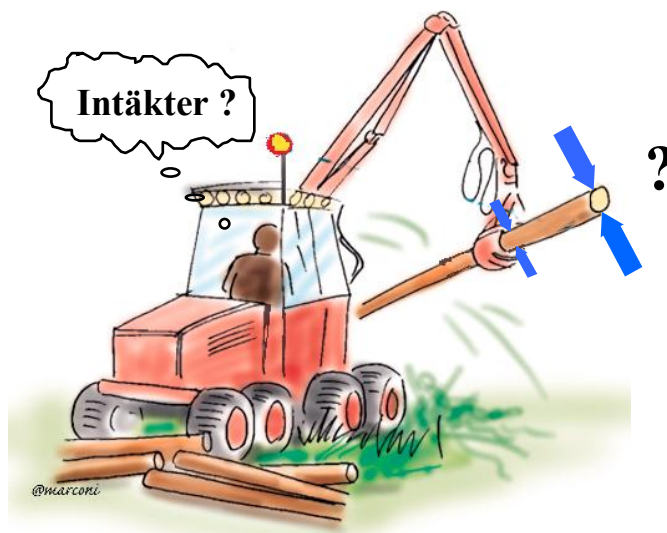


Hur mycket är det värt att mäta diametern ”rätt” i skördaren?

– Några ekonomiska reflexioner och ett försök till värdering

Lars Wilhelmsson & John Arlinger



Omslag:**Illustratör/Foto:****SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut**

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

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

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

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

Inledning	3
Systematiska respektive slumpmässiga mätfel	3
Ekonomiska aspekter.....	4
Ett försök till värdering av bättre dimensionsmätning	6
Ändrad grund för vederlagsmätning?	8
Slutsatser	8
Referenser	9
Bilaga 1:1 Beräkning av täckningsbidrag för ett sågverksexempel med hjälp av programmet Saw Decision Maker för Dos (Nylinder & Jonsson)	10

Inledning

Sågverk som arbetar med produktion av specifika produkter eller specifika kundkrav ställer också mer långtgående krav på specifika kombinationer av längder och diametrar i timmerflödet från skogen. Alla sågverk förutsätts ha utrustning för timmerinmätning vid leverans från skogen. Vid sågverken mäts normalt varje stocks längd och diameter. Kvalitetsgradering av stockar görs i dag normalt endast som grund för betalning till timmerleverantören. Eventuell sortering på differentierade kvalitetsklasser sker först senare i kedjan, med undantag av vrak, som sorteras bort vid timmerinmätningen.

Beroende på den aktuella sågens produktionsinriktning kan önskemålen om stocknotans sammansättning vara mer eller mindre preciserade. Bedömningar av regional tillgång på råvara med olika egenskaper bör finnas med när sågverket specificerar krav på dimensioner och andra egenskaper hos råvaran. Inmätningen av inkommande stockar till sågen ger en s.k. stocknota, d.v.s. beskrivning av råvarulagret på vilket sågverket baserar sin produktion. Fördelningen av inmätta stockar kan jämföras med den önskade stocknotan. ”Rätt” diameter måste också definieras efter olika förutsättningar. För många produkter och sågningstekniker är mindiametern i stockänden mer relevant än medeldiametern, medan andra produkter och sågningsmönster kan utnyttja ovala stockar på ungefär samma sätt som runda. *Graden av förbättrad anpassning av verklig stocknota till önskad stocknota, som kan åstadkommas med hjälp av bättre diameter-/längdmätningsteknik i skördaren, avgör teknikens potentiella intäktssida.* Vidare bör kostnader och intäkter i olika delar av virkesflödet från skogen till sågverket beräknas. Slutligen ska kostnader för bättre mätteknik vägas mot resultatet av ovanstående kalkyler.

För att kunna göra en fullständig analys måste hela kedjan, från kundernas krav på egenskaper hos slutprodukterna, bakåt, till skogsskötsel och avverkningsplanering, beaktas. En sådan systemanalys är mycket komplex. I detta sammanhang avgränsar vi därför analysen till att påvisa olika poster som bör beaktas vid en sådan beräkning, samt en numerisk skattning av möjliga intäkter i ett sågverk, baserat på en enkel simulering av täckningsbidrag för ett fingerat sågverk.

Systematiska respektive slumpmässiga mätfel

I dagens skördaraggregat mäts diametern med hjälp av potentiometrar kopplade till kvistknivar, speciella mätarmar eller matarvalsarna. Potentiometrarnas utslag kan sedan räknas om till diametervärden. Alla system med potentiometergivare kräver regelbunden kalibrering annars kan systematiska fel uppkomma. Systematiska mätfel kan leda till systematiska apteringsfel, och ge avvikelser mellan önskade/förväntade dimensionsmedelvärden och verkliga. Systematiska mätfel leder också till felaktiga ersättningsnivåer om data används för beräkning av vederlag. Kalibrering innebär att man känner det systematiska felets storlek och riktning och därmed kan beräkna väntevärdesriktiga resultat med hänsyn till detta. Under gynnsamma omständigheter

kan systematiska fel därför helt elimineras, men om det systematiska felet inte är konstant eller förutsägbart är det inte möjligt att i praktiken klara en perfekt kalibrering.

Temperaturberoende variation i frekvens mätvärden på eller under bark under dygnet, är exempel på en felkälla som kan vara svår att kalibrera för på ett tillfredsställande sätt. I tabell 1 redovisas några skattningar och klassificeringar av olika felkällor.

Ekonomiska aspekter

Ju mer specifika krav på vissa kombinationer av längd, diameter och andra egenskaper hos timret som sågen ställer, desto mer finns det att vinna på högre precision i mätning och aptering. Dagens modulsystem med tre dm längder från 34 till 55 dm för ett brett register av accepterade diameterklasser, bygger mer på historiska skäl än hänsyn till marknadens krav på slutprodukterna. Ökad ändamåls- och marknadsanpassning leder till att det för en del produkter ställs högre krav på specifika dimensioner (längd & diameter). Ibland kombineras dimensionskraven också med andra mer specifika krav på egenskaper såsom kvist, låg andel årsringsbredd, kådlåpor, reaktionsved m.m. Dessutom ökar kraven på färskhet och ett snabbt och pålitligt flöde från skogen, låg lagerhållning vid sågen etc. Ju fler olika krav på timret som ska uppfyllas och ju lägre utbytbarheten är mellan timmer avsett för olika slutprodukter, desto större blir inoptimalförlusten vid felaktig aptering av timret i skogen. Denna specialisering kräver förstås högre totala intäkter för att bli lönsam.

Vid en allsidig belysning av sågverksekonomin bör man dock beakta, att sågverk som accepterar stor variation i dimensioner och egenskaper hos inkommande timmer, har förutsättningar att hålla lägre totala kostnader för sin råvaruförsörjning. Ändamåls- och marknadsanpassning kan här uppnås genom träteknisk förädling eller lägre priser på slutprodukterna. Vid SkogForsk, Institutionen för Virkeslära, Institutionen för SIMS vid SLU, Luleå Tekniska Universitet samt STFI arbetar några olika forskargrupper för närvarande med utveckling av trämodeller för bättre egenskapsbeskrivning av såväl timmer som massaved. Liknande projekt drivs i en rad skogsländer med bl.a. Nya Zeeland och Frankrike i spetsen.

Om den yttre formen kan mätas med hög noggrannhet ökar förutsättningarna för att beräkna de inre egenskaperna med högre precision. En sådan utveckling kan sannolikt leda till bättre råvarustyrning och potential för ökade intäkter i vidareförädlingsledet.

Tabell 1.
Felkällor vid mätning i skördare.

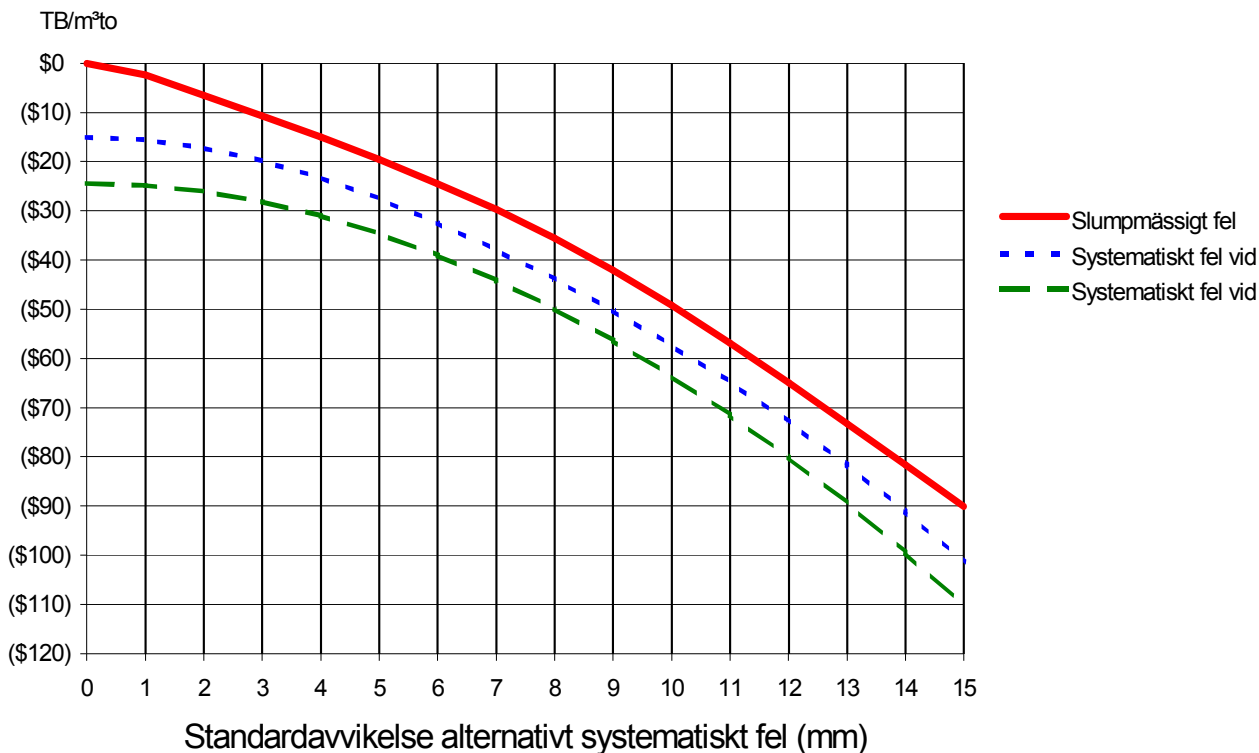
Felkälla	Typ av fel	Skattad storlek	Efter korrekt kalibrering
Potentiometer/kvistkniv	Systematiskt.	20 mm?	≤2 mm. Svårt vid växlande temperaturer. Om kvistknivarna inte "nyper åt" ordentligt kring stammen kan felet inte kalibreras bort!
På eller under bark	Delvis slumpmässigt, delvis systematiskt. Kategoriskt värde 0, 1, 2 × barktjockleken (ej normalfördelat, bark-tjockleken varierar dock både mellan och inom olika höjder i trädet).	Tall 25 mm/1 eller 2. Gran 15 mm/1 eller 2.	Kan f.n. ej korrigeras för enskilda stockar med konventionella system. Enligt en studie utförd på sex olika trakter (Möller, opublic.) är det genomsnittliga barkavskavet under olika delar av året mellan 0,5 % (vinter) och 37 % (högsommar). Rotstockar har lägre andel avskavd bark än mellan och toppstockar. Under sommarperioden verkar standardavvikelsen öka med ca 1–2 mm. OBS! Eftersom barkfel inte antas vara normalfördelade ger standardavvikelsen en något skev uppfattning av felets fördelning. Om felet betraktas som normalfördelat sker en viss underskattning av felets betydelse för apteringsresultatet.
Ovalitet	Slumpmässigt med inslag av systematik i trädets orientering i förhållande till matarvalsarnas klämkraft.	Max-min två värden vid 90° korsklavning. Tall, 8 mm. (Oja, opublic.) Medelskillnad max-min 18 riktningar ≈ 13,9 -(1–4mm) = > 10–13 mm . 1)Ovaliteten leder till en std avv. Från "sant medelvärde" vid en mätriktning drygt 4 mm . Vid två mätriktningar 90° ≈ 1,5– 2 mm .	Ev. systematiskt fel, t.ex. ökad sannolikhet för orientering av trädet på högkant p.g.a. tryck från matarvalsarna, kan ev. minskas genom kalibrering.
Korda-approx	Förstärker fel vid ovalitet och barkavskav (p.b. u.b.).	Ju närmare centrum den uppmätta kordan hamnar, desto mindre blir felet. Fler mätriktningar (maximalt motställda) minskar felet.	Montering av givare sker så att approximationen ger så litet fel som möjligt

1) Ovalitet skattad från simulerade kapställen på tallar från stambanken, ytorna 22–33 (Grönlund m.fl., 1995) från 50 cm höjd ovan mark och uppåt. Redovisade mått utgår från ackumulerade minvärden för två diametralt motställda radier i 18 olika mätriktningar, jämnt fördelade (var tionde grad) runt hela mantelytan. Eftersom stambanksdata avser radier mätta mot märg, ger stockar med excentriskt orienterad märg (märgen avviker från stockens beräknade tyngdpunkt) en underskattning av diametervärden mätta tvärs avvikelseriktningen. Effekten av detta har här uppskattats till en minskning av skillnaden max-min med mellan 1 och 4 mm.

Ett försök till värdering av bättre dimensionsmätning

I ett exempel på utbytesberäkning för ett sågverk, (bilaga 1) baserad på programmet Saw Decision Maker (Nylinder & Johnsson), har täckningsbidragskurvor (pris – råvarukostnad) för en tänkbar ändamåls/marknadsanpassad produktion, med två nischsortiment och ett standardsortiment, beräknats för olika diameterklasser.

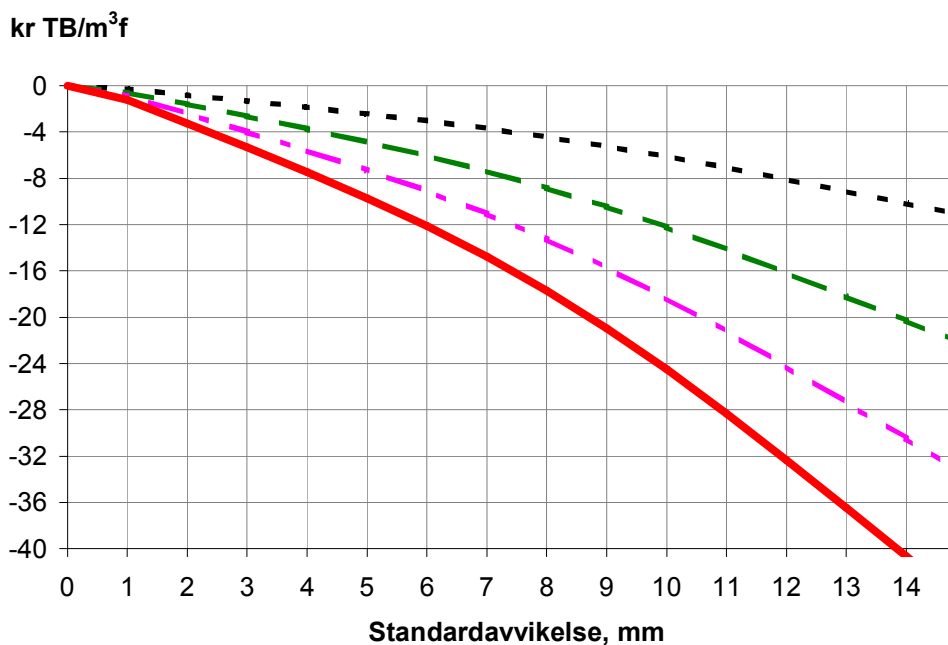
Utgående från utbytesberäkningen har en önskestocknota konstruerats, baserat på täckningsbidragskurvorna och förutsättningen att 40 % av volymen sågas till standardsortimentet 50 × 150, 30 % till specialsортimentet 43 × 139 och 30 % till specialsортimentet 53 × 165 mm. Mätfelens inverkan på ”verklig” fördelning till olika diameterklasser har simulerats med hjälp av fördelningsfunktioner utvecklade m.h.a. EXCEL. Skillnaderna i täckningsbidrag mellan verklig och önskad stocknota har därefter jämförts. Resultaten för beräkningsexemplet framgår av figur 1 och 2. I figur 3 redovisas resultatet beräknat på totalt avverkade m³f med förutsättningen att endast 60 % av virket apteras som timmer och resten som massaved. I figur 4 har värderingen utsträckt till en schablonberäknad årsvolym för en medelstor engreppsskördare. *Observera att sågfallande längder accepteras i exemplet. Om specifika krav på kombinationer av längd och diameterklasser värderas, ökar värdet av en bättre diamettermätning i förhållande till siffrorna i exemplet. Om längdmätningen är kritisk, men stor diametervariation accepteras för längdklasserna, minskar värdet av en bättre diamettermätning i förhållande till exemplet.*



slumpmässiga felet (4 respektive 6 mm). För systematiska fel redovisas medelvärdet av överskattande och underskattande fel.

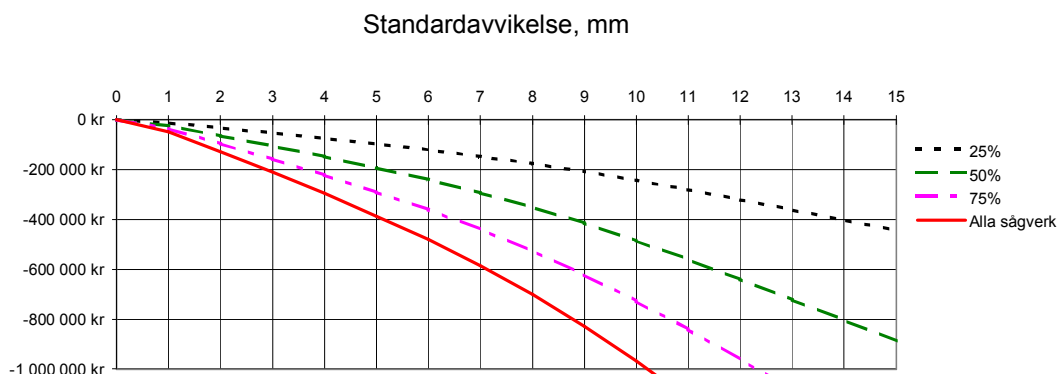


Figur 2. Förändrat täckningsbidrag per m³to vid slumpmässigt fördelade diametermätfel av olika storlek. YV90KK anger minsta möjliga fel i förhållande till "verkligt medelvärde" vid diametermätning i 90° vinkel (korsklavning). YV40° är motsvarande värde vid 40° förskjutning av uppmätta diametrar och "En mätriktning" avser motsvarande minimifel vid en enkel diametermätning. Samtliga skattningar utgående från diametervärden framräknade ur motstående okorrigerade radier (mätta mot märg) från ytorna 22–33 i furustambanken (Grönlund m.fl., 1995).



Figur 3. Förändrat täckningsbidrag per m³fub vid slumpmässigt fördelade diametermätfel av olika storlek. Genomsnittlig förändring av täckningsbidrag per avverkad m³f då 25 %, 50 %, 75 % och 100 % av alla sågverk drar nytta av högre mätnoggrannhet enligt sågverksexemplet i bilaga 1 och 60 % av beaktad virkesvolym är timmer. Effekter av effektivare klassgränsdragningar mellan timmer och massaved samt mindiameter för

massaved har inte räknats in.



Figur 4. Årlig kostnad räknat per skördare för olika storlek på slumpmässigt fördelade diametermättningsfel. Genomsnittlig förändring av täckningsbidrag per avverkad m^3f då 25 %, 50 %, 75 % och 100 % av alla sågverk drar nytta av högre mätnoggrannhet enligt sågverksexemplet i bilaga 1 och 60 % av beaktad virkesvolym är timmer. Skördaren förutsätts producera 48 000 m^3f per år.

Ändrad grund för vederlagsmätning?

Om systematiska mätfel kan elimineras genom bättre mätteknik i skördare och kvalitetsklassning av stockar kan utföras redan i skördaren, kan VMF:s roll eventuellt förändras från mätande till övervakande. Detta kan motsvara besparingar på upp till storleksordningen 5 kr/ m^3f timmer och ca 1 kr/ m^3f massaved.

Slutsatser

Värdet av att mäta diametern bättre i skördaren beror helt på hur systemet från skog till färdig produkt utformas. Ju mer specifika krav som ställs på råvaran för olika ändamål, desto lönsammare blir det att höja mätnoggrannheten i skogen. Det här arbetet är ett försök till en försiktig värdering av att förbättra diametermätningen i skördare.

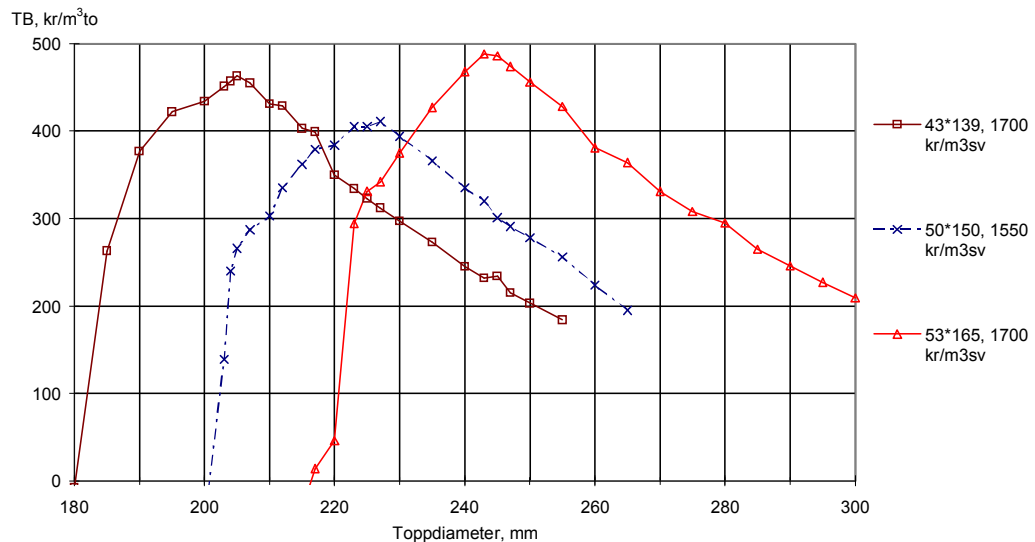
Intäkterna av en ökad mätnoggrannhet för diameter har skattats med hjälp av en täckningsbidragskalkyl, som baserats på simulering av verkligt diameterutfall vid olika standardavvikelser för ”rätt” i förhållande till uppmätt diameter. De skattas till mellan 0,5 och 2,20 kr/mm minskad standardavvikelse och avverkad m^3f från skogen. Siffrorna gäller per millimeters förbättring i intervallet 7–3 mm standardavvikelse mellan mätt och ”verkligt värde”. Intervallgränserna baseras på beräkningar där mellan 25 % och 100 % av sågverken kan utnyttja bättre diamatervärden i enlighet med sågverksexemplet i bilaga 1. Räknat per skördare motsvarar detta ungefär 20 000 – 90 000 kr/år och mm. Vidare kan säker identifiering av om

diametern mäts på eller under bark, samt systemets möjligheter att bidra till beräkning av stockens inre egenskaper, leda till ökade intäkter. Ökade krav på snabba och pålitliga flöden från skogen och krav på låg lagerhållning vid såg och massaindustri, ökar värdet av bättre dimensionsmätning i skogen ytterligare. För att nå bättre ändamålsanpassning behöver sågverken i en del fall styra stocklängderna betydligt hårdare. Även i dessa fall kan en god diametermätning vara värdefull för att undvika felaptering och styra stockar till mer optimal användning genom bättre specifikation av längd-/diameterförhållanden. En utveckling mot ökad schablonisering och minskande virkesvärden leder däremot till lägre intäkter än kalkylerade. Om vederlagsmätningen kan rationaliseras som en följd av bättre mätteknik i skördarna, kan detta vara värt upp till storleksordningen 5 kr/m³f timmer och ca 1 kr/m³f massaved.

Referenser

- Grönlund, A., Björklund, L., Grundberg, S. & Berggren, G. 1995. Manual för Furustambank. Luleå Tekniska Universitet. Institutionen för träteknologi. Teknisk rapport 19T. ISSN 0349-3571.
- Möller, J. 1997. Studie av ”verkliga” klavade och uppmätta diametervärden för skördare i sex olika fall, fördelade på olika trakter och olika tidpunkter under året. (Opublicerat).
- Nylinder & Jonsson. Saw Decision Maker. Program för simulering av sågutbyten och täckningsbidrag vid olika förutsättningar.

Beräkning av täckningsbidrag för ett sågverksexempel med hjälp av programmet Saw Decision Maker för Dos (Nylinder & Jonsson)



Täckningsbidrag (TB) per m³f för olika diameterklasser och tre olika produkter, två "nischprodukter" och en "bulk".

Vi har vid prissättning av färdigvaran utgått ifrån att priset på sågfallande är ca 1 550 kr per m³sv och ett påslag om 150 kr per m³sv för de mycket udda dimensionerna.

Timmerpris, gran, klass 2. Längd 43 dm.

Diam. klass	12-	14-	16-	18-	20-	22-	24-	26+	40+
Pris, kr/m ³ to	370	400	430	585	595	610	620	640	590

Priser

Sidoutbyten	1 550 kr/m ³ sv
Sågspån	20 kr/m ³ s
Flis	105 kr/m ³ s

- Genomsnittligt avkap är 1 dm för alla centrum- och sidoutbyten.
- 15 % vankant tillåten på sidoutbytet.
- Ingen vankant tillåten på centrumutbyten.

Bilaga 1:2

Postning

Centrum 50 × 150 3X-log 43 × 139 3X-log 53 × 165 3X-log
 Pris (SF) 1 550 kr/m³sv 1 700 kr/m³sv 1 700 kr/m³sv

Kantbräda 19 × 100 16 × 100 22 × 100
 Sidobräda 19 × 75 16 × 75 19 × 100

Toppdiam	TB, kr/st	TB, kr/m ³ to	TB, kr/st	TB, kr/m ³ to	TB, kr/st	TB, kr/m ³ to
300					73	209
295					77	227
290					81	246
285					84	265
280					91	295
275					92	308
270					95	331
265	54	195			101	364
260	60	224			102	381
255	66	256	48	184	111	428
250	69	278	51	203	114	456
247	71	291	52	215	116	474
245	72	301	56	234	117	486
243	76	320	55	232	116	488
240	78	335	57	245	108	468
235	82	366	61	273	95	427
230	84	394	64	297	80	375
227	86	411	65	312	71	342
225	83	405	66	323	68	331
223	82	405	68	334	59	294
220	76	384	69	350	9	46
217	73	379	77	399	3	14
215	69	362	76	403	-6	-31
212	62	335	79	429		
210	55	303	78	431		
207	51	287	80	455		
205	46	266	81	463		
204	41	240	79	457		
203	24	139	77	451		
200	-7	-45	72	434		
195			67	422		
190			57	377		
185			38	263		
180			-1	-8		