

Datum

2015-12-11

Handläggare

Jacob Edlund

# Jämförelser mellan metoder för beräkning av stockars fastvolym



## Innehåll

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>3</b>
1.1	BAKGRUND.....	3
1.2	BEHOV.....	4
1.3	SYFTE.....	4
<b>2</b>	<b>MATERIAL OCH METOD</b> .....	<b>5</b>
2.1	DATA-STAMBANK.....	5
2.2	ROTDELSFUNKTION .....	5
2.3	MITTMÄTNING UNDERSKATTAR VOLYMEN PÅ EN STYMPAD KON .....	5
2.4	FILTRERING AV DIAMETERVÄRDEN .....	7
2.5	”APTERING” AV STOCKLÄNGD.....	7
2.6	BERÄKNINGAR .....	7
2.7	METODER FÖR VOLYMMÄTNING.....	7
<b>3</b>	<b>RESULTAT</b> .....	<b>8</b>
3.1	EFFEKT AV FILTRERING .....	8
3.2	ANALYS AV LÄNGDBEROENDE .....	8
3.3	JÄMFÖRELSE AV MÄTMETODER .....	9
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>SLUTSATS</b> .....	<b>12</b>
	<b>REFERENSER</b> .....	<b>13</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Enligt SDC:s instruktion ”Mätning av stocks volym under bark” finns två handelsmått för rundvirke, toppeylindervolym och formutjämnad fastvolym (fortsatt kallad fastvolym). För mätning av fastvolym finns fyra metoder:

- Mittmätning
- Topprotmätning
- Sektionsmätning
- Fastvolym via toppformtalsmatriser

Metoden för sektionsmätning med mätrammar började utvecklas 2007. Utvecklingen föranleddes av att mätramstillverkarna fått en metod för automatisk diamettermätning under bark godkänd varvid valfria diamettermått under bark skulle kunna bestämmas. Pådrivande var Södra skogsägarna vilka såg fördelar med att kunna ha  $m^3$ ub som måttslag för alla stocksortiment i såväl skördarmätning som industrimätning. Sektionsmätning skulle bli den mest exakta metoden för bestämning av stocks fastvolym och avsikten var att tillämpa metoden vid alla Södras sågverk. Utvecklingen påbörjades utifrån övertygelsen att mätramarna relativt enkelt skulle kunna beräkna sektionsmått volym.

Relativt snart visade det sig dock att det var två stora problem med sektionsmätningen kopplade till mätningen i tallrotstockars rotsektion. Dels barktjockleksmätning, dels stockarnas orundhet. Problemen är fortfarande inte helt lösta. De hjälpmedel som tagits fram för att klara sektionsmätningen inkluderar funktioner för rotdelssektioner och korrigeringsmatriser för diamettermåtten. Sammantaget har detta lett till att metoden blivit avsevärt mer komplicerad än vad som ursprungligen avsågs. Så komplicerad att man kan ifrågasätta om den ska tillämpas så länge det inte finns bättre metoder för automatisk diamettermätning under bark.

Problem med diamettermätning i rotstockars rotsektioner gäller även för topprotmätning. Topprotmätning har hittills främst använts för massaved där grövre rotstockar är sällsynta. Sågtimmer har främst toppmätts.



Figur 1. Måtten i tallrotstockars rot-del kan vara svåra att bestämma på grovt sågtimmer beroende på varierande barktjocklek och orundhet. Bilderna visar tvärsnitt på en stock på olika avstånd från rotändan.

När den tänkta sektionsmätningen inte kunnat tillämpas på sågtimmer har fastvolymen istället beräknats med hjälp av toppformtalsmatriser. En metod med lägre noggrannhet på enskild stock och i vissa fall även på partinivå vilket har föranlett kritik från olika håll. Problemet med toppformtalsmatriserna är att det inte går att beakta den enskilda stockens avsmalning. Matriserna

utgör medeltal baserade på ett omfattande dataunderlag. Ser man då till de andra mätmetoderna ligger topprotmätning närmast till hands. Vill man bestämma rotmåttets diameter under bark automatiskt, ställs man dock, som påpekats ovan, inför samma svårigheter som för sektionsmätningen.

## 1.2 Behov

Vi kan därför konstatera att det finns behov av en fub-mätmetod som lämpar sig för sågtimmer. Den bör vara enklare än sektionsmätning, noggrannare än toppformtalsmatriser och den bör ej baseras på mätpunkter nära rotstockars rotända. Metoden kan vara enpunkts- eller tvåpunktsmätning.

För enpunktsmätningen skulle man kunna tänka sig mittmätning. Vad gäller mittmätning kan man visserligen säga att den metoden beaktar stockens avsmalning men man ska komma ihåg att vi av främst sorterings-skäl även behöver mäta stockens toppdiameter.

För tvåpunktsmätningen skulle man kunna tänka sig en variant av topprotmätning eller topp-mittmätning. Fördelen med två mätningar jämfört med en, är att det ger en säkrare skattning än en mätning med avseende på alla osäkerhetsfaktorer. Vad gäller olika mätpunkter kan vi konstatera:

- Toppdiametern behöver mätas av sorterings- och prislisteskäl.
- Att mäta mitt på stocken är besvärligt vid manuell (kontroll)mätning.
- Ju längre från rotändan man kommer desto mer kommer man ifrån problemet med orundhet och varierande barktjocklek. Men man förlorar samtidigt information avseende avsmalning.

Det är också rimligt att hantera stockar från olika delar av stammen olika. Erfarenhet visar att det går att bestämma om stocken är rotstock eller inte relativt god säkerhet.

Idéer kring toppmittmätning har figurerat tidigare. Adolfsson (2006) ” Redovisning i m<sup>3</sup>fub vid stockmätning av timmer ” skriver att en metod baserad på avsmalningsberäkning topp-mitt har utretts.

## 1.3 Syfte

Denna studie syftade till att jämföra olika metoder för mätning av stockars fastvolym samt belysa eventuella brister och förtjänster i de olika metoderna.

## 2 Material och metod

### 2.1 Data-stambank

Data som använts i studien kommer från hela stammar från representativa provytor från hela landet. (Grönlund et al 1995, Moberg 1999). Stammarna apterades till sågtimmer, där toppdiametern på toppstocken i samtliga fall var större än minsta tillåtna toppdiameter i ett sågverk. Stockarna transporterades och mättes i en tomograf. Tomografmätningarna har bland annat använts för att beräkna diameter vid varje dm av stammen. Tomografmätningen gjordes under mycket kontrollerade förhållanden och under bark. Stockdata är efter mätningen ihopsatta så att man har en hel stamprofil att arbeta med och man kan aptera stockar fritt vid analys.

Tabell 1. Stambanken

Trädslag	Antal bestånd	Antal stammar per bestånd	Antal stammar totalt	Topp dia (cm)	Stdav	Rot dia (cm)	Stdav	Längd (cm)	Stdav
Tall	33	6	198	14,8	2,1	31,4	6,0	1398	338
Gran	13	6	78	14,05	2,245	31,1	6,5	1810	452

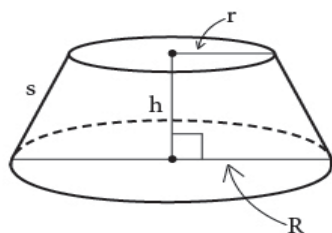
### 2.2 Rotdelsfunktion

En metod att beräkna volym som analyserats är att använda rotfelsfunktion för att skatta volymen i rotstockars rotfel. Rotfelsfunktionen som använts har sitt ursprung i finsk skördarmätningen och används i Sverige. Rotfelsfunktionen beräknar diameter på bark i sektionen 0-1,3 m från rotskåret. Ingående variabler i funktionen är diameter på bark vid 1,3 m från rotskåret, trädslag samt latitud. För analys användes latituden i Åtvidaberg för samtliga dataset. För att erhålla volym under bark beräknades barktjockleken med Skogforsks barkfunktion (Hannrup, 2004). Fem tallstammar och 14 granstammar var påverkade av en felaktig kalibrering vid inläsning. Stockar från dessa stammar uteslöts ur analysen.

### 2.3 Mittmätning underskattar volymen på en stympad kon

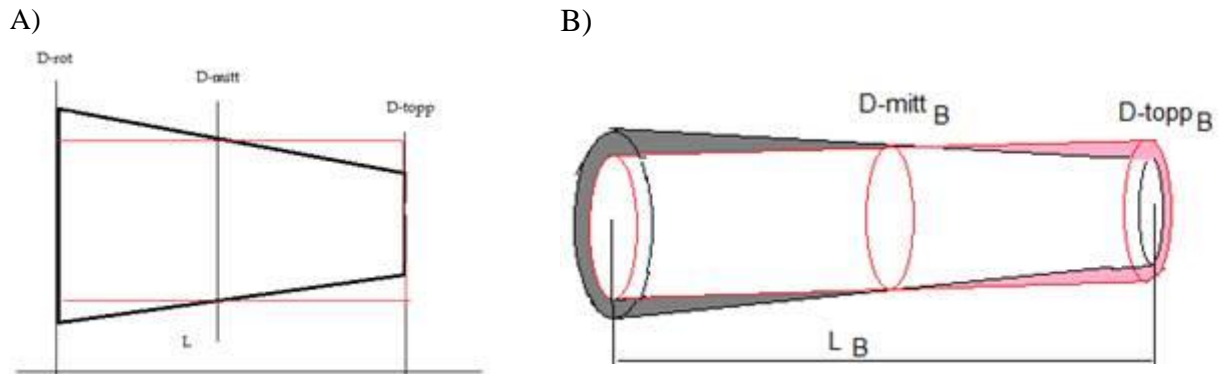
En stam har vid toppen en konvex avsmalning som övergår till en konstant avsmalning i mitten och vidare till en konkav avsmalning i roten. Den totala avsmalningen på en stam varierar dessutom mellan bestånd beroende på ståndort och annat. För att korrekt beräkna fastvolymen på stocknivå och partinivå behövs därför mer än ett mått i toppen för respektive stock.

Vid antagandet att avsmalningen är konstant kan stockens volym beräknas som volymen av en stympad kon. För korrekt beräkning av volymen krävs kännedom om avsmalningen, figur 2. Vid mittmätning skattar man stocken som helt cylindrisk, och man antar att mittdiametern är representativ för hela stocken. Detta ger en mindre underskattning av volymen. Detta illustreras i figur 3.



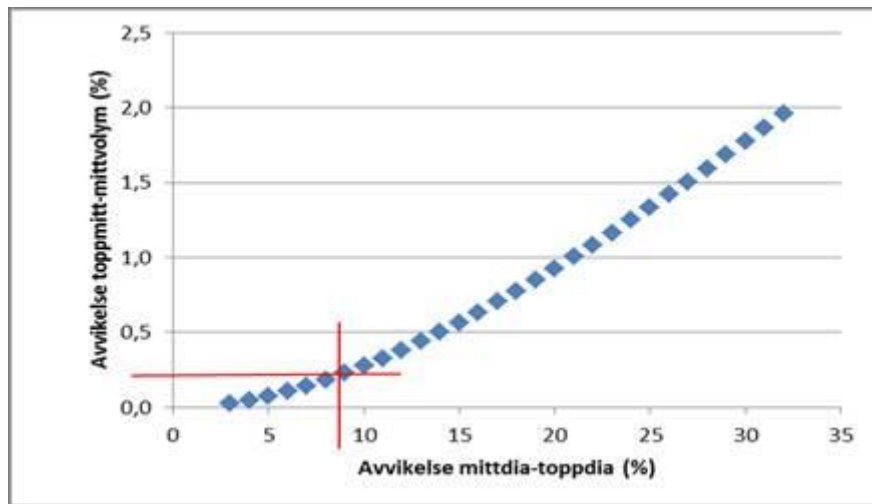
$$V_{\text{stympad kon}} = \frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$$

Figur 2. Formeln för volymberäkning av stympad kon.



Figur 3. A: Arean för kvadraten (röd) är densamma som för parallelltrapetsen (svart). B: Volymen för den stympade konen (svart) avviker från volymen för cylindern (röd).

Sambandet mellan avsmalning, uttryckt som skillnad mellan topp- och mittdiameter, och volymavvikelse visas i figur 4. För det aktuella datamaterialet var skillnaden mellan topp- och mittdiameter 8,8 % för tall och 9,3 % för gran. Om man skattar volymen på en stympad kon med hjälp av mittdiametern underskattas volymen med 0,23 %. Om avsmalningen är känd, t.ex. via två diametermätningar, går det att kompensera för denna underskattning.



Figur 4. Avvikelse mellan toppmittmätt volym och mittmätt volym i formeln för stympad kon som funktion av avvikelse mittdia ( $D\text{-mitt}_B$ ) och toppdia ( $D\text{-topp}_B$ ) i procent.

Om avsmalningen är mer konkav eller konvex, t.ex. p.g.a. stocktyp, behöver man ta hänsyn till stocktyp, eller ha fler mätpunkter, för att fånga volymen helt korrekt på stocknivå. Man kan dock argumentera att andelen rot-, topp- och mellanstockar på partier oftast är detsamma vilket gör att det är medelavsmalningen på partiet som är det viktiga och därmed att mittdiametern är tillräcklig.

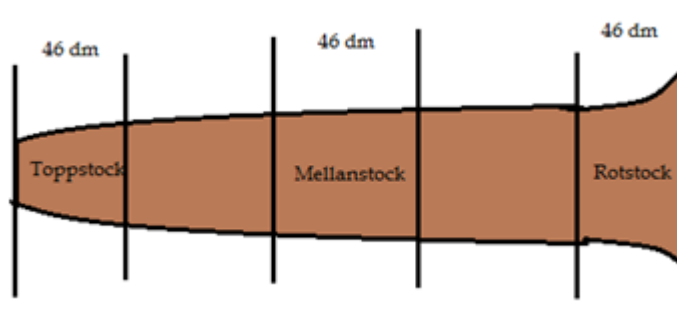
## 2.4 Filtrering av diametervärden

I instruktionen för stockmätning krävs att alla diametermått oavsett metod för volymbestämning ska filtreras med avseende på utbuktningar. Räknet mot toppändan görs bortfiltrering av utbuktningar genom att ej tillåta stigande diameter. Vid en utbuktning får måttstället den minsta diameter som rådde mellan utbuktningen och stockens rotända.

I originaldata var diametrarna inte filtrerade, varför ett filter tillämpades enligt instruktion. Filtrerade och ofiltrerade sektionsdata jämfördes för att uppskatta betydelsen av denna filtrering. Jämförelsen gjordes endast på sektionsmätningen med stocklängd 46 dm. Efterföljande beräkningar gjordes på filtrerat data.

## 2.5 "Aptering" av stocklängd

Då datamaterialet var i form av stammar kunde man välja stocklängd för analyser. I studien har tre stockar gjorts för varje stam, en med början i stammens rotända, en med början i stammens toppända och en stock mitt i stammen. Den längd som i huvudsak valts i detta fall var 46 dm. I de flesta fall skapades tre icke överlappande stockar per stam. Ytterligare analyser med samma typ av aptering men med andra längder gjordes för att utreda längdberoendet (34, 40, 46 och 52 dm). Längdanalyserna gjordes på ett mindre material, 17 tallstammar och 24 granstammar.



Figur 5. Princip för aptering med 46 dm längd.

## 2.6 Beräkningar

Medelvärden i rapporten är viktade mot stockarnas volym. Beräkningar har gjorts i excel. Beräkningar avseende skillnader för längd har gjorts med envägs ANOVA, signifikansnivå är 5%, skillnad mellan filtrerad och icke filtrerad volym har gjorts med T-test.

## 2.7 Metoder för volymmätning

Följande sju metoder för volymbereäkning jämförs:

- Sektionsmätning (Sek): Volym för varje 10 cm-sektion beräknades genom att använda diametern mitt i sektionen. Sektionsvolymerna summerades per stock.
- Sektionsmätning med rotdelfunktion (SekR): I övrigt samma beräkningssätt som för sektionsmätning Sek.
- Topptomtning (TR): Diametrarna (Rot50, rot 10 och T10). Volymbereäkning enligt instruktionen för stockmätning.
- Topptomtning med rotdelfunktion (TRR): Diametrarna (Rot130, rot 10 och T10).
- Mittmätning (Mi): Diametern på mitten av stocken används för att räkna ut en area som tillsammans med stocklängd användes för att beräkna volym.

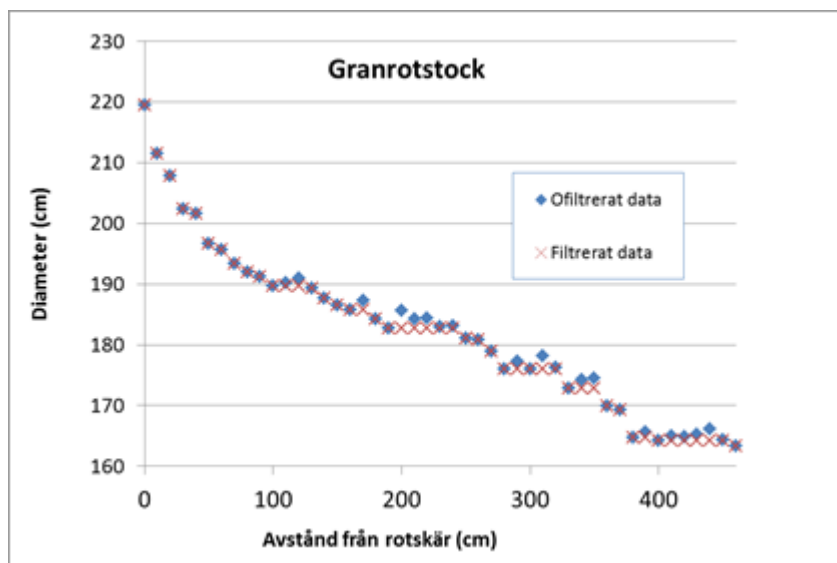
- Toppmittmätning TM: Avsmalningen mellan topp- mitt användes för att beräkna en rotdiameter. Längd, topp- och denna rotdiameter används för att beräkna stockens volym enligt formeln för stympad kon.
- Matris (Ma): Man använder toppdiameter och längd för att i en matris hitta ett omräkningstal som multipliceras med toppcylindervolymen. Matriser som gäller för VMF Qbera och VMF Syd har använts. (SDC, 2015 )

Syftet med de olika formerna av fastvolymmätning är att fånga stockens verkliga volym. I dagsläget är referensen i kontrollmätningen topprotmätning, främst av praktiska skäl. I denna studie används sektionmätningen med filtrerade diametervärden som referens då denna bättre beskriver den verkliga volymen.

### 3 Resultat

#### 3.1 Effekt av filtrering

Det var en signifikant skillnad mellan sektionvolym beräknat på filtrerat respektive ofiltrerat data. Volymen var i medel 0,5 % mindre för den filtrerade volymen för tall och 0,7 % för gran. Ett exempel på stockprofil visas i figur 6.



Figur 6. Jämförelse mellan filtrerad och icke filtrerad diameterprofil.

#### 3.2 Analys av längdberoende

För matrismätningen verkar det som att längre stockar hade en mindre överskattning än korta. Inga signifikanta skillnader kunde dock utläsas gällande avvikelser mellan längder inom en och samma mätmetod. För analysen av längdberoendet har betydligt färre stockar använts än i huvudanalysen avseende mätmetoder. Avvikelse per mätmetod stämmer därför inte med huvudanalysen. Antalet stockar är dock tillräckligt för att kunna dra relevanta slutsatser avseende längdberoendet.



Tabell 2. Tall: Medelavvikelse i % av sektionvolym för olika längder uppdelat på mätmetod.

Längder	TR vs Sek	TM vs Sek	Mi vs Sek	Ma vs Sek	Antal
34	-0,41	-0,79	-0,94	5,90	51
40	-0,51	-0,92	-1,11	4,98	51
46	-0,72	-1,01	-1,26	3,99	51
52	-0,67	-0,64	-0,96	3,69	51
Total	-0,57	-0,84	-1,07	4,64	-

Tabell 3 Gran: Medelavvikelse i % av sektionvolym av för olika längder uppdelat på mätmetod

Längder	TR vs Sek	TM vs Sek	Mi vs Sek	Ma vs Sek	Antal
34	-0,36	-1,90	-2,09	4,01	72
40	-0,17	-2,15	-2,40	3,22	72
46	-0,22	-2,03	-2,33	2,90	72
52	-0,02	-1,70	-2,08	2,87	72
Total	-0,19	-1,94	-2,23	3,25	-

### 3.3 Jämförelse av mätmetoder

I tabell 4 och 5 redovisas avvikelserna för metoder för mätning av fastvolym med sektionsmätning som referens. Den mätmetod som för tall visar minst avvikelse totalt är topprotmätning utan rotdelsfunktion, vilket också är metoden med minst spridning med en standardavvikelse 1,7 %. Vid utvecklingen av rotdelsfunktionen var man medveten om att det var en fördel att göra en anpassning för rotstockar och flyttade därför rotstockars rotmått från 10 till 50 cm från rotändan. Att använda rotdelsfunktionen fungerar bra på gran. Spridningsmättet blir mindre och avvikelse mellan topprotmätningen och sektionsmätt volym blir mindre än utan rotdelsfunktion. På tall blir både spridningsmått och systematisk avvikelse större.

Toppmittmätning och mittmätning gav stora underskattningar för rotstockar medan volymen för övriga stockar överensstämde väl med sektionsmätningens volym. Det kan noteras att skillnaden för mellanstockar mellan toppmittmätning och mittmätning var i den storleksordning som den teoretiska analysen i kapitel 2 visade på.

Matrismätningen har en liten total avvikelse men en väldigt stor spridning med en standardavvikelse på 7,0 % för tall och 8,5 % för gran. Den stora spridningen beror på att stockar med stor avsmalning underskattas grovt, i första hand toppstockar, och stockar med liten avsmalning överskattas, främst mellanstockar, figur 7 och 8.

Tabell 4. Tall. Avvikelse i % av volymen för enskilda stockar uppdelat på stocktyp och mätmetod.

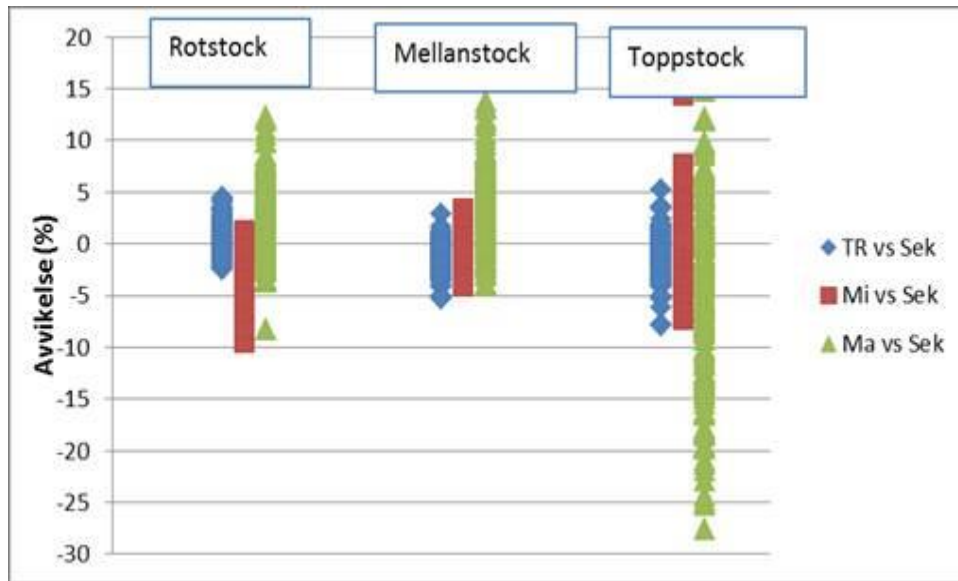
	TR vs Sek	TRR vs Sek	TM vs Sek	Mi vs Sek	Ma vs Sek	Antal
Alla	-0,3	0,7	-1,7	-1,9	1,0	584
Rotstock	0,7	2,9	-4,2	-4,3	2,4	584
Mellanstock	-1,2	-1,2*	0,2	0,0	3,9	584
Toppstock	-1,0	-1,0*	0,7	0,0	-6,2	584
Std av	1,7	2,4	3,0	2,8	7,0	-

\*Samma som TR vs Sek

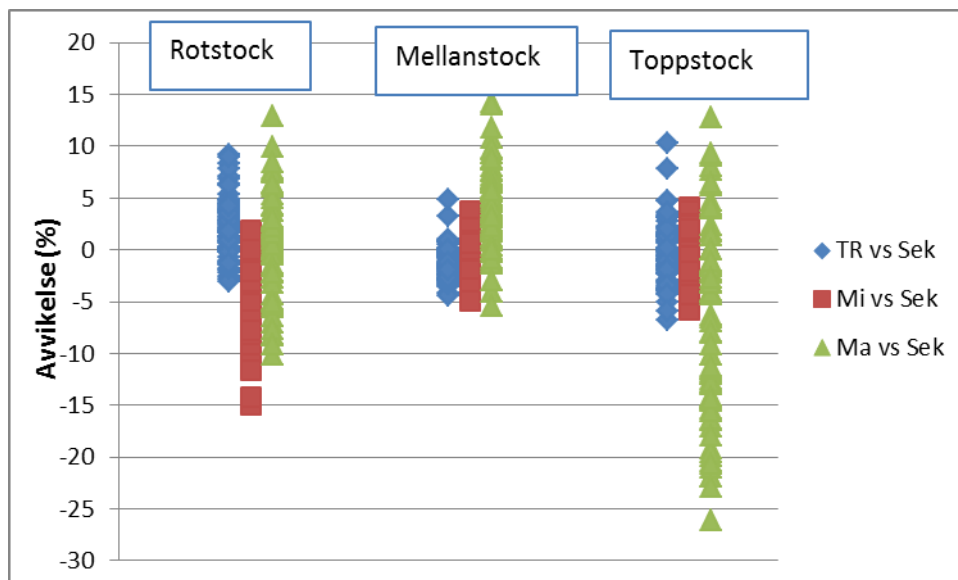
Tabell 5. Gran. Avvikelse i % av volymen för enskilda stockar uppdelat på stocktyp och mätmetod.

	TR vs Sek	TRR vs Sek	TM vs Sek	Mi vs Sek	Ma vs Sek	Antal
Alla	0,8	0,5	-3,1	-3,3	0,1	209
Rotstock	2,6	2,0	-6,2	-6,2	0,3	209
Mellanstock	-1,4	-1,4*	0,2	0,0	3,9	209
Toppstock	-0,5	-0,5*	0,0	-1,0	-8,5	209
Std av	3,0	2,8	3,8	3,6	8,3	-

\*Samma som TR vs Sek



Figur 7. Tall. Volymavvikelse per stock uppdelat på stocktyp och mätmetod.



Figur 8. Gran. Volymavvikelse per stock uppdelat på stocktyp och mätmetod.

## 4 Diskussion

Denna studie syftade till att jämföra olika metoder för mätning av stockars fastvolym, med fokus på sågtimmer, samt belysa eventuella brister och förtjänster i de olika metoderna. Studien initierades eftersom det visat sig vara svårt, såväl manuellt som i mätram, att tillräckligt noga kunna mäta diameter under bark i rotstockars rotsektion. Detta berör både sektionmätning och topprotmätning. Det vore därför bra om det gick att utveckla en metod baserad på färre diametermätningar där mätning nära rotstocks rotända inte ingår. En ny metod ska också vara noggrannare än matrisomräkning vilken i vissa fall antas kunna ge alltför stora partivisa avvikelser.

Det har inte varit möjligt att i denna studie utreda effekterna av varierande barktjocklek eller rundhet. Däremot har man kunnat utreda metoder där man mäter längre upp från rotändan där problemen är mindre. Dessutom har det varit möjligt att kvantifiera avvikelser för matrismätningen i relation till andra mätmetoder.

Denna studie visar att volym på stockar med stor avsmalning skattade med matris underskattas kraftigt, exempelvis toppstockar. Denna studie och även övriga har dock visat att systematisk avvikelse för stora material är relativt liten vilket gör att matrismätningen mer är ett problem för små leverantörer med små udda leveranser med hög andel toppstockar eller virke från områden med stor avsmalning. Ett problem som kan innebära att avvikelsen på partinivå kan bli större än de krav som anges i virkesmätningenslagen. Det är dock värt att nämna att det i denna studie sannolikt är en högre andel toppstockar än normalt då "apteringen" har gjort att man har en tredjedel av vardera topp-, mellan- och rotstock.

I denna studie har en stocks volym skattats även med den i Mellaneuropa vanliga metoden mittmätning. I mittmätning antas avsmalningen på stocken vara lika stor från mitten mot toppen som mot roten och därmed att mitt-diametern är representativ för stockens hela volym. Och det stämmer ganska bra. I denna analys visas att det är marginell förbättring med att komplettera mittmättet med ett toppmått. Vid praktisk mätning kan det dock vara en fördel att ta mer än ett mått med tanke på de tillfälliga fel som alltid finns. Om mittmätning eller toppmittmätning ska användas krävs dock att volymstillägg görs på rotstockar. Detta kan göras via automatisk rotstocksdetektering i mätramarna.

Toppotmätningen är den gängse metoden att manuellt skatta fastvolymen på rundvirke i Sverige. Och enligt denna studie har toppotmätning, givet att rot50-måttet kan mätas, lägst spridning och lägst systematisk avvikelse vid jämförelse med sektionmätning. Att den fungerar relativt bra beror dels på att funktionen har anpassats för stockar genom en viktning av topp- och rotdiametern och dels att man flyttar rotmättet 40 cm mot toppen för rotstockar. En fördel med toppotmätning och toppotmätning med rotdelfunktion är att man är mer lika kontrollmätningen och avvikelserna blir då mindre även om sektionmätningen överensstämmer bättre med definitionen av fastvolym under bark.

Fördelen med att använda rotdelfunktion är att själva mätningen av rotstockars diameter sker vid rot-130 där barktjocklek och rundhet är mer förutsägbara. Men bättre än att använda rotdelfunktionen som komplement till existerande toppotformel borde vara att toppotformeln anpassades för rot- respektive övrig stock. Redan Andersson argumenterade för detta i sin rapport (Jämförande volymmätning). Ett argument mot detta var att stocktyp inte var med i det stockdata som registrerades. Detta argument bör anses förlorat sin relevans i och med den ökade flexibilitet som Violförnyelsen innebär. I denna studie har det bara varit möjligt att analysera sågtimmerdimensioner. En ny rotdelfunktion bör anpassas för alla sortiment av rundvirke. Den nya funktionen bör också kunna tillämpas i både automatisk mätning och manuell mätning

Studien visar att avsmalningsfiltret sänkte volymen med ca 0,6 % jämfört med mätning utan filter. Detta styrker antagandet i rapporten Björklund et al 2009 att filtret påverkar volymen med mindre än en procent.

## **5 Slutsats**

Resultatet visar att mittmätning, toppmittmätning och topprotmätning är betydligt bättre än matrisberäknad volym.

För att komma runt problemen med diametermätning nära rotstockars rotända finns följande alternativ:

- Sektionsmätning med rotdelfunktion (som beskrivs i nuvarande mätninginstruktion)
- Toppmittmätning med rotstockstillägg
- Topprotmätning med rotdelfunktion

För topprotmätning bör rotmåttet flyttas från 50 till 130 cm från roten. Man skulle med hjälp av rotdelfunktionen kunna skatta rot-50-måttet, så som visas i studien, men det bästa vore om man anpassade en ny topprotformel. I denna formel bör topp- och rotmått liksom dagens viktas med koefficienter som beror av längd och diameter. Men skillnaden mot idag är att formeln också anpassas till rot- respektive övrig stock och där diametern flyttades till 130 cm från rotändan på rotstockar.

VMU-avdelningen rekommenderar följaktligen fortsatta studier och utveckling av toppmittmätning samt topprotmätning. I detta ingår en ny topprotformel med skilda koefficienter för rotstock och övrig stock. Vi rekommenderar att rotmåttet tas 130 cm från rotändan på rotstockar vilket innebär att användningen av rotdelfunktion i denna tillämpning inte är nödvändig.

## Referenser

- Adolfsson, J. 2006. Redovisning i m<sup>3</sup>fub vid stockmätning av timmer. VMF Syd.
- Andersson, R. 2000. Toppformtal – omräkningstal till m<sup>3</sup>f vid toppmätning av sågtimmer, Virkesmätningrådet, Arbetsrapport.
- Andersson, R. 1997-1999, Jämförande volymmätning 1-3, Virkesmätningrådet, Arbetsrapporter.
- SDC 2015. VIOL Koder v 6.7, Kap 50.4 Omräkningstal till m<sup>3</sup>f under bark. Regelverk 5-8 (VMF område 5-8).
- Björklund et al. 2009. Jämförelser mellan metoder för fastvolymbestämnig av stockar, Department of Forest Products, SLU Rapport nr 15.
- Björklund, L. & Moberg, L. 1999. Modelling the inter-tree variation of knot properties for *Pinus sylvestris* in Sweden, Department of Forest Management and Forest Products, Studia Forestalia Suecica, N0.207 = 1999, ISSN 0039-3150
- Grönlund, A., Björklund, L., Grundberg, S. & Berggren, G. 1995. Manual för furustambank. Avdelningen för träteknik, Luleå tekniska universitet, Skellefteå, Teknisk Rapport 1995:19T. 25 s. ISSN 0349-3571.
- Hannrup, B. 2004. Funktioner för skattning av barkens tjocklek hos tall och gran vid avverkning med skördare, SkogForsk, Arbetsrapport nr 575.