stycketal, dimensioner, volym eller vikt samt bedömande av virkets beskaffenhet och lämplighet för avsedd användning.

3 §. Bryter någon uppsåtligen eller av oaktsamhet mot 1 §, dömes till böter.

Skogsstyrelsens föreskrifter för virkesmätning (SKSFS 1999:1)

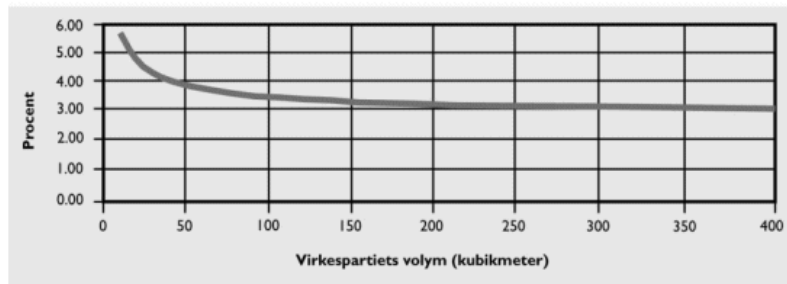
Skogsstyrelsen utgör tillsynsmyndighet för virkesmätningen och utfärdar föreskrifter som kompletterar lagen. Vad gäller stockmätning reviderades föreskrifterna senast 1999. För stockmätning är följande paragraf av särskilt intresse:

13 §. *Stockdiametern skall bestämmas genom toppmätning, mittmätning, topprotmätning eller sektionmätning. Om det finns en in- eller utbuktning vid måttstället, skall ett motsvarande måttillägg respektive måttavdrag göras.*

I kapitlet ”Definitioner” beskrivs sektionmätning på följande sätt: Bestämning av *stockdiameter* på eller under bark vid respektive sektionens halva längd eller i mycket täta intervall längs stocken.

Föreskrifterna anger också partivisa noggrannhetskrav vid stockmätning: ”För ett *virkesparti* som är större än 10 m³ får den vid *stockmätning* bestämda totala *fastvolymen* eller *toppcylindervolymen* avvika från partiets volym med högst det procenttal som framgår av kurvan i diagrammet nedan. För *virkesparti* som är större än 400 m³ får avvikelserna vara högst 3 procent.” Volymen kan avse på bark eller under bark beroende på vad affärsparterna avtalat.

Noggrannhetskrav vid stockmätning



Figur 1. Skogsstyrelsens partivisa noggrannhetskrav vid stockmätning.

Dessa föreskrifter utgör grunden för den mätramsbaserade fastvolymmätning som studeras i föreliggande rapport. Som framgår ovan säger föreskrifterna bland annat att:

- Sektionsmätning, vilket innebär att stocken delas i ett antal delar som volymlämnas var för sig, är en tillåten metod.
- Volymen vid sektionsmätning baseras på sektionens mittdiameter.
- Vid utbuktning respektive inbuktning ska diameterkorrigering göras.

Däremot specificerar föreskrifterna inte hur kort/lång en sektion får vara men det antyds att den kan vara såväl lång som mycket kort. Det finns inte heller någon definition av ut- respektive inbuktning eller vad måttkorrigeringen ska syfta till.

1.3 SYFTEN MED STUDIEN

Syftena med föreliggande arbete var dels att beskriva de mätmetoder för stockvis fub-mätning som tillämpas i Sverige, dels att för gran i Sydsverige:

- Utvärdera det system för automatisk sektionsmätning under bark som infördes under 2008 (mätrams-fub).
- Jämföra olika metoder att mäta fast volym under bark; matris-fub, mätrams-fub och topprot-fub.
- Granska den sedan 1999 använda toppformtalsmatrisen för att eventuellt föreslå förändringar i toppformtalen.
- Studera partivisa skillnader mellan matris-fub och mätrams-fub.

2. Metoder för mätning av stockars fasta volym

2.1 BEGREPPET FAST VOLYM UNDER BARK (FUB)

Vad gäller handelsmått för stockmätt volym finns det sedan lång tid två centrala begrepp inom svensk virkesmätning. Båda dessa kan mätas på bark eller under bark:

- **Toppmätt volym:** Grundytan (arean) i stockens toppända gånger stockens längd.
- **Fast volym:** Stockens totala volym.

För att bestämma en stocks fasta volym kan olika mätmetoder tillämpas. Eftersom en stock alltid är oregelbundet formad är en mycket exakt metod att doppa stocken i vatten och registrera dess ”viktförlust” (xylometermätning). Dock måste stockarna då vara noggrant tillredda så att kviststumpar saknas vilka annars skulle komma att ingå i volymen. En avancerad 3D-skanning kan ge ett likvärdigt resultat.

Den praktiska virkesmätningen har dock historiskt sett begränsats av manuell diametermätning varvid antalet diametermätningar av ekonomiska skäl måste hållas lågt. Därför har ett antal mätmetoder utvecklats som alla syftar till att skatta den fasta volymen:

A. Skattning av fast volym med hjälp av en diameter:

- Stockens toppmätta volym gånger ett omräkningstal. Omräkningstalet kan vara specifikt för varje kombination av längd och toppdiameter. Därvid erhålls det som i föreliggande rapport kallas *matris-fub*.
- Mitt-mätning. Volymen baseras på stockens längd samt diametern mitt på stocken. Denna *fub*-mätmetod analyseras ej i föreliggande rapport.

B. Skattning av fast volym med hjälp av flera diametrar:

- Topprotmätning: Volymen beräknas med hjälp av diametrarna i stockens topp- respektive rotända.
- Sektionsmätning: Volymen beräknas med hjälp av ett flertal diametrar. En diameter för varje sektion.

Som förklaras längre fram i föreliggande rapport, se exempelvis Figur 2, har utvecklingen av mätmetoder för fast volym baserats på manuell sektions-

mätning av provstockar. Vid sådant arbete har, åtminstone i stor utsträckning, Skogsstyrelsens föreskrifter avseende diametermätning tillämpats, dvs. att diameterkorrigerings ska göras vid in- respektive utbuktningar (personliga meddelanden från Andersson I. för VMF Syd och Kubenka T. för VMF Qbera). Vid all tillämpning av ovan nämnda mätmetoder för fastvolymbestämning gäller samma sak.

Utbuktningar handlar i normalfallet om kvistvarvsbulor vilket finns på i princip alla stockar. Inbuktningar, som också nämns i föreskrifterna, är däremot sällan förekommande. Detta innebär att fast volym, så som den mäts i Sverige, blir något mindre jämfört med om stocken sänks i vatten (xylometermäts). Vi behöver därför skilja på begreppen:

- Stocks fysikaliska volym vilken exempelvis erhålls om stocken xylometermäts.
- Formutjämnad volym vilket innebär att måttillägg respektive måttavdrag görs om det finns in- respektive utbuktning vid måttstället för diameter. När detta avser volym under bark fås handelsmättet **fub**.

För massaved torde fub-volym bli 2-3 % mindre än fysikalisk volym (Kubenka T, pers. medd.). Sågtimmer har jämnare form varför skillnaden för det sortimentet troligen är mindre än 1 % (ett värde i den storleksordningen uppmättes i samband med de tester som beskrivs i kapitel 2.4.4). Det svenska handelsmättet **fub** kan alltså skattas med olika mätmetoder. För virkesmarknadens parter bör det vara centralt att det finns ett enhetligt sätt att definiera en ”kubikmeter fast volym för en stock”. Det kan sedan finnas flera metoder för att mäta denna volym. Alla metoderna ska vara väntevärdesriktiga såtillvida att de ska ge samma genomsnittliga volym om antalet stockar är stort och de utgör ett representativt urval för den svenska virkesmarknaden. Föreliggande rapport handlar om denna fråga.

2.2 TOPPROTMÄTNING (TOPPROT-FUB)

Topprotmätning innebär att stockens fasta volym bestäms med hjälp av två diametermått; ett från rotändan och ett från toppändan. Denna mätmetod infördes i slutet av 1940-talet med början i norra Sverige. I mätninginstruktionen VMR 1-73 utfärdad år 1973 specificeras volymbereäkningen enligt följande formel (1):

$$V = \frac{1}{100,000} \times \frac{\pi}{4} \times L (0,485D_r^2 + 0,515D_t^2) \quad (1)$$

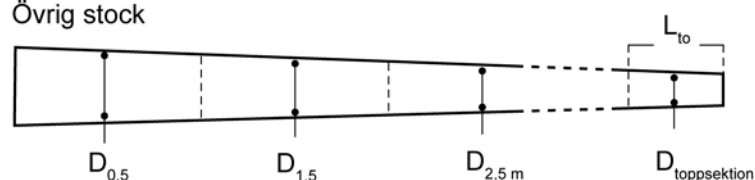
där

V betecknar stockens volym i m^3 , L betecknar stocklängden i dm samt D_r och D_t rot- respektive toppdiametern i cm.

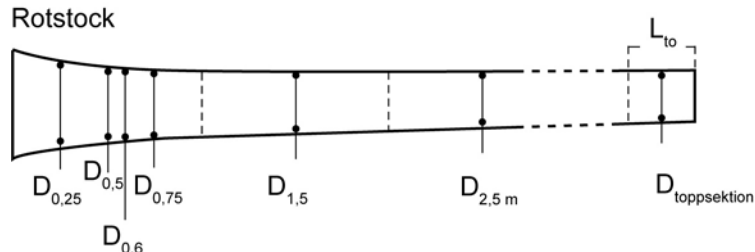
I denna instruktion anges att rotstocks rot diameter ska mätas 45 cm från stockändan, i övrigt ska diametrarna mätas 2 cm från ändan. Måttställena ändrades under 1970-talet till 45 respektive 10 cm från stockändarna. Denna beräkningsmodell behölls fram till 1998 trots att Virkesmättningsrådet 1985 konstaterade att volymen för klena och korta stockar underskattades medan volymen för grova och långa stockar överskattades (VMR 1985).

Under mitten av 1990-talet gjordes i samband med framtagandet av en ny mättningsinstruktion för sågtimmer omfattande arbeten rörande volymbestämning av stockar (Andersson, R. 1997). Detta inkluderade topprotmätningen och ett material bestående av drygt 10000 stockar, varav 40 % rotstockar analyserades. De måttställen som tillämpades framgår av Figur 2. Däremot sägs inget i rapporten om hur det gjordes när måttstället hamnade på en utbuktning.

Övrig stock



Rotstock



Figur 2. Vid datainsamling för utveckling av topprotmätningen togs diametermått på mitten av varje metersektion samt på mitten av toppsektionen. På rotstockar togs tre extra mått på den första sektionen.

Detta arbete resulterade i att nya principer för volymbereäkning infördes

1998-08-01. Den största förändringen var att koefficienten som används för att vikta topp- respektive rot-diametrarna gavs olika värden beroende på stockens längd och diameter, se Tabell 1. Måttstället för rotstocks rot-diameter flyttades också från 45 cm till 50 cm från stockändan.

Vid topprotmätning beräknas volymen sedan 1998 enligt nedanstående formel (2). Formeln gäller för hela Sverige och alla träslag.

$$V = \frac{1}{100000} \times \frac{\pi}{4} \times L \left[\alpha D_r^2 + (1-\alpha) D_t^2 \right] \quad (2)$$

där

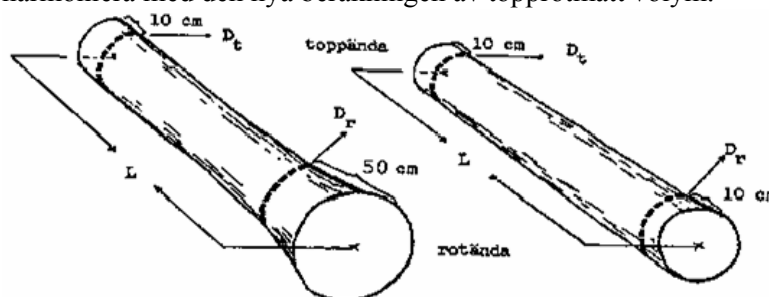
V betecknar stockens volym i m³, L betecknar stockens längd i dm samt D_r och D_t dess rot- respektive toppdiameter i cm.

För konstanten α i formeln gäller de värden som framgår av Tabell 1.

Tabell 1. Konstanten α som sedan 1998 ingår i formeln för volymberäkning vid topprotmätning

Toppdiameter cm	Längdklass, cm		
	-349	350-449	450+
-14	0,485	0,485	0,485
15-24	0,465	0,460	0,455
25-	0,440	0,430	0,420

När detta förfarande infördes 1998 konstaterades att den nya formeln för beräkning av topprotmätt volym innebar ökad noggrannhet i bestämningen av fastvolymen för enskild stock. Det påpekades samtidigt att en uppdelning på stocktyper, rotstock respektive övrig stock, skulle ha kunnat förfinas ytterligare. Vidare påpekades att de toppformtal, se följande kapitel, som togs fram parallellt med arbetet kring topprotmätning borde harmonisera med den nya beräkningen av topprotmätt volym.



Figur 3. Måttställning.

I samma rapport (Andersson, 1997) skrivs i diskussionen följande:

”Hur den topprotmätta volymen skall beräknas bör i första hand avgöras av handelsmättets praktiska användning. Topprotformelns huvudsakliga användningsområde måste vara avgörande för val av modell. Det kan förutsättas att topprotmätning av timmer i syfte att uppskatta den verkliga vedvolymen i framtiden kommer att användas i samband med manuell mätning, då automatisk mätutrustning kommer att möjliggöra en noggrann sektionskubering av varje enskild stock.”

2.3 TOPPFORMTAL FÖR SKATTNING AV FUB-VOLYM (MATRIS-FUB)

Ett sätt att skatta en stocks fasta volym är att utgå från toppdiametern, stockens längd och en så kallad toppformtalsmatris. För varje kombination av toppdiameter och längd finns då ett omräkningstal som ger stockens fasta volym.

Föregångare till dagens toppformtalsmatriser användes tidigt inom virkesmätningen. Under första halvan av 1900-talet användes kuberings-tabeller, så kallade flottningskubiktabeller. Dessa ansågs dock kunna ge grova fel på partinivå (Pettersson et al, manuskript), vilket bidrog till att topprotmätning infördes. Topprotmätningen fick dock mest genomslag på massaved.

Dominerande vad gäller mätning och redovisning av sågtimmer har under lång tid varit topp-mätning, med prislistor i kubikmeter toppmått volym. Behovet av noggrann omräkning till fast volym är då begränsat. I den ”moderna” virkesredovisningen, dvs. tiden efter skapandet av SDC som innebar centraliserad och datoriserad redovisning, användes fram till ca 1990 endast ett omräkningstal per trädslag. För gran var omräkningstalet 1,22. Då, dvs. 1990, infördes för första gången toppformtalsmatriser av det slag som analyseras i föreliggande arbete.

Som nämnts ovan gjordes omfattande undersökningar rörande stockars volym inför införandet av ny sågtimmerinstruktion 1999. Det resulterade bland annat i nya toppformtalsmatriser. I föreliggande arbete fokuseras på den matris som framtogs för gran i Syd- och Mellansverige.

2.3.1 Toppformtalsmatrisen från 1999

Nuvarande toppformtalsmatris för gran i Syd- och Mellansverige baseras på drygt 26 000 stockar som topprotmättes manuellt. Mätningarna gjordes under hösten 1998 och våren 1999. Resultaten redovisades i en rapport från Virkesmätningrådet; ”Toppformtal – omräkningstal till m³f vid topp-

mätning av sågtimmer” (Andersson 2000). Undersökningen genomfördes pga. önskemål om noggrannare fastställande av fastvolymen för enskilda timmerpartier. Syftet blev därför att ta fram toppformtalsmatriser för tall och gran för praktisk användning i södra och mellersta Sverige. Det påpekas i rapporten att toppformtalen bör harmoniera med den nya beräkningen av topprotmätt volym. Vid volymlberäkning med toppformtal tas diametermåttet 10 cm innanför centrum i stockens toppända. Stockmaterialets fördelning på längd- och diameterklasser framgår av Tabell 2.

Tabell 2. Stockarnas fördelning på längd- och toppdiameterklasser i undersökningen som resulterade i dagens toppformtalsmatris (Andersson, 2000)

Diam. Cm	Längd dm													Tot
	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	61	
10		6	14	7	11	5	2	1	3		2			51
11		6	35	28	49	23	22	7	12	8	5			195
12		7	61	104	122	120	100	57	44	29	22	1		667
13		9	87	152	241	233	260	123	112	57	63	1		1338
14	1	10	98	190	327	302	389	233	177	130	111		1	1969
15		6	91	134	297	282	350	237	200	142	123	2		1864
16		15	196	264	536	505	728	516	573	386	336	7	1	4063
18		18	210	200	448	448	710	547	567	466	402	10	1	4027
20	1	22	246	263	535	624	860	714	1017	792	709	19		5802
24	12	14	86	142	283	268	427	363	592	465	529	25	2	3208
28	64	34	40	64	131	231	165	161	298	238	263	10	2	1701
32	74	18	39	24	40	111	111	68	89	83	86	2	1	746
36+	80	20	18	13	26	62	36	36	52	40	56	2	1	442
Summa	232	185	1221	1585	3046	3214	4160	3063	3736	2836	2707	79	9	26073

Under arbetet utvärderades olika sätt att beräkna toppformtal för enskilda celler i matrisen. Med cell avses ruta i matrisen, dvs. en specifik kombination av längd och diameter. Det valda alternativet baserades på:

1. Uppdelning av materialet i två grupper. En för stockar 15 cm to ub och grövre, samt en för klenare stockar.
2. En regression ($\text{toppformtal} = \alpha + \beta \times l / \text{toppdiameter} + \chi \times \text{stocklängd}$) för respektive grupp, se Tabell 3.
3. Härledning av toppformtalen utifrån medelvärdet för stocklängd och toppdiameter i respektive cell. I gränsområdet mellan funktionerna för klena respektive grövre stockar användes ett vägt medeltal av de två funktionsvärdena, Tabell 4 dvs. den slutliga matrisen.

Den använda metodiken innebär att celler med stort antal stockar påverkar matrisen mer än celler med litet antal stockar. Detta kan då "drabba" celler vars stockar pga. apteringsmässiga orsaker de facto skiljer sig från de övergripande sambanden i materialet. Å andra sidan kan man säga att det skulle vara osäkert att redovisa resultat för enskilda celler när antalet stockar är lågt. Den funktion som togs fram förklarade 22 % av variationen i toppformtal.

En jämförelse mellan den outjämnade matrisen, Tabell 3, och den slutliga matrisen, Tabell 4, visar att "utjämningsmetodiken" ledde till en marginell ökning för diameterklasserna 13-31 cm och en minskning för de två grövsta diameterklasserna.

Författaren kommenterar avslutningsvis följande:

"Trots det förhållandevis stora antalet stockar i studien ökar osäkerheten i skattningen av fastvolymen snabbt om materialet bryts ner på kvalitetsklasser och skilda geografiska indelningar. Det vore givetvis möjligt att förbättra beslutsunderlaget genom att samla in ytterligare data från svagt representerade stockgrupper. Personligen anser jag dock att eventuella ytterligare investeringar för att förbättra precisionen i fastvolymbestämningen snarare skulle inriktas på slutmålet, att korrekt kunna mäta denna volym".

Tabell 3. Toppformtalsmatris för gran i Syd- och Mellansverige där toppformtalet beräknats för varje matriscell oberoende av varandra. Detta var ett mellansteg innan den slutliga matrisen (Tabell 4) stadfästes

Diameter cm	Längd dm									
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
11	1,35	1,33	1,38	1,36	1,43	1,39	1,59	1,46	1,56	1,67
12	1,20	1,31	1,34	1,34	1,35	1,36	1,42	1,38	1,48	1,42
13	1,24	1,28	1,26	1,27	1,34	1,32	1,34	1,34	1,38	1,35
14	1,17	1,23	1,26	1,27	1,28	1,30	1,31	1,34	1,36	1,34
15	1,19	1,21	1,24	1,23	1,26	1,26	1,27	1,27	1,30	1,31
16-17	1,18	1,19	1,22	1,21	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,27
18-19	1,19	1,17	1,19	1,20	1,20	1,22	1,24	1,24	1,25	1,25
20-23	1,15	1,16	1,17	1,19	1,19	1,20	1,22	1,22	1,22	1,23
24-27	1,14	1,14	1,15	1,17	1,17	1,18	1,19	1,19	1,19	1,20
28-31	1,12	1,13	1,13	1,16	1,17	1,17	1,18	1,18	1,16	1,18
32-35	1,11	1,14	1,16	1,16	1,16	1,18	1,18	1,17	1,19	1,17
36-	1,10	1,16	1,12	1,16	1,16	1,19	1,19	1,17	1,16	1,18

Tabell 4. Toppformtalsmatris för gran i Syd- och Mellansverige som sedan 1999 tillämpas i virkesredovisningen. Skillnaden jämfört med Tabell 3 är att värdena i respektive matriscell utjämnats

Diameter	Längd dm										
	Cm	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
11		1,33	1,35	1,36	1,38	1,40	1,41	1,43	1,44	1,46	1,47
12		1,29	1,30	1,32	1,34	1,35	1,37	1,38	1,40	1,41	1,43
13		1,25	1,26	1,28	1,29	1,31	1,32	1,34	1,35	1,37	1,38
14		1,22	1,23	1,25	1,26	1,27	1,29	1,30	1,31	1,33	1,34
15		1,20	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,30	1,31
16-17		1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28
18-19		1,18	1,19	1,20	1,21	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26
20-23		1,16	1,17	1,18	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,23
24-27		1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,21
28-31		1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,17	1,18	1,19	1,20
32-35		1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
36-		1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18

Grunden för toppformtal är stockarnas avsmalning. Stockars avsmalning beror dels på skogliga förhållanden, dels på apteringen. Faktorer som kan ändras över tiden. Det kan därför vara av intresse att räkna om toppformtalsmatrisen till en avsmalningsmatris, se Tabell 5. Avsmalningen är här beräknad som om stocken hade formen av en stympad kon.

Tabell 5. Avsmalningsmatris för gran i Syd- och Mellansverige. För varje ruta anges den avsmalning i mm/m som motsvarar toppformtalen i Tabell 4. Observera att avsmalningen här beräknats för varje enskild cm istället för de diameterintervall som används i Tabell 4

Diameter Cm	Längd dm									
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
	avsmalning i mm/m									
11	10,5	9,8	9,2	8,7	8,3	7,9	7,6	7,3	7,0	6,8
12	10,3	9,6	9,1	8,6	8,2	7,9	7,6	7,3	7,1	6,9
13	10,0	9,4	8,9	8,5	8,1	7,8	7,5	7,3	7,1	6,9
14	9,9	9,3	8,8	8,5	7,8	7,6	7,3	7,1	6,9	6,8
15	10,1	9,1	8,7	8,3	8,0	7,8	7,3	7,1	6,9	6,8
16	9,7	9,3	8,9	8,1	7,9	7,7	7,2	7,0	6,9	6,5
17	10,3	9,8	9,4	8,6	8,4	8,1	7,6	7,4	7,3	6,9
18	10,4	9,4	9,0	8,7	8,1	7,9	7,7	7,2	7,1	6,7
19	10,9	9,9	9,5	9,2	8,5	8,3	8,1	7,6	7,5	7,1
20	10,9	10,4	9,5	9,2	8,5	8,3	7,8	7,7	7,2	7,2
21	11,4	10,9	10,0	9,7	8,9	8,8	8,2	8,1	7,6	7,5
22	12,0	11,4	10,4	10,1	9,4	9,2	8,6	8,4	8,0	7,9
23	12,5	12,0	10,9	10,6	9,8	9,6	9,0	8,8	8,3	8,2
24	12,3	11,1	10,7	9,9	9,7	9,0	8,9	8,3	8,3	7,8
25	12,8	11,5	11,2	10,3	10,1	9,4	9,3	8,7	8,6	8,1
26	13,3	12,0	11,6	10,7	10,5	9,8	9,6	9,0	9,0	8,5
27	13,8	12,5	12,1	11,1	10,9	10,1	10,0	9,4	9,3	8,8
28	12,5	12,1	11,0	10,8	10,0	9,9	9,3	9,2	8,7	8,7
29	12,9	12,5	11,4	11,2	10,4	10,3	9,6	9,5	9,0	9,0
30	13,4	13,0	11,8	11,6	10,7	10,6	9,9	9,9	9,3	9,3
31	13,8	13,4	12,2	12,0	11,1	11,0	10,3	10,2	9,6	9,6
32	13,2	12,9	11,7	11,6	10,7	10,7	10,6	9,9	9,9	9,4
33	13,6	13,3	12,1	12,0	11,1	11,0	10,9	10,3	10,2	9,7
34	14,0	13,7	12,5	12,3	11,4	11,3	11,3	10,6	10,5	10,0
35	14,4	14,1	12,8	12,7	11,7	11,7	11,6	10,9	10,9	10,3
36	13,7	13,4	13,2	12,1	12,1	11,2	11,2	10,5	10,5	10,0

2.4 SEKTIONSMÄTNING UNDER BARK MED MÄTRAM (MÄTRAMS-FUB)

2.4.1 Bakgrund

Redan i mätarnas barndom, dvs. på 70-talet, diskuterades automatisk sektionsmätning. Frågan väcktes flera gånger under efterföljande decennier. Det avgörande problemet gällde hur man finner diametern under bark längs stocken. Speciellt när det handlar om rotstockar med skorpbark.

I slutet av 2005 fick de två större svenska tillverkarna av mätramar; Rema och Sawco, VMR-godkännanden för sina respektive utrustningar för automatisk diametermätning under bark. Den nya mättekniken, som utnyttjar den så kallade trakeideffekten, se Figur 4, ersätter den manuella bedömningen av barktyp i stockens toppände. Utvidgas zonen för automatisk mätning av diameter under bark till hela stockens längd blir det möjligt att bestämma stockens fastvolym under bark (fub-mätning) utan schablonmässiga barkavdrag.



Figur 4. Princip för diametermätning under bark med hjälp av trakeidmetoden. Laserljuset som används för mätningen i 3D-mätramar sprids mer i veden än i barken. Genom att via bildanalys mäta linjens bredd och intensitet kan ved och bark separeras.

Under 2007 beslöt Södra Skogsägarna att införa automatisk fub-mätning (mätrams-fub) vid samtliga sina sågverk. Mätrams-fub hade ej tidigare tillämpats i Sverige varför mätningförfarande och kontrollformer behövde fastslås. Vissa paralleller kunde göras till mätning i skördare där en sektionskuberad m^3 fub används. Standarden för mätning och datatransferering vid mätning i skördare (Stanford) hade dock ingen definition av denna m^3 fub. Från Skogforsk, som ansvarar för Stanford, påpekades att man gärna såg att mätningorganisationen tog fram definitioner som sedan skulle kunna införas även i Stanford.

Nedanstående beskrivning av mätrams-fub blev resultatet av de diskussioner som fördes mellan VMR (numera VMU Virkesmätning Utveckling och VMK Virkesmätning Kontroll), VMF Syd, Södra, mätramstillverkarna med flera berörda parter. Arbetet avrapporterades löpande i Rådet för Virkesmätning och Redovisning.

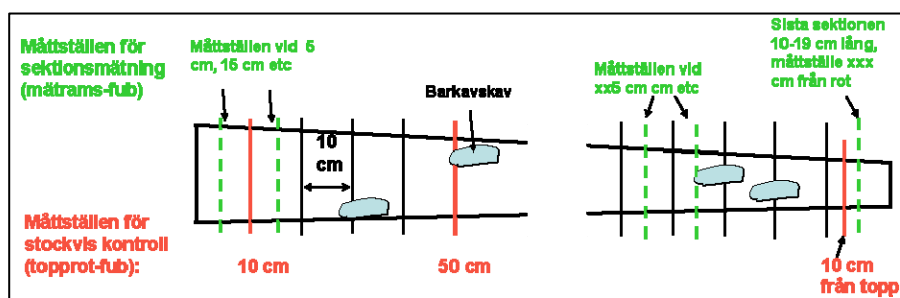
2.4.2 Metodik för sektionmätt m^3 fub för sågtimmer

Sektionsmätt m^3 fub förekommer sedan tidigare främst vid mätning i skördare. Skördarna nyttjar 1 dm sektionslängd (ibland kortare) samt filtrerar för utbuktningar vilket innebär att diametern aldrig får öka sett från stammens rotända. Dessa principer har likheter med nedan beskrivna metodiken för sågtimmer.

Måttställen för diameter

Vid automatisk fub-mätning på sågtimmer ska stockarna sektionmätas med 1 dm sektionslängd. Med början från stockens rotända (grovända) blir måttställena 5, 15, 25 cm etc. från stockändan fram till sista sektionen. Den sista sektionen anpassas så att den blir mellan 10-19 cm lång och även denna sektion mittmäts.

Mätramen ger även diametrar vid tre måttställen som används för ”stockvis kontroll”, dvs. den kontroll som löpande görs på slumpmässigt valda stockar. Dessa tre diametrar erhålls via interpolering mellan de närmast liggande sektionsdiametrarna. De lagras endast för kontrollstockar. Kontrollmätaren mäter vid två av dessa tre måttställen i enlighet med instruktionen för topprotmätning, dvs. toppdiameter och en av de två rotdiametrarna. Som komplement till stockvis kontroll görs med vissa tidsintervall ”periodisk kontroll” då olika sektioners diametrar kontrolleras. För detta ändamål lagras även samtliga sektionsdiametrar för kontrollstockarna.

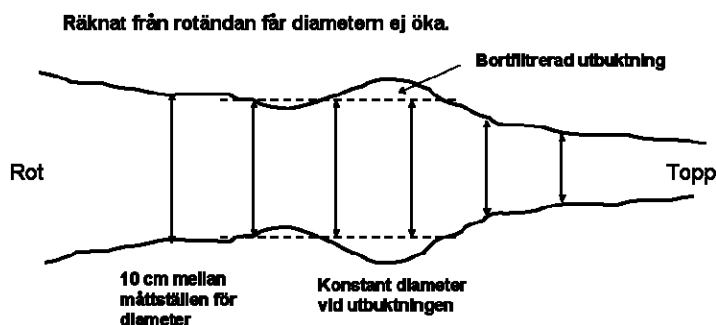


Figur 5. Måttställen för diameter vid sektionmätt m^3 fub. ”Barkavskav” illustrerar grundförutsättningen för att den automatiska diametermätningen under bark ska fungera – att det finns barkavskav på stocken. Diametrar vid måttställen för stockvis kontroll erhålls via interpolering mellan de närmast liggande sektionsdiametrarna.

Filtrering vid sektionsbaserad fub-mätning

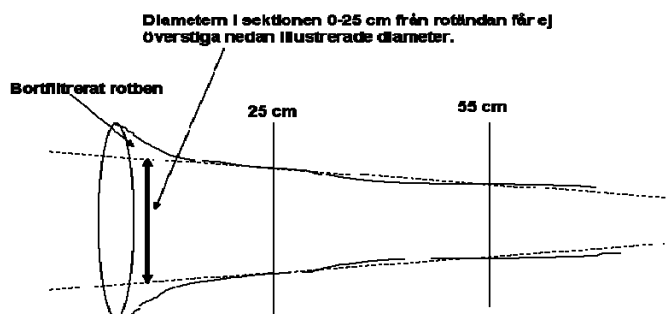
Ut- respektive inbuktningar: I enlighet med Skogsstyrelsens föreskrifter ska måttkorrigering göras vid ut- respektive inbuktning. Diametermätningen utgår från stockens rotända. Räknat mot toppändan görs bortfiltrering av

utbuktningar genom att ej tillåta stigande diameter. Detta är samma princip som gäller vid mätning i skördare. Vad gäller inbuktning saknas definition i föreskrifterna men mättramsleverantörerna fick instruktionen att försöka bortse från hanteringsskada eller virkesdefekt som föranleder inbuktning kortare än 10 cm.



Figur 6. Filtrering för utbuktningar görs genom att, räknat från stockens grovända, ej tillåta stigande diametrar.

Kraftiga rotben: Filtrering görs även för kraftiga rotben i enlighet med nedanstående figur. Denna filtrering torde dock ha påverkat få stockar och då med relativt ringa volym. Diskussion pågår om att ta bort denna filtrering från instruktionen för mättrams-fub.



Figur 7. Bortfiltrering av rotben utgår från en rät linje baserad på diametrarna vid 25 respektive 55 cm avstånd från rotskåret.

2.4.3 Alternativa förfaranden vid tillämpning av mättrams-fub

Det ovan beskrivna förfarandet baseras på att det finns tillräckligt med barkavskav på stocken så att trakeidmetoden kan tillämpas. Denna metod störs också av snö och is på stocken. Av dessa anledningar behövde

alternativa reservmetoder beskrivas. De fick benämningen fub-alternativ och följande fem definierades:

1. Sektionsmätning med full automatik för underbarksmätning enligt trakeidmetoden.
2. Sektionsmätning där barkfunktion används pga. intakt bark.
3. Sektionsmätning av stockar där trakeidmetoden ej kan användas, till exempel pga. snö och is. Bedömning av barktyp och avskav ger barkkod som i sin tur används för att få diameter under bark.
4. Matrisberäknad fub pga. att endast toppdiameter kan mätas, till exempel pga. klabbsnö. Bedömning av barktyp och avskav ger barkkod.
5. Manuell mätning av längd och toppdiameter under bark. Matrisberäknad fub.

För föreliggande arbete var det viktigt att känna till frekvensen av de olika fub-alternativen för de mätplatser och veckor som datamaterialet omfattade. Fub-alternativ 1, dvs. det önskade förfarandet, kunde i dessa fall användas i så stor omfattning att det gick att bortse från inverkan av andra fub-alternativ.

2.4.4 Principer för godkännande av VMK respektive VMF

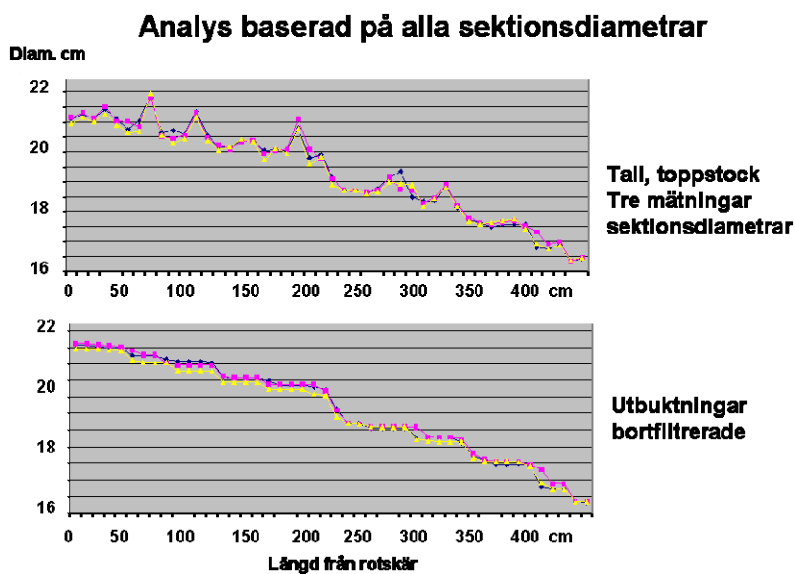
Parterna på den svenska virkesmarknaden har via sina organisationer bestämt att ny mätutrustning ska godkännas av VMK-nämnden innan den får tas i bruk av virkesmätningssällskapen. VMK (Virkesmätning Kontroll) är en avdelning vid SDC och kan sägas vara en efterträdare till Virkesmätningssällskapet (VMR). När mätramms-fub blev aktuellt upprättades dels de mätprinciper som redovisats tidigare i detta kapitel, dels kravspecifikationer för godkännande. För godkänd diametermätning gäller för test om minst 30 stockar per träslag:

- Repeterbarheten i form av standardavvikelse vid upprepad mätning (minst tre körningar) på samma stock ska för toppdiametern ligga under 2,5 mm och för rotdiametern under 3,5 mm.
- Systematisk avvikelse, vilken i praktisk drift kommer att korrigeras bort via ”mätplatsvis diameterkorrektur”, får ej överstiga: ± 3 mm $\pm 0,01 \times$ diametern i mm.
- Grova fel: Inget måttställe får, efter korrigering för systematisk avvikelse, ha större diameteravvikelse än 10 %. Högst två stockar får ha måttställen med avvikelser mellan 5 och 10 %.

Tester enligt ovan genomfördes och ledde under våren 2008 till att Rema och Sawco godkändes för granmätning.

En särart för mätrams-fub är att volymen beräknas direkt i mätramsdatorn och att denna sedan sänds till SDC. Annars är det normala att längd och diametrar från stockmätning sänds till SDC varefter volymberäkningen görs där. Vid tillämpning av mätrams-fub sänds dock även stocklängd och toppdiameter till SDC, men enbart som kompletterande information om virket.

I Figur 8 illustreras delar av tillvägagångssättet vid tester för VMK-godkännande. Samtliga sektionsdiametrar plottas varvid en diameterprofil av stocken erhålls. Samma stock körs tre gånger genom mätramen och profilen ska om möjligt se likadan ut varje gång. I figuren visas också diametrarna innan den föreskrivna filtreringen för utbuktningar gjordes. Baserat på sådana mätningar kan skillnaden mellan fub-volym och fysikalisk volym (jmf kap 2.1) skattas.



Figur 8. Exempel på repeterbarhet vid test för VMK-godkännande. Figuren visar diameterprofilen för en stock som mätts tre gånger (en linje för varje mätning). I denna test kunde även effekten av bortfiltreringen av utbuktningar kvantifieras.

3. Material och metoder

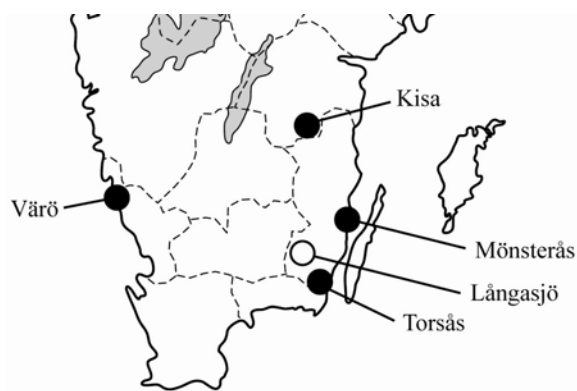
3.1 MÄTPLATSER OCH DATAKÄLLOR

Som nämnts ovan var Södra skogsägarna först i Sverige med att införa mätrams-fub. Introduktionen skedde successivt med början i Kisa i mars 2008. Under sommaren 2008 blev de sista av Södras åtta gransågverk godkända av VMF Syd. Allt mätdata skickas till SDC för bearbetning.

Två olika fabrikat av mätramar ingick i studien. Vid tre mätplatser användes mätramar av fabrikat Rema, vid en mätplats användes mätram av fabrikat Sawco. Båda fabrikaten använder sig av den teknik och metodik som beskrevs i kapitel 2.4. Det innebär avancerad apparatur som med hjälp av lasertriangulering för 3D-beskrivning och bildanalys för att skilja på ved och bark skapar en bild av varje stock under bark. De två fabrikaten har dock olika hård- och mjukvaror och mätramarna är utvecklade helt oberoende av varandra.

Data från ordinarie mätning

Vid mätningen registrerades bland annat fub-volym, stocklängd, toppdiameter samt partiidentitet. Däremot registreras ej stocktyp. Med hjälp av stockarnas längd och toppdiameter kunde matris-fub beräknas. I och med att detta var en automatisk mätning som omfattade alla stockar vid de berörda mätplatserna fanns ett mycket stort stockdatamaterial tillgängligt för analys. Det bedömdes därför rimligt att begränsa urvalet till fyra mätplatser och två veckor, vecka 24 på försommaren och vecka 42 på hösten. Som beskrivs närmare längre ned gav detta ett material med drygt 180 000 stockar.



Figur 9. Mätplatser där stockdata insamlades. Vid Långasjö insamlades endast mätdata från kontrollstockar.

Vid valet av mätplatser eftersträvades en så stor geografisk spridning som möjligt för att kunna spegla förhållandena i VMF Syds hela verksamhetsområde. Valet av mätplatser var dock beroende av var de aktuella sågverken fanns. Därför kunde inte valet av mätplatser ske på ett helt invändningsfritt sätt med hänsyn till timmerfångsten i södra Sverige.

Data från kontrollmätning

Vid all virkesmätning följs den ordinarie mätningen av manuell kontrollmätning av slumpvis valda stockar. För dessa stockar finns dels data från ordinarie mätning, dels data från kontrollmätning. Som beskrevs i kap 2.4.2 kontrolleras diametermätningen vid två måttställen när mätrams-fub tillämpas; ett nära rotändan och ett nära toppändan. Dessa måttställen motsvarar mätmetoden topprotmätning vilket innebär att data från kontrollmätningen kunde användas för att jämföra tre fub-mätmetoder; mätrams-fub, matris-fub och topprot-fub.

Den manuella diametermätningen gjordes i form av ”korsklavning” varvid största och minsta diametern mättes. Medeltalet av dessa två diametrar utgjorde ”manuellt mätt diameter”. För ca hälften av kontrollstockarna fanns båda diametermåtten registrerade varvid ovaliteten kunde analyseras. Diametermätningarna användes för att säkerställa att diametermätningen i mätramarna ej var behäftade med systematiska fel. Den manuella mätningen betraktas alltså i denna rapport som ”facit”. Oavsett vilken metod som bäst beskriver en viss väl definierad volym är den manuella mätningen tills vidare referens för nya mätmetoder då önskemålet inom virkesmätningen är att en m³fub skall vara densamma oavsett var och hur mätningen sker.

I flera tidigare arbeten avseende stockars volym har det påvisats att stocktyp, dvs. rotstock eller övrig stock, är betydelsefull. Detta eftersom stammars rotnära del ofta påverkas av rotben och/eller rotansvällning. I föreliggande arbete bestämdes stocktypen för kontrollstockarna av kontrollmätaren.

För att utöka kontrollstocksmaterialet inkluderades även kontrollstockar från mätplatsen Långasjö. Mätutrustningen i Långasjö var av fabrikatet Rema och till såväl hård- som mjukvaror identiskt med de övriga Rema-mätplatser som ingick i studien. Denna mätplats bidrog dock inte med stockuppgifter till det stora undersökningsmaterialet. Kontrollstockarna insamlades kontinuerligt under tidsperioden april till november 2008.

3.2 AVGRÄNSNINGAR OCH RIMLIGHETSKONTROLL

Det stora datamaterialet

Under 2008 kom en hel del virke från virkesterminaler där virke lagrats efter

stormarna 2005 och 2007. Dessa har dels förlorat sin partitillhörighet, dels är de pga. vattenlagring ofta svåra att mäta med trakeidmetoden, se Figur 4. Av dessa anledningar ströks dessa ur materialet. Detta virke kunde identifieras med hjälp av de id-uppgifter som terminalvirke får i virkesredovisningen. Detta innebär att ca en tredjedel av de stockar som mättes in de aktuella veckorna ströks.

Studien omfattade endast gran. Initialt var det tänkt att även studera tall men då tall skulle begränsas till två mätplatser där virket bestod av en hög andel terminalvirke skulle materialet ha blivit för litet, främst vad gäller antalet kontrollstockar. Därför beslöts att begränsa studien till gran.

Längdklasserna indelas i 3-dm-moduler från 28 dm och upp till längdklass 55 dm. Stockar kortare än 28 dm respektive längre än 58 dm ströks ur materialet. Diameterklasserna i dagens toppformtalsmatris börjar vid 11 cm och sträcker sig upp till 36+ cm i topp. I det datamaterial som insamlades var det dock mycket få stockar i diameterklasserna 11 och 12 cm. Det beslöts därför att stryka dessa ur materialet. Det bedömdes också lämpligt att sätta en övre diametergräns. Detta fick till följd att stockar inmätta till lägre än 13 cm eller högre än 48 cm toppdiameter ströks ur materialet.

Stockar som bedömdes ha orimliga värden ströks från materialet. Detta gjordes som en filtrering baserad på kvoten mätrams-fub / to-volym. En kvot under 1,0 är mer eller mindre omöjlig då stocken i princip då skulle sakna avsmalning. Stockar har även strukits om de haft motsvarande kvot på 1,8 eller mer. Fel av sådant slag är sällsynta men kan uppstå om mätningen störs av stora barkflagor, kvistar, spjälkningar och liknande.

Sammanfattningsvis ströks alltså stockar enligt följande kriterier:

- Kortare än 28 dm eller längre än 58 dm
- Klenare än 13 cm eller grövre än 48 cm i toppdiameter
- Terminalvirke
- Kvot mätrams-fub/to-volym mindre än 1,0 eller större än 1,8

Kontrollstockar

Av den totala mängden kontrollstockar för den aktuella tidsperioden ströks stockar av följande anledningar:

- Om ordinarie mätning gjorts som fub-alternativ 4 eller 5, se kap 2.4.3. Detta handlade om några få stockar.

- Nollklassade stockar, dvs. stockar som ej kvalitetsklassats i ordinarie mätning. Dessa stockar utgjorde terminalvirke.
- Uppenbart mätfel, vilket ansågs vara fallet när skillnaden mellan automatisk och manuell mätning var mycket stor. De gränsvärden för bortfiltrering av uppenbara mätfel som användes framgår av Tabell 6. Dessa gränsvärden kan ha inneburit att vissa stockar med mycket oregelbunden form felaktigt strukits. Totalt innebar det att 21 stockar ströks.

De stockar som användes för analyserna var med några få undantag mätta med fub-alternativ 1. Några var dock mätta med fub-alternativ 2 vilket innebär att diametrarna under bark påverkas av den barkfunktion som används. Fub-alternativ 3 fanns ej under den aktuella tidsperioden.

Tabell 6. Gränsvärden för diametermätning och längdmätning som användes för att utesluta kontrollstockar med uppenbara mätfel.

Mått	Stocktyp	
	Rotstock	Övrig stock
	Differens i mm	
Rotdiameter	> = 30	> = 20
Toppdiameter	> = 20	> = 20
Längd	> = 100	> = 100

3.3 BESKRIVNING AV STOCKMATERIALET

Efter att ovan nämnda avgränsningar och rimlighetskontroller gjorts omfattade materialet 183 814 stockar som mätts i mätramar och 435 kontrollstockar som mätts både med mätram och manuellt. Fördelning på diameterklasser och längdklasser framgår av Tabell 8 och Tabell 9.

Som framgår av Tabell 7 omfattade materialet fler stockar från vecka 24 än från vecka 42. Mätplatserna Kisa och Mönsterås bidrog med avsevärt fler stockar än mätplatserna Torsås och Värö. Såväl stockarnas medeldiameter som medellängd var relativt lika vid mätplatserna, dock var medellängden något längre vid Värö. Volymmässigt var medelstocken ca 10 % större i Värö än i Torsås.

Tabell 7. Materialets fördelning på mätplatser och veckor

Mätplats	Mätrams-fabrikat	Ordinarie mätning					Kontroll-mätning	
		Antal stockar			Medel-diameter	Medel-längd		Antal stockar
		Vecka 24	Vecka 42	Totalt	mm	cm		
Kisa	Sawco	33983	27854	61 837	236	432	97	
Mönsterås	Rema	40712	15468	56 180	238	437	99	
Torsås	Rema	15541	13339	28 880	231	425	62	
Värö	Rema	26970	9947	36 917	239	454	72	
Långasjö	Rema	-	-	-			105	
Summa		117 206	66 608	183 814			435	

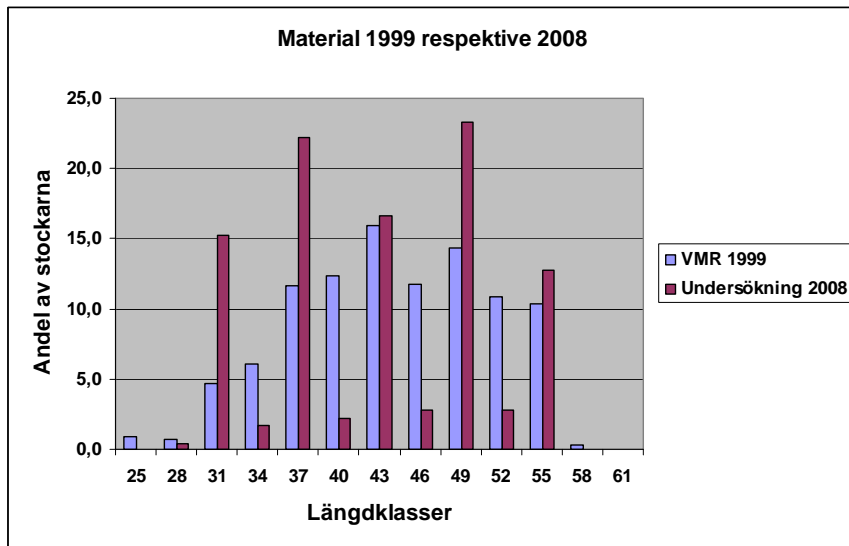
Tabell 8. Mätramsmätta stockar fördelade efter längd och toppdiameter

Diam. Cm	Längd dm										Tot
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	
13	7	35	13	55	27	33	13	14	3	4	204
14	14	75	30	135	66	72	49	36	5	7	489
15	29	202	45	339	85	246	90	111	44	68	1259
16	89	2306	319	3403	445	2366	486	1951	370	1097	12832
18	124	6068	523	8722	681	6136	889	7136	767	3986	35032
20	253	9753	937	13690	1208	10303	1642	14874	1625	7354	61639
24	140	5660	582	8121	750	6105	934	9922	1059	5402	38675
28	64	2397	302	3798	393	3030	551	5152	652	3031	19370
32	37	977	146	1520	204	1445	279	2398	391	1545	8942
36+	23	565	135	978	163	863	225	1321	206	893	5372
Summa	780	28038	3032	40761	4022	30599	5158	42915	5122	23387	183814

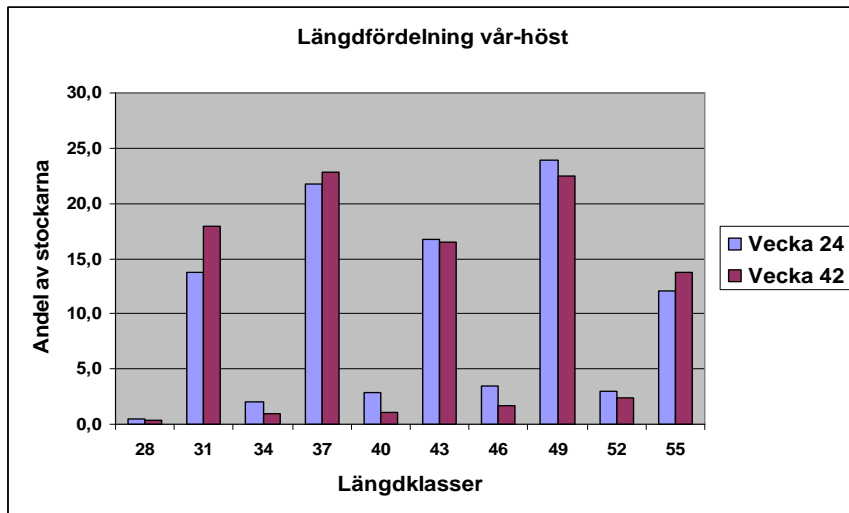
Tabell 9. Kontrollstockar fördelade efter längd och toppdiameter

Diam. Cm	Längd dm										
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	Tot
13											0
14							2		1		3
15				1					1		2
16		10	1	5		4	3	4	2	1	30
18	2	12	5	16		23	4	10	4	23	99
20		30	1	24	5	25	7	35	3	21	151
24		7	1	14	1	13	3	17	6	16	78
28		3		8	2	6	2	12	2	2	37
32		2	4	6	1	5		8		1	27
36+				1		1		2			4
Summa	2	64	12	75	9	77	21	88	19	64	431

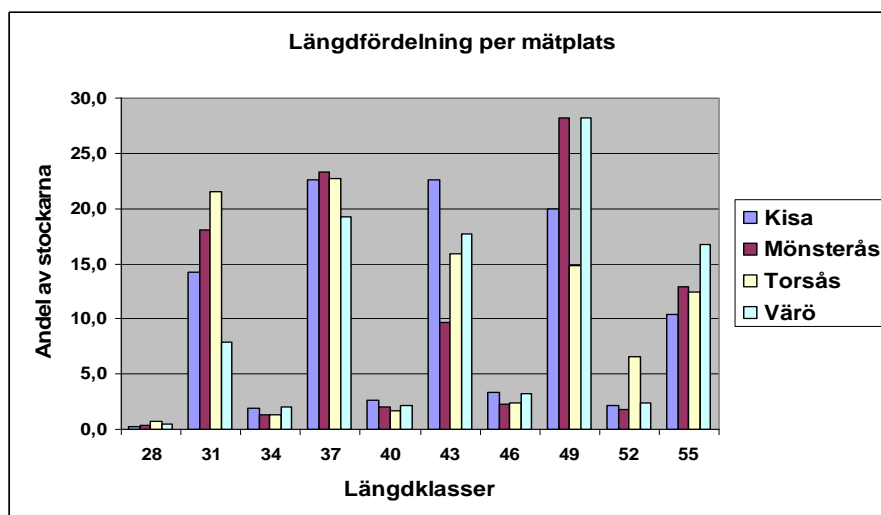
Som påpekats i inledningen kan apteringen påverka stockarnas toppformtal. I Figur 10 jämförs stockarnas fördelning på längdklasser i VMRs undersökning 1999 med den nya undersökningen. Som framgår av figuren skiljer sig fördelningarna kraftigt åt. För 2008 koncentrerades materialet till varannan längdklass medan det 1999 var jämnare fördelat. Eftersom längdfördelningen kan vara en viktig faktor för att förklara skillnader mellan årstider och mätplatser visas dessa längdfördelningar i Figur 11 och Figur 12. Dessa tre figurer avser de 183814 stockarna från ordinarie mätning som ingick i studien.



Figur 10. Stockarnas fördelning på längdklasser i VMRs undersökning 1999 jämfört med den nya undersökningen.



Figur 11. Stockarnas fördelning på längdklasser vecka 24 respektive vecka 42.



Figur 12. Stockarnas fördelning på längdklasser för respektive mätplats.

3.4 BERÄKNINGAR

I kapitel 4.1 redovisas resultat baserade på de 435 kontrollstockarna som mättes såväl automatiskt som manuellt. Resultaten i kapitel 4.2-4.4 baseras på de drygt 180 000 stockarna som bara mättes automatiskt.

I **kapitel 4.1.1** analyseras huruvida stockarnas ovalitet bidrog till avvikelserna mellan automatisk mätning i mätram och manuell kontrollmätning. Kontrollmätarna mätte största och minsta diameter vid respektive måttställe. För knappt hälften av stockarna registrerades båda diametrarna. För övriga registrerades endast det aritmetiska medelvärdet. Ovaliteten beräknades som:

$$\text{Ovalitet} = (\text{största diameter} - \text{minsta diameter}) / \text{minsta diameter} \quad (3)$$

I **kapitel 4.1.2** jämförs automatisk och manuell diametermätning. I analysen delades materialet på mätramsfabrikat, stocktyp och topp- respektive rotmått. För dessa grupper beräknades aritmetiska medeltal. Utifrån diameteravvikelseerna i topp- respektive rotända beräknades mätfelens inverkan på den i mätramen uppmätta avsmalningen.

I **kapitel 4.1.3** jämförs kontrollstockarnas medelvolymer för de tre mätmetoderna dvs. mätrams-fub, topprot-fub och matris-fub. Volymerna beräknades enligt de formler och principer som beskrevs i kapitel 2. Alla volymer, alltså även de som baseras på kontrollmätningens diametrar, beräknades utifrån stocklängden från mätramen. Detta eftersom under-

sökningen fokuserade på diametermätning och avsmalning. Att då beräkna volymer utifrån olika värden på stocklängd skulle tillföra ett brus i de för den aktuella undersökningen centrala frågorna. Dock konstaterades att stocklängden i ordinarie mätningen (mätramen) var ca 1,5 cm längre jämfört med kontrollen, dvs. en mycket marginell skillnad.

I kapitel 4.1.4 känslighetsanalyseras det i kapitel 4.1.2 påvisade felet i mätramens diametermätning. Analysen genomfördes genom att behålla varje stocks toppdiameter men korrigera rotdiametern med den inverkan på avsmalningen som mätfelet i mätramarna motsvarade. Därmed kunde topprot-fub beräknas dels på mätramens diametrar dels på mätramsdiametrar där rotdiametern korrigerats. Det fel som därmed kvantifierades för kontrollstockarna kan förväntas ha påverkat också den mätrams-fub som erhöles för de 180 000 stockarna vars mätdata analyseras i kap 4.2-4.4. Detta eftersom påverkan på mätrams-fub bör vara i samma storleksordning som påverkan på topprot-fub.

I kapitel 4.2 analyseras skillnader mellan årstider och mätplatser vad gäller avvikelser mellan mätrams-fub och matris-fub. De avvikelser som redovisas är volymvägda dvs. de baseras på:

$$\text{Avvikelse} = (\sum \text{mätramsfub} - \sum \text{matrisfub}) / \sum \text{matrisfub} \quad (4)$$

I kapitel 4.3 jämförs den nuvarande toppformtalsmatrisen med en matris beräknad utifrån det nya stockmaterialet. Värdena för respektive ruta (cell) i den nya matrisen beräknades som:

$$\text{Toppformtal} = \sum \text{mätramsfub} / \sum \text{toppmätt volym} \quad (5)$$

Dagens prislister för timmer och skogens sammansättning gör att utfallet av stockar i olika längd- och diameterklasser blir mycket ojämnt. I vissa längd- och diameterkombinationer, matrisceller, fanns mycket få stockar. Minimigränsen för ”cellvis analys” sattes till 20 stockar. I de matrisceller som innehåller störst antal stockar är underlaget över 10 000 stockar.

Medeltal för längd- respektive diameterklasser beräknades enligt formel (5). Dessa medeltal inkluderade även celler med färre än 20 stockar.

I kapitel 4.4 analyseras partivisa avvikelser mellan mätrams-fub och matris-fub. Parti ska motsvara ett köp vilket ofta är en avverkning. Partiet blir därmed ofta kopplat till:

- en skog med vissa egenskaper
- en specifik apteringsinstruktion
- ett skördarlag med viss maskin, erfarenhet etc.

I virkesredovisningen motsvarar detta en virkesorder. När virket anländer till industri erhålls ett redovisningsnummer för varje bil. För varje virkesorder kan alltså flera redovisningsnummer finnas. I föreliggande undersökning valdes material för en vecka för respektive årstid. Vecka valdes för att öka chansen att få flera redovisningsnummer per virkesorder. Trots detta får man förutsätta att den genomsnittliga partistorleken är underskattad.

De partivisa avvikelserna beräknades enligt formel (4). Medelavvikelse per partistorleksklass baseras på avvikelsernas absolutvärden, dvs. bortser från om avvikelsen var positiv eller negativ.

4 Resultat

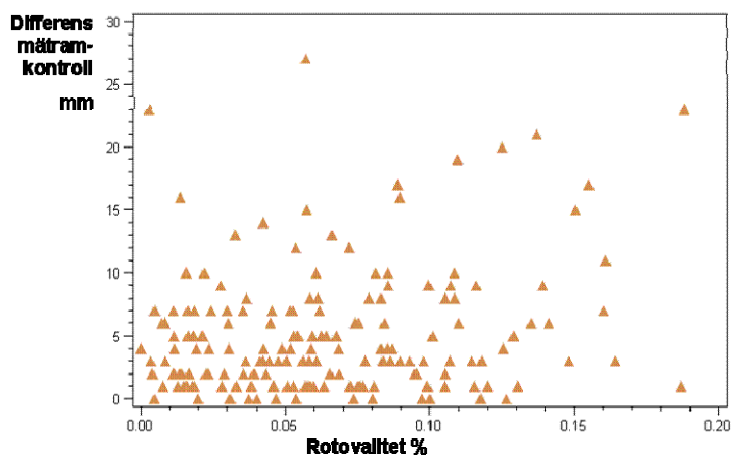
4.1 ANALYSER BASERADE PÅ DEN MANUELLA KONTROLLMÄTNINGEN

4.1.1 Stockarnas ovalitet

För 43 av rotstockarna och 132 av övriga stockar noterades både största och minsta diametern för varje måttställe. Av Tabell 10 framgår att medelovaliteten var störst i rotstockarnas rotända medan den var relativt lika för övriga måttställen. I Figur 13 visas funktion av differensen mellan automatisk och manuell mätning som ovaliteten i stockarnas rotända. Detta för att testa hypotesen att ovalitet skulle bidra till denna differens. Som framgår av figuren kunde något nämnvärt sådant samband ej ses.

Tabell 10. Ovalitet i topp- respektive rotända för de kontrollstockar där största och minsta diameter registrerats

Stocktyp	Antal	Måttställe	
		Rotända	Toppända
Rotstock	43	8,5	5,3
Övrig stock	132	5,5	5,2



Figur 13. Differens i diametermätning mellan mätram och kontrollmätning i relation till ovaliteten. Figuren avser stockarnas rotända.

4.1.2 Jämförelse mellan manuell och automatisk diametermätning

I föreliggande avsnitt jämförs olika mätmetoder för fub-mätning. Av fundamental betydelse är då kvaliteten på diametermätningen. Då resultaten som redovisas i efterföljande kapitel baseras på de drygt 180 000 stockar som mätts i mätram är en utvärdering av den automatiska diametermätningen viktig.

Som framgår av Tabell 11 uppvisade båda mätramarna ett gemensamt mönster för rotstockarna vars rot diameter överskattades. Vid övriga måttställen hade Sawco en svag överskattning medan Rema hade en svag underskattning. Sett till dessa avvikelser inverkan på stockarnas avsmalning var den nästan identisk för de två fabrikaten. Mätramarna överskattade rotstockarnas avsmalning med 1 mm/m medan övriga stockars avsmalning underskattades marginellt. En känslighetsanalys kring hur detta påverkar volymen enligt olika mätmetoder redovisas i kapitel 4.1.4.

Tabell 11. Skillnad mellan diametermätning i mätramarna och manuell mätning för kontrollstockar samt den inverkan mätramens diametermättningsfel får på stockarnas avsmalning. Observera att avsmalningsberäkningen baseras på avståndet mellan måttställen

Mätram	Stocktyp	Antal	Måttställe		Stockens medellängd	Inverkan på avsmalningen
			Rotända	Toppända		
			Differens i mm		cm	mm/m
Sawco	Rotstock	33	3,9**	0,3	431	+ 0,97
	Övrig stock	64	0,2	0,2	432	0,00
Rema	Rotstock	82	2,2*	-1,8**	461	+ 1,00
	Övrig stock	256	-1,8***	-1,3***	435	- 0,12
Båda	Rotstock	115	2,7**	-1,2**	452	+ 1,00
	Övrig stock	320	-1,4***	-1,0***	434	- 0,10

*/**/** avser signifikansnivåer vid t-test (95%, 99% respektive 99,9%)

4.1.3 Jämförelser mellan mätrams-fub, matrix-fub och topprot-fub

Nedan redovisas kontrollstockarnas medelvolym för de tre mätmetoderna. Dels baserade på mätramens värden, dvs. samma toppdiameter för alla tre alternativen, dels baserade på kontrollmätningens diametrar. För mätrams-fub kan någon kontrollbaserad volym inte beräknas. Detta skulle ha krävt att alla sektionsdiametrar kontrollmätts.

Av Tabell 12 framgår att mätrams-fub gav ca en halv procent högre volym än topprot-fub respektive matris-fub när volymerna baseras på diametrar från mätram. I den jämförelsen blir alltså topprot-fub och matris-fub relativt lika medan mätrams-fub avviker med en större volym.

Delas materialet på stocktyp framträder större skillnader. I relation till mätrams-fub överskattade topprot-fub volymen för rotstockar och underskattade den för övriga stockar. För matris-fub gällde det omvända förhållandet. Avvikelseerna visade ingen nämnvärd korrelation till stockarnas längd eller diameter.

Avvikelseerna mellan mätramens volymer och kontrollmätningens volymer visar hur den betalningsgrundande volymen skulle ha ändrats om stockarna mätts manuellt. Den beräkningen inkluderar både fel som påverkar avsmalningen och fel som påverkar både topp- och rotdiameter likvärdigt. Som förklarades i kapitlet ”Beräkningar” bortses här från avvikelser i längdmätningen mellan ordinarie mätning och kontroll.

Ser man till avvikelserna i relation till topprot-fub framgår att den mätmetoden gett lägst volym för de aktuella stockarna. Skillnaderna mellan mätmetoder är dock genomgående så små att det krävs avsevärt större antal stockar för att säkerställa skillnaderna.

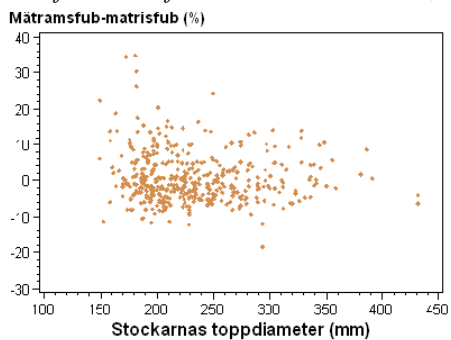
Tabell 12. Medelvolym per stock för de tre mätmetoderna samt avvikelser dem emellan. Analys baserad på kontrollstockar

Stocktyp	Antal	Diametrar från mätram			Diametrar från kontroll	
		Mätrams-fub	Topprot-fub	Matris-fub	Topprot-fub	Matris-fub
Medelvolym per stock, liter						
Rotstock	115	290,3	293,7	280,9	292,6	283,9
Övrig stock	320	210,8	207,1	212,5	208,9	214,2
Alla stockar	435	231,8	230,1	230,6	231,1	232,6
Avvikelse i relation till mätrams-fub						
Rotstock	115	-	1,2% ^{***}	-3,3% ^{***}	0,8% ^{**}	-2,3% ^{***}
Övrig stock	320	-	-1,8% ^{***}	0,8% ^{**}	-0,9% ^{***}	1,6% ^{***}
Alla stockar	435	-	-0,7% ^{***}	-0,5%	-0,3%	0,3%
		Avvikelse i relation till mätramens topprot-fub			Avvikelse i relation till kontrollens topprot-fub	
Rotstock	115	-1,2% ^{***}	-	-4,6% ^{***}	-	-3,1% ^{***}
Övrig stock	320	1,8% ^{***}	-	2,5% ^{***}	-	2,5% ^{***}
Alla stockar	435	0,7% ^{***}	-	0,2%	-	0,6%

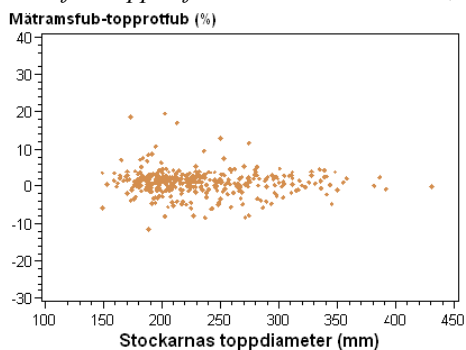
*/**/*** avser signifikansnivåer vid t-test (95%, 99% respektive 99,9%)

I ovanstående tabell redovisas medelvolym per grupp av stockar. Det kan i detta sammanhang vara relevant att belysa stockvisa avvikelser mellan mätmetoderna. Mätrams-fub med en diametermätning per dm bör kunna anses som mest noggrann. Av Figur 14 framgår att spridningen är minst när mätrams-fub och topprot-fub jämförs med varandra.

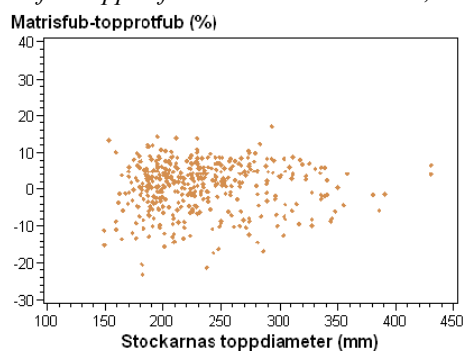
1. Avvikelse mätramsfub-matrisfub. Standardavvikelse 6,9 %-enheter



2. Avvikelse mätramsfub-topprofub. Standardavvikelse 3,2 %-enheter



3. Avvikelse matrisfub-topprofub. Standardavvikelse 6,7 %-enheter



Figur 14. Stockvis volymavvikelse mellan mätmetoderna. Figuren baseras på mätarnas diametrar för de 435 kontrollstockarna.

4.1.4 Känslighetsanalys avseende avvikande avsmalning i mätram respektive manuell mätning

Följande analys avser att kvantifiera effekten av att diametermätningen i mätramarna hade ett ”fel” som påverkade stockarnas avsmalning. Analysen baseras på topprotmätning. Det fel som här kvantifieras för kontrollstockarna kan förväntas ha påverkat också den mätrams-fub som erhöles för de 180 000 stockarna vars mätdata analyseras i kap 4.2-4.4. Påverkan på mätrams-fub bör vara i samma storleksordning som påverkan på topprot-fub.

Analysen genomfördes genom att behålla varje stocks toppdiameter men korrigera rotdiametern med den inverkan på avsmalningen (Tabell 11) som mätfelet i mätramarna motsvarade. Då erhöles det resultat som visas i Tabell 13. Av den framgår att mätramen överskattade rotstockarnas volym med 1,13 % och underskattade övriga stockars volym med 0,16 %. Som volymvägt medeltal för alla kontrollstockar erhöles att mätramen överskattade volymen med 0,34 %.

Tabell 13. Känslighetsanalys avseende avvikande avsmalning i mätram respektive manuell mätning. Analys baserad på kontrollstockar

Stocktyp	Antal	Topprot-fub	
		Baserad på mätramens diametrar	Baserad på korrigerad rotdiameter
Medelvolym per stock, liter			
Rotstock	115	293,75	289,82
Övrig stock	320	207,14	207,49
Alla stockar	435	230,09	229,31
Avvikelse i relation till volym enligt mätramens diametrar			
Rotstock	115	-	- 1,13 %
Övrig stock	320	-	+ 0,16 %
Alla stockar	435	-	- 0,34 %

4.2 VARIATION MELLAN ÅRSTIDER OCH MÄTPLATSER

De analyser som redovisas i kapitel 4.2-4.4 baseras på de drygt 180 000 stockar som mättes i mätram. Såväl mätrams-fub som matris-fub utgår därmed från samma diametermätning. Dessa mätningar antas ha den avvikelse i relation till manuell mätning som analyserades i föregående

kapitel, dvs. att mätramsvolymerna skulle ha varit 0,34 % lägre om mätramarna erhållit samma avsmalning på stockarna som den manuella kontrollmätningen visade. Vad gäller detta ”mätfel” dvs. felaktig avsmalning uppvisade de två mätramarna nästan identiskt mönster. I nedan följande analys betraktas de två mätramsfabrikaten som likvärdiga.

Sett till hela materialet var mätrams-fub 0,94 % större än matris-fub, Tabell 14. Korrigeras för ovan nämnda avsmalningsrelaterade fel kvarstår att mätrams-fub gav ca 0,6 % större volym än matris-fub.

Årstid

Som framgår av Tabell 14 var avvikelsen mellan matris-fub och mätrams-fub större för höstveckan (1,25 %) jämfört med på vårveckan (0,76 %). Skillnaden mellan veckor var signifikant. I den fortsatta analysen slogs vår- och höstmaterialet samman.

Mätplatser

Tabell 14 visar även skillnaden mellan mätplatser. Den minsta avvikelsen mellan matris-fub och mätrams-fub noterades för Värö (0,31 %), Störst var skillnaden i Mönsterås (1,33 %). Denna skillnad skulle kunna vara geografiskt betingad som en skillnad mellan östkust och västkust. I Bilaga 1 visas mätplatsvisa differensmatriser mellan de toppformtal som används idag och toppformtal beräknade i detta arbete. Dessa fyra matriser såg mycket likartade ut. De fortsatta analyserna baserades därför på ett sammanslaget material.

Tabell 14. Variation mellan årstider respektive mellan mätplatser för avvikelserna mellan mätrams-fub och matris-fub

	Antal stockar	Mätrams- fabrikat	Avvikelse mätramsfub-matrisfub %	Korrigerat för diameter-mätfel %
Årstid				
Vår (vecka 24)	117 206	Båda	0,76 ***	0,42
Höst (vecka 42)	66 608	Båda	1,25 ***	0,91 **
Mätplats				
Kisa	61 837	Sawco	0,85 **	0,51 ***
Mönsterås	56 180	Rema	1,33 ***	0,99 ***
Torsås	28 880	Rema	1,25 **	0,91
Värö	36 917	Rema	0,31	-0,03
Totalt	183 814	Båda	0,94 ***	0,60 ***

*/**/*** avser signifikansnivåer vid t-test (95%, 99% respektive 99,9%)

4.3 ANALYS AV TOPPFORMTALSMATRISEN

Syftet med denna analys var att granska den sedan 1999 använda toppformtalsmatrisen för att eventuellt föreslå förändringar i toppformtalen. I Tabell 15 visas nuvarande toppformtalsmatris, dvs. den som tillämpas i dagens virkesredovisning, för beskrivning se kap 2.3.1. I Tabell 16 redovisas motsvarande matris beräknad med hjälp av det nya datamaterialet. Dagens matris är justerad med hjälp av en regressionsmodell medan den nya matrisen bygger på vägda medelvärden inom varje cell. I Tabell 17 visas skillnaden mellan nuvarande och ”nya” toppformtal. De medeltal som redovisas för diameterklasser respektive längdklasser är volymvägda medeltal för alla stockar i respektive klass.

Skillnaderna mellan de två matriserna var liten och låg framförallt bland de klenaste och grövsta diametrarna, se Tabell 17 och Figur 15. Mitt i matrisen, där normalt den största timmervolymen återfinns, var överensstämmelsen mycket god. Vad gäller längdklasser var skillnaden genomgående lägre för klasser med stort antal stockar (av sågverken önskade längdklasser) jämfört med klasser med lågt antal stockar (av sågverken icke önskade längdklasser). Något annat längdberoende kunde inte ses.

Sett till hela datamaterialet var den volymvägda differensen mellan toppformtalen i nuvarande respektive ”ny” matris 0,010.

Tabell 15. Nuvarande toppformtalsmatrix

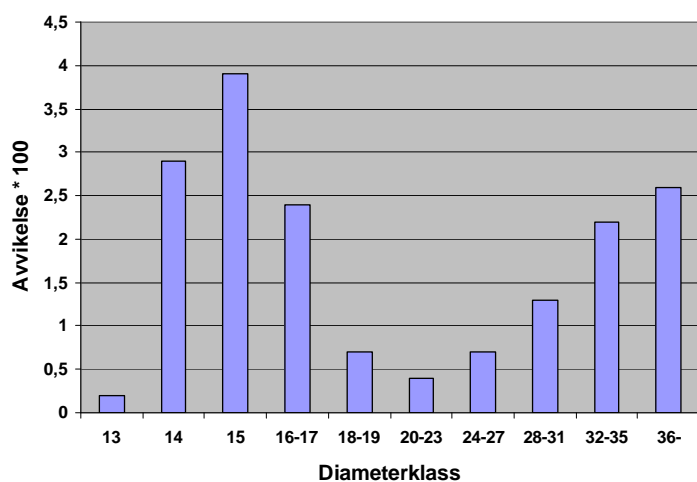
Matris Diameter	Längd									
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
13	1,25	1,26	1,28	1,29	1,31	1,32	1,34	1,35	1,37	1,38
14	1,22	1,23	1,25	1,26	1,27	1,29	1,3	1,31	1,33	1,34
15	1,2	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,3	1,31
16	1,19	1,2	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28
18	1,18	1,19	1,2	1,21	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26
20	1,16	1,17	1,18	1,18	1,19	1,2	1,21	1,22	1,23	1,23
24	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,2	1,21	1,21
28	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,17	1,18	1,19	1,2
32	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
36	1,1	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18

Tabell 16. Topppformtalsmatrix beräknad på det nya datamaterialet "ny matris".
Celler utan värde hade färre än 20 stockar varför resultat ej redovisas för dessa

Diameter cm	Längd dm									
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
13		1,29		1,32	1,25	1,32				
14		1,27	1,26	1,30	1,30	1,29	1,34	1,35		
15	1,24	1,24	1,25	1,27	1,27	1,30	1,32	1,35	1,35	1,37
16-17	1,21	1,21	1,23	1,24	1,26	1,27	1,29	1,30	1,31	1,31
18-19	1,18	1,18	1,21	1,21	1,23	1,23	1,26	1,26	1,27	1,27
20-23	1,16	1,16	1,18	1,19	1,21	1,21	1,23	1,22	1,24	1,24
24-27	1,15	1,15	1,17	1,17	1,19	1,19	1,20	1,20	1,22	1,22
28-31	1,13	1,15	1,16	1,17	1,18	1,18	1,19	1,19	1,21	1,20
32-35	1,13	1,15	1,17	1,17	1,18	1,18	1,19	1,19	1,20	1,20
36-	1,16	1,14	1,15	1,17	1,19	1,19	1,18	1,18	1,19	1,19

Tabell 17. Differensen mellan "ny matris" och nuvarande matris. Differenserna är multiplicerade med 100, dvs. siffrorna avser differensen i andra decimalen i toppformtalet

Diameter cm	Längd dm										Vol. vägt medel	Antal stockar
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55		
Differens mellan nuvarande matris och "ny" matris uttryckt som differens*100												
13		3		3	-6	0					0,2	204
14		4	1	4	4	0	4	3			2,9	489
15	4	2	2	3	2	4	5	7	5	6	3,9	1259
16-17	2	1	2	2	3	3	4	4	4	3	2,4	12832
18-19	0	-1	1	0	2	1	3	2	2	1	0,7	35032
20-23	0	-1	0	1	2	1	2	0	1	1	0,4	61639
24-27	1	0	1	1	2	1	1	0	1	1	0,7	38675
28-31	1	2	2	2	2	1	2	1	2	0	1,3	19370
32-35	2	3	4	3	3	3	3	2	2	1	2,2	8942
36-	6	3	3	5	6	3	3	2	2	1	2,6	5372
Vol. vägt medel	1,3	0,2	1,5	1,5	2,6	1,4	2,1	0,9	1,2	0,7	1,0	
Antal stockar	780	28038	3032	40761	4022	30599	5158	42915	5122	23387		183814



Figur 15. Differensen mellan "ny matris" och nuvarande matris uttryckt som volymvägt medeltal per diameterklass.

4.4 PARTIVISA AVVIKELSER MELLAN MÄTRAMS-FUB OCH MATRIS-FUB

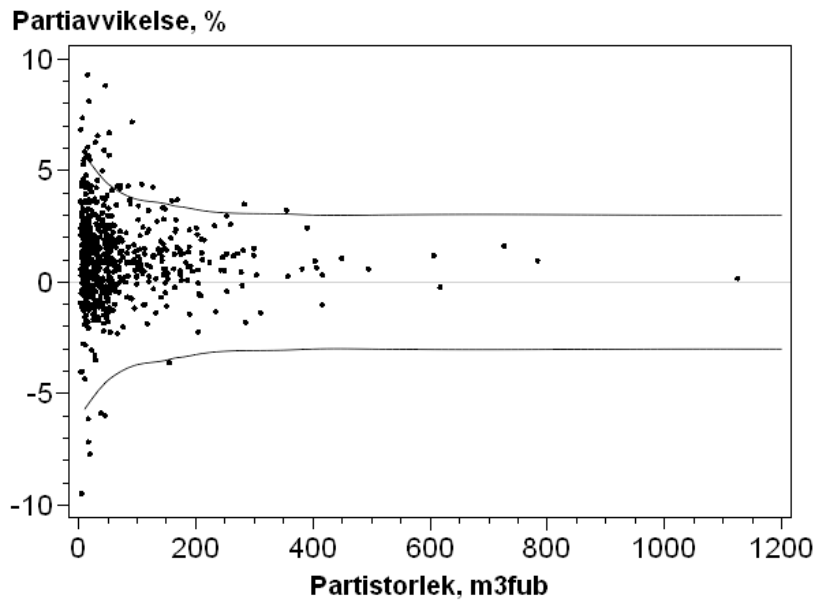
I följande kapitel analyseras partivisa avvikelser mellan mätrams-fub (okorrigerad) och matris-fub (nuvarande matris). Analysen baseras på avvikelsernas absolutvärden, dvs. bortser från om avvikelsen var positiv eller negativ. Med parti avses virke som i redovisningen hör till samma virkesorder. Detta betyder i normalfallet en specifik avverkning och virkesaffär. Materialet omfattade 643 partier. Fördelningen på partistorleksklasser framgår av Tabell 18. Av samma tabell framgår att medelavvikelsen mellan mätrams-fub och matris-fub sjönk med ökande partistorlek. Medelvärdet av de absoluta avvikelserna sett till alla partier var 1,7 %.

Tabell 18. Fördelning på partistorleksklasser samt medelavvikelse mellan mätrams-fub och matris-fub för respektive klass. Observera att avvikelsernas absolutvärden använts

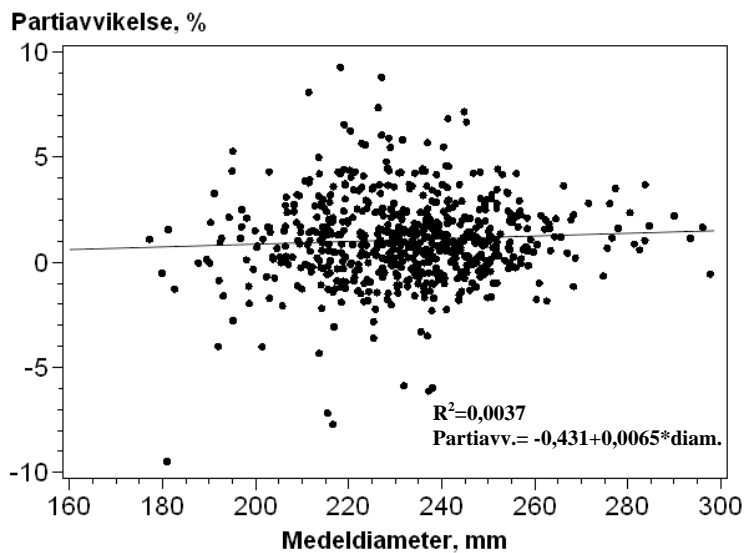
Parti- storlek	Antal partier	Avvikelse mätramsfub-matrisfub			
		medel- avvikelse %	standard- avvikelse %	max avvikelse %	Antal över Skogsstyrelsens gräns
m^3					
0-10	71	2,2	1,9	9,5	-
10-20	138	1,9	1,8	9,3	9
20-50	180	1,6	1,4	8,8	7
50-100	118	1,4	1,4	7,2	8
100-200	89	1,3	1,0	4,4	5
200+	47	1,2	0,9	3,5	2
Totalt	643	1,7	1,5	9,5	31

I Figur 16 visas de partivisa avvikelserna som funktion av partistorleken. I figuren är också Skogsstyrelsens noggrannhetsgräns avseende stockmätta partier inlagda. Denna gräns gäller för partier större än $10 m^3$. Av de 643 partierna faller 31 utanför gränsen vilket motsvarar knappt 5 %. Beaktas den systematiska avvikelsen (alla avvikelser korrigeras med 0,9 procentenheter) sjunker antalet partier som faller utanför gränsen till hälften.

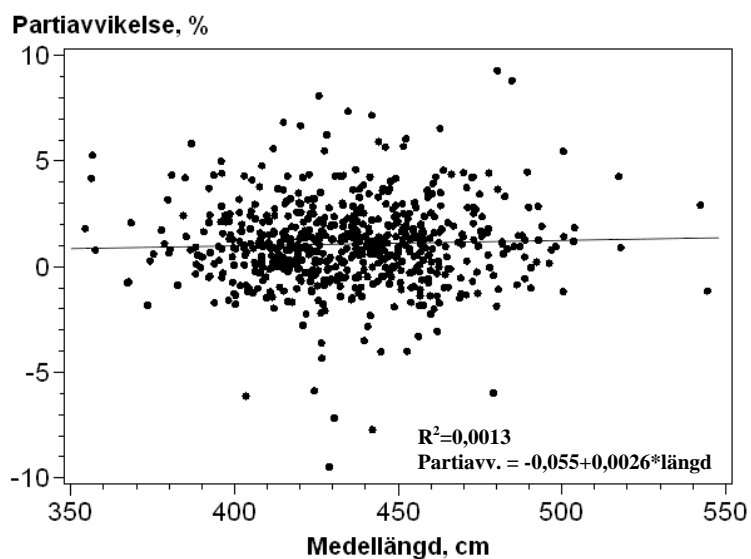
I Figur 17 och Figur 18 visas de partivisa avvikelserna som funktion av partiernas medellängd respektive medeldiameter. Båda dessa visade mycket svaga samband.



Figur 16. Partivis avvikelse mellan mätrams-fub och matris-fub i relation till partistorleken. I figuren är även Skogsstyrelsens gränser för partivis mätnoggrannhet inlagda.



Figur 17. Partivis avvikelse mellan mätrams-fub och matris-fub i relation till partiets medelstockdiameter. Regressionslinje inritad.



Figur 18. Partivis avvikelse mellan mätrams-fub och matris-fub i relation till partiets medelstocklängd. Regressionslinje inritad.

5. Diskussion

5.1 REPRESENTATIVITET

Syftet med föreliggande undersökning var att analysera olika mätmetoder för bestämning av fast volym under bark för gransågtimmer i södra Sverige. Valet av mätplatser och tider för datainsamling kunde inte göras så att det helt invändningsfritt speglar förhållandena i VMF Syds hela verksamhetsområde. Dock omfattade materialet fyra stora gransågverk, två årstider och de två mätramsfabrikat som är dominerande på den svenska marknaden. Det totala antalet stockar, drygt 180 000, var avsevärt större än i tidigare undersökningar med likartade syften. Att sågverken i Sverige blir allt större innebär också att deras upptagningsområden ökar och skillnaderna mellan sågverk bör därmed minska.

Stockarnas längdfördelning

En faktor som kan sägas beröra frågan om representativitet är apteringen. Såväl sågverkens längdpreferenser som gränsdiametern mellan sågtimmer och massaved beror på aktuella marknadsförhållanden. Vidare sker en gradvis skötselrelaterad förändring av skogen. Den viktigaste konsekvensen för föreliggande undersökning torde vara effekten på virkets längdfördelning. Det har gått ca tio år sedan de undersökningar gjordes som resulterade i dagens formler för topprotmätning respektive matriser med toppformtal.

Längdfördelningen skiljer sig mycket mellan VMRs undersökning 1999 och den nya undersökningen. Den påvisade skillnaden mellan mätrams-fub och matris-fub, med 0,6 % större volym för mätrams-fub, kan vara en effekt av den kraftiga längdstyrning som tillämpades 2008. Denna innebär att i princip bara varannan 3-dm-modul efterfrågades.

Om längdfördelningen förändrades mellan vår och höst skulle det ha kunnat leda till förändrad relation mellan matris och mätram. Som framgår av Figur 11 var längdfördelningen mycket likartad de två aktuella veckorna. Den skillnad som påvisades mellan vecka 24 och vecka 42 bör därför ha orsakats av någon annan faktor.

Om längdfördelningen skiljer sig mellan mätplatser skulle det kunna förorsaka mätplatsvisa skillnader. Hypotesen skulle vara att skillnaden mellan mätrams-fub och matris-fub skulle bli större vid sågverk med stark styrning mot långa längder. Och vad blir omräkningstalet vid ett kubbsågverk, dvs. om man gör 3-m-stockar av allt sågtimmer? Som framgår av Figur 12 var längdfördelningen relativt likartad vid de fyra mätplatserna.

Dock var det något högre andel långa stockar vid Värö. Att skillnaden mellan mätrams-fub och matris-fub var lägst vid Värö motsäger nyss nämnda hypotes.

Mätrammar

Eftersom undersökningen till stor del baseras på stockar mätta i mätram är kvaliteten på mätramarnas diametermätning av avgörande betydelse. Det viktigaste i detta sammanhang är att ett eventuellt diametermätfel är konstant längs stocken så att det ej påverkar avsmalningen. Detta eftersom varje toppformtal även kan sägas utgöra ett avsmalningstal, se Tabell 5. Att den ena ramen kan ha till exempel mer överskattning av toppdiametern påverkar inte de analyser där mätmetoder jämförs med utgångspunkt i mätramens toppdiameter. I föreliggande undersökning konstaterades att de två mätrams-fabrikaten gav i stort sett identiska resultat avseende stockarnas avsmalning. Detta resultat utgjorde en grundförutsättning för att kunna basera undersökningen på data från automatisk mätning.

5.2 AVVIKELSER MELLAN MÄTMETODER FÖR FUB-VOLYM

Som påpekades i kapitel 1 var avsikten med de undersökningar som gjordes under mitten och slutet av 1990-talet att topprot-fub och matris-fub skulle bli likvärdiga om stockmaterialet representerade den totala virkesfångsten. Denna ambition bör nu omfatta även mätrams-fub. Topprot-fub styr via stickprovsmätning och funktionskontroller handelsmättet för all massavedsmätning i Sverige samt relativt stora volymer sågtimmer. Det är därför den viktigaste fub-mätmetoden idag. Att ändra i denna skulle få stora konsekvenser för virkesmarknaden.

Kontrollstockarna

Som visas i Tabell 12 var skillnaden mellan topprot-fub och matris-fub mycket liten när jämförelsen baserades på samma toppdiameter. Matris-fub gav 1-2 promille högre volym än topprot-fub. Mätrams-fub gav ca 0,5 % större volym än matris-fub. Vad gäller denna skillnad bör dock det stora datamaterialet ge en säkrare skattning.

Delas materialet på stocktyp framträder större skillnader mellan mätmetoderna. I den analysen bör sektionmätt mätrams-fub kunna betraktas som mest noggrann. I relation till mätrams-fub överskattade topprot-fub volymen för rotstockar och underskattade den för övriga stockar. En förklaring kan vara att funktionerna för topprotmätning är gemensamma för alla dimensioner, alla trädslag och för hela landet. Stocktyp beaktas genom att ha olika måttställen för rotdiametern. Kanske är det så att gransågtimmer har mindre skillnad mellan stocktyperna än till exempel tall och lövträd och

att det är detta som gör att volymen för rotstockar överskattas medan volymen för övriga stockar underskattas. Matris-fub har ingen uppdelning på stocktyp vilket medför att volymen underskattas för rotstockar och överskattas för övriga stockar.

Sett till noggrannhet på stocknivå i relation till någon sorts sann fub-volym bör, som påpekats ovan, mätrams-fub kunna anses ligga närmast. I relation till mätrams-fub visar de andra två metoderna en spridning. Figur 14 visar att topprot-fub (två diametermätningar) på stocknivå hade 50 % lägre standardavvikelse än matris-fub (en diametermätning).

Det stora datamaterialet

Sett till det stora datamaterialet, de drygt 180 000 stockarna, var volymen mätrams-fub 0,94 % högre än matris-fub. Korrigeras för det avsmalningsrelaterade fel som påvisades med hjälp av kontrollstockarna kvarstår att mätrams-fub gav ca 0,6 % större volym än matris-fub.

Partivisa avvikelser mellan fub-mätmetoderna

Avvikelsena på partinivå mellan mätrams-fub och matris-fub minskade med ökande partistorlek. I närmare 5 % av fallen överstegs Skogsstyrelsens gräns för partivis mätnoggrannhet vid stockmätning. Beaktas den systematiska avvikelsen (dvs. att alla avvikelser "fasförskjuts" med 0,94 %-enheter) sjunker antalet partier som faller utanför gränsen till hälften. Sådana avvikelser kan ses som problem endast om och när den ena mätmetoden avtalas och den andra tillämpas.

De partivisa avvikelserna uppvisade inga nämnvärda samband med partiernas medellängd eller medeldiameter. Detta kan tolkas som att apteringen inte har haft någon avgörande betydelse för toppformtalen.

Även för topprot-fub får partivisa avvikelser gentemot mätrams-fub förväntas. Detta eftersom formeln för topprot-fub gäller för hela landet och för alla trädslag. Sådana partivisa avvikelser bör dock vara avsevärt lägre än avvikelserna mellan mätrams-fub och matris-fub.

5.3 VAD SKULLE KUNNA KORRIGERAS ELLER REVIDERAS?

Mätningen i mätramarna

I undersökningen påvisades ett fel i diametermätningen på rotstockarnas rotsektion. Det är rimligt att anta att det handlar om stockar med intakt bark i rotsektionen och att barktjockleken extrapolerats från stockens toppsektion. För sådana fall skulle en barkfunktion som tar hänsyn till barktjockleksför-

ändringen längs rotstockar kunna behövas. Nu används Zaccos bark-funktioner (Zacco 1974) som beskriver barktjockleken i stockarnas toppända. Vid Skogforsk har det dock utvecklats funktioner för beskrivning av braktjockleken längs stammen vilka skulle kunna testas för mätrams-fub på gran (Hannrup, 2004). En sådan förändring kräver då att även stocktypen kan fastställas automatiskt. Ett sådant system tillämpas för mätrams-fub på tall.

Toppformtalsmatrisen

Den aktuella undersökningen visade, för det utvalda materialet om drygt 180 000 stockar, att volymen mätrams-fub var en knapp procent mer än volymen matris-fub. Av denna skillnad kunde en tredjedel härledas till diametermättningsfel i mättramarna (rotstockarna). Återstående skillnad, dvs. ca 0,6 %, skulle då kunna föranleda en korrigering av toppformtalsmatrisen. Om en sådan korrigering skulle göras indikerar resultaten i föreliggande undersökning att omräkningstalen skulle ökas något för de klena och för de grövsta diameterklasserna. Det kan då noteras att man i utarbetandet av dagens matris gjorde en utjämning av värdena i matrisen som ledde till en viss minskning av toppformtalen för de grövsta diameterklasserna.

Man ska dock beakta att det handlar om handelsmått för den svenska virkesmarknaden. Den viktigaste mätmetoden för handelsmåtten **fub** är topprotmätning. I föreliggande undersökning, kap 4.1, visades baserat på kontrollstockarna att skillnaden mellan topprot-fub och matris-fub var liten. I den jämförelsen var det mätrams-fub som var mest avvikande.

Syftet med den nuvarande toppformtalsmatrisen är att använda en generell matris för stora geografiska områden. En sådan matris kan alltid förväntas ge avvikelser beroende på råvarans ursprung och på apteringen som i sin tur styrs av en prislista. Skogens form förändras liksom prislistan vilket gör att avvikelserna från en generell toppformtalsmatris förändras med tiden. Avvikelser kan vidare bero på timmerfångstens variation med hänsyn till årstid.

Eventuell vidareutveckling av fub-mätmetoderna

Mätrams-fub: Ovan ställdes frågan om toppformtalsmatrisen behöver korrigeras. Den frågan kan också kommenteras enligt följande. Eftersom mätrams-fub är en ny mätmetod för fub-mätning och att den metodik som beskrivs i kap 2.4 togs fram utan att baseras på praktiska studier är det rimligare att det är metodiken för mätrams-fub som ska korrigeras. Detta kan till exempel göras genom att förändra filtreringen för utbuktningar. Det må samtidigt påpekas att den skillnad som påvisats bör kunna betraktas som mycket liten.

Topprot-fub: Topprot-fub skulle kunna vidareutvecklas genom att differentiera funktionen för exempelvis trädslag och regioner. Kanske även genom ytterligare uppdelning i längd- och diameterklasser jämfört med den 3 x 3-matris som används idag.

Matris-fub: En möjlig vidareutveckling av matris-fub vore stocktypsuppdelning. Eftersom stocktyp kan detekteras med relativt hög noggrannhet av mätramarna vore det förenligt med automatisk mätning.

Anses det mycket angeläget med matriser som följer eventuella tidsmässiga förändringar vore ett sätt att i samarbete med mätramstillverkarna ta fram en rutin så att man kontinuerligt kan redovisa toppformstalsmatriser baserat på den driftsmässiga mätningen. Föreliggande studie som kan ses som ett mycket stort stickprov har dock inte påvisat nämnvärda avvikelser mot den idag tillämpade toppformstalsmatrisen.

6. Slutsatser

- De påvisade skillnaderna mellan mätrams-fub, topprot-fub och matris-fub kan betraktas som små.
- Mätrams-fub enligt den idag tillämpade metodiken synes ge drygt en halv procent större volym än matris-fub.
- Skulle matrisen korrigeras för att ge större volym skulle korrigeringen läggas på de klenaste och de grövsta diameterklasserna.
- Med tanke på att analysen av kontrollstockarna visade god överensstämmelse mellan topprot-fub och matrisfub kan det vara lämpligare att korrigera mätmetodiken för mätrams-fub så att denna volym sjunker något.
- Av detta följer att någon korrigerings av toppformtalsmatrisen i nuläget ej synes motiverad.
- Dock kan det också vara så att skillnaden mellan mätrams-fub och matris-fub beror på apteringen så till vida att de aktuella sågverken år 2008 i princip efterfrågade 6-dm-moduler. När toppformtalsmatrisen togs fram för tio år sedan fördelade sig virket relativt jämnt över 3-dm-moduler.
- Avvikelse på partinivå mellan mätrams-fub och matris-fub minskade med ökande partistorlek. I närmare 5 % av fallen överstegs Skogsstyrelsens gräns för partivis mätnoggrannhet vid stockmätning. Beaktas den systematiska avvikelsen (dvs. att alla avvikelser "fasförskjuts" med 0,94 %-enheter) sjunker antalet partier som faller utanför gränsen till 2,5 % av fallen.
- Partivisa avvikelser mellan mätmetoder kan ses som problem endast om och när den ena mätmetoden avtalas och den andra tillämpas.
- Avslutningsvis bör det påpekas att det saknas en för virkesmätningen tillämplig definition av begreppet fub (fast volym under bark). En definition som bland annat bör beskriva hur diametern ska bestämmas vid in- eller utbuktningar på stocken.

Referenser

- Andersson, R. 1997. Jämförande volymmätning – en analys av topprotformelns funktion samt förslag till nya mätprinciper och koefficienter. Virkesmätningsrådet, Märsta.
- Andersson, R. 2000. Toppformtal – omräkningstal till m^3f vid toppmätning av sågtimmer. Virkesmätningsrådet, Märsta.
- Hannrup, B. 2004. Funktioner för skattning av barkens tjocklek hos tall och gran vid avverkning med skördare. Arbetsrapport nr 575, Skogforsk, Uppsala.
- Pettersson, R. et al, manuskript. Virkesmätningens historia.
- VMR 1985. Jämförande volymmätning av massaved. Intern rapport. Virkesmätningsrådet, Märsta.
- Zacco, P. 1974. Barktjockleken på sågtimmer. Rapport 94. Institutionen för virkeslära. Skogshögskolan, Stockholm.

Bilagor

BILAGA 1. DIFFERENSMATRISER FÖR DE FYRA MÄTPLATSERNA

Tabell 19. Differensmatris, Kisa

Kisa Diameter	Längd									
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
13	-	0,06	-	0,09	-	-	-	-	-	-
14	-	0,01	-	0,05	0,06	0,01	0,09	-	-	-
15	-	0	-	0,03	0,04	0,05	0,07	-	-	-
16	-	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,05
18	0	-0,01	0,01	0	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
20	0	-0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0	0	0
24	0	-0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0	0	0
28	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0
32	-	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
36	-	0,03	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01	0

Tabell 20. Differensmatris, Mönsterås

Mönsterås Diameter	Längd									
	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
13	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	0,03	-	0,01	-	-	-	-
15	-	0,03	-	0,04	0,01	0,05	-	-	-	-
16	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
18	0	0	0,02	0	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02
20	0,02	-0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01
24	0,02	0	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01
28	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01
32	-	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01
36	-	0,03	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01

Tabell 21. Differensmatris, Värö

Värö	Längd										
	Diameter	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	0,07	-	-0,01	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-0,01	-0,06	-0,08	0,03	-	-	-	-
16	0,01	0,01	0	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	-0,03	0	
18	0	-0,01	0,01	-0,01	0,01	0	0	0	-0,02	-0,01	
20	0,01	-0,01	-0,01	0	0,01	0	0	-0,01	0	0	
24	0,01	-0,01	-0,01	0,01	0	0,01	0	0	0	0	
28	-	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0	
32	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,01	0	0,01	
36	-	0,04	0	0,04	0,04	0,03	0,03	0,01	-0,01	0,02	

Tabell 22. Differensmatris, Torsås

Torsås	Längd										
	Diameter	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	0,07	0,01	-	-	-	-	-	-
15	-	0,02	-	0,04	-	0,06	0,05	0,08	0,08	0,07	
16	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,06	0,03	0,04	0,02	
18	-0,01	0	0,05	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	
20	-0,01	0	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	
24	-0,01	0	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	
28	0,03	0,02	0,03	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	
32	-	0,04	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	
36	-	0,04	0,05	0,04	0,07	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	

Publications from The Department of Forest Products, SLU

Reports

1. Ingemarson, I. 2007. De skogliga tjänstemännens syn på arbetet i Gudruns spår. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Lönnstedt, L. 2007. *Financial analysis of the U.S. based forest industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
3. Lindholm, G. 2007. Marknadsanalys för produkter av grankärna. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
4. Stendahl, M. 2007. *Product development in the Swedish and Finnish wood industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
5. Nylund, J-E. & Ingemarson, F. 2007. *Forest tenure in Sweden – a historical perspective*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
6. Lönnstedt, L. 2008. *Forest industrial product companies – A comparison between Japan, Sweden and the U.S.* Department of Forest Products, SLU, Uppsala
7. Axelsson, R. 2008. *Forest policy, continuous tree cover forest and uneven-aged forest management in Sweden's boreal forest*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
8. Johansson, K-E.V. & Nylund, J-E. 2008. *NGO Policy Change in Relation to Donor Discourse: The Case of Vi Skogen*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Uetimane Junior, E. 2008. *Anatomical and Drying Features of Lesser Known Wood Species from Mozambique*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
10. Eriksson, L., Gullberg, T. & Woxblom, L. 2008. Skogsbruksmetoder för privatskogsbrukaren. *Forest treatment methods for the private forest owner*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
11. Eriksson, L. 2008. Åtgärdsbeslut i privatskogsbruket. *Treatment decisions in privately owned forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lönnstedt, L. 2009. *The Republic of South Africa's Forests Sector*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
13. Blicharska, M. 2009. *Planning processes for transport and ecological infrastructures in Poland – actors' attitudes and conflict*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Nylund, J-E. 2009. *Forestry legislation in Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Björklund, L., Hesselman, J., Lundgren, C. & Nylinder, M. 2009. Jämförelser mellan metoder för fastvolymbestämning av stockar. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

Master thesis

1. Stangebye, J. 2007. Inventering och klassificering av kvarlämnad virkesvolym vid slutavverkning. *Inventory and classification of non-cut volumes at final cut operations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Rosenquist, B. 2007. Bidragsanalys av dimensioner och postningar - En studie vid Vida Alvesta. *Financial analysis of economic contribution from dimensions and sawing patterns - A study at Vida Alvesta*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
3. Ericsson, M. 2007. En lyckad affärsrelation? – Två fallstudier. *A successful business relation? – Two case studies*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

4. Ståhl, G. 2007. Distribution och försäljning av kvalitetsfuru – En fallstudie. *Distribution and sales of high quality pine lumber – A case study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
5. Ekholm, A. 2007. Aspekter på flyttkostnader, fastighetsbildning och fastighetstorlekar. *Aspects on fixed harvest costs and the size and dividing up of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
6. Gustafsson, F. 2007. Postningsoptimering vid sönderdelning av fura vid Sätters Ångsåg. *Saw pattern optimising for sawing Scots pine at Sätters Ångsåg*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
7. Götherström, M. 2007. Följdeckter av olika användningssätt för vedråvara – en ekonomisk studie. *Consequences of different ways to utilize raw wood – an economic study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
8. Nashr, F. 2007. *Profiling the strategies of Swedish sawmilling firms*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Högsborn, G. 2007. Sveriges producenter och leverantörer av limträ – En studie om deras marknader och kundrelationer. *Swedish producers and suppliers of glulam – A study about their markets and customer relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
10. Andersson, H. 2007. *Establishment of pulp and paper production in Russia – Assessment of obstacles*. Etablering av pappers- och massaproduktion i Ryssland – bedömning av möjliga hinder. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
11. Persson, F. 2007. Exponering av trägolv och lister i butik och på mässor – En jämförande studie mellan sport- och bygghandeln. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lindström, E. 2008. En studie av utvecklingen av drivningsnett i skogsbruket. *A study of the net conversion contribution in forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
13. Karlhager, J. 2008. *The Swedish market for wood briquettes – Production and market development*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Höglund, J. 2008. *The Swedish fuel pellets industry: Production, market and standardization*. Den Svenska bränslepelletsindustrin: Produktion, marknad och standardisering. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Trulson, M. 2008. Värmebehandlat trä – att inhämta synpunkter i produktutvecklingens tidiga fas. *Heat-treated wood – to obtain opinions in the early phase of product development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
16. Nordlund, J. 2008. Beräkning av optimal batchstorlek på gavelspikningslinjer hos Vida Packaging i Hestra. *Calculation of optimal batch size on cable drum flanges lines at Vida Packaging in Hestra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
17. Norberg, D. & Gustafsson, E. 2008. *Organizational exposure to risk of unethical behaviour – In Eastern European timber purchasing organizations*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
18. Bäckman, J. 2008. Kundrelationer – mellan Setragroup AB och bygghandeln. *Customer Relationship – between Setragroup AB and the DIY-sector*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
19. Richnau, G. 2008. *Landscape approach to implement sustainability policies? - value profiles of forest owner groups in the Helgeå river basin, South Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
20. Sokolov, S. 2008. *Financial analysis of the Russian forest product companies*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
21. Färlin, A. 2008. *Analysis of chip quality and value at Norske Skog Pisa Mill, Brazil*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala

22. Johansson, N. 2008. *An analysis of the North American market for wood scanners*. En analys över den Nordamerikanska marknaden för träscannern. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
23. Terzieva, E. 2008. *The Russian birch plywood industry – Production, market and future prospects*. Den ryska björk-plywoodindustrin – Produktion, marknad och framtida utsikter. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
24. Hellberg, L. 2008. Kvalitativ analys av Holmen Skogs internprissättningsmodell. *A qualitative analysis of Holmen Skogs transfer pricing method*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
25. Skoglund, M. 2008. Kundrelationer på Internet – en utveckling av Skandias webbplats. *Customer relationships through the Internet – developing Skandia's homepages*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
26. Hesselman, J. 2009. Bedömning av kunders uppfattningar och konsekvenser för strategisk utveckling. *Assessing customer perceptions and their implications for strategy development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
27. Fors, P-M. 2009. *The German, Swedish and UK wood based bio energy markets from an investment perspective, a comparative analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
28. Andrae, E. 2009. *Liquid diesel biofuel production in Sweden – A study of producers using forestry- or agricultural sector feedstock*. Produktion av förnyelsebar diesel – en studie av producenter av biobränsle från skogs- eller jordbrukssektorn. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
29. Barrstrand, T. 2009. Oberoende aktörer och Customer Perceptions of Value. *Independent actors and Customer Perception of Value*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
30. Fällidin, E. 2009. Påverkan på produktivitet och produktionskostnader vid ett minskat antal timmerlängder. *The effect on productivity and production cost due to a reduction of the number of timber lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
31. Ekman, F. 2009. Stormskadornas ekonomiska konsekvenser – Hur ser försäkringsersättningsnivåerna ut inom familjeskogsbruket? *Storm damage's economic consequences – What are the levels of compensation for the family forestry?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
32. Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. *Customer relations, profitability and productivity from the forest contractors point of view*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
33. Lindgren, R. 2009. Analys av GPS Timber vid Rundviks sågverk. *An analysis of GPS Timber at Rundvik sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
34. Rådberg, J. & Svensson, J. 2009. Svensk skogsindustris framtida konkurrensfördelar – ett medarbetar-perspektiv. *The competitive advantage in future Swedish forest industry – a co-worker perspective*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
35. Franksson, E. 2009. Framtidens rekrytering sker i dag – en studie av ingenjörstudenter uppfattningar om Södra. *The recruitment of the future occurs today – A study of engineering students' perceptions of Södra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
36. Jonsson, J. 2009. *Automation of pulp wood measuring – An economical analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
37. Hansson, P. 2009. *Investment in project preventing deforestation of the Brazilian Amazonas*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
38. Abramsson, A. 2009. Sydsvenska köpsågverksstrategier vid stormtimmerlagring. *Strategies of storm timber storage at sawmills in Southern Sweden*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

39. Fransson, M. 2009. Spridning av innovationer av träprodukter i byggvaruhandeln. *Diffusion of innovations – contrasting adopters views with non adopters*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
40. Hassan, Z. 2009. *A Comparison of Three Bioenergy Production Systems Using Lifecycle Assessment*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
41. Larsson, B. 2009. Kundens uppfattade värde av svenska sågverksföretags arbete med CSR. *Customer perceived value of Swedish sawmill firms work with CSR*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
42. Raditya, D. A. 2009. *Case studies of Corporate Social Responsibility (CSR) in forest products companies - and customer's perspectives*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala