

REDOGÖRELSE

FRÅN SKOGFORSK NR. 5 2008



Virkesvärdestest 2006

TIMBER VALUE TRIALS 2006

Johan J Möller, John Arlinger, Björn Hannrup, Petrus Jönsson



John Arlinger, SkogL anställdes 1996 vid Skogforsk. Han arbetar sedan år 2000 främst med frågor kring StanForD, simulering av virkesutfall och utveckling av mjukvaror kopplade till StanForD och skogsmaskiner. Arlinger är sekreterare för StanForD-gruppen.



Björn Hannrup, SkogD anställdes 1999 vid Skogforsk och har sedan dess främst arbetat med skogsträdförädling och frågor kring vedkvalitet. Under de senaste åren har arbetsuppgifternas tyngpunkt förskjutits mot virkesvärdesfrågor, speciellt med inriktning mot mätteknik i skördare.



Petrus Jönsson, FM har tidigare arbetat som skogsmaskinförare i familjens egna företag. Anställd vid Skogforsk 2006 och arbetar i programmen Teknik, Virke och Logistik. Främsta arbetsuppgifter är virkesskador, helkroppsvibrationer och granskning/utvärdering av tekniska komponenter.



Johan J Möller, jägmästare 1993, därefter arbetat på SCA Timber med råvarufrågor och teknikutveckling. Anställd 1996 vid Skogforsk och arbetar främst med frågor om aptering, simulering, virkesutfall, virkeskvalitet och prissättning av virke samt mätning med skördare. Möller är ordförande i StanForD-gruppen.

ABSTRACT

In the Timber-value trials conducted in 2006, seven machine systems were compared for length and diameter sensing, bucking, general functionality of the bucking computers, and timber damage and defects.

The findings showed that, since the previous trials, gradual improvements had been made in length and diameter sensing, and also that the bucking index had also improved. After monitoring of the general functionality of the bucking computers, and their compliance with the forest standard (StanForD), we found that a host of new functions had been introduced. For example, all the systems were now able to discharge logs at random for manual checking in accordance with the Swedish Timber Measurement Council's (VMR) quality assurance system for harvester measurements.

Timber damage in the form of stud damage and splits in the logs had increased, underlining the need for new technical solutions to be found to reduce bucking splits. Efforts should also be made to improve diameter sensing, particularly as regards support systems for calibration of the measuring equipment. The trials were carried out in a final-felling stand, north of Tierp in central Sweden. Similar tests had been made in 1995 and 2001.

Ämnesord: aptering, diametermätning, längdmätning, virkesskador, skogsstandard, skördare.

Omslag: Peter Bergman
Redaktör: Lars Åkerman
Formgivning: Peter Bergman
Ansvarig utgivare: Jan Fryk
Översättning: Raymond W. Lipton

REDOGÖRELSE

Virkesvärdestest 2006

TIMBER VALUE TRIALS 2006

Johan J Möller, John Arlinger, Björn Hannrup, Petrus Jönsson

Innehåll

Sammanfattning	6	Delstudie 3: Skördardatorernas övriga funktioner	37
Summary	7	Syfte	37
Bakgrund	9	Material och metoder	37
Syfte	9	Resultat	37
Förutsättningar och studieupplägg	10	Kvalitetssäkring	37
Datainsamling	10	Kalibrering	37
Testade system	11	Dataöverföring vid kalibrering	38
Vädret under testperioden	13	Loggning av kalibrering	38
		Apteringslogik och -inställningar	38
		Backup	38
		Datakommunikation	39
Delstudie 1: Mätning av längd och diameter	14	Nya StanForD-filer	39
Syfte	14	Produktionsdata (pri-fil)	39
Material och analyser	14	Driftuppföljning (drf-fil)	39
Resultat	14	Avverkningsdirektiv (ghd-fil)	40
Noggrannhet vid längdmätning	14	Diskussion	40
Noggrannhet vid diametermätning	18		
Volymberäkning	23	Delstudie 4: Dubbskador och kapsprickor	40
Diskussion	23	Syfte	40
Längdmätning	23	Dubbskador - Mätningar och analyser	40
Diametermätning	24	Olika typer av matarvalsar	41
Volymberäkning	25	Kapsprickor mätningar och analyser	42
		Resultat	42
Delstudie 2: Aptering	25	Dubbskador	42
Syfte	25	Kapsprickor - jämförelser mellan 2006 & 2001	42
Material och analyser	25	Diskussion	45
Prislistor och inställningar	25	Dubbskador	45
Datainsamling	25	Kapsprickor	45
Gran	26		
Tall	26	Delstudie 5: Barkskador och barkfunktioner	46
Fördelningsaptering	26	Syften	46
Analyser	26	Mätningar och analyser	46
Resultat	26	Barkskador	46
Värdeaptering	26	Barktjocklek	46
Automatisk aptering	31	Resultat	47
Längdutfall	31	Diskussion	49
Fördelningsaptering	35	Barkskador	49
Diskussion	36	Barkfunktioner	50
		Referenser	52

Bilaga 1	53	Bilaga 4	58
Kompletterande studier	53	Stamlängder och vrakhantering vid	
Studieupplägg	53	apteringssimulering	58
Resultat kompletterande studie Valmet	53	Problem	58
Resultat kompletterande studie John Deere	55	Regler för registrering av stamlängd	58
		Stamdata från skördare	58
Bilaga 2	56	Manuell stamdatainsamling – oskadade träd	58
Identifierade brister och buggar i apterings-		Manuell stamdatainsamling – toppbrutna träd	58
och mätsystemen under testen	56	Vrakpris	58
Besten/Fibercut 290	56	Bilaga 5	59
Dasa 4 (Eco Log, Besten och Rottne)	56	Exempel på prismatris och fördelningsmatris	
John Deere, Timbermatic 300	56	i testet	59
Ponsse Opti	56		
Optimering	56	Bilaga 6	60
Friskkvist	56	Apteringslogik och inställningar	60
Motomit	57		
Valmet	57	Bilaga 7	62
		Kalibreringsdata	62
Bilaga 3	57		
Mätningar av maskinsystemens		Bilaga 8	63
matningshastighet under testen	57	Träd- och stockdata i pri-filer	63

Contents

Summary	7	Results	37
Background	9	Quality assurance	37
Aims and objectives	9	Calibration	37
General conditions and study methods	10	Data transmission during calibration	37
Data collection	10	Calibration logging	37
Machine systems in the trials	11	Bucking logic and settings	38
Weather conditions during the trials	13	Backup	38
		Data communications	39
Study Part 1: Length and diameter measuring	14	New StanForD files	39
Aims and objectives	14	Production data (pri-fil)	39
Material and analysis	14	Operational follow-up (drf-fil)	39
Results	14	Bucking directions (ghd-fil)	40
Precision in length sensing	14	Discussion	40
Precision in diameter sensing	18		
Calculation of volume	23	Study Part 4: Stud damage and bucking splits	40
Discussion	23	Aims and objectives	40
Length sensing	23	Stud damage: Measuring and analysis	40
Diameter sensing	24	Feed-roller types	41
Calculation of volume	25	Bucking splits: Measuring and analysis	42
		Results	42
Study Part 2: Bucking	25	Stud damage	42
Aims and objectives	25	Bucking splits: comparison with 2006 & 2001	42
Material and analysis	24	Discussion	45
Price lists and settings	25	Stud damage	45
Data collection	25	Bucking splits	45
Spruce	23		
Pine	24	Study Part 5: Bark chafing and bark functions	46
Bucking to demand	26	Aims and objectives	46
Analysis	26	Measuring and analysis	46
Results	26	Bark chafing	46
Bucking for value	26	Bark thickness	46
Automated bucking	31	Results	47
Log-length yield	31	Discussion	49
Bucking to demand	35	Bark chafing	49
Discussion	36	Bark functions	50
		References	52
Study Part 3: Additional functions of harvester computers	37		
Aims and objectives	37		
Material and methods	37		

Appendix 1	53	Appendix 4	58
Supplementary studies	53	Stem lengths and handling of rejects during	
Study methods	53	bucking simulation	58
Results: Valmet supplementary studies	53	Problems	58
Results: John Deere supplementary studies	54	Rules for registration of stem length	58
Appendix 2	56	Stem data from harvester	58
Identified flaws and bugs in bucking & sensing		Manual stem-data collection: undamaged trees	58
system during testing	56	Manual stem-data collection: broken-top trees	58
Unmanned Besten/Fibercut 290	56	Reject pricing	58
Exceptionally long length recorded for two	56	Appendix 5	59
pulpwood logs as feed roller continued to rotate		Example of price matrix and distribution	
after logs had been discharged	56	matrix in test	59
Dasa 4 (Eco Log, Besten & Rottne)	56	Appendix 6	60
John Deere: Timbermatic 300	56	Bucking logic and settings	60
Ponsse Opti	56	Appendix 7	62
Optimization	56	Calibration data	62
Live knot	56	Appendix 8	63
Motomit	57	Tree and sawlog data in pri-files	63
Valmet	57		
Appendix 3	57		
Measuring of machine system's feed speed			
during testing	57		

Sammanfattning

Moderna avverkningsmaskiner och deras apteringsdatorer blir allt bättre och säkrare. Både längd- och diametermätningen har förbättrats, men ytterligare förbättringar krävs för att nå upp till skogsbrukets krav. Precisionen i apteringen har ökat sedan föregående test. Virkesskadorna, i form av dubbsskador och kapsprickor, har dock blivit allt fler jämfört med 2001 års test. Det är några av resultaten från Skogforsks Virkesvärdestest 2006. I uppföljningen av apteringsdatorerna konstaterades också att en mängd nya funktioner har tillförts. En jämförelse med skogsstandarden (StanForD) visade t.ex. att samtliga system kan slumpa ut stammar för manuell kontrollmätning enligt VMR:s system för kvalitetssäkring av skördarnas längd- och diametermätning.

Sju skördare jämfördes med avseende på dimensionsmätning, aptering, allmän funktionalitet hos apteringsdatorerna och virkesskador. Av dessa var fem normala slutavverkningsmaskiner. En maskin var anpassad för gallring och den återstående var en prototypmaskin i Bestensystemet. Studien genomfördes i ett grandominerat slutavverkningsbestånd norr om Tierp på Bergvik Skog AB:s marker. Stora Enso Skog var försöksvärd. Merparten av utvärderingarna baserades på mätningar från 30 gran- och 10 tallstammar per maskin. Liknande tester har tidigare genomförts 1995 och 2001.

Resultat från längdmätningarna visade att i genomsnitt låg 83 % av stockarna inom +/-2 cm från avsedd längd. Motsvarande värden för testerna 1995 och 2001 var 82 respektive 71 %. Bäst resultat i 2006 års test uppnåddes av Eco Log 590 med ett Log Max 6000 aggregat. För detta system låg 91,8 % av stockarna inom det specificerade intervallet.

Uppföljningen av diametermätningen visade att i genomsnitt låg 68 % av mätvärdena inom +/-4 mm från referensmätning med manuell korsklavning. Diametermätningen har förbättrats något sedan tidigare studier. Resultaten i de föregående testerna var 59 % respektive 64 %. Inget av systemen nådde dock upp till skogsbrukets operativa krav på 90 %. Bäst resultat, 81 %, hade Besten RH 96 med ett Fibercut 290 aggregat. Det goda resultatet kan förklaras med en god stamhållning och att aggregatet orsakar lite barkskador samt att det mäter bra även på ovala stammar.

Maskinellt beräknade stockvolym, baserade på

manuella kontrollmätningar av längd och diameter, jämfördes med systemens volymuppgifter. Avvikelser i totalt uppmätt volym var mindre än 1,5 % för samtliga system. Däremot var skillnaderna större när det gällde beräkningen av volymen i första stockens omätta rot-del, där extrapoleringen av volymen sker på olika sätt.

Resultaten visar att för flertalet av systemen krävs väsentliga förbättringar för att skogsbrukets uppställda kravnivå för diametermätning ska nås. Insatserna bör i första hand inriktas på att förbättra kalibreringen genom ett förenklat handhavande och tillgång till bättre stödsystem.

Apteringsgraden vid värdeaptering var i genomsnitt 98,5 % för de fem normala slutavverknings-skördarna och skillnaderna mellan dessa var små. Valmet med apteringsdatorn Maxi 3 var något bättre än de övriga (99,1 %). Baseras uppföljningen på manuellt uppmätta dimensionsmått var apteringsgraden i genomsnitt 96,5 % för de fem systemen. För båda dessa mått på apteringsgrad innebär detta en förbättring med cirka en halv procentenhet sedan 2001 års Virkesvärdestest.

Nya automatiska apteringsformer har tillkommit. Samtliga testade system har infört automatisk stocktypsaptering (rotstock/övrig stock) medan friskkvistaptering har införts i apteringsdatorerna från John Deere, Ponsse och Dasa. I huvudsak fungerar dessa bra.

Vid testet av fördelningsaptering apterades ca 800 stockar per system. Uppföljningen av fördelningsgraden visade generellt att fördelningsapteringen fungerade väl. Dock behövde Motomit PC avverka flera stockar för att uppnå samma fördelningsgrad som övriga system. Samtliga system har infört fördelningsaptering enligt näroptimalmetoden.

Uppföljningen av apteringsdatorernas allmänna funktionalitet och deras överrensställelse med skogsstandarden (StanForD) visade att samtliga system har implementerat möjligheten att slumpa ut stammar för manuell kontrollmätning. Enligt Haglöfs nya klave DigiTech Pro har även överföringen av kontroll- och kalibreringsdata till och från klaven förenklats avsevärt. Back-up-system har utvecklats av alla tillverkare. Den nya detaljerade produktionsfilen (pri-fil) kan genereras i samtliga maskiner. Alla

Summary

system utom Motomit kan generera den uppdaterade drf-filen (driftuppföljningsdata).

Uppföljningen av virkesskador visade att det i genomsnitt var betydligt mer dubbskador i virket vid testet 2006 jämfört med 2001. Främsta anledningen är att dubbförsedda stålvalsar blivit vanligare; i tidigare test användes huvudsakligen gummivalsar. Tre av de fem testade systemen gav dubbskador i en sådan omfattning att virket var på gränsen att klassas som avverkningssskadat enligt VMR:s inmättningsbestämmelser.

Cirka 30 % av alla kap gav upphov till kapsprickor i stockänden på ena eller på båda sidorna om sågskäret. Detta är en ökning i jämförelse med tidigare test. Det är därför angeläget att ta fram nya tekniska lösningar för att minska kapsprickorna.

Mängden barkskador varierade mellan 2 och 13 % för de testade maskinsystemen. Låga nivåer noterades för aggregaten Fibercut 290 och Ponsse H73e. Uttryckt som bränslevärdet av bark som skavts av från stockarna var skillnaden mellan aggregaten med lägst och högst skadenivå ca 2 kr/m³fub. Vidare fanns det i studien ett starkt samband mellan barkskadorna och precisionen vid diametermätningen. En procentenhets minskning av barkskadorna innebär en procentenhets ökning av andelen diametervärden inom +/-4 mm.

Modern harvesters and their bucking computers are improving all the time, as are their reliability. Both length and diameter sensing have become more accurate, but they still need development.

Bucking precision has also improved since the earlier trials. However, damage to timber by feed-roller studs and splits occurring in timber during bucking are becoming more frequent. These are some of the findings of Skogforsks Timber-value trials 2006. In the follow-up study of the trials, we found that a host of new functions had been added to the bucking computers. Comparing these to the StanForD standard, we found that all the systems, for example, were now able to select logs at random for manual checking, in accordance with the Swedish Timber Measurement Council's (VMR) quality assurance system for harvester measurements.

In the Timber-value trials conducted in 2006, seven harvesters were compared for length and diameter sensing, bucking, general functionality of the bucking computers, and timber damage and defects. Of these machines, five were standard harvesters for final felling, one had been adapted as a thinning harvester, and the last was a prototype of the unmanned harvester in the Besten system. The trials were carried out in a final-felling stand, north of Tierp in central Sweden. The site was owned by Bergvik Skog and was hosted by Stora Enso Skog. Most of the assessment was based on measurements made on 30 Norway spruce and 10 Scots pine trees per machine. Similar tests had been made in 1995 and 2001.

The results of the length-sensing function revealed that 83% of the logs fell within ± 2 cm of the specified length. Corresponding figures from the trials in 1995 and 2001 were, respectively, 82 % and 71 %. The best results in the latest trials were achieved by an Eco Log 590 machine equipped with a Log Max 6000 harvester head, which bucked 91.8 % of the logs within the specified range.

As regards diameter sensing, an average of 68 % of the recorded values fell within ± 4 mm of the manually cross-callipered measurements. There has been an improvement in diameter sensing since the previous trials. The corresponding values in the earlier trials were 59 % and 64 %. None of the systems tested, however, was able to achieve the operational 90 % ac-

curacy targeted in forestry. The nearest to the target was the unmanned Besten RH96 machine, equipped with a Fibercut 290 harvester head, which achieved a figure of 81%. The excellent result achieved by this machine was attributed to a sure grip on the stem and the fact that it generally caused only slight chafing of the bark and also because the head maintains its measuring accuracy even on oval stems.

The volume of harvested trees, as computed by all the systems, diverged by less than 1.5 % from the volume data derived from the manual control measuring of length and diameter. One difference that was identified among the systems was in calculating the volume of the first, unmeasured root section.

The findings clearly show that for the majority of systems considerable improvements need to be made before they can meet the specified criteria for diameter sensing in forestry. The first step should be to focus on improving calibration by simplifying the procedure and securing a better support system.

In bucking to value by the five standard harvesters for final felling systems, the average bucking yield index, monitored on the basis of the harvesters' STM files, was 98.5 %, with only small differences between the systems. The Valmet equipped with the Maxi 3 bucking computer was somewhat better than the others, achieving a figure of 99.1 %. When the monitoring process was based on dimensions measured manually, the average bucking yield index was 96.5 %. In either case, this represents an improvement in the bucking yield index of about one half of a percentage point over the earlier trials in 1995 and 2001.

New automated forms of bucking have now been introduced. All the systems in the trials have introduced automatic log-type bucking, and live-knot bucking is now also available from John Deere, Ponsse and Dasa. On the whole, these types of bucking all perform well.

In the testing of distribution bucking, some 800 logs per system were bucked. Monitoring of the bucking yield index showed that distribution bucking generally works well. However, Motomit PC has a lower bucking yield index, and a flatter curve in the index with an increasing log tally, than the other systems. All the systems have introduced distribution

bucking based on the near-optimal method.

Monitoring of the general functionality of the bucking computers and their compliance with the StanForD forest standard revealed that all the systems have introduced a function that enables a random-selection of logs for manual control checking. With Haglöf's new DigiTech Pro, the transfer of data to and from the calliper has been greatly simplified. All the manufacturers have developed backup systems for their products. What's more, the new detailed production file (pri-fil) can be generated by any of the machines, which, with the exception of Motomit, can also generate the updated operational follow-up file (drf-fil).

The assessment of damage to timber found that, on average, the incidence of damage caused by studs was much higher than in the 2001 trials. The explanation for this is that studded, steel feed rollers have become more popular. In the earlier trials, rubber feed rollers were the main option. In three of the five standard harvesters in the current trials, the damage to the timber caused by studs was so extensive that some parcels of roundwood were close to being classified as bucking-damaged timber, in accordance with the mensuration criteria of the Swedish Timber Measurement Council (VMR).

Approximately 30 % of all the bucked timber gave rise to splitting of the butt ends on one or both sides of the cut — an increased incidence as compared with the earlier trials. It is now crucial for new technology to be developed to reduce bucking splits.

The incidence of bark damage from the systems tested was 2–13 %. Fibercut 290 and Ponsse H73e exhibited low levels of damage. Expressed in terms of the level of bark chafing of the logs, the difference between the highest and lowest levels of chafing was roughly SEK 2/m³ (USD 0.31/m³). There was also a strong correlation between bark damage and the precision of diameter sensing, indicating that a decrease of one percentage point in bark damage gives a one percentage point increase in the proportion of diameter readings falling within the ±4 mm limit.

Bakgrund

Vid skördaravverkning är väl fungerande apterings-system avgörande för tillvaratagandet av virkesvärdet. Vid två tidigare tillfällen, 1995 och 2001, har Skogforsk testat apteringssystem från de ledande tillverkarna för att verifiera och utvärdera att systemen fungerar enligt brukarnas önskemål (Sondell & von Essen 1995, Möller m.fl. 2002). Vid båda tillfällena har testerna genomförts med ett likartat upplägg. Apteringsystemen har utvärderats med avseende på dimensionsmätning, aptering, volymeräkning och allmän funktionalitet. I den senare testen gjordes även en omfattande utvärdering av virkesbehandlingen (Hallonborg & Granlund 2002).

Virkesvärdestest 2006 genomfördes från 20 november till 8 december i ett slutavverkningsbestånd norr om Tierp i norra Uppland. Markvärd var Bergvik Skog AB och försöksvärd Stora Enso Skog. Apteringsystemen utvärderades på ett likartat sätt som i föregående tester. Därtill gjordes mätningar av virkesskador, dock i mer begränsad omfattning jämfört med 2001.

Syfte

Syftet med testen var att under produktionsliknande förhållanden jämföra sju maskinsystem med avseende på dimensionsmätning, aptering, allmän funktionalitet hos apteringsdatorerna och virkesskador. Resultaten ska betraktas som vägledning vid vidareutveckling av systemen och ge information till brukare och forskare.

I första hand studerades systemens precision vid längd- och diamettermätning, apteringsutfallet under specificerade förutsättningar, allmän funktionalitet hos apteringsdatorerna samt överensstämmelsen med skogsstandard (StanForD). Vidare studerades maskinsystemens skadenivåer med avseende på dubb- och barkskador samt kapsprickor.

Förutsättningar och studieupplägg

Allmänna förutsättningar

Studien genomfördes i ett grovt slutavverkningsobjekt med en medelstam på ca 0,9 m³fub. Före testen fick deltagarna möjlighet att kalibrera sina maskiner i det aktuella beståndet. Förutom att kalibrera maskinerna avverkades några träd för att aktivera den adaptiva stamprognosen.

Datainsamling

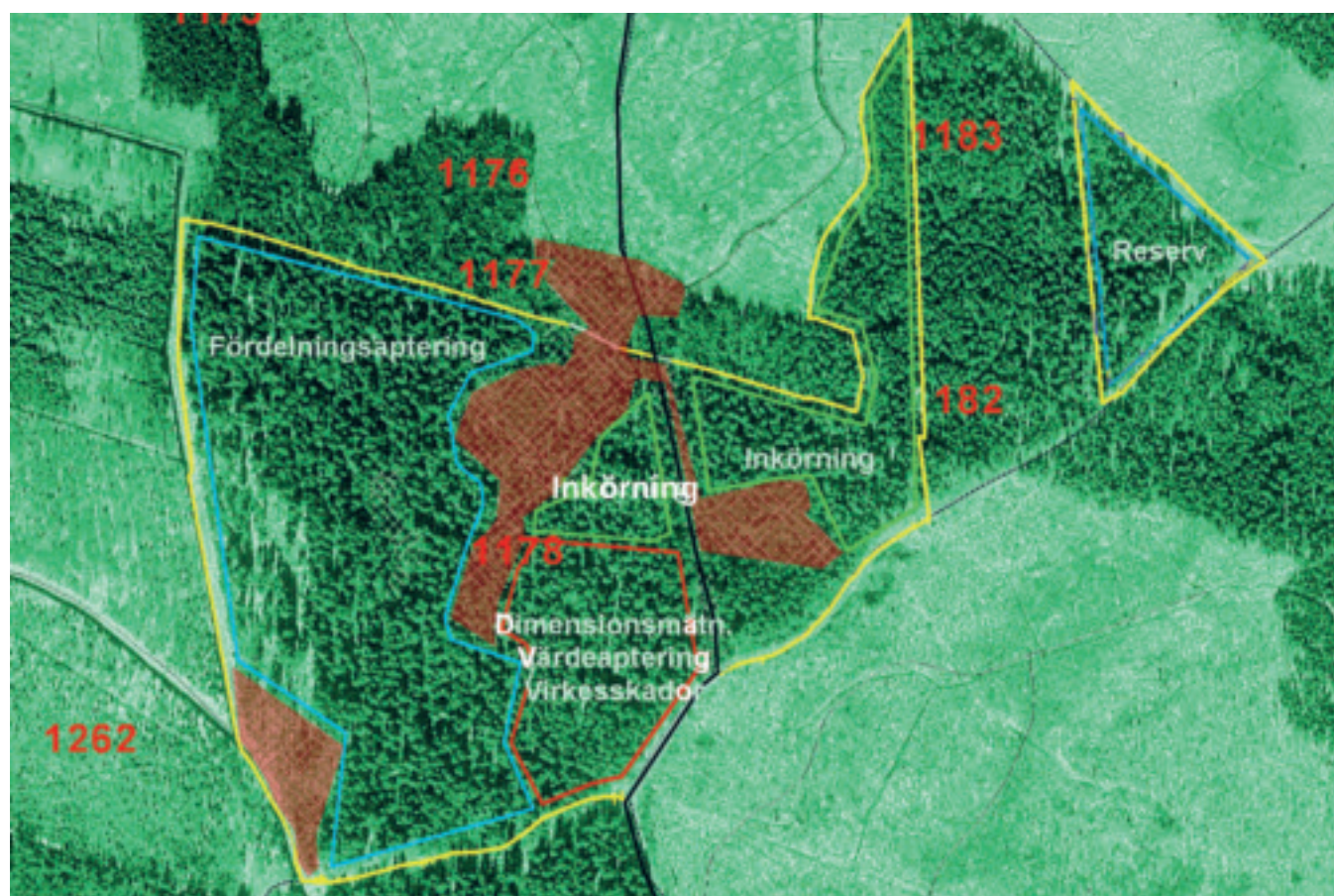
Maskinerna testades i två etapper. I den första utvärderades olika apteringsformer, dimensionsmätning och virkesskador baserat på mätningar från 40 träd per maskin. Träden utgjordes av 30 granar och 10 tallar, vilka valts ut och märkts upp inom en del av beståndet inför testen (Figur 1). Enbart träd som var fria från allvarliga skador som dubbeltoppar och stora krökar ingick. Trädens brösthöjdsdiametrar

(DBH) varierade mellan 25 och 40 cm. Diameterfördelningen var likartad för de olika maskinsystemen.

På de 30 granstammarna gjordes manuella kontrollmätningar av längd- och diamettermätning och uppföljning av värdeapteringen. Efter att dessa mätningar utförts mättes barktjocklek, barkskador, kapsprickor och dubbksador på en delmängd av de avverkade stammarna (se vidare delstudie 4 och 5).

För de 10 tallstammarna testades automatisk aptering i form av stocktypsaptering, d.v.s. rotstock eller övrig stock och friskkvistaptering. Vidare utfördes mätningar av barktjockleken.

I en andra etapp avverkade alla maskinerna ca 800 timmerstockar av gran i en angränsande del av beståndet (Figur 1). Baserat på dessa stockar analyserades fördelningsapteringen. Under den andra etappen testades även funktionen för slumpning av kontrollstammar, vilket utgör en del av skördarnas



Figur 1. Kartbild över avverkningstrakten där testen genomfördes. Hänsynsytor markerade med rastering.



Figur 2. Ponsse Ergo i objektet för virkesvärdestest 2006.

kvalitetssäkring av diametermätningen (VMR 2007). Under delstudierna lagrades de testade maskinernas stamfiler (stm) med uppgifter om längd och diameter för samtliga avverkade stammar. Dessa filer, tillsammans med övriga StanForD-filer, samlades in för användning vid analyserna. Övriga StanForD-filer som användes vid analyserna var produktionsfiler (prd, pri), driftuppföljningsfiler (drf), kalibreringsfiler (ktr) och prislistor (apt).

Testade system

Beskrivning av de sju systemen och principerna för dimensionsmätning återfinns i figur 3. Fem maskiner var normala slutavverkningsmaskiner en var anpassad för gallring och den återstående var en prototypversion av Bestensystemet. Detta består av en förarlös skördare som radiostyrs från en bemannad skotare. Alla testade apteringsdatorer har funnits på marknaden i några år. Under testen användes genomgående de senaste programversionerna. I tabell 1 redovisas maskinernas datorsystem och i tabell 2 redovisas hur apteringsdatorerna var inställda under testen.



Eco Log

Basmaskin: Eco Log 590
Aggregat: Log Max 6000
Kran: Eco Log 590
Apteringsdator: Dasa4
Matarvalsar: Flex Drive
Diametermättn: Matarhjul (2 punkter)
Längdmätning: Måthjul



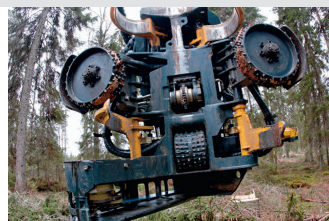
John Deere

Basmaskin: John Deere 1470D
Aggregat: H480
Kran: CH8
Apteringsdator: Timbermatic 300
Matarvalsar: Moipu
Diametermättn: Övre kvistknivar (3 punkter)
Längdmätning: Måthjul



Ponsse

Basmaskin: Ponsse Ergo
Aggregat: H73e
Kran: HN200
Apteringsdator: Opti 4
Matarvalsar: Dubbförsedda stålvalsar
Diametermättn: Matarhjul + fast kniv (3 punkter)
Längdmätning: Måthjul



Rottne

Basmaskin: Rottne H20
Aggregat: EGS 700
Kran: Rk 200
Apteringsdator: Dasa4
Matarvalsar: Dubbförsedda stålvalsar
Diametermättn: Nedre kvistknivar (3 punkter)
Längdmätning: Måthjul



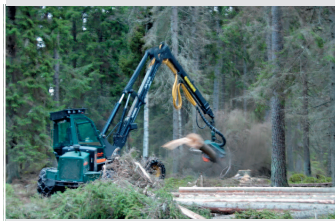
Valmet

Basmaskin: Valmet 941
Aggregat: 370.2
Kran: CRH 24
Apteringsdator: Maxi 3
Matarvalsar: Moipu
Diametermättn: Övre kvistknivar (3 punkter)
Längdmätning: Måthjul



Besten

Basmaskin: Besten RH96
Aggregat: Fibercut 290
Kran: Fiberpac 9A
Apteringsdator: Dasa4
Matarvalsar: Gummihjul m. Lencab kättingnät
Diametermättn: Övre kvistknivar (3 punkter)
Längdmätning: Måthjul



Profi (gallringsskördare)

Basmaskin: Profi 50
Aggregat: Keto 100 Supreme
Kran: Logmer
Apteringsdator: Motomit PC
Matarvalsar: Band
Diametermättn: Band och fast kniv (3 punkter)
Längdmätning: Bandmätning



Figur 3. Maskiner och aggregat som ingick i virkesvärdestest 2006

**Tabell 1.** Datorsystemen som deltog i Virkesvärdestest 2006

Apteringsdator	Programversion	Operativsystem
Dasa4	1.7.1T3	Win XP
Timbermatic 300	HPC07 2.3	Win XP
Ponsse Opti	Opti 4.601	Win XP-sp2
Valmet Maxi	Maxi 3.8.3	Win XP/OsMan (Eget inbyggnads OS)
Motomit PC	0.67	PC: Win XP. Apteringsdator: Linux

Tabell 2. Inställning av apteringsdatorerna i virkesvärdestest 2006

Apteringsdator	Inmätt längd före prognos (m)	Beräkningsgrundande längd (m)	Prognosmetod	Max avvikelse upp/ner*	Kapfönster (cm)	Barkfunktion	Friskkvistfunktion
Dasa4/ Eco Log	Ej ställbart	14	Adaptiv	Ej ställbart	3-5	SF **	Ja
Dasa4/ Besten	Ej ställbart	14	Adaptiv	Ej ställbart	2-4	SF	Ja
Dasa4/ Rottne	Ej ställbart	14	Adaptiv	Ej ställbart	2-4	SF	Ja
Timbermatic 300	Ej ställbart	Hela stammen	Adaptiv	Ej ställbart	2-4	SF	Ja
Ponsse Opti	1	30	Adaptiv	0/0	3-5	SF	Ja
Valmet Maxi	3	11	Adaptiv	0/2	2-3	VMR	Nej
Motomit PC	Ej ställbart	14	Adaptiv	2/0	2-4	SF	Nej

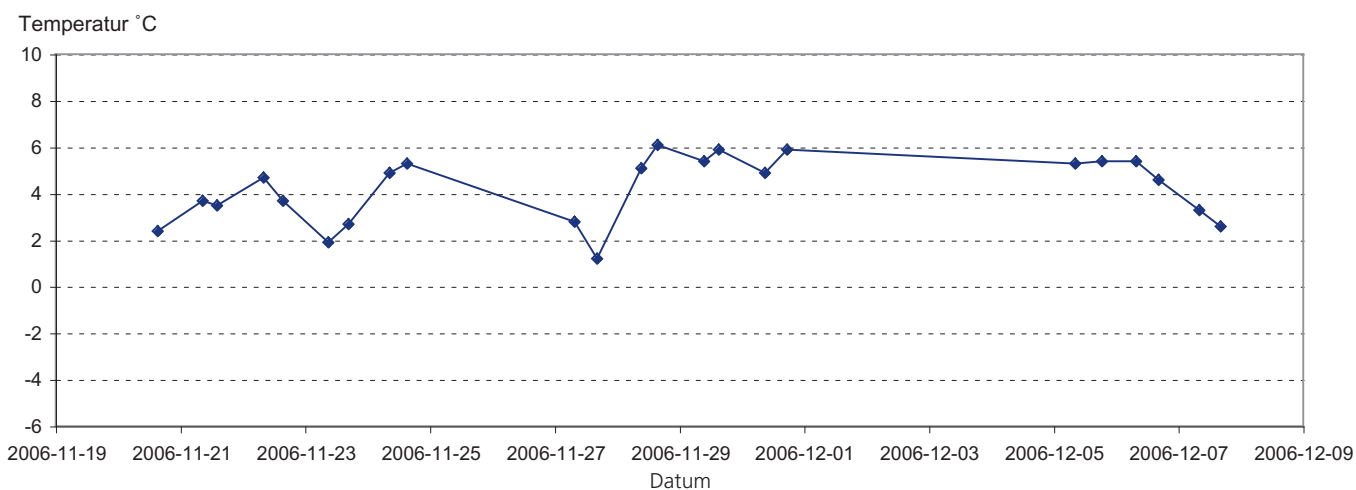
* Prognos jämfört med uppmätt diameter

** SF står för Skogforsk barkfunktioner

Vädret under testperioden

Testen genomfördes under en period med stabil väderlek, men mulet och disigt. I genomsnitt var tem-

peraturen +4 °C med extremt låg temperaturvariation under de tre veckor som testen genomfördes (Figur 4).

**Figur 4.** Uppmätt lufttemperatur på avverkningsplatsen under testperioden.

Delstudie 1: Mätning av längd och diameter

Syfte

Studien syftade till att jämföra maskinsystemens precision vid längd- och diametermätning och att jämföra den genomsnittliga precisionen med den som erhållits vid tidigare studier 1995 och 2001. I studien ingick också att jämföra maskinernas beräknade uppgifter om avverkad volym med motsvarande volymuppgifter baserade på manuella kontrollmätningar av längd och diameter. Vidare studerades maskinernas kalibreringsfunktioner.

Material och analyser

Varje maskin avverkade och upparbetade 30 stycken granstammar. Stockarna kontrollerades sedan manuellt. Stockarnas längd mättes i fallande centimeterklasser med stålmåttband och diametern (mm) korsklavades med 90 graders vinkel. Kontrolldata registrerades med dataklave. Första diametern mättes i brösthöjd, 120 cm över första kap och sedan varje meter längs stammen med start vid 2 m.

Skördarnas längd- och diametervärden jämfördes sedan med de kontrollmätta värdena. Alla jämförelser gjordes med diametrar på bark. Utvärderingen gjordes i Skogforsk program ktr-analys, där skördardata kan jämföras med data från dataklaven. Med hjälp av dessa data beräknades olika nyckeltal som underlag för jämförelse.

Följande nyckeltal togs fram för att utvärdera längd- och diametermätningen:

1. Medeldifferensen mellan den maskinella och den manuella mätningen. Detta mått uttrycker storleken på den systematiska avvikelserna dvs. hur väl kalibrerad maskinens mätutrustning är.
2. Standardavvikelsen för differensen mellan maskinella och manuella mätresultat. Detta mått är ett spridningsmått som anger vilken precision maskinens mätutrustning har.
3. Andelen stockar där den maskinmätta längden är inom ± 2 cm från den manuellt uppmätta längden. Motsvarande värde för diameter är ± 4 mm. Med ± 2 cm menas att den maskinellt mätta stocklängden ska vara max 2 cm kortare eller längre än vid kontrollmätning för att stockarna ska hamna inom intervallet. Med ± 4 mm menas på motsvarande sätt att den maskinellt mätta diametern ska vara max 4 mm grövre eller klenare än medelvärdet för

en manuellt korsklavad diameter för att hamna inom intervallet. I dessa nyckeltal fångas både medeldifferens och spridning. Dessa måttgränser togs fram av skogsbruket i slutet av 1980-talet. Samtidigt sattes målet upp att 90 % av alla värden ska ligga inom dessa intervall.

4. Korrigerad andel inom ± 2 cm respektive ± 4 mm. Med korrigerad andel menas andelen inom ± 2 cm respektive ± 4 mm efter en simulerad kalibrering. För diameter simuleras kalibreringen genom att diametervärdena kalibreras i 5 cm intervaller. För längden kalibreras värdena med en rätlinjig regression, där regressionslinjen skär origo.

Skördarens beräknade volym uttryckt i m^3 jämfördes sedan med de volymer Skogforsk beräknade baserat på manuellt uppmätta längd- och diameterdata. Uppmätta diametermått användes för att kubera volymen i meterssektioner baserade på formeln för en stympad kon.

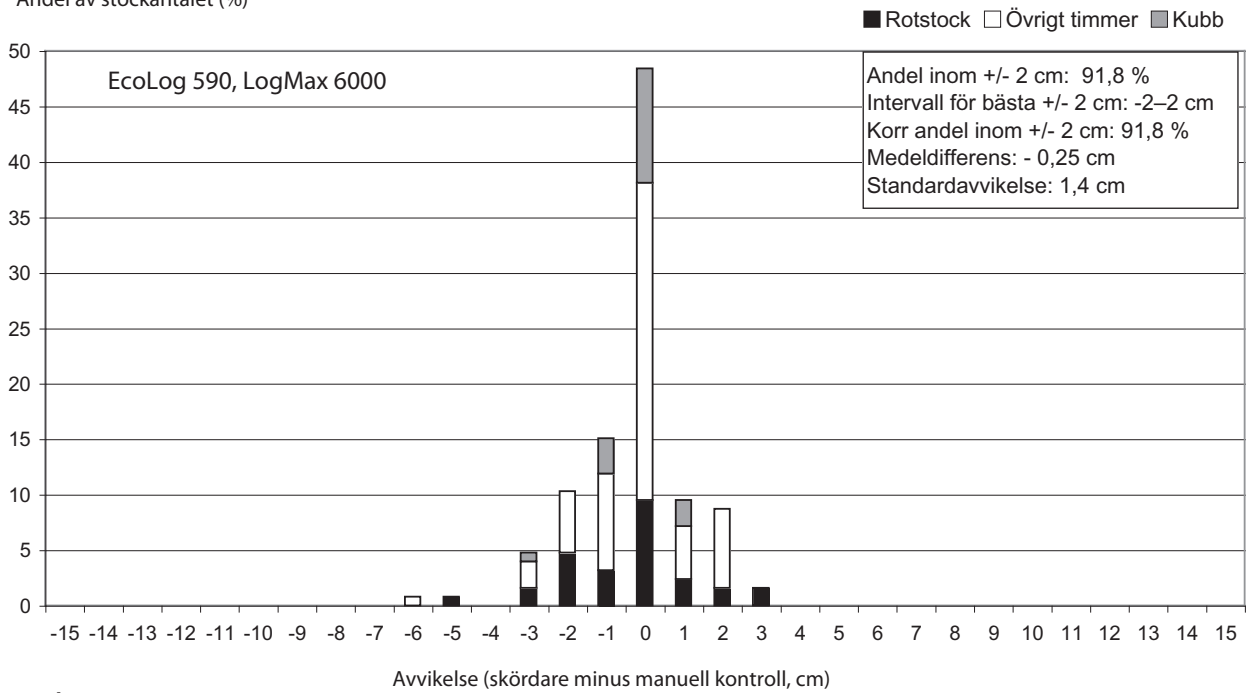
Resultat

Noggrannhet vid längdmätning

Resultatet av längdmätningstudien presenteras i figurerna 5a–g. Resultaten i figurerna avser kubb och timmer. Generellt är det dock ingen skillnad i mät-noggrannheten mellan timmersortimenten och massavedssortimenten.

Resultaten visar att andel stockar inom korrigerade ± 2 cm ligger på 84 % jämfört med 77 % i 2001 års Virkesvärdestest. Resultatet låg 1995 på 83 %. I 2006 års test nådde för första gången ett system, Eco Log 590 med ett Log Max 6000 aggregat, över 90 %. Det var det mål som skogsbruket satte upp på 1980-talet. Profi, Rottne och John Deere nådde inte upp till 80 %, medan övriga maskiner låg runt 85 %.

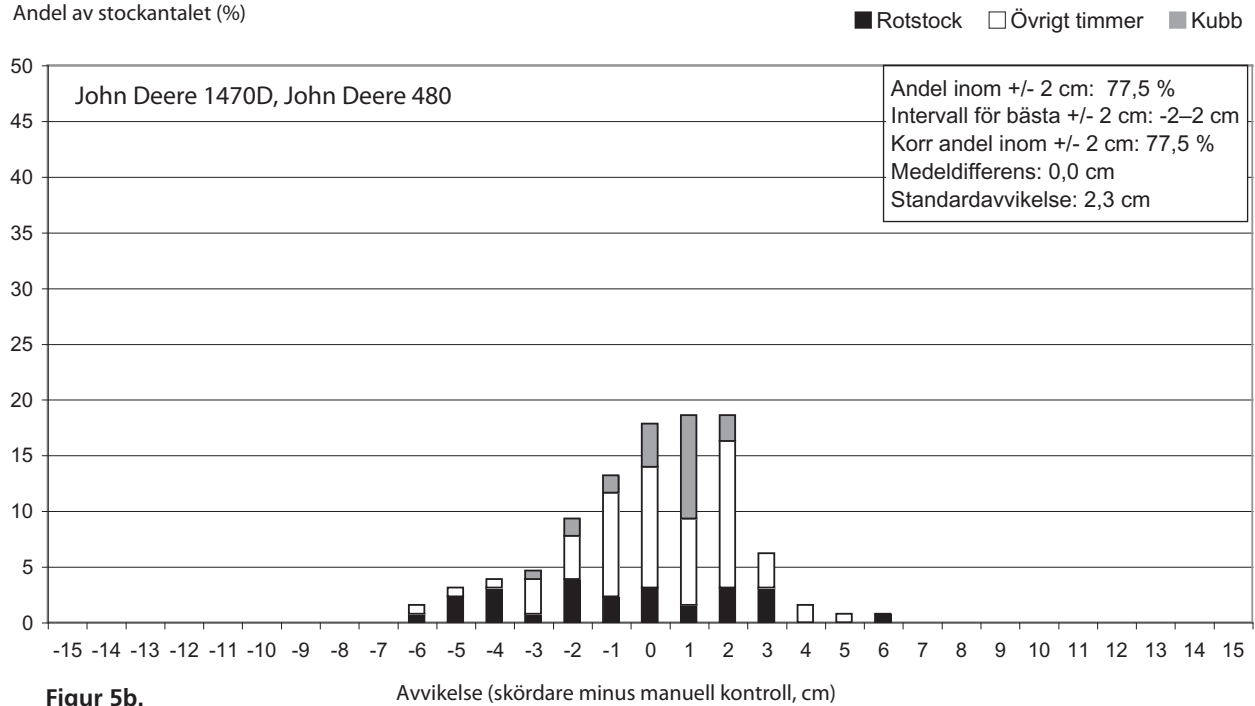
Andel av stockantalet (%)



Figur 5a-g.

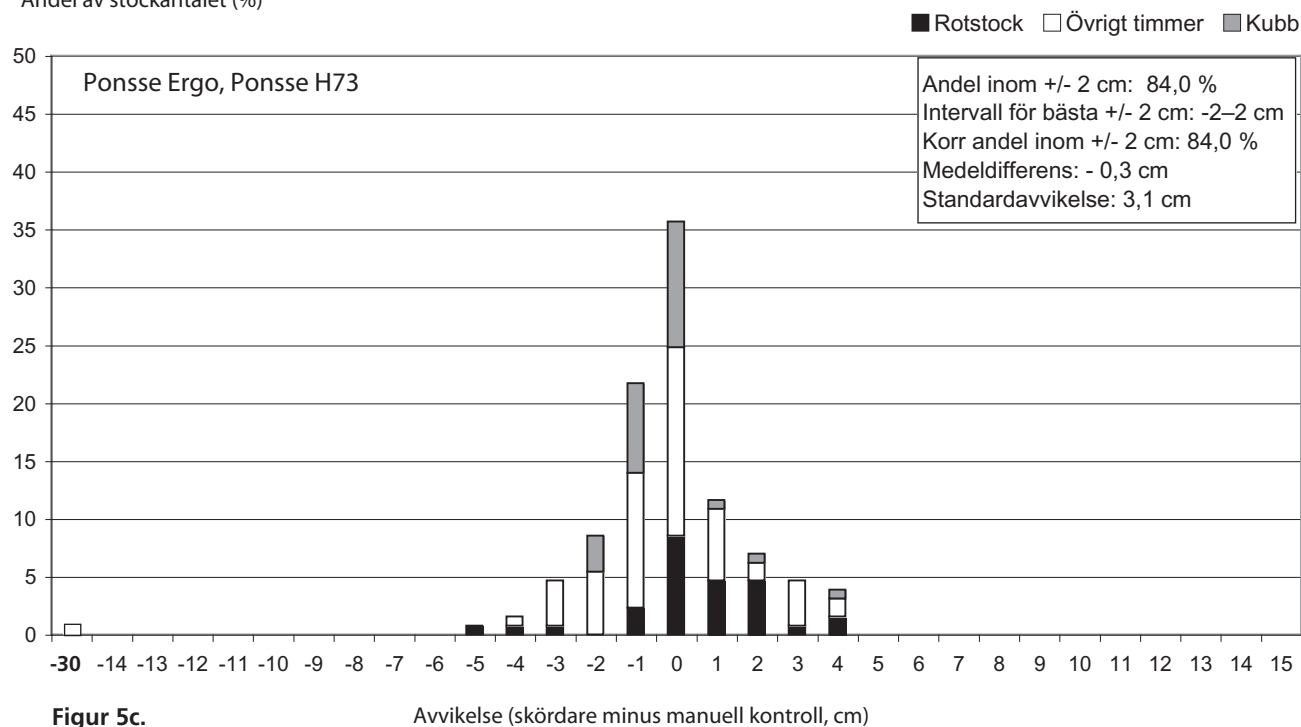
Avvikelse beräknad som maskinmätt längd minus manuellt uppmätt längd i centimeter för rotstock, övrigt timmer och kubb.

Andel av stockantalet (%)

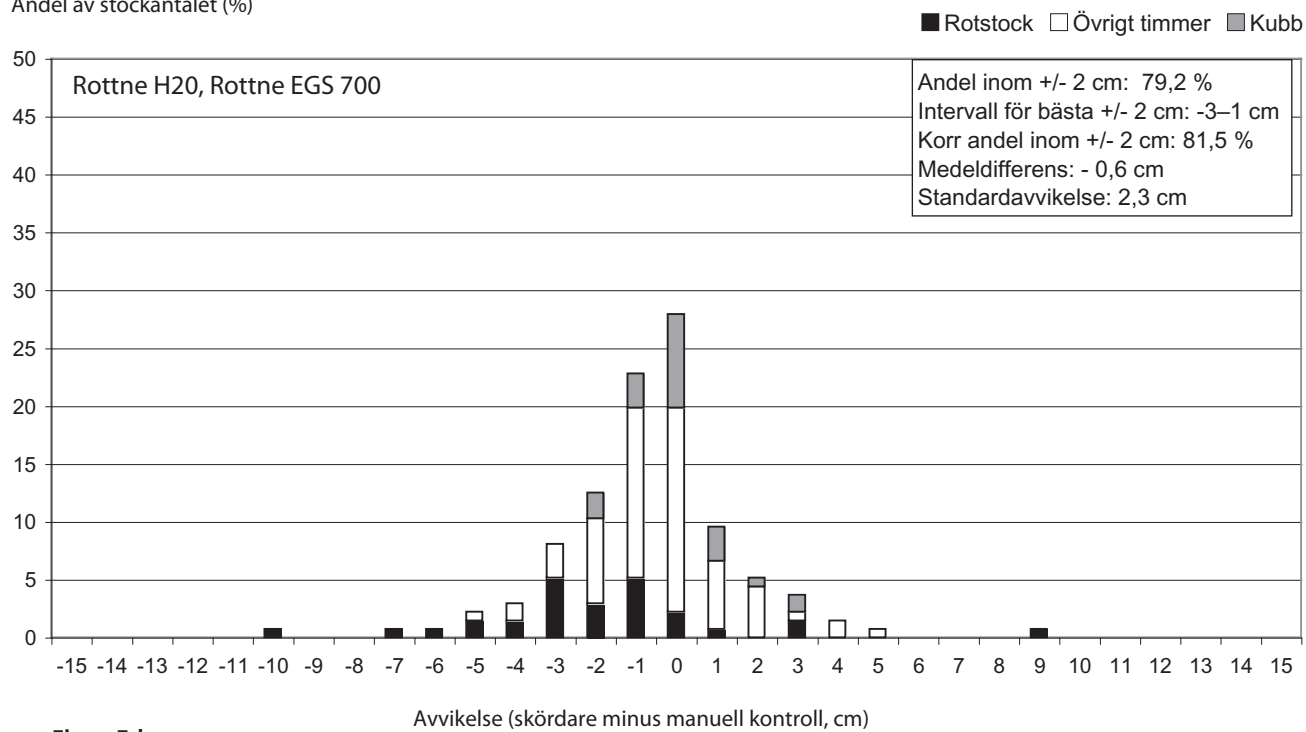


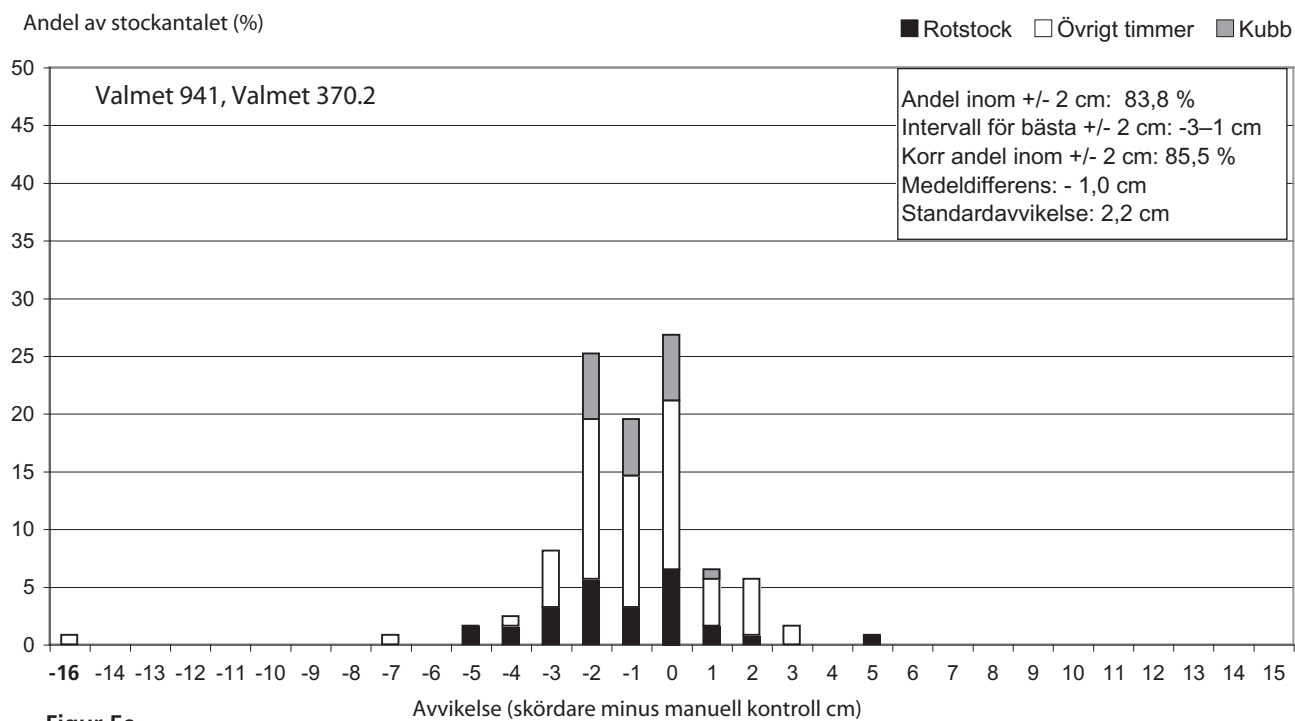
Figur 5b.

Andel av stockantalet (%)

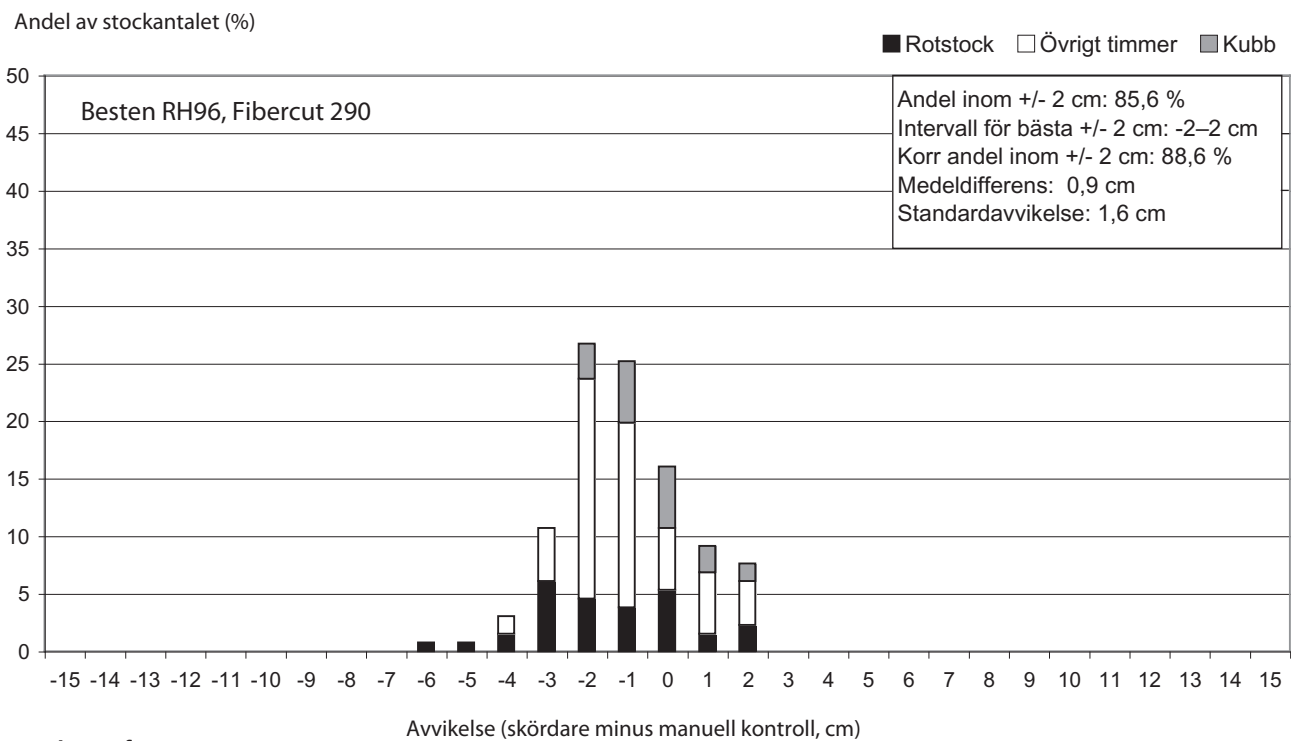


Andel av stockantalet (%)

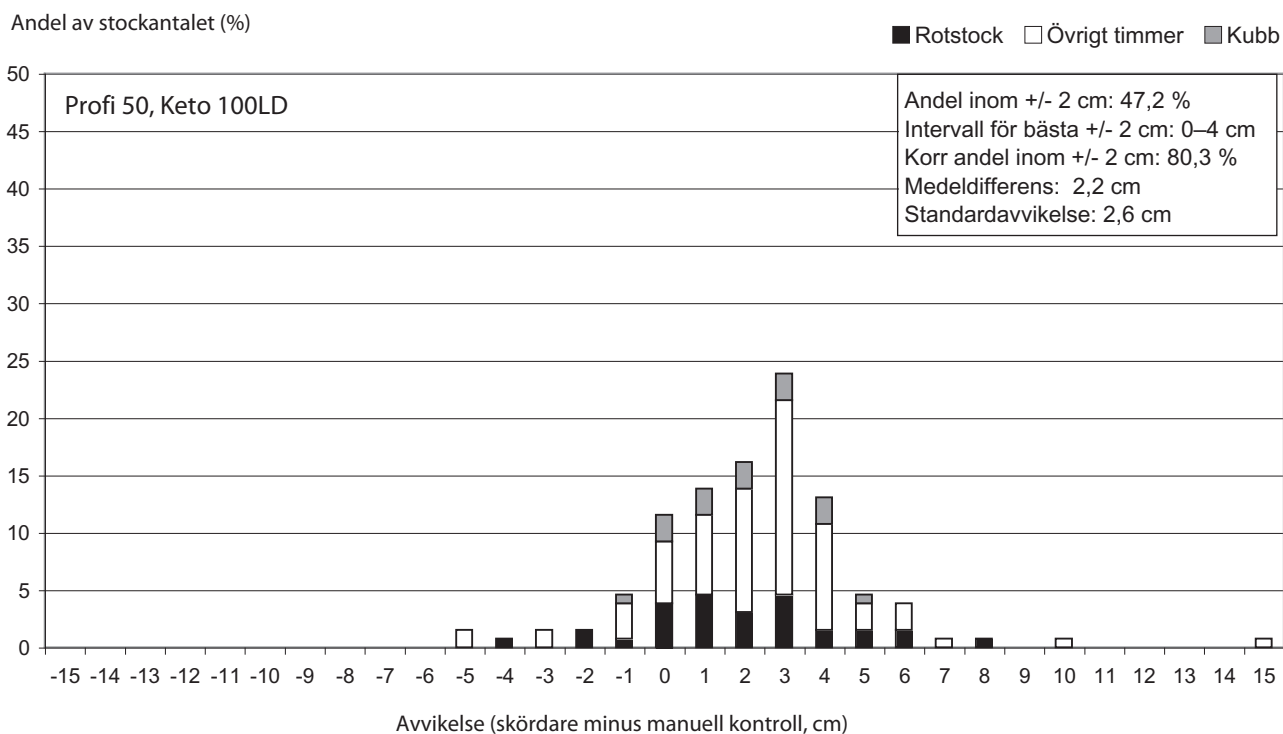




Figur 5e.



Figur 5f.



Figur 5g.

Avvikelse beräknad som maskinmätt längd minus manuell uppmätt längd i centimeter för rotstock, övrigt timmer och kubb.

Noggrannhet vid diametermätning

Resultatet av diametermätningen presenteras i figurerna 6a–g. I diagrammen redovisas diameteravvikelse mellan maskinens mått och kontrollerad diameter samt ett medelvärde beräknat i 5-centimetersintervall. Resultaten avser alla sortiment. Andel inom +/- 4 mm beräknas på alla diametervärden och andel korrigerade inom +/- 4 mm anger maximal nivå, som maskinen skulle ha uppnått vid en perfekt intervallkalibrering efter medelvärdeskurvan (teoretisk maxnivå för aggregatet).

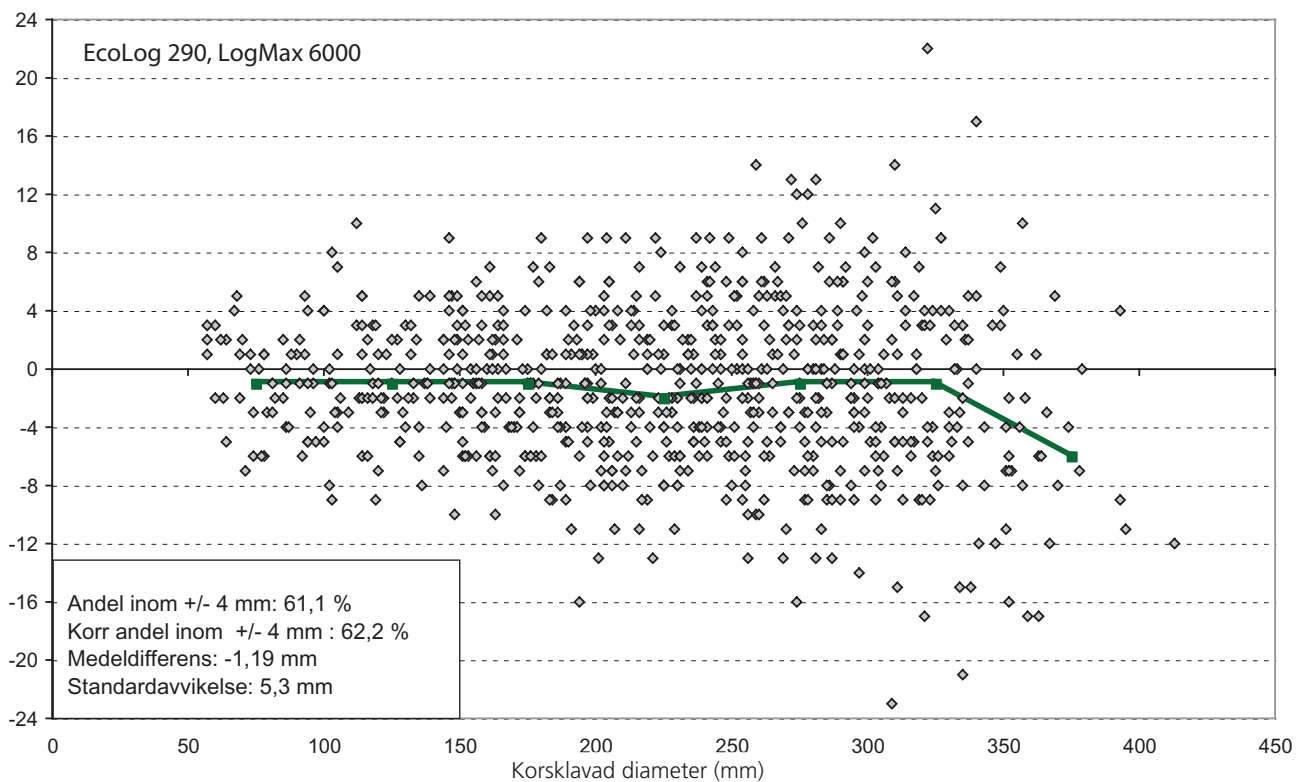
Resultatet av de fem produktionssystemen (Eco Log, John Deere, Rottne, Valmet och Ponsse) i testen 2006 visade att andel värden inom +/- 4 mm låg på 68 % jämfört med 64 % 2001. År 1995 låg resultatet på 59 %. Standardavvikelserna hade i medeltal sjunkit från 5,0 mm 2001 till 4,5 mm 2006. Besten RH96 med ett Fibercut 290 aggregat nådde bäst resultat, 81 %. Lägst hamnade Eco Log 590 med Log Max 6000 på 62 % och gallringssystemet Keto 100, medan övriga system hamnade runt 70 %.

Korrigerade värden för andel inom +/- 4 mm visar på

potentialen efter korrekt kalibrering. Flera system visar här på möjligheten att mäta bättre. John Deere, Valmet och Ponsse hade alla dålig kalibrering i klena diametrar. För Ponsse berodde det på att aggregatet var lite för stort för att klara de klenaste diametrarna. För Valmet var huvudorsaken att grundkalibreringen för de klenaste diametervärdena var felaktig. Ponsse uppvisade även ett systematiskt kalibreringsfel på ca 2 mm över hela diameterskalan. Rottnes aggregat kunde också ha varit bättre kalibrerat i grova diametrar. Medelvärdet på 68 % för andel inom +/- 4 mm för de fem maskinerna hade teoretiskt varit 74 % vid perfekt kalibrering.

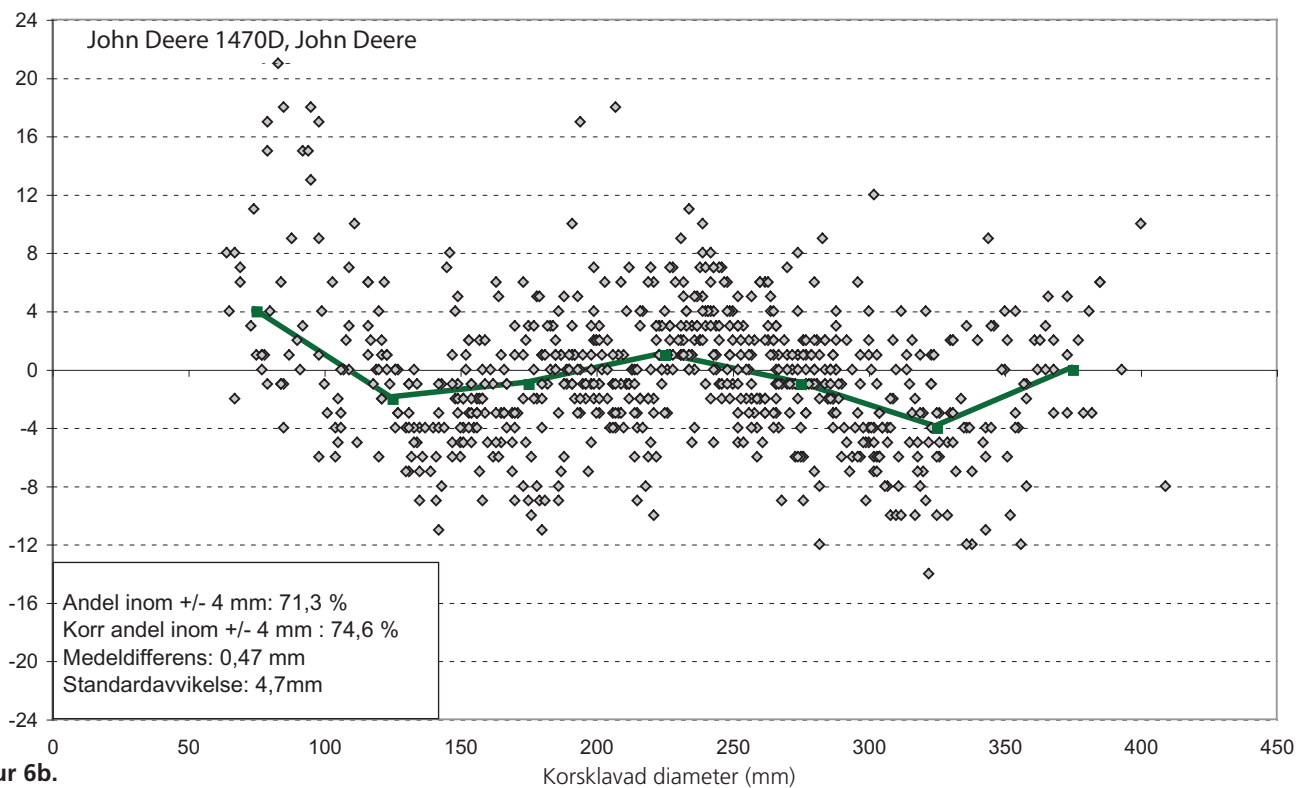
Vid analys av stamprofiler uppvisade alla system mindre problem med stamhack (plötsliga diameterförändringar) jämfört med 2001. Minst stamhack hade Ponsse H73e och Fibercut 290, vilket också visade sig i en mycket låg standardavvikelse. Även Rottne hade bra stamhållning, men mätte ovala stockar sämre vilket gav sämre mätnoggrannhet.

Differans (skördare minus manuell kontroll mm)



Figur 6a-g. Diameterdifferens beräknad som maskinmätt diameter minus uppmätt diameter i mm.

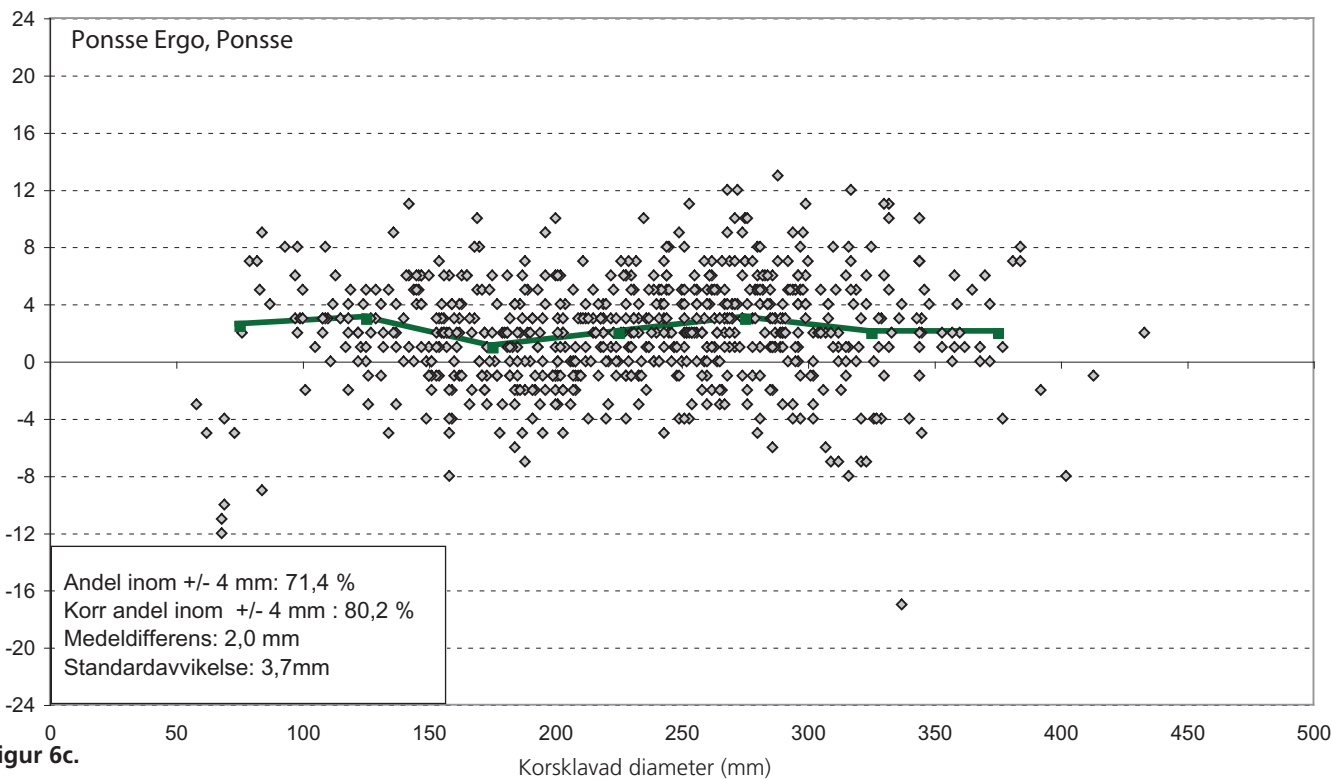
Differans (skördare minus manuell kontroll mm)



Figur 6b.

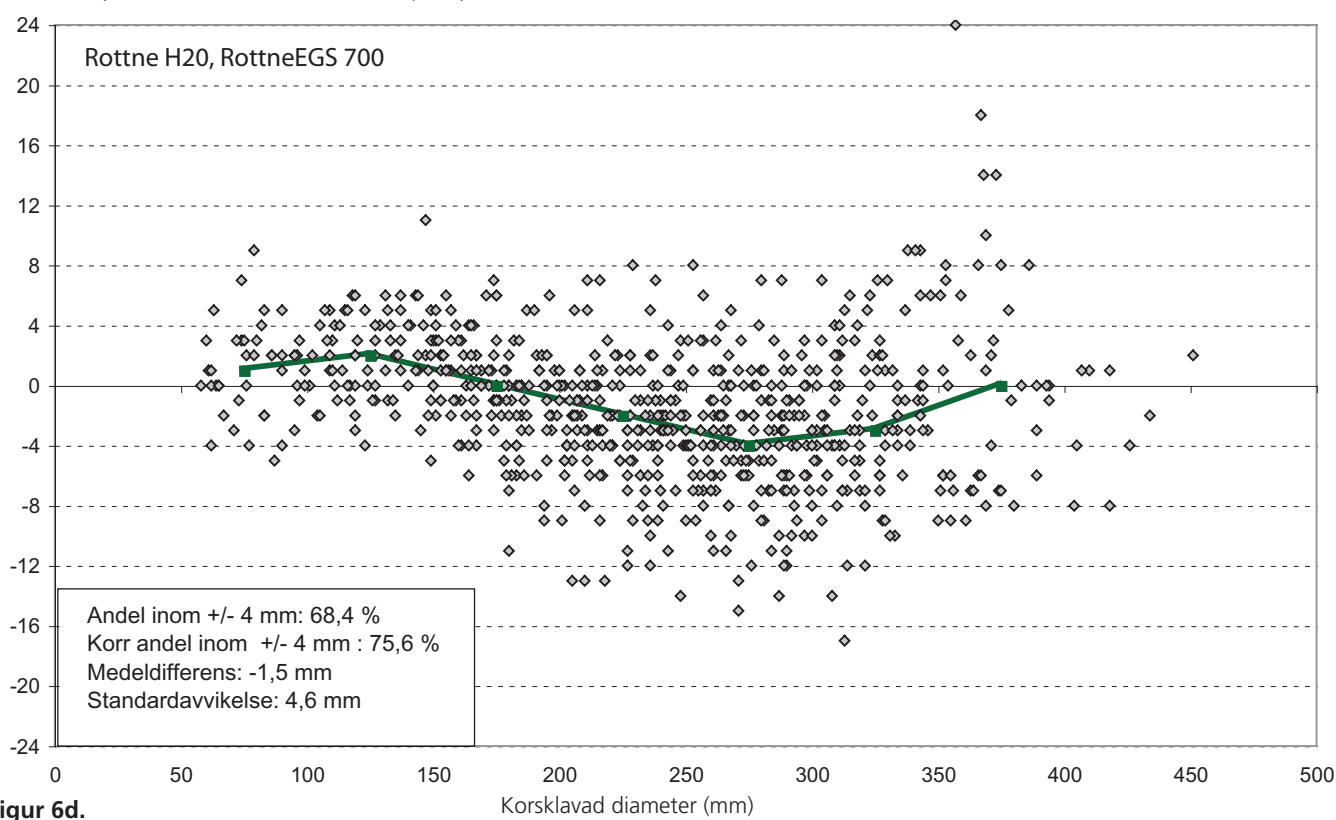


Differens (skördare minus manuell kontroll, mm)



Figur 6c.

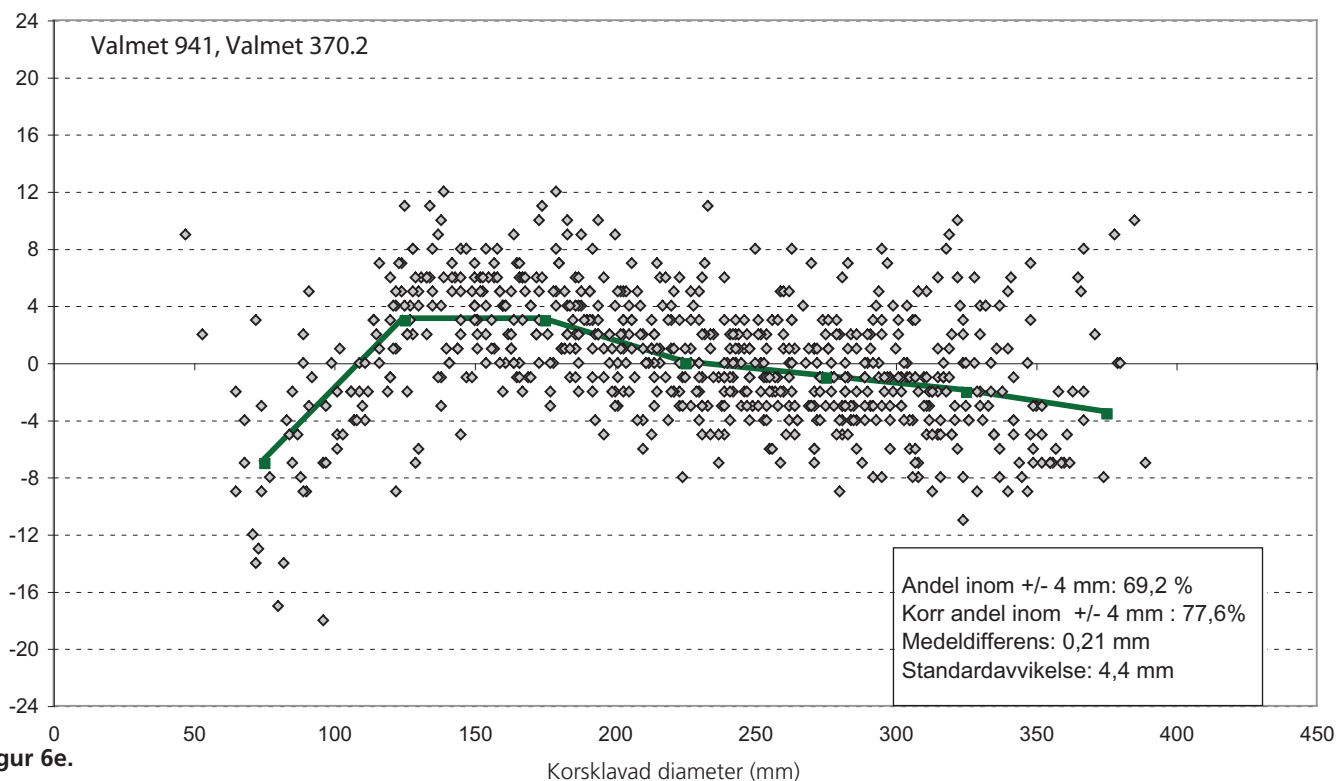
Differens (skördare minus manuell kontroll, mm)



Figur 6d.

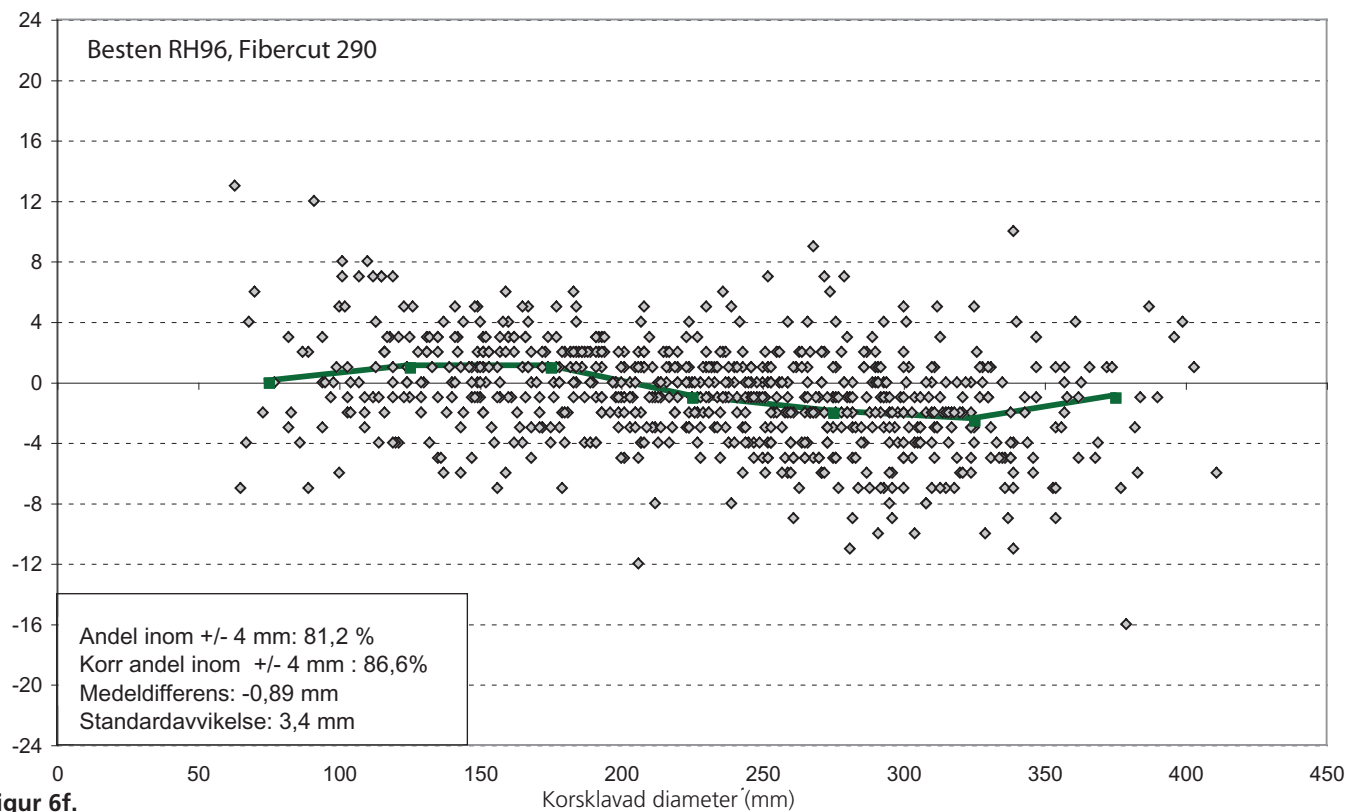


Differans (skördare minus manuell kontroll mm)

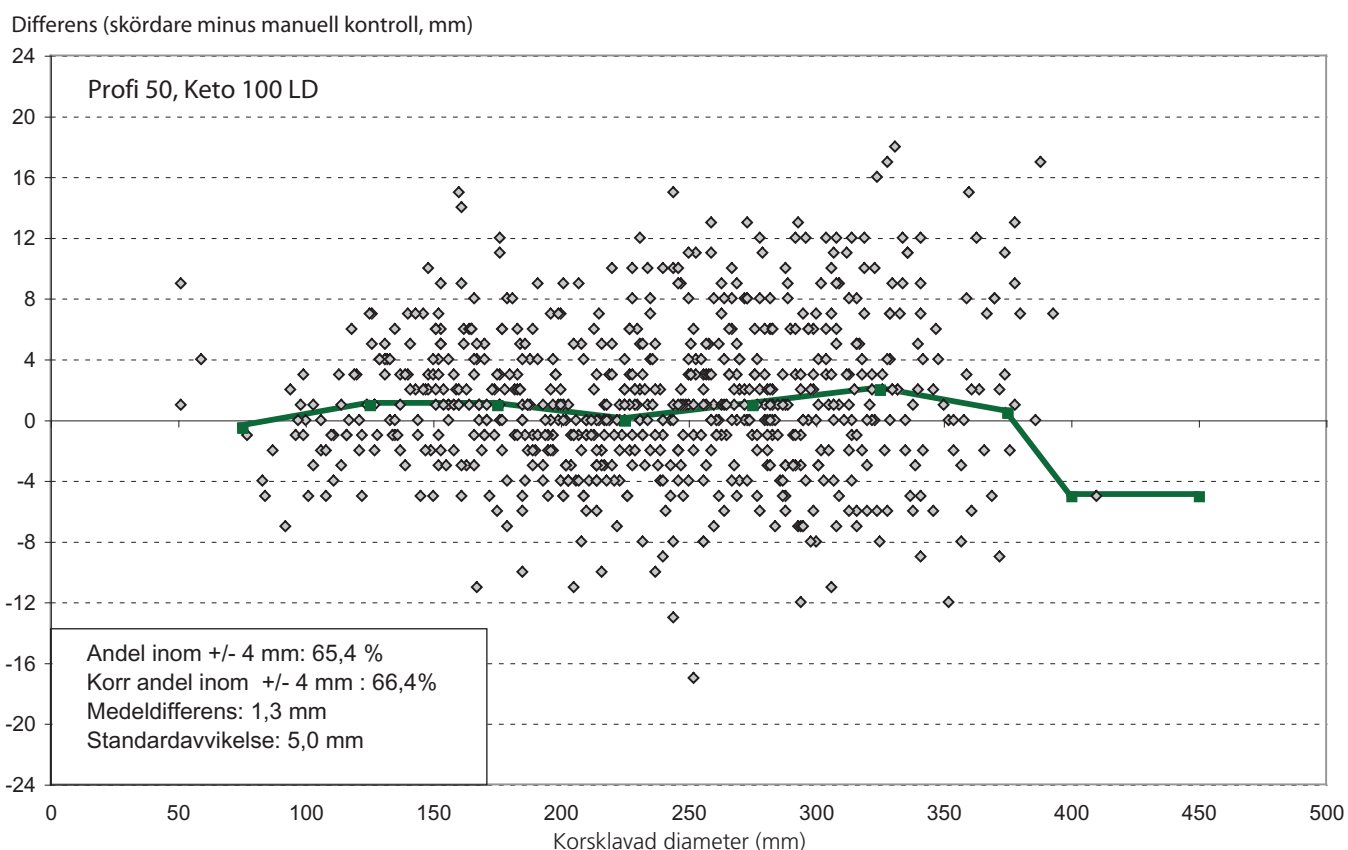


Figur 6e.

Differans (skördare minus manuell kontroll, mm)



Figur 6f.



Figur 6g. Diameterdifferens beräknad som maskinmätt diameter minus uppmätt diameter i mm.

Valmet och John Deere hade fler stamhack. Valmet hade hög frekvens ”planområden” (område utan diameterförändring) i toppen på stockar jämfört med övriga aggregat. Detta försämrade toppdiametermätningen. John Deere hade högre frekvens diameterfall efter kap, vilket försämrar diametermätten i stockarnas rotända. Gallringsaggregatet kördes långsammast av alla

aggregat i testet och tog en hel del stöd för grova stockar. Därför bör det inte jämföras helt med övriga aggregat. Alla system mätte sämre på ovala stockar än på mer runda. Fibercut 290 klarade dock ovala stockar lika bra som runda (Tabell 3). Sämst resultat för ovala stockar hade Log Max 6000 med en standardavvikelse på 6 mm jämfört med 4,6 mm för

Tabell 3. Standardavvikelsen på diametermätningen för stockarnas toppdiametrar. Stockarna indelade i ovala, mer än 7 mm diameterdifferens mellan diameter 1 och diameter 2, och runda, 0-7 mm diameterdifferens.

Maskin/ Stockoalitet	0-7 mm stdavv (mm)	8-31 mm stdavv (mm)	Alla stdavv (mm)
Eco Log 590/ Log Max 6000	4,6	6,0	5,1
John Deere 1470D/ H480	3,8	4,4	4,0
Ponsse Ergo/ H73e	3,4	3,9	3,6
Rottne H20/ EGS 700	3,4	5,8	4,5
Valmet 941/ 370.2	4,0	4,8	4,3
Besten RH96/ Fibercut 290	2,8	2,6	2,8
Profi 50/ Keto 100 Supreme	4,5	5,5	5,0
Medel produktionssystem	4,0	5,4	4,5

Tabell 4. Volymutfall för maskiner och manuellt kuberade volymer baserade på manuellt kontrollerade längd- och diametermått. Gran totalt 29-30 träd per maskin.

Aggregat	Volym Manuell kontroll	Volym Skördare	StdavStockvolym	Differens(Skördare-kontroll)
(m ³ fub)	(m ³ fub)	(m ³ fub)	(%)	(%)
Fibercut 290	34,08	33,93	2,75	0,4
Log Max 6000	32,70	32,67	4,23	0,1
Rottne EGS 700	34,95	35,33	3,31	- 1,1
John Deere H480	32,34	32,78	3,18	- 1,4
Ponsse H73e	31,51	31,18	2,64	1,1
Valmet 370.2	32,49	32,25	2,70	0,7
Keto100 *Supreme	33,33*	32,83	3,4	1,5
Totalt	198,13	198,22	3,35	- 0,1

* Motomit lagrade inte fub-volymer på enskild stock i stm-filen. Därför har beräknad volym istället för maskinens kubering använts i tabellen.

runda stockar. Även Rottne och Keto aggregaten gav hög standardavvikelse för ovala stockar, ca 5,5 mm.

Volymberäkning

I studien jämfördes skördarnas volymberäkning på bark med en volymberäkning gjord på manuellt insamlade klavdata för varje meter av stocken.

Enligt tabell 4 hamnade alla maskiner inom +/-1,5 % jämfört med manuell kontroll. Spridningen på stocknivå var större för maskiner med sämre diametermätning. Skattningen av medelvolymer påverkades dock inte av sämre precision i diametermätning.

Analysen av rotbensvolymer visade att den beräknats på lite olika sätt. Dasa gav en hög rotbensvolym. Även Valmet gav en högre rotvolym än Skogforsks beräkning, medan John Deere och Ponsse gav rotbensvolymer i nivå med Skogforsks beräkningar.

Diskussion

Längdmätning

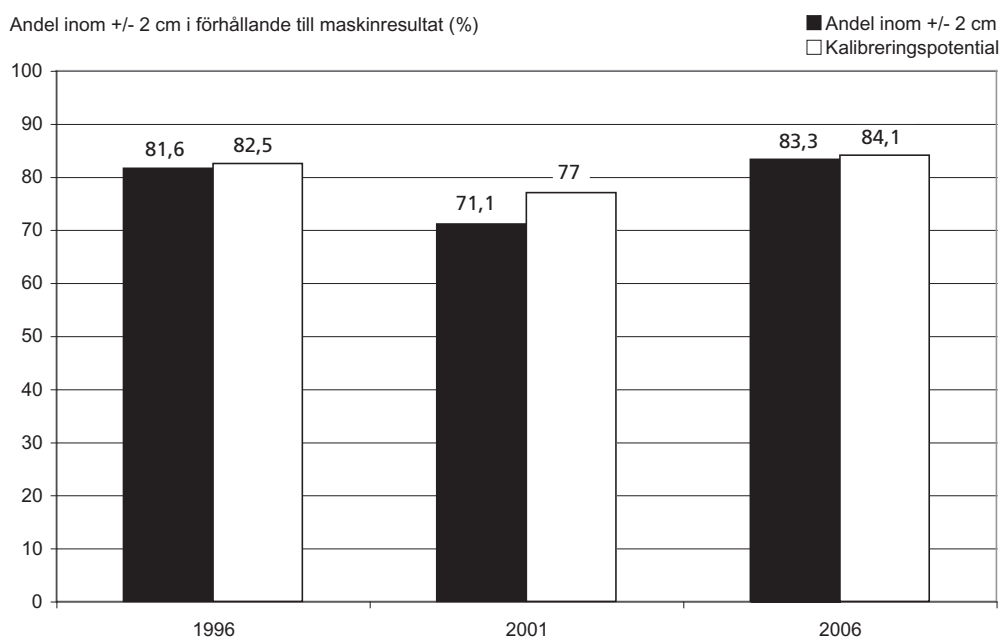
Log Max 6000 nådde 92 % inom +/-2 cm i testen, vilket överstiger skogsbrukets krav på 90 %. De flesta systemen låg mellan 80–90 %. Rottne och John Deere hamnade lägst på 79 % och 78 %. John Deere angav ett problem med en ventil som en orsak till resultatet, som förbättrades vid en omtest, se bilaga 1.

Profi med Motomit dator var helt felkalibrerad i testen och nådde endast 47 % inom +/-2 cm. För att en sådan felkalibrering inte ska uppstå igen bör orsaken till detta klarläggas.

Studien visar också vikten av att kalibrera rotstockar separat. Flera aggregat hade lyft sig några procent om de kalibrerat stocktyperna var för sig. Stora fel förekommer framförallt då stammen backats eller matarvalsarna slirat. Åtgärder för att minska frekvensen slirningar/backningar bör därför ha en positiv inverkan på mätprecisionen.

Resultatet visar att 85–95 % inom +/-2 cm är möjligt att nå i praktisk drift. För att nå högre krävs antagligen någon form av beröringsfri mätning, eftersom barkens beskaffenhet samt slirning och backning gör det svårt att nå bättre precision med konventionella system.

Resultatet för längdmätningen är detsamma eller lite bättre än 1995. År 2001 sjönk dock resultatet (Figur 7) och 1995 var andelen inom +/-2 cm 82 % och 2006 83 %. En orsak till nedgången 2001 till 71 % kan ha varit att matningshastigheten ökade utan att systemet för längdmätningen förbättrades. De senaste åren har det dock varit ett tydligt fokus på längdmätningen och därför har mer resurser satsats på att förbättra denna.



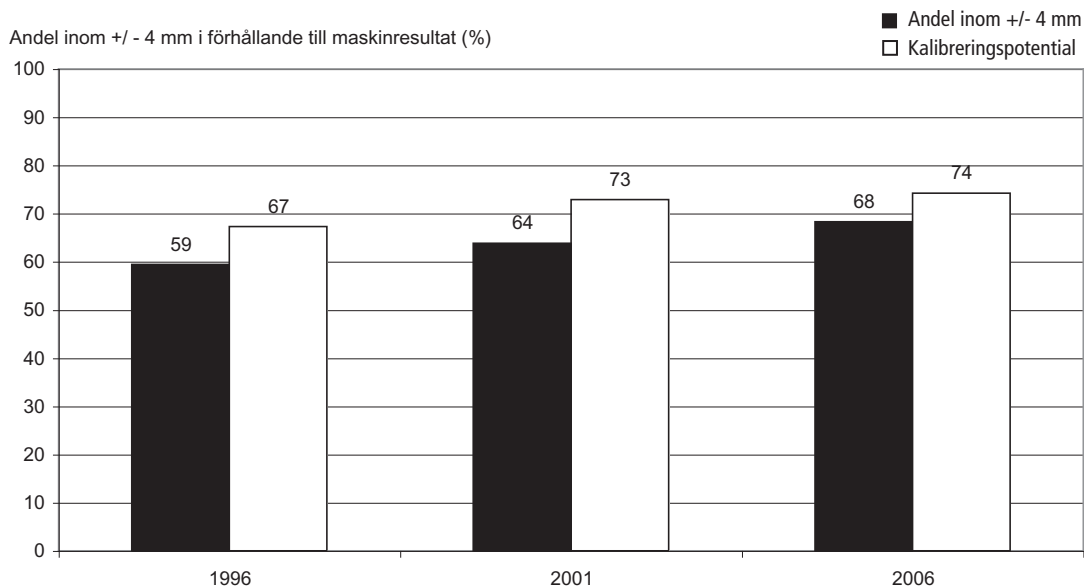
Figur 7. Resultat av längdmätningstudierna i de tre virkesvärdestesterna 1995*, 2001 och 2006. Svart stapel anger medelvärde för andel inom +/- 2 cm och vit stapel möjlig andel inom +/- 2 cm vid perfekt kalibrering. Resultatet 2006 avser de 5 produktionssystemen. *1995 var tre maskiner totalt felkalibrerade därför ingår de ej i andel inom +/- 2 cm utan bara i kolumnen kalibreringspotential. Inkluderas de tre felkalibrerade maskinerna så hamnar längdresultatet på 65,6 %.

Diametermätning

I testet var skillnaderna mellan maskinerna ganska stora. Det betyder att det finns en potential för de sämsta systemen att utvecklas för att nå det bästa systemets nivå. FiberCut 290 nådde +/- 4 mm. Det är det bästa resultat som uppnåtts i ett virkesvärdestest trots att resultatet inte nådde upp till skogsbrukets högt

ställda krav på 90 % inom +/- 4 mm.

Log Max 6000 aggregatet kom långt efter de övriga. Det förklaras främst med att aggregatet mäter i matarvalsarna med bara 2 mätpunkter till skillnad från övriga som använder 3 mätpunkter. Detta innebär stora problem främst med ovala stammar. Även Rottnes maskin hade bristfällig mätning av ovala



Figur 8. Resultat av diametermätning för de tre virkesvärdestesterna 1995, 2001 och 2006. Svart stapel visar medelvärde för andel inom +/- 4 mm och vit stapel möjlig andel inom +/- 4 mm vid perfekt kalibrering. Resultatet 2006 avser de 5 produktionssystemen.

Delstudie 2: Apterering

stammar, vilket troligtvis berodde på kvistknivarnas form.

Både Valmet och John Deere uppvisade planområden och hack i stamprofilerna i en högre frekvens än övriga system, vilket påverkade deras resultat negativt.

Sett över tiden har resultaten successivt förbättrats (Figur 8). Totalt har andelen inom +/-4 mm ökat från 64 till 68 %. Orsakerna är flera: bättre hydraulsystem, bättre teknikkomponenter och förbättrad styrning. Jämfört med 2001 håller maskinerna stammarna bättre. Detta ger högre mätnoggrannhet.

Resultatet visar att kalibreringen förbättrats sedan 1995 och 2001, då skillnaden mellan andel inom +/- 4 mm och kalibreringspotential minskat. Flera system hade dock bristfällig diameterkalibrering, vilket är ett dåligt betyg, eftersom företagens experter hade kalibrerat maskinerna. Ponsse hade ett systematiskt fel och dessutom dåliga värden i klena diameterintervall. Valmet var dåligt grundkalibrerad i det klena intervallet, vilket gav alltför klena diametervärden. I ett omtest uppvisade Valmet bättre kalibrering, se bilaga 1. Trots detta bör Valmet överväga möjligheten att grundkalibrera systemet på träd, så att man inte är beroende av serviceteknikerna när problem uppstår.

Generellt har kommunikation mellan klave och maskin med överföring av stm- och ktr-data förbättrats på alla maskiner, vilket är mycket positivt. Resultatet visade dock att maskintillverkarna behöver förbättra sina stödsystem för att inte felaktiga kalibreringar skall göras i praktiken.

Volymberäkning

Eftersom studien visade att kuberingen av rotbenen (0 – 0,5/1,5 m), som inte mäts in av maskinen, varierar mellan olika tillverkare, behövs en standardisering för att nå helt enhetlig volym. I Finland t.ex. har man nationellt bestämt formen på rotbenen. Dessa värden används idag i skördarna. Definitionen av m³fub och m³fpb skulle också kunna bestämmas på nationell eller europeisk nivå, så att man exakt kan avgöra hur t.ex. stockars längd ska hanteras. Här finns till exempel flera olika inställningsmöjligheter: fysisk längd i mm, klassmitt i cm eller nominell längd enligt prislistans längder.

Syfte

Det övergripande syftet med delstudien var att jämföra utfallet för de olika maskinsystemen, då olika apteringsdatorer användes och att jämföra utfallen med resultat från tidigare tester.

Maskinsystemens apteringsgrad och längdfördelning jämfördes vid värdeaptering av 30 granstammar. Vidare jämfördes maskinsystemens fördelnings- och apteringsgrad vid fördelningsaptering. Slutligen gjordes en kontroll av funktionerna för automatisk aptering av stocktyp och friskkvist om de fanns implementerade i apteringsdatorerna. Funktionerna utvärderades sedan vid upparbetning av 10 tallstammar per maskinsystem.

Material och analyser

Prislistor och inställningar

Skogforsk tillhandahöll en apt-fil före studien. Apt-filen innehöll prismatriser för gran enligt följande: normaltimmer (kvalitet 1–4) med fyra prioriterade längder, en förbjuden längd, kubb, barr- och granmassaved (se exempel i bilaga 5). Massavedsortiment byggdes upp som en matris med längder mellan 270–540 cm. Dessutom ingick sortimentet brännved.

För tall användes en rotstocksmatris i ett givet diameterintervall (kvalitet 1), friskkvistsortiment för automatisk genererad friskkvist (kvalitet 2), normalkvalitet (kvalitet 4) och sekunda (kvalitet 5). Dessutom togs för tall ut kubb och barrmassaved med fasta längder. Friskkvist märktes automatiskt med röd färg och kvalitet 3 med blå färg. Vid friskkvistaptering sattes konstant a till 720 (Sondell m.fl. 2004).

För bästa värdeutfall ställde maskintillverkarna själva in beräkningsgrundande längd (den skulle dock minst vara 11,0 m), inmätt längd före prognos, max–min tillåten avvikelse och kapfönster. De maskinsystem som implementerat Skogforsks nya barkfunktioner använde dessa för bägge trädslagen. Alla inställningar dokumenterades (Tabell 2).

Datinsamling

30 medelstora granar och 10 tallar valdes ut, samma som för uppföljning av mätnoggrannhet och skador. I samband med avverkning angavs kvalitetsgränser på granstammarna då kvistknivarna passerade kvalitetsgränsen enligt följande:

Gran

För träd 1–12 apterades en kvalitet, träd 13–27 apterades med två kvaliteter. Träd 28–30 apterades med en manuell korrigerig. För två stammar apterades en massavedsbit närmast rot. För en stam apterades en massavedsbit efter manuell kortning jämfört med maskinens val av optimal längd. Dessa olika varianter valdes för att testa hur apteringsdatorerna behandlade denna information.

Tall

För de 10 tallarna som avverkades användes automatisk stocktyps- och friskkvistaptering. För tall apterades följande kvalitetsfördelning: fem tallar apterades med klass 2 och 4, två träd med kvalitet 1 och 2, två träd med kvalitet 2 och 3 och ett träd med kvalitet 2 och 5. För maskiner med automatisk friskkvistfunktion implementerad, ändrades endast startkvaliteten. För övriga maskiner byttes även kvaliteten till klass 2 manuellt.

Fördelningsaptering

I en andra delstudie testades fördelningsaptering. Maskinerna avverkade ca 800 granstockar som fördelningsapterades. För fördelningsaptering användes en längdneutral prislista med en max värdeavvikelse på 4 %. Fördelningsönskemålet framgår av bilaga 5. Alla maskiner använde näroptimalmetoden. I samband med fördelningsapteringstesten fick maskinerna också slumpa ut stammar enligt principen för kvalitetssäkring av skördarnas längd- och diametermätning. Vid fördelningsaptering användes endast kvalitet 3 på gran. Fördelningen gjordes på stycketal per diameterklass.

Analys

Uppföljningen gjordes på två nivåer: en teoretisk då skördarnas dimensionsmått användes som sanna och en när manuellt kontrollerade diameter- och längdmått användes. Skogforsks simuleringsprogram Aptupp användes i studien.

I studien jämfördes värdeaptering i skördaren med värdeaptering i Skogforsk program Aptupp. Analysen gjordes, dels genom de insamlade stamprofilerna, dels med manuellt insamlade diametermått längs stammen. Vid analys med de manuellt insamlade diametervärdena användes de kvalitets- och tvångskaps-

gränser, som noterats av skördaren i stamfilerna.

Vid analys av aptering med manuella mått mättes varje träd tills stammen nådde ca 50 mm ub eller var toppbruten. Vid analys på stamfiler rensades alla diametervärden efter sista kap bort. Före analys togs de stammar som hade toppbrott i timmerdelen bort. Detta gjordes eftersom apteringsdatorerna inte har informationen om toppbrott.

Följande data togs fram efter analys och bearbetning av aptering:

- Apteringsgrad stamprofiler (värde- och fördelningsaptering)
- Apteringsgrad manuell uppföljning
- Kontroll av manuell kvalitets- och tvångskapsregistrering, liksom automatisk registrering av friskkvistgränser i stm-filer (test av apteringsdator)
- Fördelningsgrad och fördelningsgradens utveckling över tiden (fördelningsaptering)
- Längdutfall vid värdeaptering.

Apteringsgrad: Beräknades som värdet av apterade stockar enligt en prislista dividerat med värdet av den teoretiskt bästa.

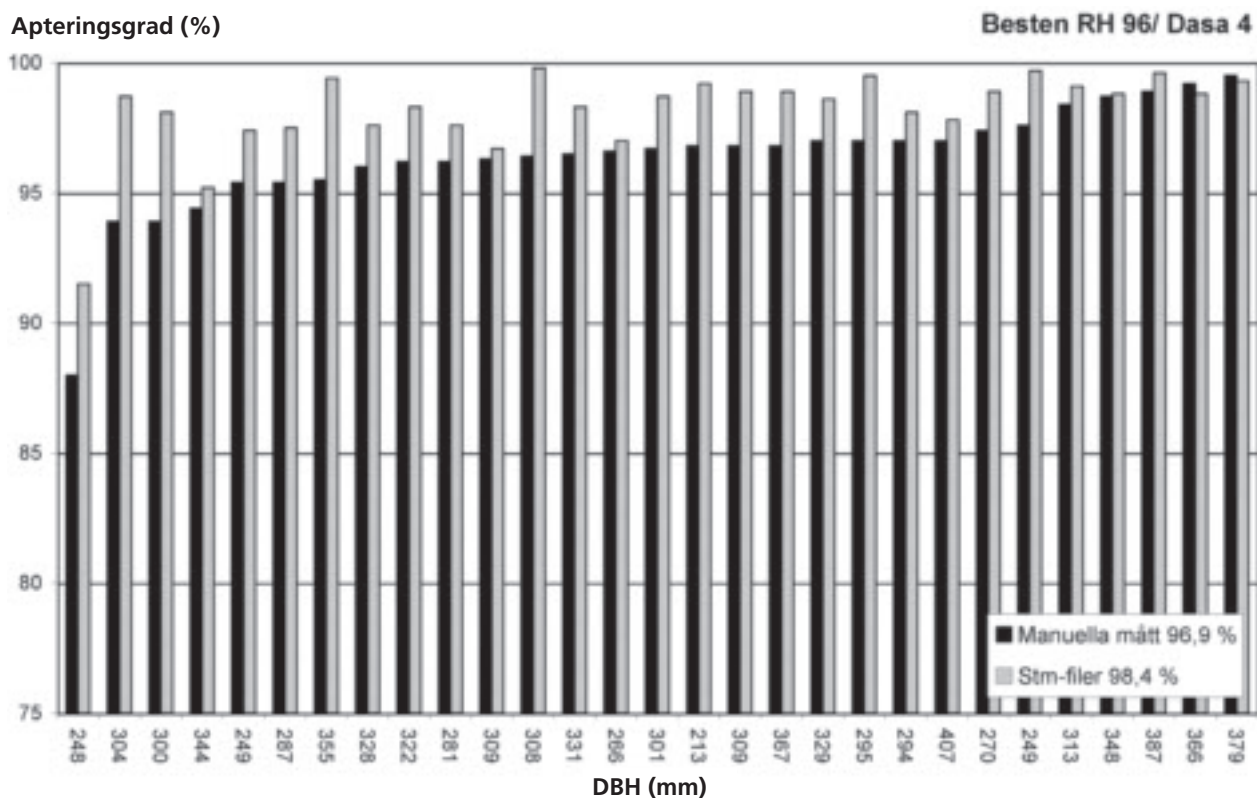
Fördelningsgrad: Beräknades som andel stockar som apterats i önskad längd och diameterkombination i relation till önskad andel inom respektive längd och diameterkombination.

Resultat

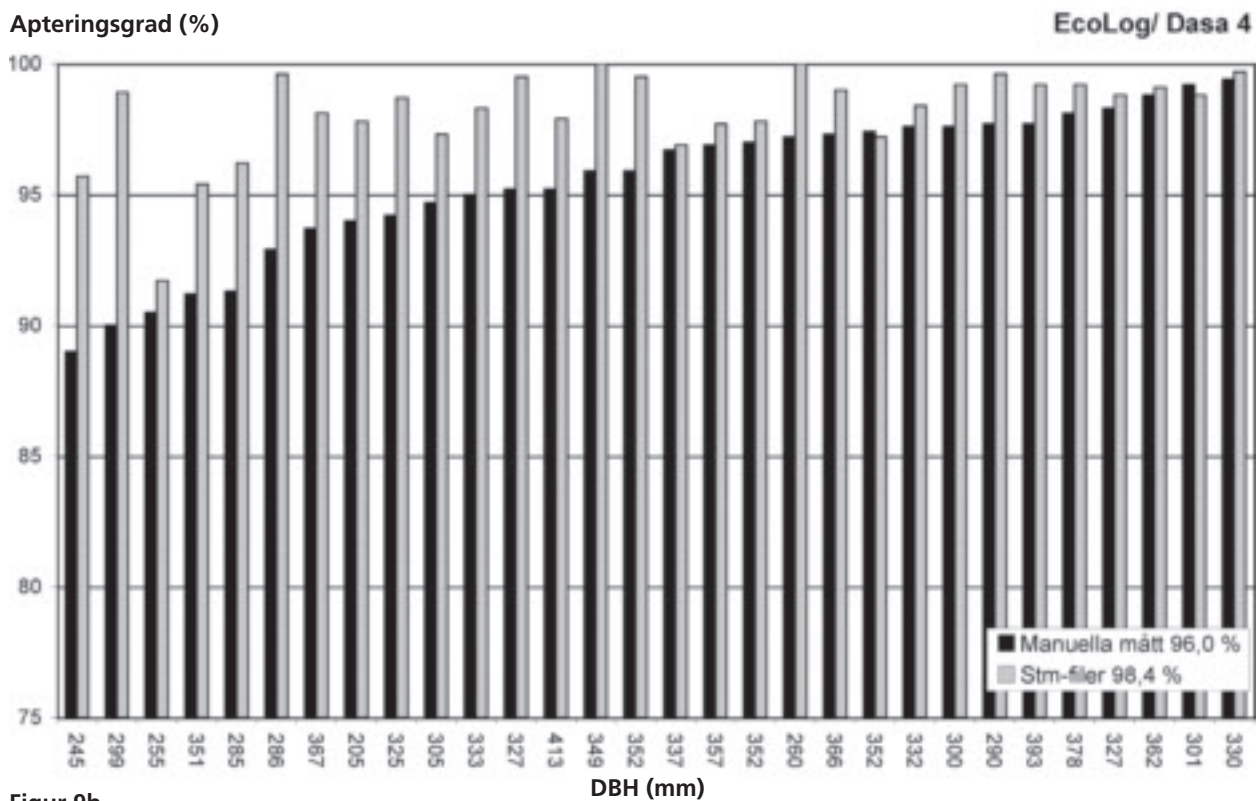
Värdeaptering

I figur 9a–f redovisas apteringsgraden per träd och maskin. Apteringsgraden redovisas både för faktiskt utfall med manuellt kontrollerad längd och diametermått samt apteringsgrad baserat på maskinernas insamlade längd och diameterdata. För Motomit (Figur 9e) redovisas även manuella mått, där längden korrigerats med 3 cm p.g.a. att systemet var felkalibrerat.

Resultatet i figurerna 9a–f visar hur den faktiska apteringsgraden för träd beräknade på stm-filer (maskinernas mätdata) låg mellan 95–100 % för enskilda träd och i medeltal på 97–99 %. De värden som låg



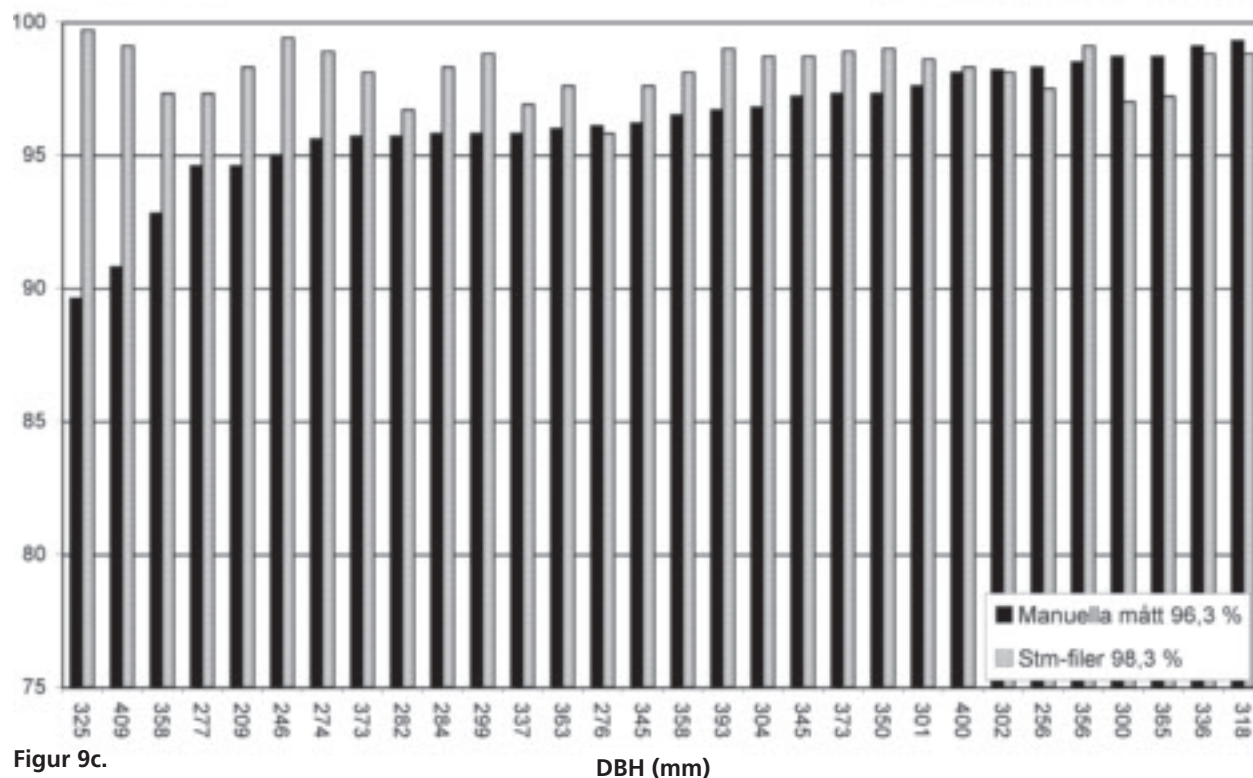
Figur 9a-g. Apteringsgrad för granstammar ordnade i stigande ordning efter ordinarie apteringsuppföljning av värdet baserat på manuella mått respektive på maskinens mätvärden (stamprofiler från stm-filer).



Figur 9b.

Apteringsgrad (%)

John Deere, Timbermatic 300

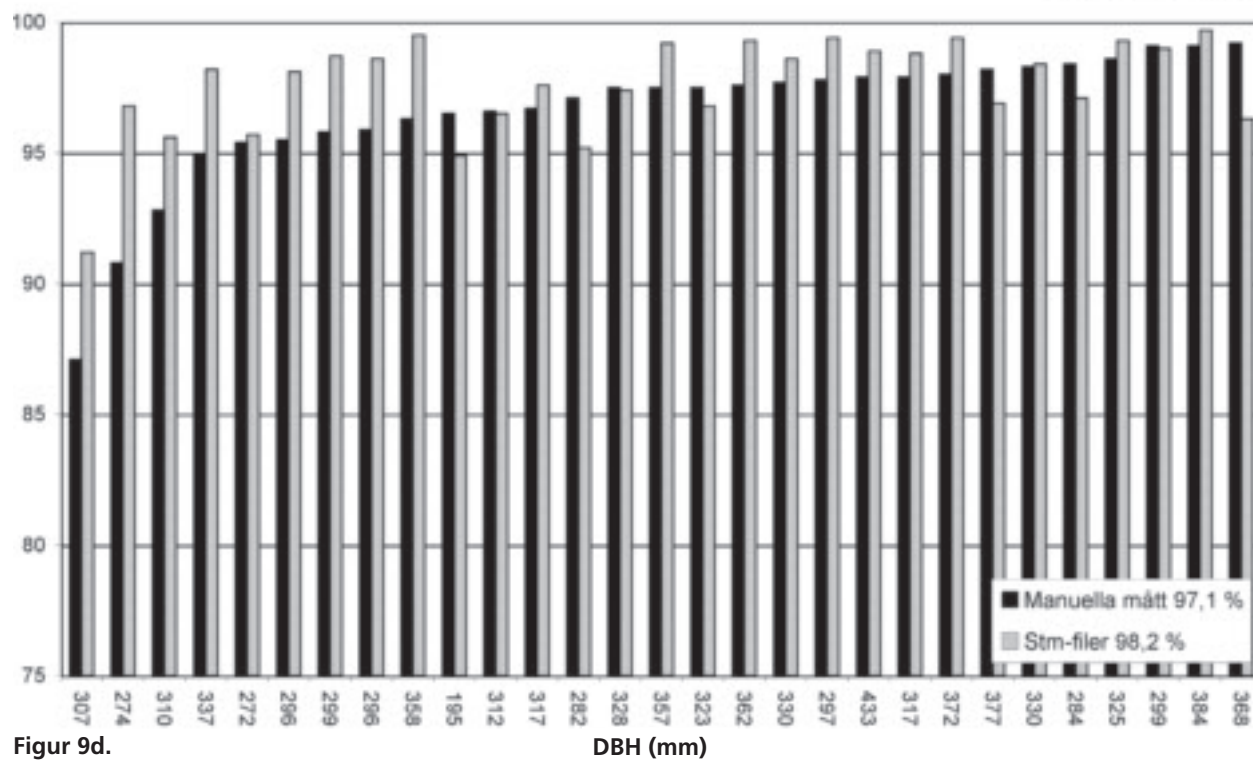


Figur 9c.

DBH (mm)

Apteringsgrad (%)

Ponsse, Opti 4G

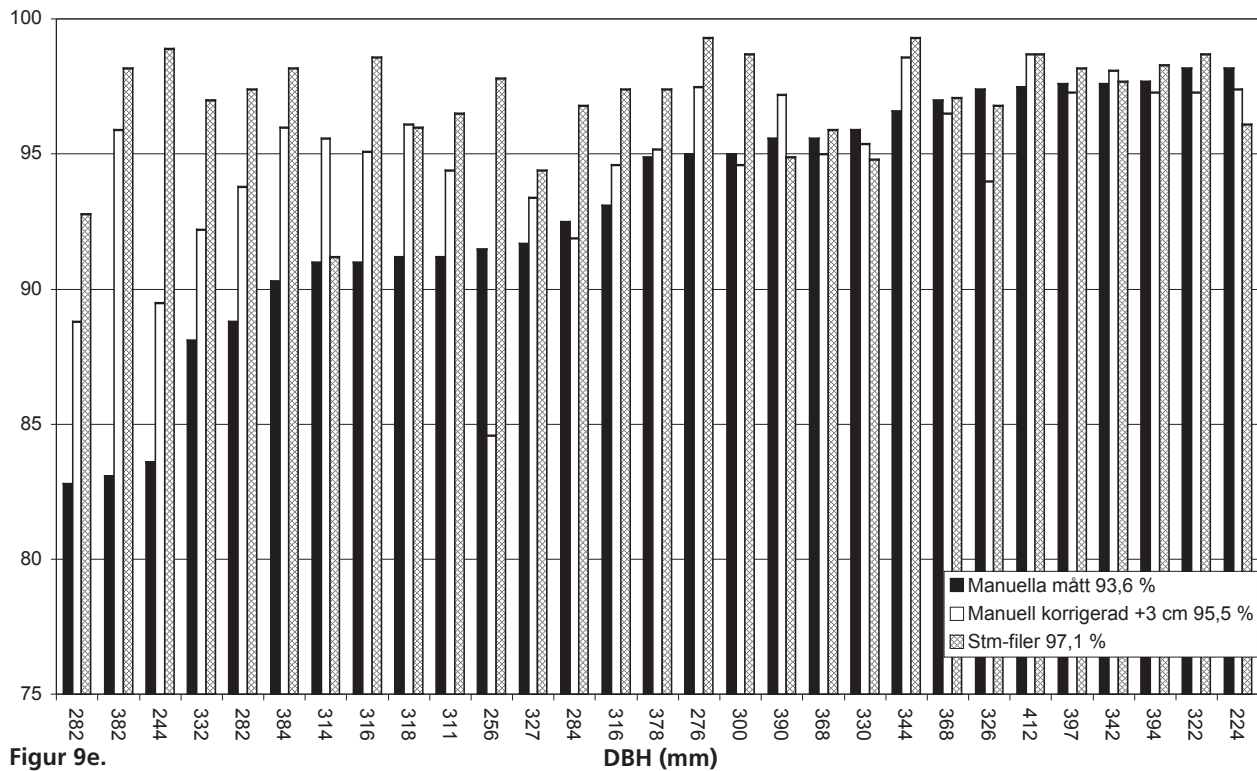


Figur 9d.

DBH (mm)

Apteringsgrad (%)

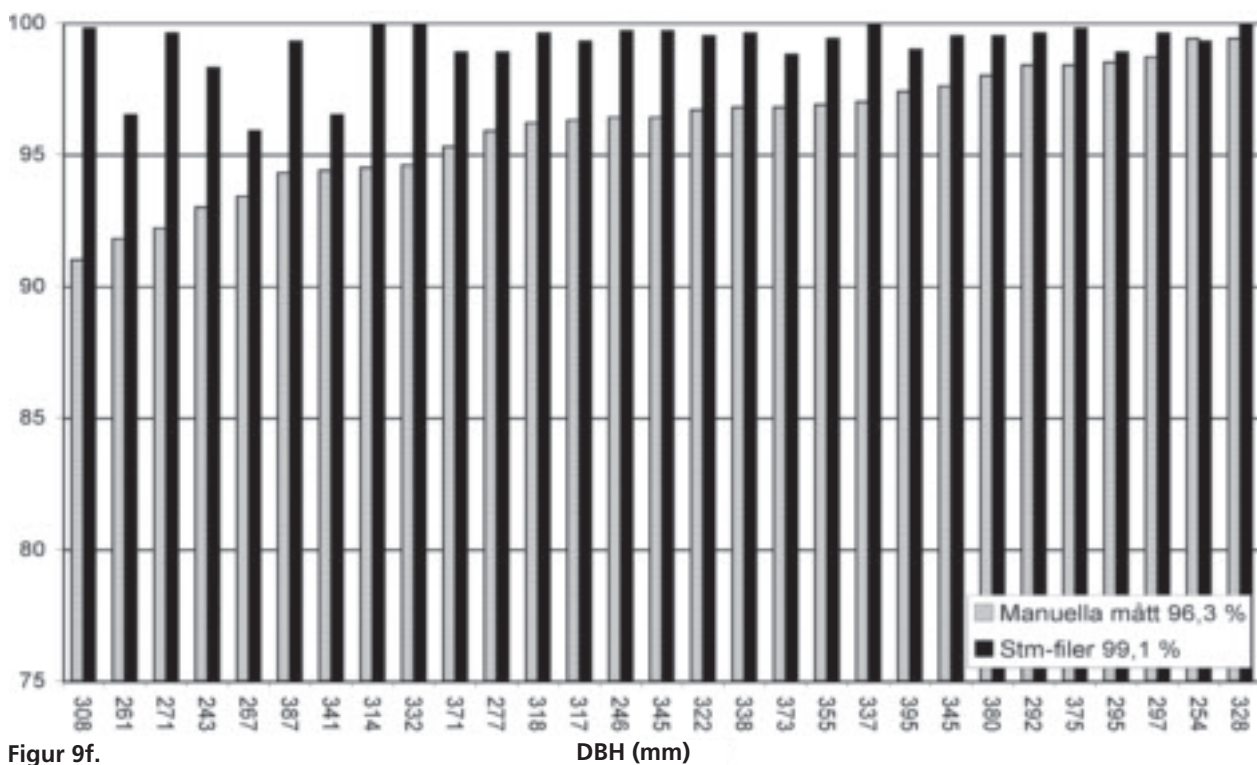
Profi 50/ Motomit PC



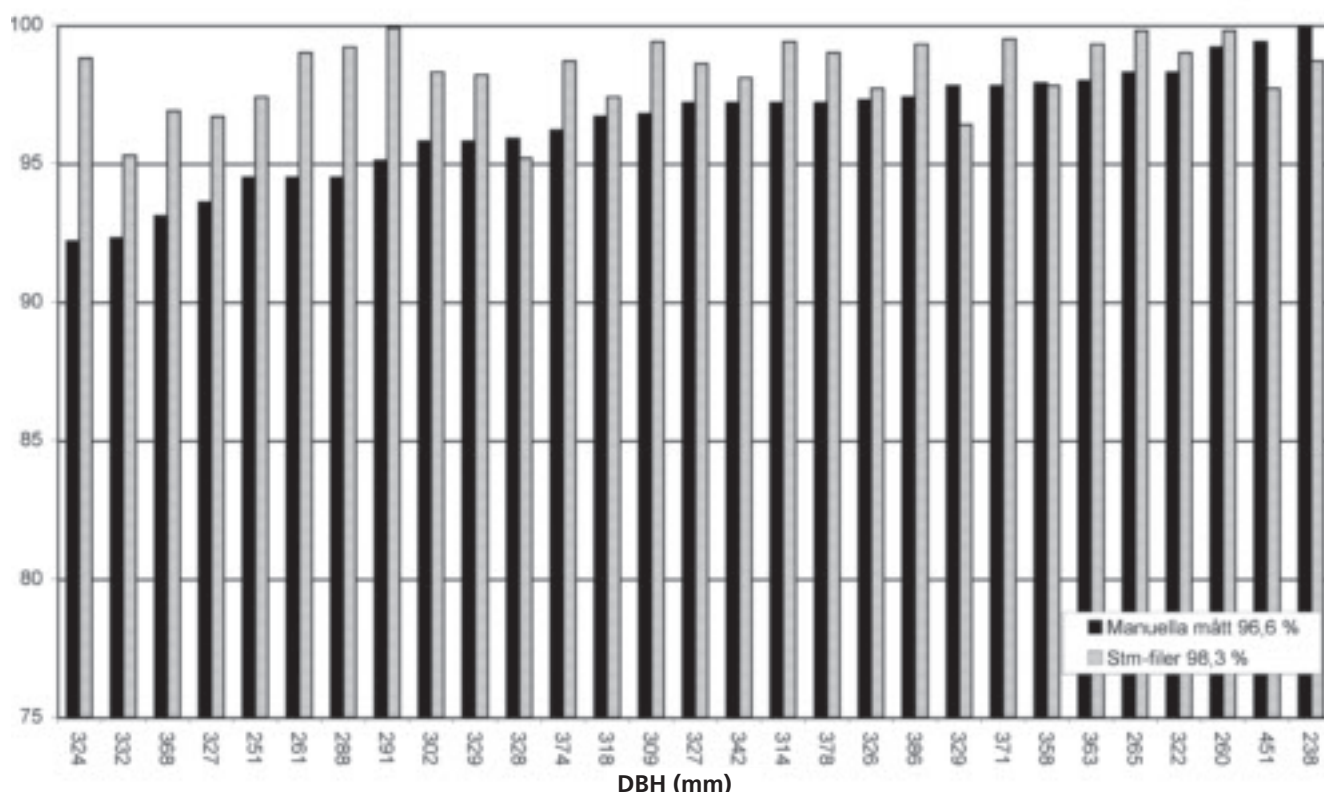
Figur 9e.

Apteringsgrad (%)

Valmet maxi 3.8.1



Figur 9f.



Figur 9g. Apteringsgrad för granstammar ordnade i stigande ordning efter ordinarie apteringsuppföljning av värdet baserat på manuella mått respektive på maskinens mätvärden (stamprofiler från stm-filer).

under 95 % för stm-filerna förklaras framförallt av lågt uttag av timmer i toppen av träden eller att stamprofilen hade stamhack. Dessutom hade några enstaka mindre bra längdval gjorts.

Valmet, John Deere och Rottne med Dasa 4 hade inga stammar under 95 %. Besten och Eco Log med Dasa 4 hade 1 stam var, där ett dåligt längdval gjorts. Ponsse hade 2 träd, ett träd med ett olämpligt längdval och ett med olämpligt uttag mot toppen.

Flest stammar under 95 % hade Profi 50 med Motomit PC. Det fanns flera orsaker till detta. Lågt uttag av timmer mot toppen kan bero på att operatörerna endast körde ett fåtal stammar före avverkning. Detta resulterade i en sämre prognos än för övriga maskiner. Flera stammar har också stora diameterfall, vilket

gav sämre apteringsgrad. Detta kunde förklaras med att maskinen var utrustad med ett för litet och olämpligt aggregat för slutavverkningsskog. För ett träd gjordes även ett dåligt längdval på rotstocken.

Vid utvärdering på faktiska mått sjunker apteringsgraden ca 2 %. Detta förklaras med att diameter och längdmätningen gör att ett antal stockar hamnar i andra längd och diameterklasser än vad datorn avsåg. Sämst resultat hade Profi 50/Motomit PC med en sänkning på 3,5 %, beroende på en felkalibrering av längdmätningen på ca 3 cm.

Beräkningsmässigt fungerar datorerna väl. Endast några stockar bedömdes ha gått att aptera bättre. Däremot påverkades resultatet mer av varierande prognoser och dimensionsmätning.

Automatisk aptering

Automatisk stocktypsaptering fungerade på alla maskiner i testen. Den genomfördes så att aptering av rotstock förbjöds i vissa sortiment och att endast rotstock var tillåten i andra sortiment.

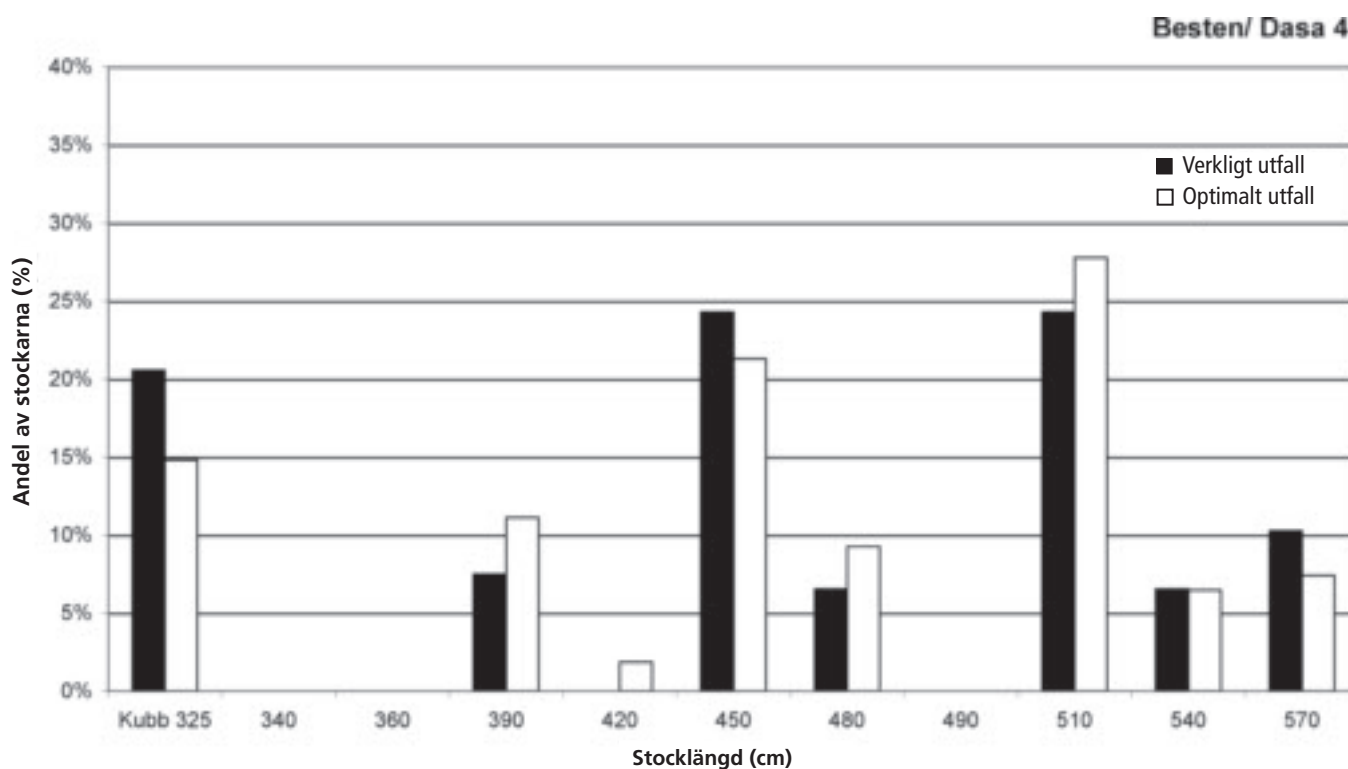
Vidare testades automatisk friskkvistapatering i de maskiner som installerat detta. Maskinerna som använde friskkvistapatering var John Deere, Ponsse och maskinerna med Dasa 4 datorer. Funktionen innebär att maskinen beräknar en maximal friskkvistcylinderdiameter. Alla stockar som har en toppdiameter som är klenare än beräknad maximal friskkvistcylinder klassas som friskkvistkvalitet, medan stockar med grövre toppdiameter får den i programmet angivna

startkvaliteten. Vid manuell registrering av kvalitet överordnas den manuella kvaliteten den automatiska kvaliteten.

Beräkningslogiken fungerade korrekt i alla tre datorerna. Dasa räknade dock friskkvistcylindern under istället för på bark. Ponsse hade en bugg i inställningen av friskkvistkvoten. Registreringen av den automatiskt genererade kvalitetsgränsen ser lite olika ut i de olika fabrikatens stm-filer.

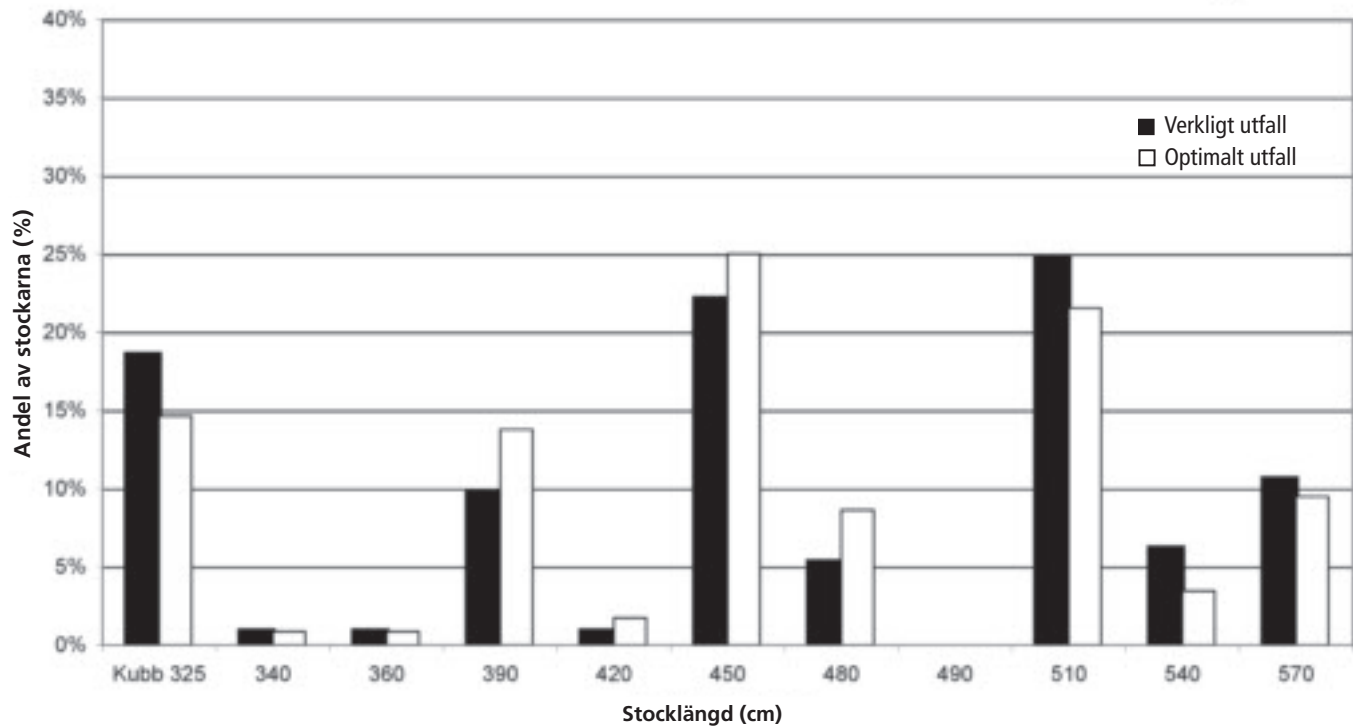
Längdutfall

I figurerna 10a–g redovisas längdutfallet vid värdeapatering för normaltimmer och kubb. Där framgår även optimalt längdutfall enligt Aptupp.



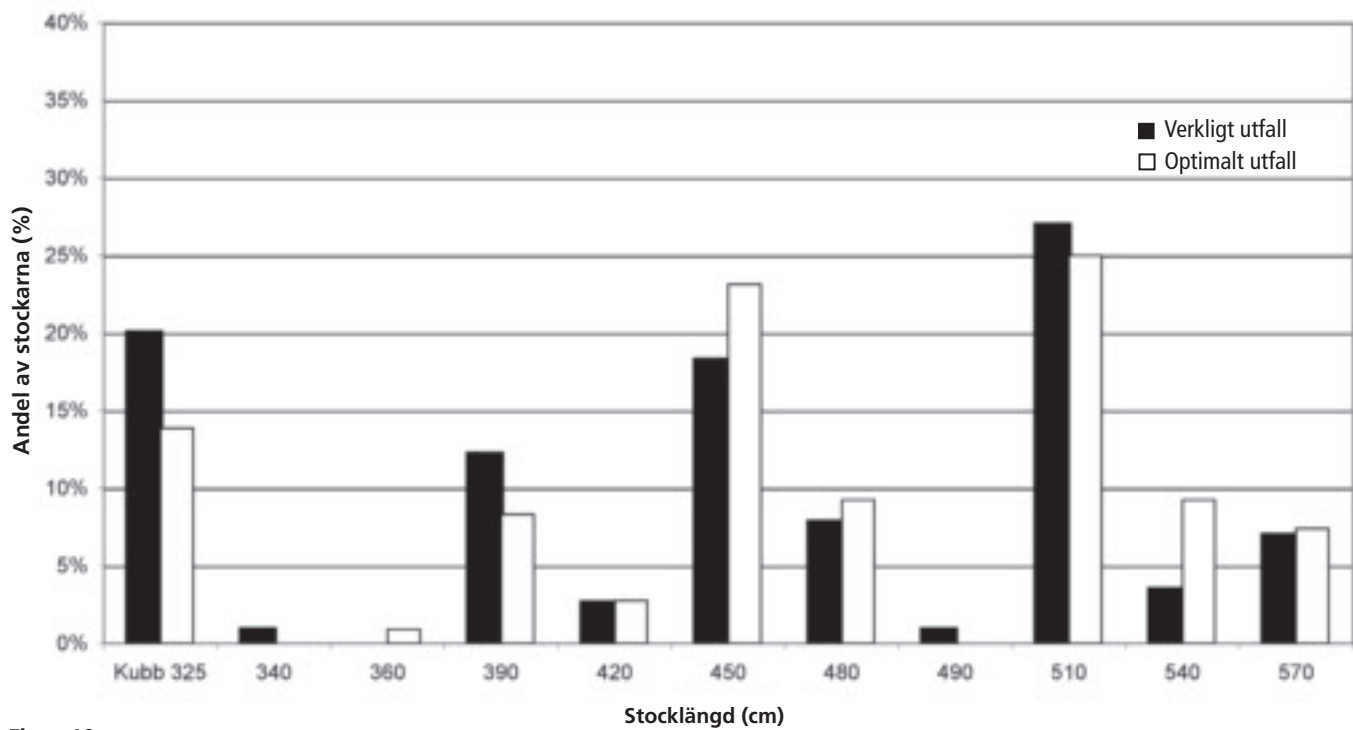
Figur 10a-g. Längdfördelning vid värdeapatering av granstammar. Svart stapel är maskinens utfall och vit stapel Aptupps simulerade utfall.

Eco Log/ Dasa 4



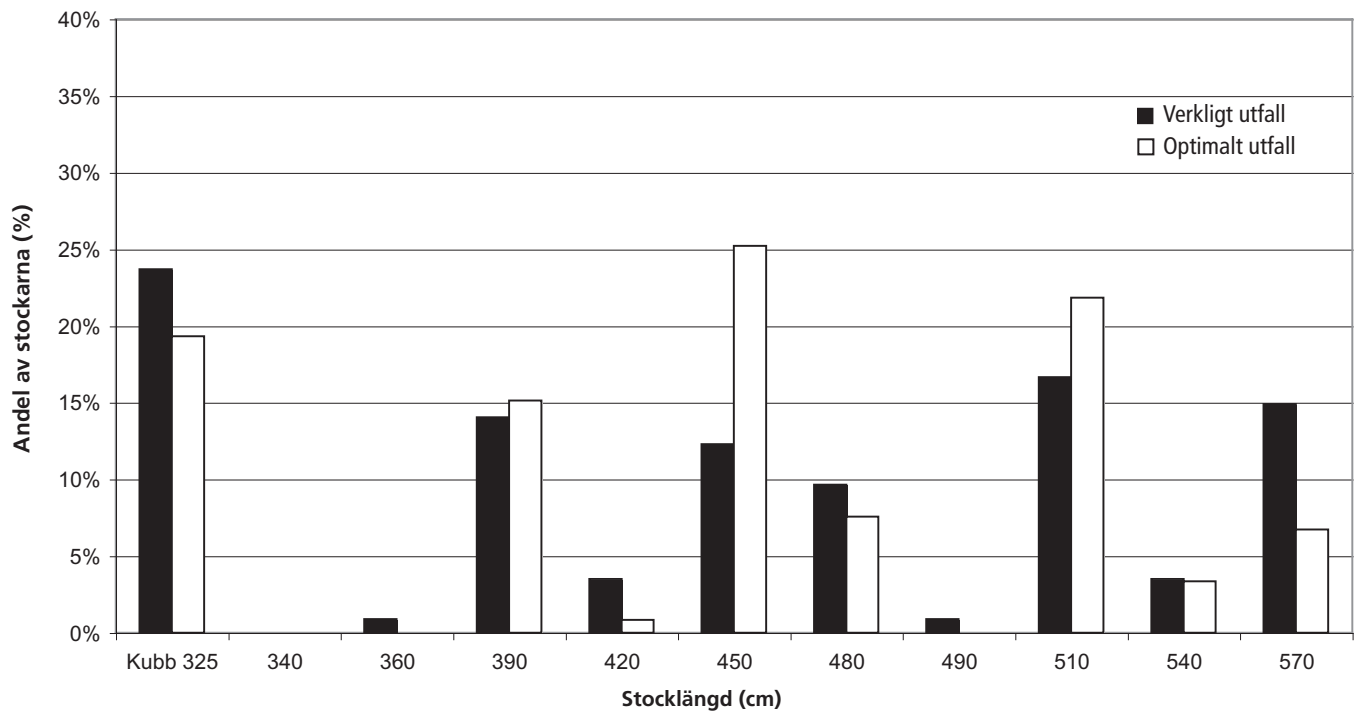
Figur 10 b.

Rottne/ Dasa 4



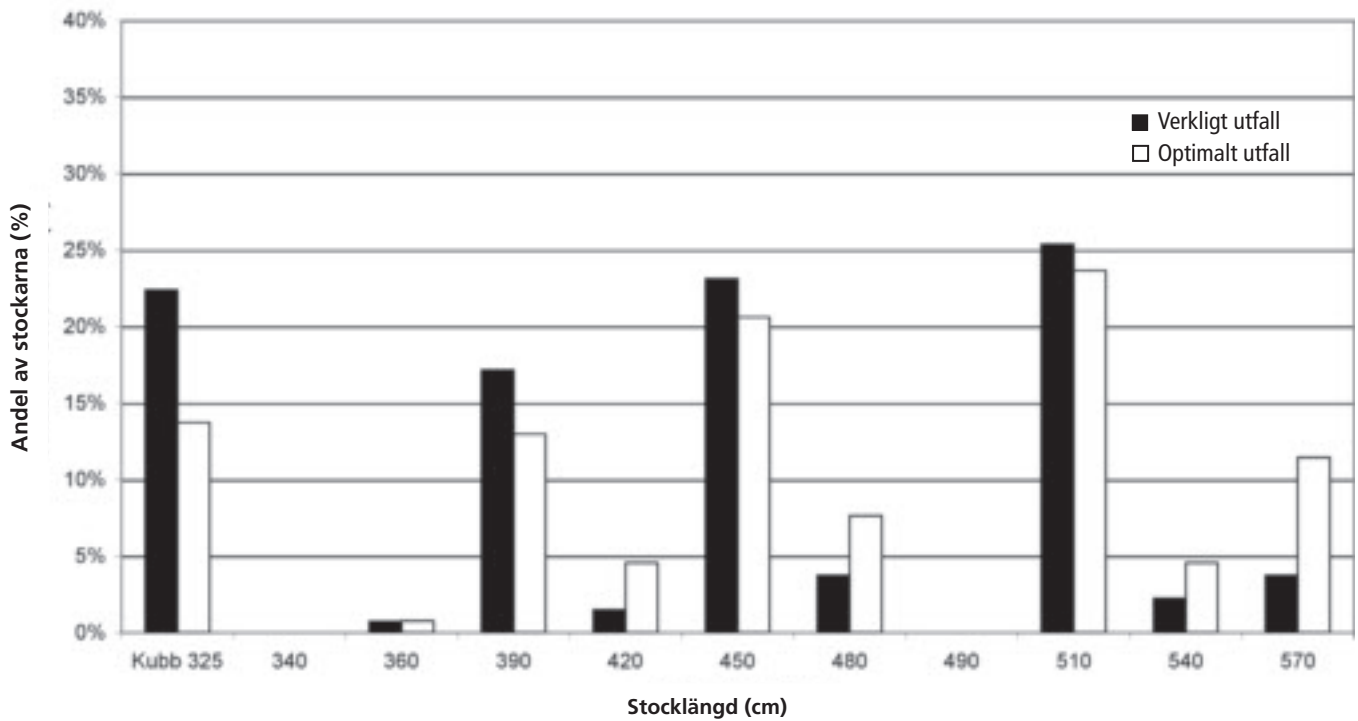
Figur 10 c.

John Deere

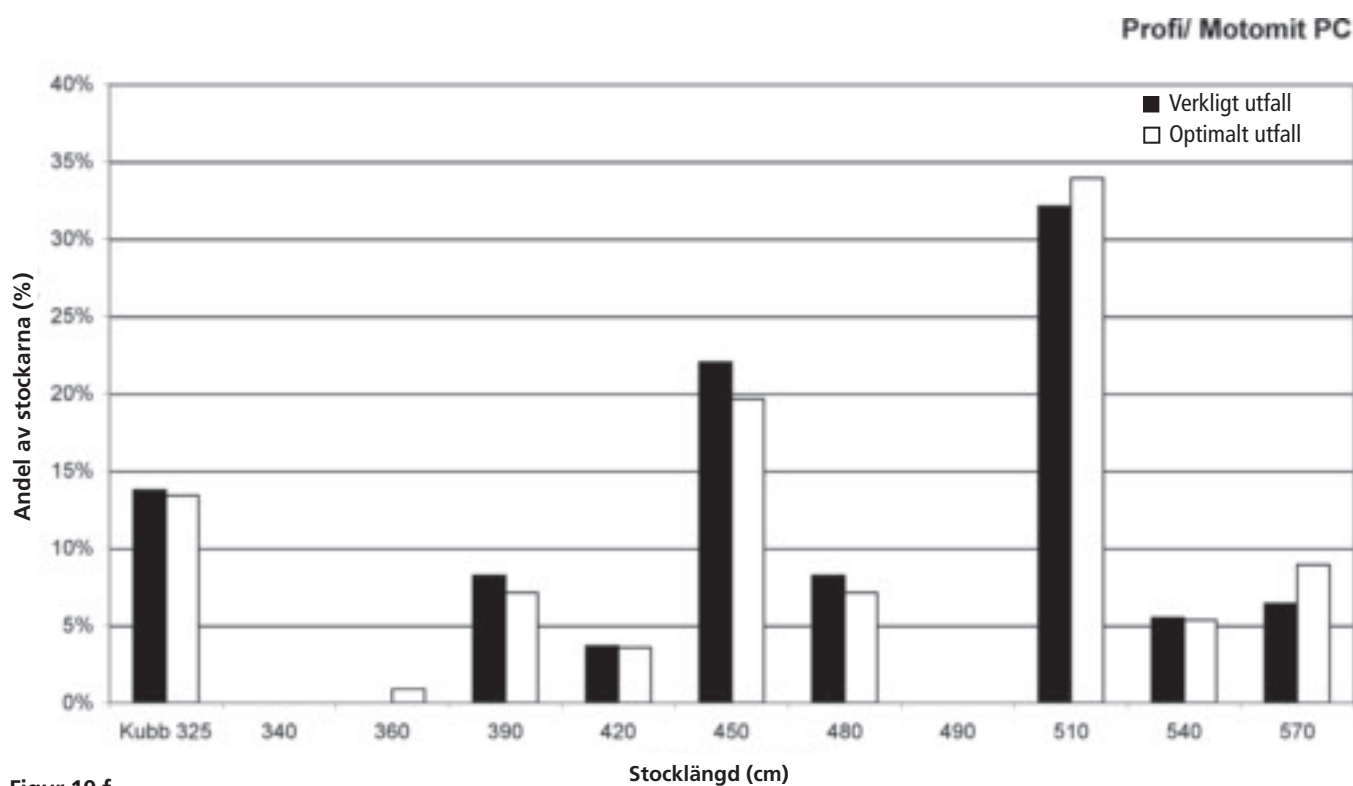


Figur 10 d.

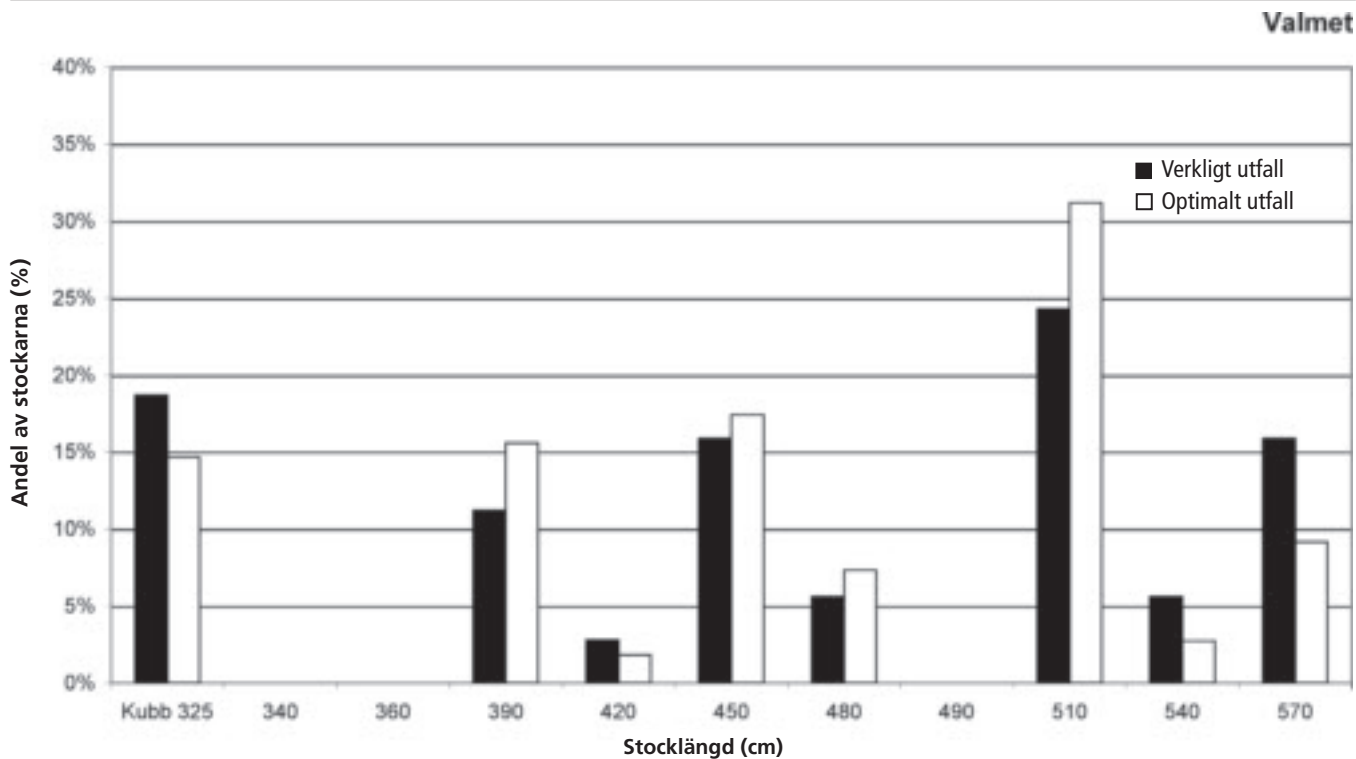
Ponsse



Figur 10 e.



Figur 10 f.



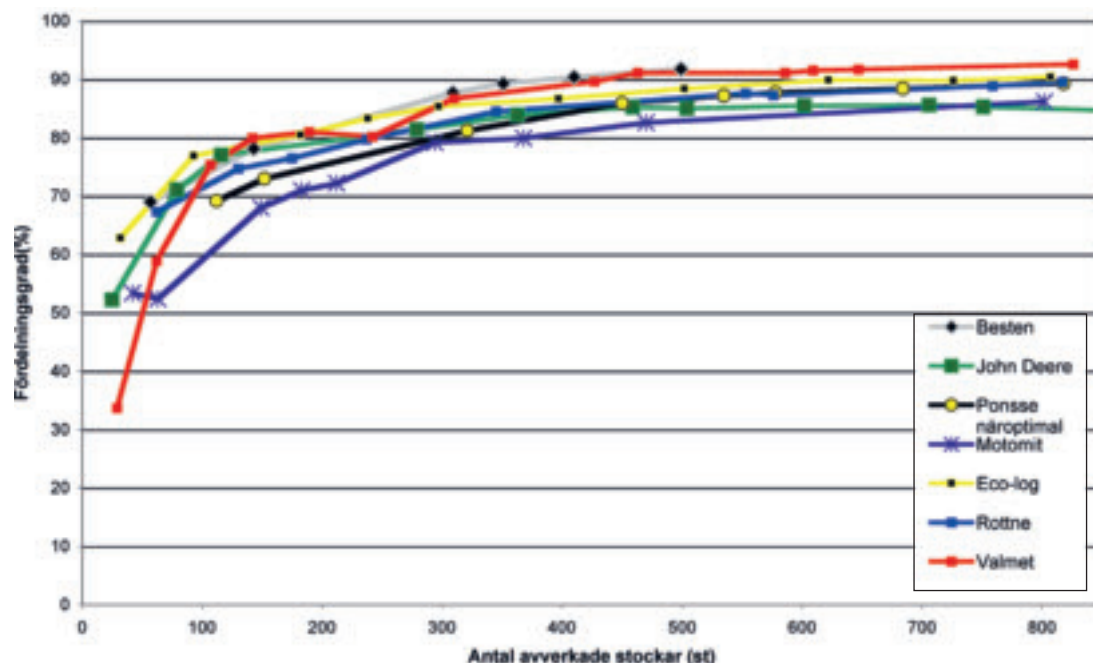
Figur 10 g. Längdfördelning vid värdeaptering av granstammar. Svart stapel är maskinens utfall och vit stapel Aptupps simulerade utfall.

Fördelningsaptering

I figur 11 visas hur fördelningsgraden (definition sid. 26) utvecklades i förhållande till avverkade stockar. Fördelningsgraden hamnade mellan 85–92 % efter ca 800 avverkade stockar. Motomit PC hamnade något lågt, 86 %, vilket framförallt berodde på lite högre andel korta, klena stockar än övriga system. John Deere hade en fördelningsgrad på 85 %. Detta kan dock förklaras med lite klenare träd än för övriga system. Apteringsgraden hamnade i snitt 1 % under apteringsgraden vid värdeapatering. Det kan jämföras

med tillåtna 4 % för timret, dvs. endast drygt 25 % av tillåten maximal avvikelse. Simuleringen gav i snitt samma fördelningsgrad som maskinerna, ca 89 %, (Tabell 5).

Av tabellen framgår att alla system nu har infört när-optimalmetoden som Skogforsk rekommenderar. Alla system följer också Skogforsks specifikation (Sondell m.fl. 2004) vid beräkning av max tillåten avvikelse och val av stock för aptering med hänsyn till brist kontra överskott.



Figur 11. Fördelningsgradens utveckling med hänsyn till antalet avverkade stockar av gran kvalitet 1-3.

Tabell 5. Resultat från test av fördelningsapatering gran. Bitvägd fördelningsgrad för klass 1-3, redovisning av fördelningsgrad för maskinens aptering och simulering av fördelningsapatering i Aptan. Apteringsgrad för de avverkade träden baserad på maskinernas aptering.

System	Avverkade stockar (st)	Bitvägd fördelningsgrad		Apteringsgrad maskin (%)
		maskin (%)	Simulering Aptan (%)	
Dasa 4/ Besten	499*	91,8	89,0	97,1
Dasa 4/ Eco Log	807	90,4	89,0	97,3
Dasa 4/ Rottne	817	89,5	90,0	97,5
Motomit PC/ Profi	802	86,2	92,0	96,8
Ponsse Opti	818	89,3	91,0	97,1
Timbermatic 300	872	84,6	86,0	96,6
Valmet Maxi	826	92,6	90,0	97,7
Medel		89,2	89,6	97,2

* Bestens test avbröts efter 499 stockar.

Diskussion

Apteringen fungerar generellt sett bra på alla system. Motomit PC har gett lägre apteringsgrad, vilket nog framförallt torde bero på sämre prognoser. Orsaken till sämre prognoser, t.ex. att man kört för få träd eller att prognosmodellen i sig är sämre, går inte att fastställa. Valmet Maxi har räknat mycket bra och även tagit ut längder i toppändan bra. Vid analys av apteringsgraden på faktiska mått sjunker Valmet Maxi dock tillbaka mer än övriga system. Det kan troligtvis förklaras av att systemet har dålig toppdiametermätning, vilket kan ge byte av prisklass.

De viktigaste åtgärderna för att öka apteringsgraden är bättre kalibrering, bättre längd- och diametermätning och bättre prognoser för att bättre utnyttja träden mot toppen.

I testen användes angivna kvalitets- och tvångsgränser som absolut korrekta. I praktiken varie-

rar dock förarnas bedömning i förhållande till VMF:s regler och bedömningar. Därför är apteringsgraden i praktiken någon procent lägre.

Stocktypsaptering och friskkvistaptering kommer troligtvis att användas mer i samband med att det nya klassningssystemet VMR 07 införs 2008. Stocktypsaptering fungerade bra på alla system. Logiken fungerade för samtliga system. Alla hade dock någon bugg vad gäller inställning eller redovisning, vilket nu ska vara åtgärdat. Friskkvistaptering fungerade på tre av systemen.

Samtliga system hade fördelningsaptering enligt näroptimalmetoden, som svenskt skogsbruk länge har efterfrågat, och följde även Skogforsks kravspecifikation. John Deere hade gjort några dåliga längdval på rotstockarna, i övrigt berodde den lägre apteringsgraden på klenare skog. Motomit hade lägre apteringsgrad i den klenaste diameterklassen, vilket gav lägre total apteringsgrad.

Delstudie 3: Skördardatorernas övriga funktioner

Syfte

Syftet med delstudien var att översiktligt beskriva och jämföra olika apteringsdatorer med avseende på flertalet för användarna centrala funktioner.

Material och metoder

Följande beskrivning är baserad på ett frågeformulär till maskintillverkarna, följt av diskussioner under och efter testets genomförande. Flertalet funktioner har även studerats i drift under testet. Dessutom studerades samtliga relevanta StanForD-filer, som genererades under testet.

Resultat

Kvalitetssäkring

Samtliga maskiner kan idag slumpa ut stammar för manuell kontrollmätning med hjälp av dataklave (Tabell 6). Idag används två metoder för slumpning. Den ena metoden innebär att ett träd inom ett visst diameterintervall tas ut medan den andra innebär slumpning av enskilda träd. Detta innebär att det i det första fallet aldrig kan falla ut flera stammar i rad, vilket dock kan inträffa i det andra fallet.

John Deere kan idag ställa in olika frekvenser för slumpning av olika trädslag, medan Dasa, Ponsse och Valmet har samma inställning för samtliga aktiverade trädslag. Motomit kan inte ta hänsyn till trädslag

vid slumpning av kontrollstammar.

I samtliga skördare kan man ställa in minsta tillåtna brösthöjdsdiametern för slumpning.

I samtliga skördare går att ställa när signal ges till förare att aktuell stam skall kontrollmätas. Signalen måste bekräftas av föraren. För Motomit och Valmet måste kontrollstammarna mätas direkt och skickas tillbaka in i systemet innan nästa träd fälls. Annars kommer systemet att tolka stammarna som avvisade. Användning av dessa funktioner bör bestämmas av brukare och VMR.

I ktr-filerna saknades några relevanta variabler som beskriver använd barkfunktion. Information finns dock i de stm-filer som skickades till Haglöfsklaven, vilket innebär att detta problem kan härledas dit.

Kalibrering

Två huvudmodeller för diameterkalibrering förekommer:

1. Regressionskalibrering; används av Valmet och John Deere,
2. Intervallkalibrering; används av Dasa, Ponsse och Motomit.

Längdkalibrering sker som enpunktskalibrering för alla system. Alla system kan kalibreras per trädslag och längden på rotstockar kan kalibreras separat.

Tabell 6. Inställningsmöjligheter för aktivering av kvalitetssäkringsfunktioner i olika skördardatorer.

	Dasa	John Deere	Motomit	Ponsse	Valmet
Slumpning - utifrån antal	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
- utifrån tid	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja
- utifrån volym	Nej	Nej	Ja	Nej	Ja
Slumpning av första stam på objekt inom 50-150 stammar	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Slumpningsintervall per trädslag	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej
Inställning av min DBH	Ja	Ja	Ja	Ja > 100mm	Ja
Signal vid slumpstam	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Slumpstam måste mätas direkt	Nej	Nej	Ja	Nej	Ja
Orsak till avvisning registreras	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja
Loggning av avvisade stammar i ktr-fil	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja

Dataöverföring vid kalibrering

Alla system kan skicka stm- eller sti-filer till en data-klave (Bilaga 7). Samtliga system kan också ta emot en ktr-fil för att beräkna ett kalibreringsförslag för en maskin. I alla system kan sändning av stm-filer ske vid upprepade tillfällen dag efter dag och data kan successivt samlas in i klaven eller apteringsdatorn. Alla system med undantag för Valmets klarade av att återsända kalibreringsdata från klaven och lagra i skördarens dator. Valmets system kräver f.n. att alla data som ska användas för kalibrering lagras i klaven och att de sänds över vid ett tillfälle.

Alla maskiner har metoder för att beräkna kalibreringsförslag i datorn. Vid slumpning av stam eller manuellt val av stam för kalibrering frågar systemen om data ska skickas till klaven vilket förenklat hanteringen avsevärt. Detta gäller alla system utom Motomit. Ytterligare en förbättring är att Motomit automatiskt frågar om data ska föras över till maskindatorn när ett träd har kontrollmätts och klaven sätts i hållaren på maskinen.

Loggning av kalibrering

Alla system kan logga information om senaste kalibrering i ktr-filen (Bilaga 7). Dessa variabler registreras även i prd-filen på samtliga maskiner utom Valmet. Informationen loggas även i pri-filen av Ponsse, Dasa och John Deere. I nuläget varierar loggarnas detaljeringsgrad mellan olika fabrikat. StanForD uppdaterade under hösten 2006 samtliga variabler för

loggning av kalibrering. Beslutet om denna uppdatering togs i sin helhet efter genomförandet av virkesvärdestestet. Vi kan därför förvänta oss en likriktning av kalibreringsloggen.

Jämfört med 2001 har alla system förbättrat sändning av data till och från klaven. Idag har alla också möjlighet att sätta klaven i en hållare monterad i skördaren och på så sätt ladda dess batteri (Bilaga 7).

John Deere planerar att under 2008 introducera en ny version av sin Timbermatic dator. Den ska bl.a. innehålla mer avancerad filtrering, möjligheter att manuellt ta bort värden och att välja kurva eller linje vid kalibrering.

Apteringslogik och -inställningar

I bilaga 6 är funktioner för apteringslogik och inställningsmöjligheter i apt-filen sammanställda. Alla maskiner använder adaptiv stamprognos, vilket innebär att man sparar data från avvertrade träd för att skapa prognoser för stamform. Vad gäller uppbyggnad av prismatriser, är möjligheterna stora. Antalet trädslag är 8 för de flesta förutom Dasa som har 6 trädslag och Valmet som har 4. Antal prismatriser per trädslag är minst 10 och antal kvaliteter minst 8.

Backup

Alla system har någon form av backup system. Dasa har inbyggt USB-minne, som automatiskt sparar produktionen vid start av datorn. John Deere sparar automatiskt produktion, maskininställningar och

Tabell 7. Kommunikationsvägar för de testade systemen.

	Dasa	John Deere	Ponsse	Valmet	Motomit
Diskett	Tillval/ USB	Ja	Tillval/ USB	Tillval	Tillval/ USB
CD	Tillval/ USB	Ja	Tillval	Ja	Ja
Lediga Com portar	3	1	1 (exklusive gps, klave, telefon)	1 (exklusive telefon, gps)	1 (exklusive gps, klave, telefon)
Lediga USB portar	4	4	4	4	2
E-post	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Skrivare	Ja/ beror av fabrikat	Ja	Ja	Ja	Ja/ beror av fabrikat
Inbyggd splitter till GPS	Nej	Nej (2007)	Ja	Nej	Ja
Koppling GPS-data/ produktion	Nej	Ja	Ja	Nej	Ja

gamla objekt med hjälp av ett inbyggt USB-minne. Produktionen sparas efter varje avverkat träd. Ponsse sparar samtliga produktionsdata, dvs. alla prd-, pri-, stm-, apt- och ktr-filer, på en separat flash-disc. Data uppdateras efter varje avverkad stam. Mer data kan sparas via inställningar. Valmet sparar kontinuerligt prd- respektive pri-filer på olika datorer efter varje avverkad stam. Motomit lagrar kontinuerligt alla data på två olika datorer (pc och beräkningsdator). Data lagras efter varje avverkat träd. De tio sista objekten finns lagrade i Motomits beräkningsdator.

Ponsse och Motomit arkiverar dessutom produktionsdata från samtliga avverkningsobjekt på hårddisken. Detta bör införas i alla system för att undvika att produktionsdata eller objektdata raderas.

Dataskommunikation

Kommunikationen med maskinerna blir allt viktigare för att kunna överföra avverkningsdirektiv, kartmaterial och apt-filer. Det är även viktigt att produktionsrapporteringen med prd- och pri-filer fungerar bra. Traditionellt har kommunikationen skett med kort eller diskett. Under senare år har dock en rad utvecklingssteg tagits, se tabell 7.

Fortfarande finns det möjligheter för flera system att öka tillgängligheten genom att enkelt ansluta USB och CD till datorn. För insändning av produktion erbjuder de flesta tillverkare idag installation av SDC:s program. Detta har gett en klar förenkling av skördarförarnas arbete. Förfarandet med start av nytt objekt och avslut samt insändning av data till SDC bör dock förenklas ytterligare. Önskemålet är att insändningen ska kunna göras helt automatiskt med ett enkelt knapptryck kompletterat med en automatisk rutin vid t.ex. ett bestämt klockslag.

Nya StanForD-filer

Produktionsdata (pri-fil)

Under de senaste åren har samtliga tillverkare som ingick i testet infört möjligheten att spara produktionsdata i form av pri-filer.

Pri-filen gör det möjligt att summera stockar i de längd- och diameterklasser som man önskar och man är inte bunden till prd-filers klasser, vilka styrs av apt-filen. Vidare håller pri-filen ordning på till vilka träd de enskilda stockarna hör och stockarnas lägen

i trädet. I efterhand kan man med denna information som underlag analysera apteringsgrad, kvalitetsfördelning m.m. Pri-filen öppnar även möjligheten för att beräkna ett objekts kvalitetsutfall med hjälp av kvalitets- och egenskapsfunktioner. Filtypen klarar även av dataförsörjning till system för spårbarhet av enskilda stockar med individmärkning. Denna möjlighet skapas genom att trädens diameter i brösthöjd (DBH) och höjd lagras för att användas som ingångsvariabler i ovan nämnda funktioner. Pri-filen ger även bättre förutsättningar för stamprissättning, eftersom trädets volym, DBH och höjd särredovisas. Dessutom kan man i efterhand beräkna kvalitetsutfallet på stammarna.

I bilaga 8 framgår vilka data som inkluderades i pri-filerna. Uppgifterna är slumpmässigt hämtade från testet av fördelningsaptering.

Endast John Deere och Motomit har koordinater i pri-filen. Även övriga system klarar detta, men då krävs GPS och koppling till apteringsdator. Detta var inte standard på de övriga maskinerna som ingick i testet.

Registreringen av använda barkfunktioner är fullständig enbart för John Deere och Motomit i pri-filen. Samliga fabrikat kan dela upp produktionen i mindre delar, t.ex. dagsproduktion.

Driftuppföljning (drf-fil)

Drf-filen har på senare år uppdaterats inom ramen för StanForD. Målsättningen med driftuppföljning är att möjliggöra analyser av tekniska och organisatoriska faktorer påverkan på maskinernas effektivitet.

Driftuppföljningen skall t.ex. möjliggöra att man kan jämföra och följa upp:

- Olika maskinsystem
- Orsaker till reparationer, dvs. vilka maskindelar som kräver reparation eller byte samt tidsåtgång för reparationer
- Olika organisationer/företag
- Olika typer av avverkningsobjekt
- Variationen över tiden.

Samtliga maskiner i studien förutom Motomit kan generera drf-filer enligt den uppdaterade standarden. I studien sparades drf-filer i detta format i John Deere,

Ponsse och Rottne. Valmet, Eco Log och Besten hade dock inte den möjligheten.

Ponsse och John Deere avvek från specifikationen i registrering av upparbetning, terrängkörning, övrigt arbete samt transport mellan objekt. Dessa tider skall inkludera avbrott som uppgår till högst 15 mm (G_{15}), men de redovisar istället tiden exklusive avbrott (G_0).

John Deere har öppnat möjligheten att specificera avbrottstypen "Underhåll". Denna specifikation är ännu inte beslutad och kan alltså komma att ändras.

Avverkningsdirektiv (ghd-fil)

John Deere och Rottne hade GIS-applikationer med vilka man kunde läsa och presentera traktordirektiv enligt den nya standarden (ghd, shp och jpg komprimerade i en zip-fil). Även Valmet och Ponsse har vid tidigare tillfällen testat GIS-applikationer som gör det möjligt att läsa dessa ghd-filer med gott resultat. Även Motomit har visat att man kan installera Timber Navi som kan läsa standardfiler.

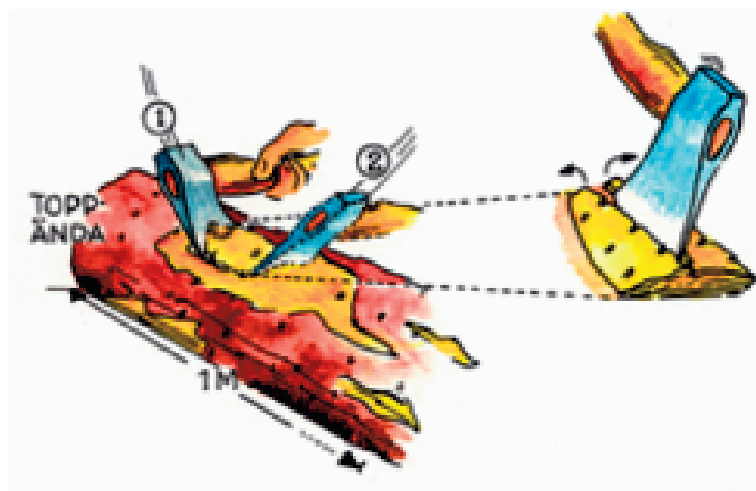
Diskussion

Utvecklingen sedan virkesvärdestestet 2001 har gått snabbt på datasidan. Sedan testet 2001 har en rad nya funktioner och förbättringar införts.

Stora förbättringar har skett vad gäller hantering av kalibreringsdata, kommunikation med datorn och allmän datahantering.

Här krävs dock fortsatt arbete för att förenkla datahantering och hjälpsystem för t.ex. kalibrering och sändning av data till och från skördarna ännu mer. Ett starkt önskemål är också att alla data i form av pri-, prd-, stm- och apt-filer lagras ner i skördarnas datorer och i princip aldrig raderas, vilket idag är standard hos Ponsse och Motomit.

Delstudie 4: Dubbskador och kapsprickor



Syfte

Syftet var att jämföra maskinsystemen med avseende på dubbskadornas frekvens och djup. Vidare ingick att jämföra maskinsystemens genomsnittliga nivå för frekvenserna kapsprickor och dubbskador med resultaten från tidigare tester.

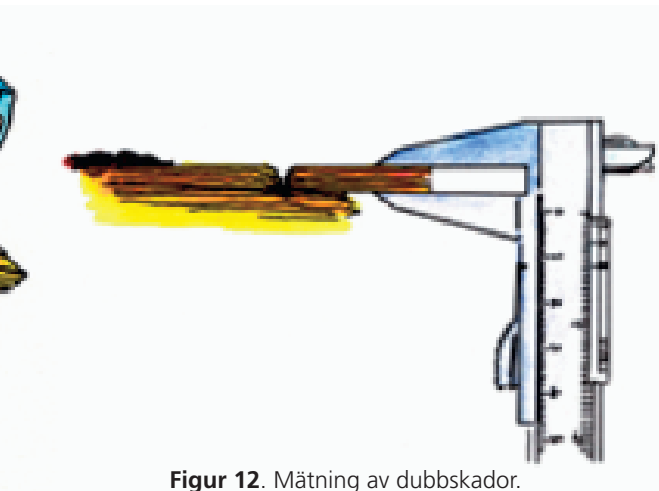
Dubbskador – Mätningar och analyser

Dubbskador mättes i toppändan på samtliga stockar från totalt 25 granar. Mätningarna av dubbskador gjordes med den s.k. yxmetoden där ett segment av stocken frihöggs och delades, se figur 12.

Dubbskadans djup, d.v.s. djupet ned till den innersta avslitna fibern, mättes sedan med ett skjutmått. Eventuella deformationer av underliggande ved räknades inte, vilket är i enlighet med Virkesmätningrådets mätinstruktion (VMR 1–07 sågtimmer).

Dubbskadorna delades in i fyra klasser efter inträngningsdjupet: inga skador, 0,1 – 5 mm, 5,1 – 6,9 mm och skador djupare än 7 mm. Den högsta klassen anpassades efter Virkesmätningrådets nya regler, som träder i kraft under 2008. I dessa klassas ett parti sågtimmer som avverknings-skadat om mer än fem procent av stockarna har dubbskador som är djupare än 7 mm.

De inmätta skadorna avser skador som orsakats av matarhjul under normal drift. Skador som uppstått vid slirning och backning mättes inte in i studien. Sådana skador är ofta djupare, men mer slumpmässiga och förarberoende, och tas därför inte med här.



Figur 12. Mätning av dubbskador.

Olika typer av matarvalsar

De fem olika typer av matarvalsar som förekom i testen beskrivs nedan, se även figur 3, sid 12.

Flexdrive: Matarvalsarna består av aluminiumplattor som är gummiupphängda för att på så sätt kunna följa trädets profil och öka anläggningsytan mot stammen. Detta ger ett bättre grepp som minskar risken för slirning. Matarvalsen fanns på aggregatet Log Max 6000.

Moipu: Valsarna består av ett inre hjul i gummi som har en fjädrande funktion och ger de utanpåliggande stålplattorna möjlighet att anpassa sig efter stammens kontur. Den fjädrande funktionen medför också att stålplattorna får en ökad anläggningsyta mot stammen. Matarvalsen användes av aggregaten H480 och 370.1 som tillhör John Deere respektive Komatsu Valmet.

Band: På aggregatet Keto 100 Supreme användes stålband med dubbar för att mata stammen. Banden var modifierade av ägaren till maskinen. Mellan varje dubb var det fastsvetsat en klack som begränsade dubbarnas inträngningsdjup i veden.

Gummihjul med kättingnät: Endast ett aggregat, Fibercut 290, använde matarvalsar av gummi med kättingnät från Lencab som slirskydd.

Dubbförsedda stålvalsar: Denna matarvalstyp fanns på aggregaten H73e och EGS 700, d.v.s. Ponsse respektive Rottne. Se exempel på skador från dubbförsedda stålvalsar i figur 13.



Foto: Skogforsk

Figur 13. Dubbskador från ett aggregat med dubbförsedda stålvalsar.



Foto: Skogforsk

Figur 14. Illustration av trissmetoden. Trissorna är tagna ur en och samma stockände och genom att summera trissornas tjocklek kan kapsprickans längd uppskattas.

Kapsprickor mätningar och analyser

Kapsprickor orsakas av det moment som den fritt hängande stocken skapar vid kapningsprocessen. Mätningar av kapsprickor gjordes med hjälp av den s.k. trissmetoden på samtliga stockar från totalt 25 granar per maskinsystem. Cirka 3 cm tjocka vedtrissor kapades från stockänden och trissor underkant knackades därefter mot ett hårt underlag. Trissor med kapspricka delar sig då längs en korda tvärs över årsringarna (Figur 14). Trissor utan kapspricka spricker längs radier och årsringar om de knackas tillräckligt hårt. Trissor kapas tills den sista inte längre har någon kapspricka. På så sätt kan även sprickans längd med tillägg för sågspår mätas. Trissor kapades i stockarnas båda ändar utom i rotstockens rotände. Sprickor i rotstockens rotände mättes inte i studien eftersom de vanligtvis uppkommer vid fällning och är starkt förarberoende.

Resultat

Dubbskador

Enligt VMR:s nya rekommendationer för sågtimmer, vilka började gälla 1 januari 2008 inom VMF Qbera och VMF Syd samt 1 augusti 2008 inom VMF Nord, är en stock dubbskadad om den av matarvalsarna eller mätanordningen orsakade skadan når djupare än i veden än 6 mm. Med 6 mm avses klassbotten, där alla skador i intervallet 6,0 mm till 6,9 mm registreras som 6,0 mm. Praktiskt innebär det att gränsen för dubbskador går vid 7,0 mm. Dubbskadans djup avser avbruten fibers djup i veden räknat från mantelytan under bark. Partiet klassas enligt VMR 1–07 som dubbskadat om skadorna omfattar mer än 5 % av antalet stockar.

Hos de tre maskinsystemen Ponsse, Rottne och Valmet hade cirka 5 % av stockarna dubbskador som översteg gränsvärdet 7,0 mm (Figur 15). För två av dessa maskinsystem var aggregaten utrustade med dubbförsedda stålvalsar medan det tredje var utrustad med matarvalsar från Moipu.

Systemet med gummerade matarhjul och slirskydd i form av kättingnät som var monterat på aggregatet Fibercut 290 gav klart lägst skadenivå. System med kedjeförsedda gummivalsar har också i tidigare

studier visat sig ge låga skadenivåer (Hallonborg och Granlund 2002).

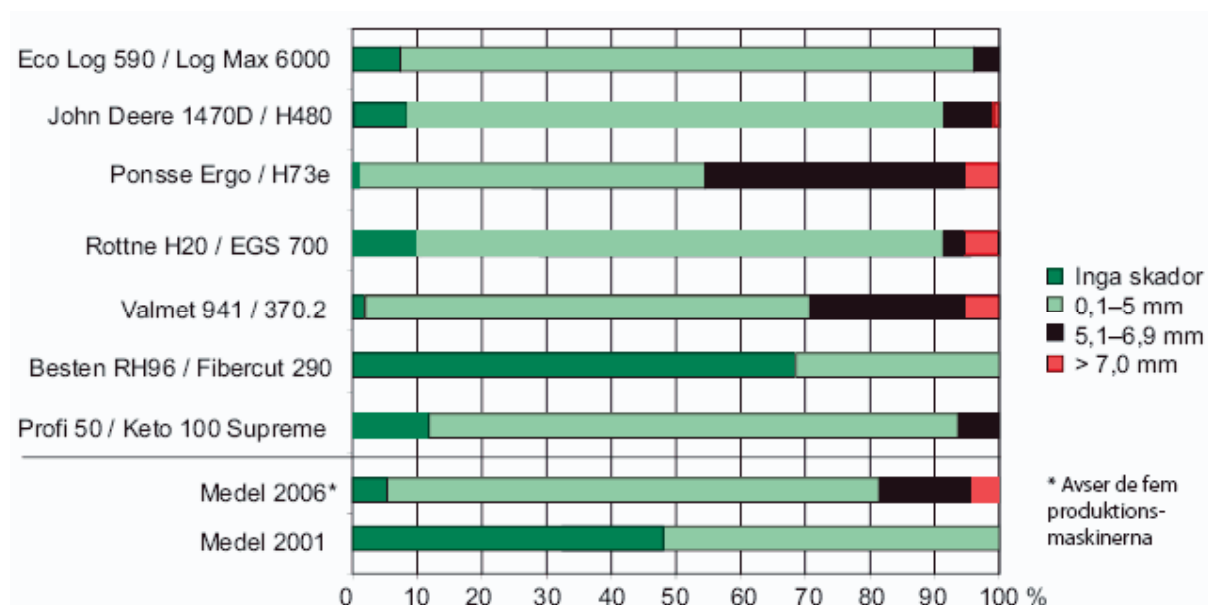
Det finns skillnader mellan maskinsystemen trots att de har samma typ av matarvalsar. Ponsse och Rottne, med dubbförsedda stålvalsar ger sinsemellan olika dubbdjup liksom John Deere och Valmet med matarvalsarna Moipu (Figur 15). Som framgår av figuren är det stor variation i skadedjup mellan maskinsystem med samma typ av matarvals. Orsaken till den varierade skadebilden kan säkerligen finnas i olika maskininställningar, till exempel klämtryck på matarvalsarna och matningshastighet. Det finns även konstruktionstekniska delar som kan påverka hur de olika aggregaten och matarvalsarna skadar virket. För en rättvis jämförelse av matarvalsar måste det vara samma aggregat med exakt lika maskininställning för varje typ av matarvals. Detta var dock inte möjligt inom ramen för Virkesvärdestest 2006.

Av figur 15 framgår också att det i genomsnitt var mer dubbskador i testen 2006 än i motsvarande test 2001. Anledningen är att dubbförsedda stålvalsar åter har börjat användas i allt större utsträckning. Detta i sin tur beror framförallt på att dessa anses ge större dragkraft och därmed högre prestation i avverkningsarbetet.

Kapsprickor – jämförelser mellan 2001 och 2006

2001 och 2006 års värden anges i tabellerna 8 och 9. Sprickfrekvensen anges för tre skadedjupsklasser uppdelat på skador i rot- respektive toppändan vid upparbetning med respektive utan kransänkning. Resultaten redovisas som medelvärden för de fem produktionssystemen. Anledningen till att resultaten för de enskilda aggregaten inte redovisas är att vi inte kontrollmätt kedjehastigheten under testen, en faktor som påverkar risken för kapsprickor påtagligt.

Studien i Tierp år 2006 kan inte direkt överföras för att göra jämförande analyser med sprickfrekvenser från studien 2001. Testet 2001 var uppdelat i en apteringsdel och en virkesbehandlingsdel. Det innebär att maskintillverkarna fick tid och möjlighet att göra justeringar på sina system så att de kunde optimera maskininställningarna för aptering respektive virkesbehandling. Under 2006 års test användes samma inställningar genomgående.



Figur 15. Sammanställning av de olika systemens dubbskador.

Mot den bakgrunden kan dock följande konstateras när frekvensen kapsprickor vid användande av kransänkning jämförs för testerna 2001 och 2006 (tabell 8 och 9): Frekvensen långa sprickor, >5 cm, har ökat kraftigt både i rot- och toppändan från 2001 till 2006. Det har resulterat i en ökning av de genomsnittliga spricklängderna. Vi tolkar ökningen av frekvens och spricklängd som att inställningarna för kransänkningen inte var tillräckligt intrimmade 2006. En bidragande orsak till detta kan vara försöksupplägget i testet, där stockarna skulle läggas i högar för efterföljande manuell kontrollmätning av längd och diameter. Höjden på högarna kan ha begränsat sträckan vid kransänkningen; granskning av videofilmer från testet ger intrycket att ovanligt kort sänkingssträcka användes. Vidare var såväl genomsnittlig spricklängd som frekvensen långa sprickor lägre 2006 för de maskinsystem som inte använde kransänkning i jämförelse med de som använde kran-

sänkning. Detta indikerar att kransänkning kan ha en negativ effekt på mängden kapsprickor om den inte är tillräckligt anpassad till avverkningsförhållandena.

Inga klara slutsatser kan dras från jämförelsen av sprickfrekvens och spricklängd från testerna 2001 och 2006 då virket kapades utan kransänkning. Frekvensen sprickor i rotändan har ökat både för korta (<5 cm) och långa sprickor medan spricklängden har minskat något.

Från maskinteknisk synpunkt kan det vara mer intressant att uttrycka förekomsten av sprickor i procent av antalet kap, eftersom det är det förhållandet som en maskinkonstruktör kan påverka. Ett kap betraktas då som misslyckat om spricka uppstår på endera eller båda sidorna om sågskäret. I tabell 10 visas andelen lyckade och misslyckade kap sammanlagt för maskiner med respektive utan kransänkning i testerna 2001 och 2006. Samtliga sprickor är här medräknade.



Tabell 8. 2006 års värden för de fem produktionssystemen. Procentuell andel sprickor för tre skadedjupsklasser samt genomsnittlig spricklängd i cm vid upparbetning utan respektive med kransänkning.

	Utan kransänkning (182 stockar)				Med Kransänkning (311 stockar)			
	Inga sprickor	<5 cm	>5 cm	längd	Inga sprickor	<5 cm	>5 cm	längd
Spricka rot	69,4	13,6	17	6,8	68,9	5,1	26	7,7
Spricka topp	86,1	8,2	5,7	5,5	88,4	2,3	9,3	6,5

Tabell 9. 2001 års värden. Procentuell andel sprickor för tre skadedjupsklasser samt genomsnittlig spricklängd i cm. Vid upparbetning utan respektive med kransänkning.

	Utan kransänkning (176 stockar)				Med Kransänkning (230 stockar)			
	Inga sprickor	<5 cm	>5 cm	längd	Inga sprickor	<5 cm	>5 cm	Längd
Spricka rot	83	7	10	8,2	90	5	5	5,6
Spricka topp	83	7	10	7,3	>92	7	<1	3,3

Tabell 10. 2006 års värden. Procentuell andel lyckade och misslyckade kap vid upparbetning med respektive utan kransänkning för testerna 2001 och 2006.

	2006		2001	
	Lyckat	Misslyckat*	Lyckat	Misslyckat*
Utan Kransänkning	67	33	73	27
Med Kransänkning	70	30	85	15

* Med misslyckat kap avses kap då spricka uppkommer i stockände på endera eller båda sidor om sågskäret

Diskussion

Dubbskador

Att tre av fem produktionssystem ligger på gränsen att få hela virkespartiet klassat som avverkningsskadat är givetvis ett problem. Förutsatt att resultaten är representativa för dubbskadenivån vid praktisk drift, innebär det att en betydande del av det avverkade virket ska klassas som dubbskadat och därmed erhålla ett reducerat värde.

Resultaten från studien visar att dubbskadefri upparbetning är möjlig med kedjebeklädda matarvalsar av gummi, medan dubbförsedda stålvalsar ger dubbskador. Användningen av den senare typen av matarvalsar har ökat eftersom de anses ge högre produktion. Konsekvenserna av dubbskadorna är sannolikt starkt beroende av produktionsinriktningen för de sågverk som ska använda virket. För sågverk som tillverkar värdefulla produkter från stockarnas sidoutbyten kan skadorna vara mycket allvarliga, speciellt då de ofta visar sig sent i produktionen i form av t.ex. nyansskillnader vid slutmålning av lister. För sågverk där produktionen inriktas mot konstruktionsvirke är toleransen för dubbskador sannolikt betydligt högre. Att hantera en sådan varierande kravbild är en utmaning för såväl entreprenörer som skogsföretag. En möjlig lösning kan vara att anpassa valet av matarvalsar på skördaren till sågverkstyp. Därigenom kan man hitta en lämplig balans mellan produktion och dubbskador som stämmer i en given virkesförsörjningssituation.

Kapsprickor

Studien visar att frekvensen kapsprickor och deras längd var relativt likartad vid kapning utan kransänkning jämfört med testen 2001 (Tabell 8 och 9). Vidare indikerar resultaten att kransänkning kan förvärra

skadorna då den är otillräckligt intrimmad. Resultaten från 2001 visade att kransänkning har potential att väsentligt reducera mängden kapsprickor (Hallonborg & Granlund 2002). Dock har metoden inte fått något brett genomslag och används idag endast i begränsad omfattning vid normal avverkning.

Enlig gällande virkesmättningsregler (VMR 2007) ska ett virkesparti klassas som skadat om mer än 1 % av stockarna innehåller synliga kapsprickor. Att enbart synliga skador lyfts fram beror på att det inte finns någon snabb skonsam metod att mäta skador vid sågverk. De skador som konstaterades i denna studie var synliga i något enstaka fall. Merparten skador framträdde först efter kapning enligt trissmetoden. Frekvensen översteg klart virkesmättningsreglernas gränsvärde på 1 %. Beaktar vi enbart sprickorna i stockarnas rotändar hade ca 30 % av stockarna sprickor och merparten av dessa sprickor var längre än 5 cm (Tabell 8).

Vilken betydelse har då de kapsprickor som vi mätt upp i sågverksledet? Denna fråga kan inte direkt besvaras av studien, men att de sprickor som uppmätts, framförallt när det gäller långa sprickor, orsakar avkortning på den sågade varan är högst sannolikt. Vidare pågår arbete för att minska längdövermålet på sågtimret vid avverkning. Det är en utveckling som möjliggörs bl.a. av skördarnas förbättrade precision vid längdmätning. Med minskande övermål på sågtimret kommer problemen med kapsprickor att förstärkas. I det perspektivet är det särskilt viktigt att ta fram nya tekniska lösningar som kan minska kapsprickorna. Nya lösningar, där sågstyrningen förfinats och kedjehastigheten hålls konstant under hela kapförloppet, har presenterats och förefaller lovande. Någon sådan utrustning ingick dock inte i virkesvärdestestet.

Delstudie 5: Barkskador och barkfunktioner

Syfte

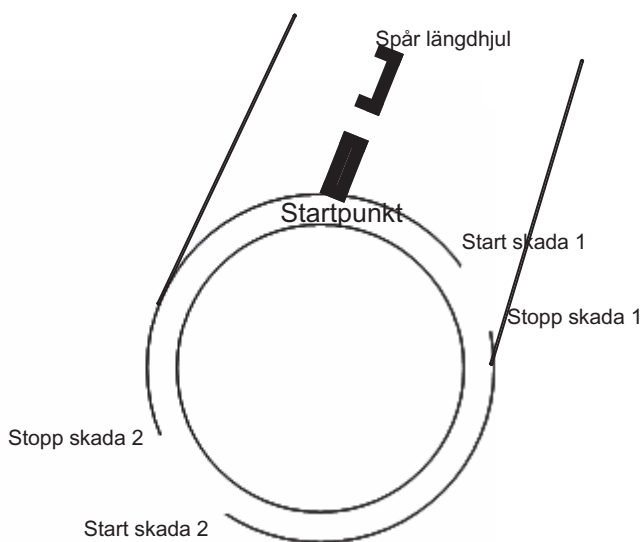
Syftet var att jämföra de olika maskinsystemen med avseende på barkskador samt att analysera skadornas påverkan på precisionen vid diametermätning.

I studien ingick också att följa upp i vad mån tillverkarna infört Skogforsks nya barkfunktioner i sina apteringsdatorer. Dessutom jämfördes de nya barkfunktionernas resultat med uppmätning av barktjocklek i beståndet.

Mätningar och analyser

Barkskador

På 20 granstammar mättes barkskador i toppändan på varje stock per maskin. Vid mätningarna lades ett måttband ut runt stockens mantelyta med start vid spåret efter längdmätningshjulet. Måttbandet lades ut medurs längs mantelytan sett från stockens toppända. För varje barkskada noterades längden längs mantelytan från startpunkten till skadans start- respektive slutpunkt (Figur 16). Längden mättes på halv centimeter när. Två skadedjupsklasser användes: 50-procentig skada dvs. skador där barken var skadad men inte så djupt som till vedytan och 100-procentig skada d.v.s. där skadan var så djup att



Figur 16. Illustration av mätningarna av barkavskav.

veden blottats (Figur 17). För varje stock beräknades andelen skadad bark (av omkretsen) uppdelat på de två skadedjupsklasserna. Motsvarande värden per maskin beräknades som det aritmetiska medelvärdet av stockarnas värden.

Bränslevärdet för den avskavda barken, uttryckt som kr/avverkad m³f, beräknades genom att multiplicera den avskavda barkvolymen med det aktuella marknadspriset för bark, vilket uppgick till 78 kr/m³s (P. Sondelius, Sydved Energi AB, Personlig kommunikation). I beräkningarna antogs att omräkningstalet från m³f till m³s är 2,5 för bark samt att barkandelen för det avverkade virket var 12 %. Volymen avskavd bark beräknades för varje stock i tre steg. Först beräknades den totala barkvolymen med hjälp av Skogforsks nya barkfunktioner. Därefter beräknades volymen avskavd bark för de två skadedjupsklasserna genom att multiplicera den totala barkvolymen med andelen barkskada i respektive klass. Vid 100-procentig skada antogs barken vara helt avskavd och vid 50-procentig skada antogs barkvolymen vara reducerad till hälften. Slutligen summerades volymen avskavd bark för de två skadedjupsklasserna.

Barktjocklek

Mätningarna av barktjocklek gjordes på 31 tallar och 10 granar vars brösthöjdsdiametrar varierade mellan 260 och 446 mm, respektive 240 och 400 mm. Barktjockleken och korsklavad diameter mättes för varje meter längs stammen till 6 meters höjd och därefter varannan meter upp till toppen. Barkmätningarna gjordes med konventionell barkmätare (Figur 18) och två mått togs per höjdnivå från motstående sidor av stammen. För varje höjdnivå skattades den dubbla barktjockleken med Skogforsks nya barkfunktioner (Hannrup 2004) och med de äldre funktionerna (Zacco 1974). De senare funktionerna är regionala och för tall användes Zaccos funktion för region 7 för övergångsbark, medan funktionen för region 5 användes för gran. Residualerna, d.v.s. skillnaden mellan den mätta och den beräknade barktjockleken beräknades. Dessutom beräknades provträdens volym under bark baserat på de olika funktionerna och de mätta barktjocklekarna.



Foto: Skogforsk



Figur 17. Exempel på stockar där barkskadorna klassats som 100 procentig (vänstra bilden) respektive 50 procentig (högra bilden).

Resultat

I figur 19 redovisas barkskadorna fördelat på de två skadedjupsklasserna för de testade aggregaten. Den totala mängden barkskadorna varierade mellan 2,1 och 13,3 % av mantelytans omkrets med ett medianvärde för samtliga aggregat på 6,6 %. Bränslevärdet för den bark som skavts bort från stockarna, uttryckt som kr per avverkad m³ virke varierade, mellan 0,3 och 2,2 kr för aggregaten med lägst respektive högst nivå på barkskadorna (Figur 20).

För de aggregat som utnyttjar tre mätpunkter för

diametermätningen (samtliga förutom Log Max 6000) fanns det ett linjärt samband ($r^2=0,78$) mellan precisionen vid diametermätningen och nivån på de totala barkskadorna (Figur 21).

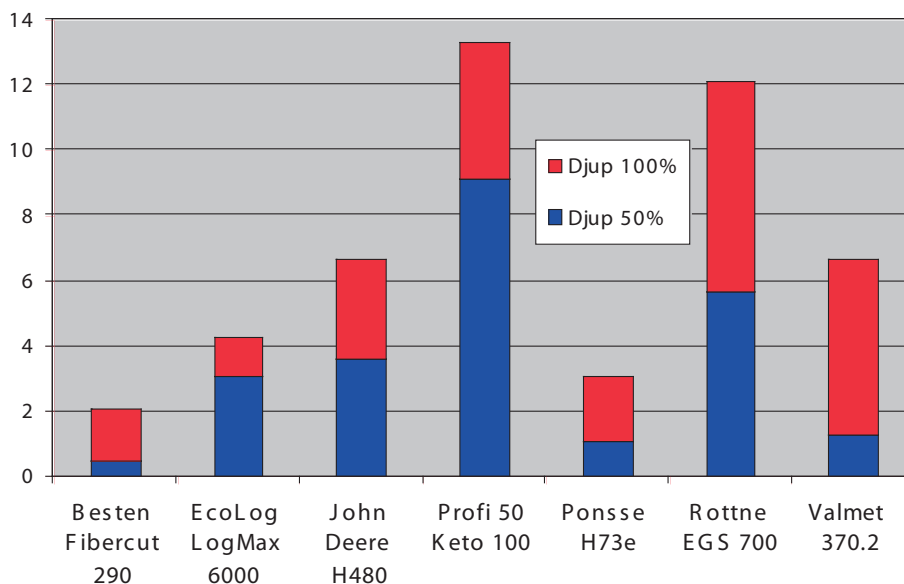
Vid testtillfället var Skogforsks nya barkfunktioner införda i samtliga apteringsdatorer utom i Valmet Maxi 3.8.3. Skogforsks nya funktion för tall (Sf-tall) gav väsentligt lägre systematiska och tillfälliga fel i jämförelse med Zaccos funktion för övergångsbark vilken vanligtvis använts vid avverkning (Tabell 11).



Figur 18. Barktjockleken mättes med en konventionell barkmätare.

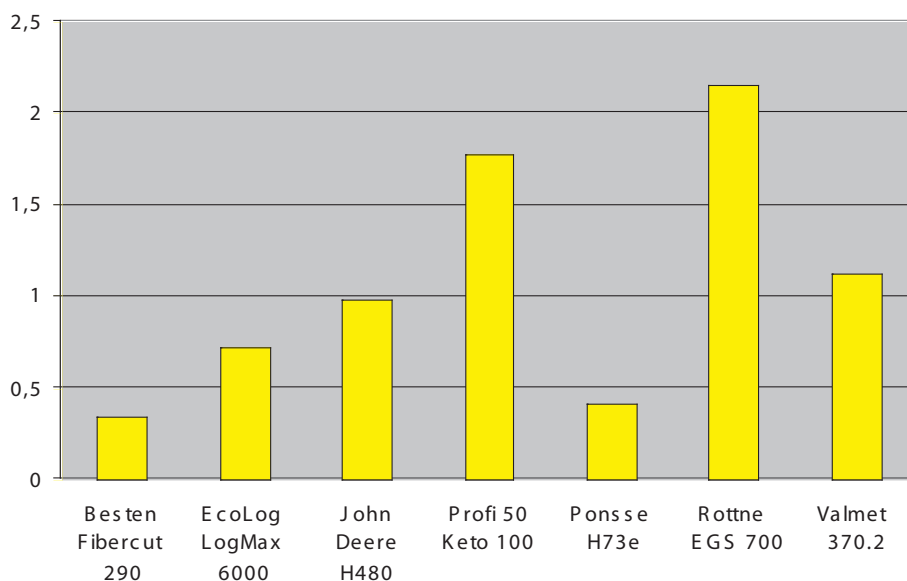


Barkskada i % av stockarnas omkrets



Figur 19. Barkskada i % av stockarnas omkrets uppdelat på de två skadedjupklasserna för de testade aggregaten.

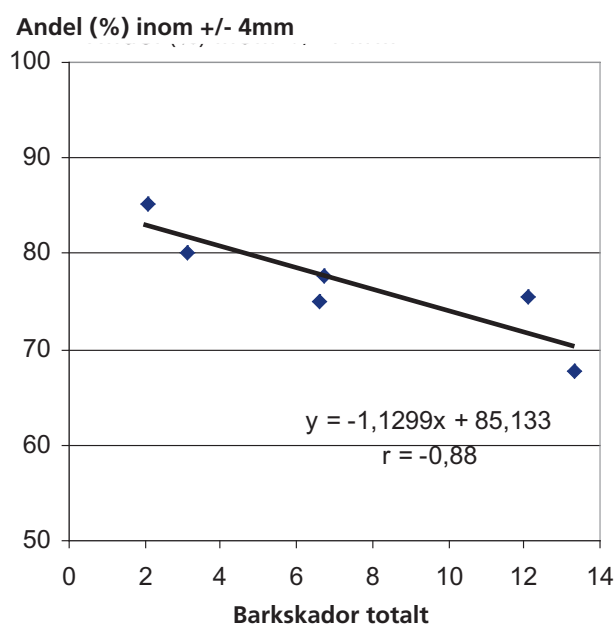
Bränslevärde kr/m³ fub



Figur 20. Bränslevärdet för avskavd barkvolym per avverkad m³ virke för de testade aggregaten.

Skillnaden mellan funktionerna är störst för de 6 första metrarna av stammarna. För denna del av träden ger den gamla funktionen dessutom en kraftig underskattning av barktjockleken (Figur 23). Beräkning av provträdens volym under bark med hjälp av Sf-tall ger en överskattning med 0,02 % och med den gamla funktionen 3,8 %.

Skogforsks nya (Sf-gran) och den gamla funktionen för gran gav liknande nivåer på de systematiska och tillfälliga felen (Tabell 12). Noterbart var att båda funktionerna gav positiva systematiska fel d.v.s. de underskattade barktjockleken.



Figur 21. Sambandet mellan mätprecision vid diametermätningen och andelen barkskador för de aggregat i testen som utnyttjar tre mätpunkter vid diametermätningen. Regressionslinjens lutning är signifikant skiljd från noll ($p=0,02$).

Diskussion

Barkskador

Resultaten från mätningarna av barkskador visar att det är möjligt att nå låga skadenivåer (Figur 19 och 22). För de mest skonsamma aggregaten (Fibercut 290, Ponsse H73e) var barken enbart skadad på 2–3 % av mantelytan medan skillnaden jämfört med de aggregat som gav mest barkskador (Keto 100, Rottne EGS 700) var 11 %. Uttrycks skadorna som bränslevärdet av den bark som skavts av från stockarna är skillnaden mellan aggregatet med lägst respektive högst skadenivå ca 2 kr/m³f (Figur 20). Våra resultat indikerar alltså att det finns en potential för att öka virkesvärdet genom sänkta barkskadenivåer. Detta kan åstadkommas genom utveckling av aggregaten och genom att den generella skadenivån hålls nere genom ökad uppmärksamhet i det dagliga avverkningsarbetet.

En viktig anledning till att barkskador mättes under

Virkesvärdestesten är att dessa utgör en felkälla vid diametermätning på bark (Möller m.fl. 2002). I den här studien fanns det ett starkt negativt samband mellan andelen diametervärden inom +/-4 mm och nivån på de totala barkskadorna (Figur 21) för aggregat som utnyttjar tre mätpunkter vid diametermätningen. Samtliga aggregat i studien använde tre mätpunkter utom Log Max 6000, som använde två. Eftersom antalet mätpunkter är avgörande för precisionen vid diametermätning undantogs detta aggregat från jämförelsen (Andersson 2004).

De underliggande orsakerna till barkskador varierar troligen mellan aggregat, t.ex. kan det vara kniv- och matarvalsutformning och frekvensen backning av stammen vid kvistning. Genom att närmare identifiera orsakerna och vidta åtgärder finns det ett utrymme för flertalet tillverkare att reducera barkskadorna och därmed förbättra diametermätningen. Resultaten indikerar att en procentenhets minskning av barkskadorna medför en motsvarande ökning av andelen diametervärden inom +/- 4 mm (Figur 21).

I jämförelse med Virkesvärdestesten 2001 (Hal-lonborg & Granlund 2002), då liknande mätmetodik användes, har nivån på de totala barkskadorna gått ner. Medianvärdet för samtliga aggregat i de två testerna har minskat från 11,8 % till 6,6 %. Det beror uteslutande på en minskning av de 50-procentiga skadorna, d.v.s. där barken skadats men inte ned till vedytan. Minskningen innebär att bränslevärdet av den bark som skavts av från stockarna minskat med ca 0,6 kr/m³. Generellt är nivåerna på barkskadorna beroende av temperatur och årstid. En uppföljning som är gjord på Virkesmätningsföreningarnas kontrollstockar visar att skadenivåerna är lägst under vintarmånaderna och betydligt högre under de varmare årstiderna (Björklund & Henriksson 2004). Risken för färskhetsproblem p.g.a. uttorkning av virket ökar också med ökade barkskador (Ekenstedt m.fl. 2002, Wilhelmsson m.fl. 2005). Den lägre nivån under Virkesvärdestesten 2006 kan inte förklaras av lägre temperatur. Tvärtom var det kallare med övervägande minusgrader under testet 2002, medan temperaturen under testet 2006 i medeltal var +4 °C med extremt liten temperaturvariation under de tre veckor testen genomfördes.



Figur 22. Virke upparbetat av Fibercut 290 aggregatet. Frånsett kvistmärken är barken i princip intakt

Barkfunktioner

De barkfunktioner som sedan länge använts vid avverkning är ursprungligen utvecklade för mätning av timmerstockar vid sågverkens inmätningsstationer (Zacco 1974). De är konstruerade för att skatta barktjockleken i toppändan av stockarna och har fungerat dåligt för tall. De nya funktionerna som Skogforsk tagit fram i samarbete med SP Träteknik är direkt anpassade för skördare. Vid tester på rikstäckande material har funktionerna visat sig ge väsentligt lägre systematiska och tillfälliga fel, framförallt på tall (Hannrup 2004). Uppföljningen visar att samtliga tillverkare av apteringsdatorer har infört de nya funktionerna i sina datorer. Undantaget är Valmet Maxi 3.8.3 som avser att införa de nya funktionerna under 2007. När detta är genomfört bör de nya barkfunktionerna vara tillgängliga i flertalet nya skördare.

Analyserna av de mätningar av barktjocklek som genomfördes under Virkesvärdestesten förstärker den bild som framkommit vid tidigare tester. För tall ger således den nya funktionen en väsentlig förbättring,

framförallt på förstastocken som också utgör en stor del av virkesvärdet (Tabell 11 och Figur 23). Den minskade spridningen bör vidare öka möjligheten för skogsbruket att leverera virke där stockarnas diameterfördelning motsvarar sågverkets beställning. Den försumbara avvikelser vid bestämning av volymen under bark (0,02 % jämfört med 3,8 % tidigare) innebär att det är speciellt viktigt att använda den nya funktionen då skördarens mätning ska vara vederlagsgrundande.

För gran gav Skogforsks funktion och den äldre funktionen liknande resultat (Tabell 12). Båda funktionerna hade positiva systematiska fel d.v.s. barktjockleken underskattades. En sådan tendens till underskattning av barktjockleken har konstaterats vid tidigare uppföljning med den äldre barkfunktionen (Hannrup 2004). I denna studie var materialet för gran begränsat, varför man inte bör dra alltför långtgående slutsatser när det gäller olikheter mellan de gamla och nya funktionerna. Ytterligare uppföljning är därför motiverad.



Tabell 11. Tall. Systematiska (genomsnittlig avvikelse, μ) och tillfälliga (spridningen uttryckt som standardavvikelse, σ) fel vid skattning av dubbel barktjocklek med Skogforsks nya barkfunktion (Sf-tall) och Zaccos funktion för övergångsbark för olika diameterklasser.

Diameterklass (mm)	Sf tall		Zacco tall		N
	μ	σ	μ	σ	
-125	-0,8	1,7	0,5	2,2	12
126-175 -	0,6	2,0	-0,5	2,2	36
176-225 -	0,9	2,3	-1,2	2,5	68
226-275	0,8	3,9	1,6	5,6	101
276-325	0,8	4,3	6,9	6,0	96
325+	0,1	7,1	13,0	8,0	56
Totalt	0,2	4,3	3,9	7,3	371

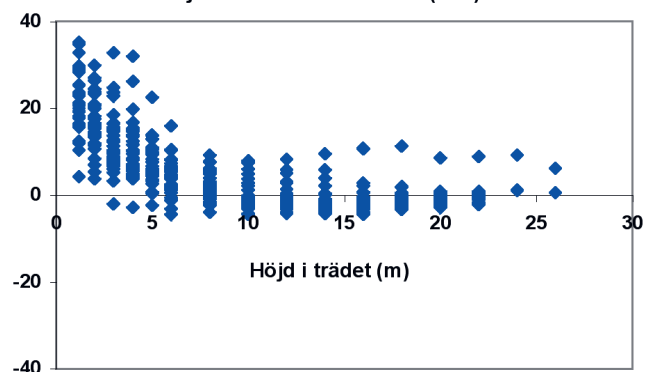
Tabell 12. Gran. Systematiska (genomsnittlig avvikelse, μ) och tillfälliga (spridningen uttryckt som standardavvikelse, σ) fel vid skattning av dubbel barktjocklek med Skogforsks nya barkfunktion (Sf-gran) och Zaccos funktion för granbark för olika diameterklasser.

Diameterklass (mm)	Sf gran		Zacco gran		N
	μ	σ	μ	σ	
-125	1,8	2,4	3,0	2,1	13
126-175	1,7	2,1	3,0	1,8	17
176-225	2,7	1,4	3,7	1,1	24
226-275	2,2	1,5	3,3	1,3	31
276-325	1,4	1,7	2,8	1,5	28
325+	-1,5	1,4	0,7	1,2	6
Totalt	1,8	1,9	3,1	1,6	119

Mätt dubbel barktjocklek minus beräknad (mm)



Mätt dubbel barktjocklek minus beräknad (mm)



Figur 23. Residualerna (mätt dubbel barktjocklek minus beräknad) från a) Skogforsks tallfunktion, Sf-tall och b) Zaccos funktion för övergångsbark plottade mot höjd i trädet.

Referenser

- Andersson, M. 2004. Simulering av dimensionsmätare för skördare. Arbetsrapport 577. Skogforsk (Uppsala). 16 s.
- Anon 2007. Instruktion för kvalitetssäkring av längd- och diametermätning med skördare rekommenderad av Rådet för virkesmätning och redovisning (VMR). Tillgänglig på www.vmr.se.
- Anon 2007. StanForD – Standard for Forest data and Communication. Se
- Arlinger, J. & Möller, J.J. 2006. Kvalitetssäkring av skördarnas mätning. Resultat nr 20 2006. Skogforsk.
- Björklund, L. & Henriksson U. 2004. Barkskadestudie på sågtimmer. Rapport från VMR virkesmätning och redovisning. 11 s.
- Ekenstedt, F., Lundqvist, SO. & Marklund, B. 2002. Hur torkar ved? I: Hedenberg, Ö. (Ed.) Vedförsörjning och vedhantering. Renserikonferens Uppsala/Hallsta bruk. Pub. 9 STFI (Stockholm).
- Hallonborg, U. & Granlund, P. 2002. Virkesbehandling med engreppsskördare. Redogörelse no. 3. Skogforsk. 43 s.
- Hannrup, B. 2004. Funktioner för skattning av barkens tjocklek hos tall och gran vid avverkning med skördare. Arbetsrapport no. 575. Skogforsk. 34 s.
- Möller, J.J., Sondell, J., Lundgren, C., Nylinder, M. & Warensjö, M. 2002. Bättre diametermätning i skog och industri. Redogörelse no. 2. Skogforsk. 32 s.
- Möller, J.J., Sondell, J. & Arlinger, J. 2002. Virkesvärdestest 2001 – Apteringsfrågor. Redogörelse nr 7. Skogforsk. 52 s
- Sondell, J., Moberg, L. & Möller, J.J. 2004. Automatisk friskkvistaptering fungerar i praktiken. Resultat nr 15. Skogforsk. 4 s.
- Sondell, J. & von Essen, I. 1996. Apteringsdatortest 1995 – studier av sex apteringssystem. Redogörelse nr 4. Skogforsk.
- Sondell, J., Ogemark, T., Möller, J.J., Arlinger, J. & Lidén, B. 2004. Operativa krav vid fördelningsaptering med skördare. Stencil. Skogforsk.
- Wilhelmsson, L. & Persson, T. 2005. Prognoser för virkets uttorkning efter avverkning. Resultat nr 11. Skogforsk. 4 s.
- Zacco, P. 1974. Barktjockleken hos sågtimmer. Rapport nr. 90. Institutionen för Virkeslära, Skogshögskolan. 53 s.

Bilaga 1

Kompletterande studier

Efter studien i Tierp fick alla deltagande maskintillverkare möjlighet att anlita Skogforsk för kompletterande studier av olika vidareutvecklade funktioner. Två sådana studier genomfördes i mars och april 2007. Valmet ville visa att man kunde grundkalibrera diametern i klena diameterintervall, vilket man inte lyckats med i den ordinarie studien. Dessutom ville Valmet testa längdmätningen efter att ha arbetat med apteringsinställningarna för att minska backningarna och krypfarten. John Deere ville testa längdmätningen efter att man justerat några tryckventiler och en rörlig kvistkniv som inte fungerade i den ordinarie testen.

Studieupplägg

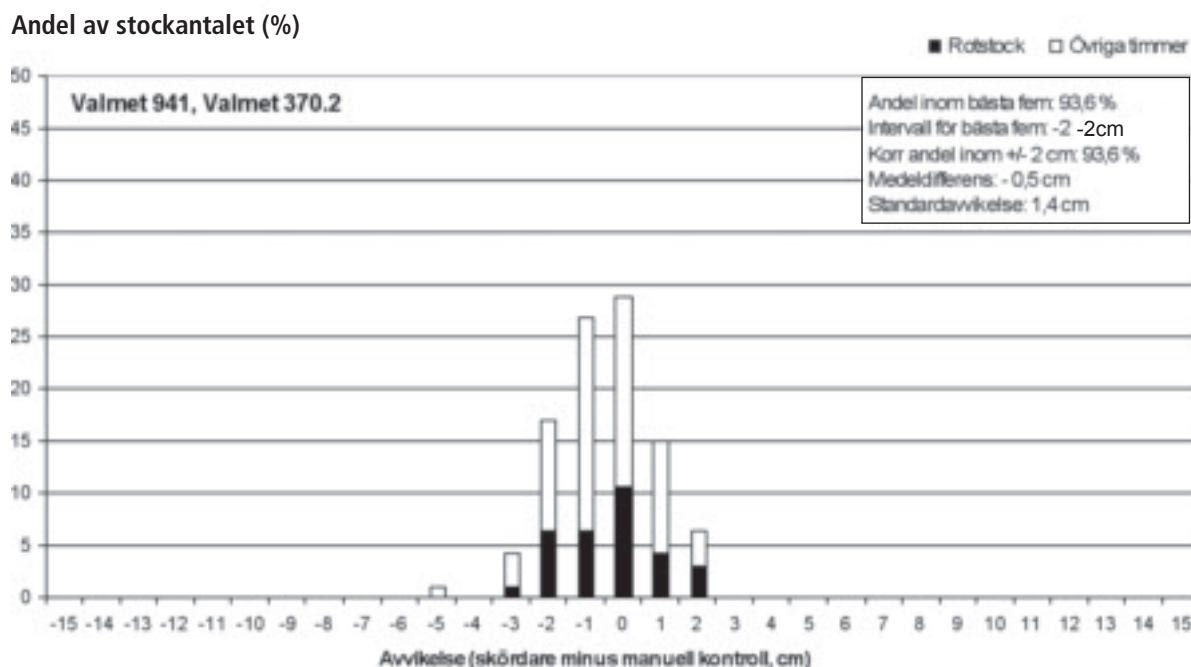
I omtesterna användes samma basmaskin, dator och aggregattyp som i huvudtesten. Valmets test genomfördes i Ånge på tall i början av april och John

Deeres test genomfördes i trakten av Växjö på gran i slutet av mars. De stammar som John Deere avverkade hade liknande DBH-fördelning som i Tierp och temperaturen var densamma 0–5 °C. För Valmet så var trädslaget tall, detta ansågs som acceptabelt då de främst ville visa på möjligheten att kalibrera maskinen mer korrekt och testa längd- och diametermätningen.

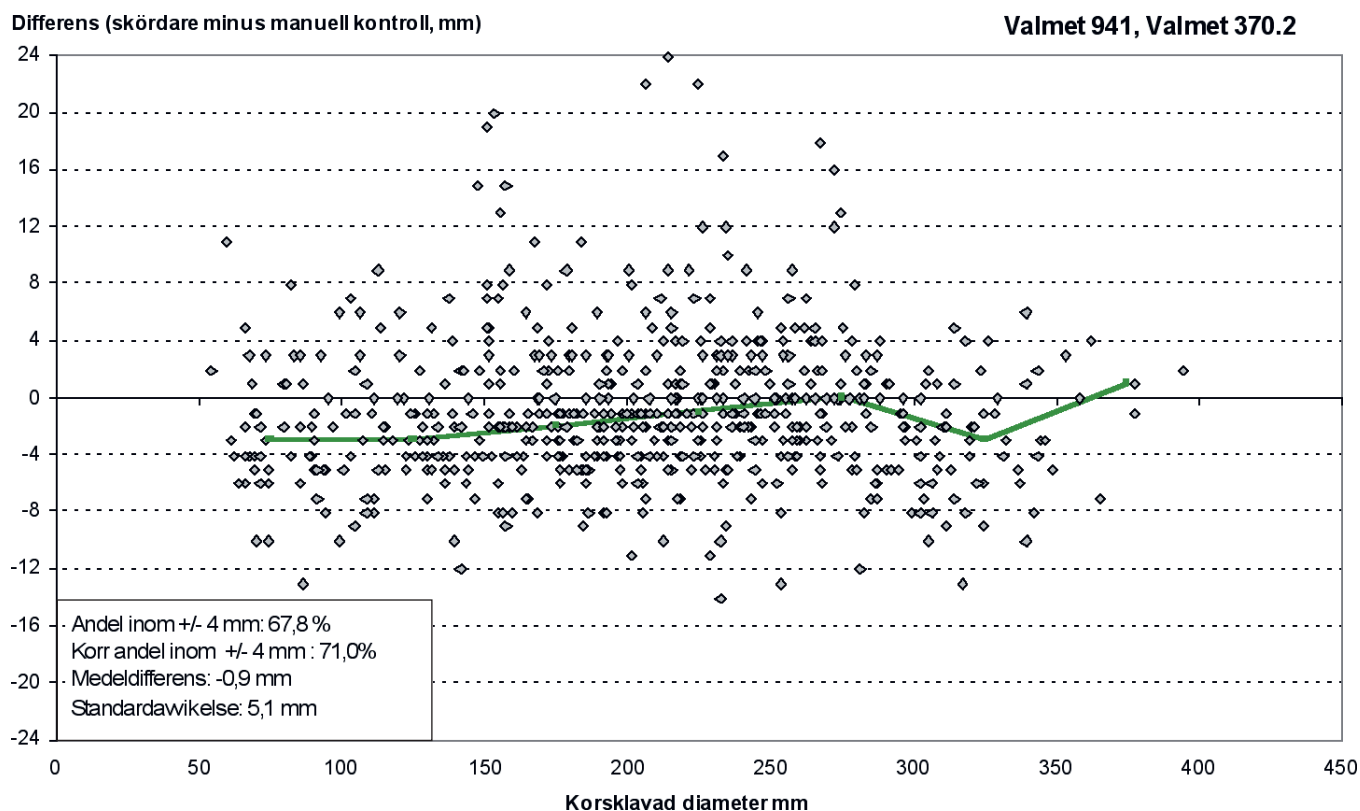
I båda studierna märktes 30 träd för avverkning i DBH-intervallet 25–45 cm. De 30 stammarna avverkades och diameter och längd kontrollmättes; diametern i brösthöjd 1,2 m över rotskåret och därefter varje meter till toppen av stammen. För längd mättes stocken från ändcentrum till ändcentrum.

Resultat kompletterande studie Valmet

Huvudsyftet med Valmets eftertest var att visa att det gick att grundkalibrera de klena diametrarna vid diametermätning vilket inte var så bra i den ordinarie



Figur 24. Längdspridning. Avvikelse beräknad som maskinmätt längd minus manuellt uppmätt längd i centimeter. Rotstock och övrigt timmer redovisas separat. Resultat från mätningar i samband med eftertest av Valmet i Ånge, april 2007.



Figur 25. Diameterspridning tall. Avvikelse beräknad som maskinmätt diameter minus manuellt uppmätt diameter i mm. Resultat från mätning i samband med eftertest av Valmet i Ånge, april 2007.

studien p.g.a. avsaknad av kalibreringsröret med den lägsta diametern.

Resultatet visade på ett mer jämnt diameterutfall över olika diameterklasser enligt figur 24. Totalt sett var andelen inom +/-4 mm något lägre jämfört med resultatet från det ordinarie testet; 67 % jämfört med 69 %. Att resultatet trots bättre kalibrering blev lite sämre beror troligtvis främst på att tall är generellt lite svårare att mäta än gran. För längdmätningen steg andelen inom +/-2 cm från 84 % till ca 94 %.

Orsaker som kan ha bidragit till det förbättrade längdmätningresultatet var lite bättre kalibrering. Tallarna var relativt finkvistiga och lite klenare än träden i Tierp samt att justeringen av apteringsinställningarna gav mindre backningar och därigenom bättre längdmätning (Figur 25).

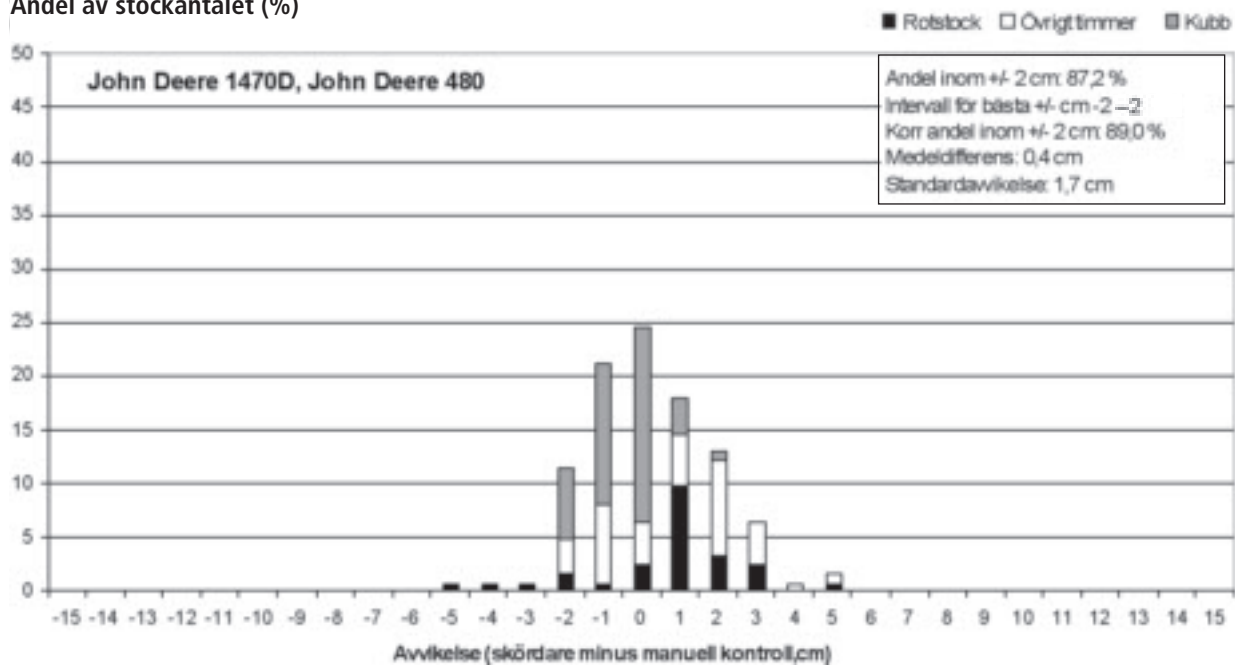
Resultat kompletterande studie John Deere

Huvudsyftet med John Deeres eftertest var att testa längdmätningen efter justeringar.

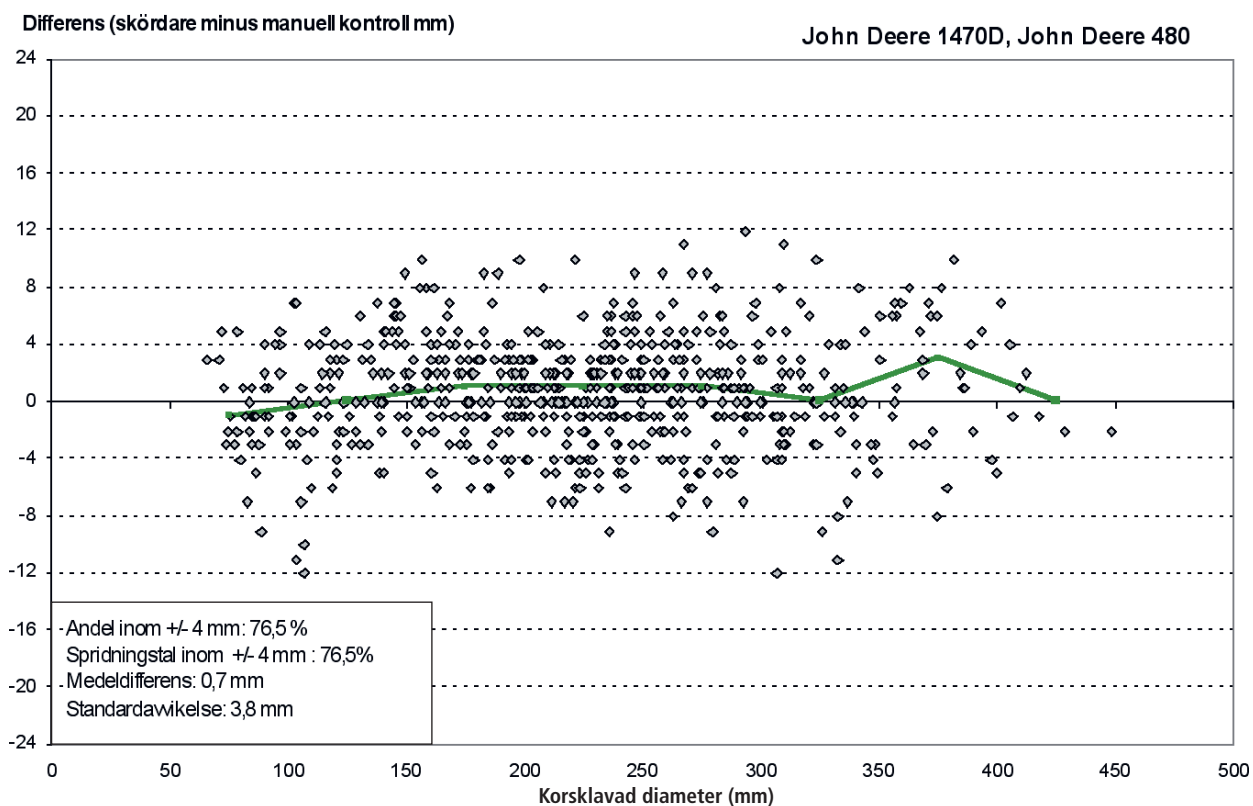
Resultatet visade på ett liknande diameterutfall som i Tierp-testet med några procents bättre utfall p.g.a. bättre kalibrering. Resultatet var 76 % inom +/-4 mm jämfört med 71 % i Tierp-testet. För längden steg andelen inom +/-2 cm från 78 % till ca 87 % (Figur 26).

Orsaker som kan ha påverkat till det förbättrade längdmätningresultatet är främst John Deeres förändrade inställningar. Skogen bedöms ha varit likvärdig vad gäller kvistighet och storlek. Diametern blev också bättre framförallt p.g.a. bättre kalibrering (Figur 27).

Andel av stockantalet (%)



Figur 26. Längdspridning gran. Avvikelse beräknad som maskinmätt längd minus manuell uppmätt längd i centimeter. Rotstock, övrigt timmer och kubb redovisas separat. Resultat från mätningar i samband med eftertest av John Deere i Växjö, mars 2007.



Figur 27. Diameterspridning gran. Avvikelse beräknad som maskinmätt diameter minus manuell uppmätt diameter i mm. Resultat från mätning i samband med eftertest av John Deere i Växjö, mars 2007.

Bilaga 2

Identifierade brister och buggar i apterings- och mätsystemen under testen

Tillverkarna informerades om identifierade buggar i februari 2007. De flesta problem har därefter åtgärdats.

Besten/Fibercut 290

- 1) Kuriren tappade kommunikationen med Besten vid två tillfällen. Vid ett tillfälle tappades en stock bort, vid ett andra tillfälle så blev det två stamfiler av ett träd.
- 2) För två massavedsbitar blev en väldigt lång längd registrerad då mät hjulet fortsatte att rulla efter att sista biten åkt ur aggregatet.

Dasa 4 (Eco Log, Besten och Rottne)

- 1) Friskkvistdiameter beräknas på istället för under bark.
- 2) Vid val av fel trädslag, d.v.s. start på tall och byte till gran så aktiverades även friskkvistaptering på gran. Detta inträffade för 2 träd vid Eco-Log testen.
- 3) Var276_t3 som anger vilken kvalitet som genererats automatisk vid friskkvistaptering är inte implementerad i stm-filen.
- 4) En bugg gjorde att slumpsignal endast fungerade i samband med första kap.
- 5) Obligatoriskt uttag av slumpad kontrollstam inom intervallet 50–150 saknas.
- 6) I drf-filer kan korta avbrott ej registreras (var320), LOGTID (var327) saknas helt, variabel för bränsleförbrukning (var430) saknas. Dessutom saknas volymen inklusive oklass (var249).
- 7) Latitud för bark felaktigt dimensionerad (var113_t4), verkar som om det är över trädslag.
- 8) 0-värden registrerade av Dasa i pri-filen för nya barkfunktionen (var113_t4 och var113_t7).

John Deere, Timbermatic 300

- 1) Var275_t3 som beskriver höjden för den maximala friskstacylindern har inte implementerats.
- 2) Var276_t3 som anger vilken kvalitet som genererats automatisk vid friskkvistaptering är inte implementerad i stm-filen.
- 3) Svensk standard för variabelnamn följs ej i apteringsdatorns menyer. Följs dock i administrationsprogrammet Silvia som finns i datorn.

- 4) Konstiga längdval på vissa grova stockar vid fördelningsaptering.
- 5) Saknar variabeln för numrering av avverkade stammar (var270_t3) i stm-filer.
- 6) Saknar orsakskod och loggning av avvisade stammar i ktr-filer.
- 7) Drf-filerna från John Deere innehåller tomma variabler för vissa maskinidentiteter (var3, typ 1–3) som borde ha innehållit data under testet. Det verkar även som om var330_t9 har implementerats felaktigt, förmodligen skall denna tidsinformation istället registreras i var330_t10 (tidpunkten för avbrottsregistrering). Volymerna i var241 och var249 är identiska i drf-filen, men om man kontrollerar prd-filen kan man konstatera att det finns en volym i var244 (oklass) som ska inkluderas i drf-filens var249. Detta innebär att var241 och var249 i drf-filen inte skall vara identisk. Det kan även konstateras att antalet stammar i var221_t1 och var222_t2 är olika. Den sistnämnda förmodligen korrekt.

Ponsse Opti

- 1) Systemet kontrollerar toppdiametern för ett sortiment i kapsnitt istället för 10 cm före kap. Detta innebär att enligt apt-filen godkända bitar ej blir godkända i systemet.
- 2) Friskkvist: Var275_t3 som tycks ha implementerats felaktigt och Var276_t3 som anger vilken kvalitet som genererats automatisk vid friskkvistaptering är inte implementerad i stm-filen.
- 3) Inställning av friskkvistvariabler följer ej standard.
- 4) Ej nöjaktigt att det krävs att massavedsmatrisen ska ligga som sista matris i apt-filen.
- 5) Aggregatet var för grovt för att klara minidiametern 50 mm ub.
- 6) Registrerar ej längd och diameterklasser (var117_t1, var118_t1) för samtliga prismatriser i pri-filen.
- 7) I drf-filerna saknas var53. De totala volymerna (var241 och var249) samt antalet stammar (var222_t1) är felaktigt dimensionerade, SPARDATUM (var12_t4) och antal stammar per förare (var223_t1) saknas dessutom i filerna.



Bilaga 3

Motomit

- 1) Saknar variabel (var306_t2) för unik stocknumrering av slumpade stammar.
2. Saknar m³fub volym (var 299_tx) i stm-filen.
3. Hanterar variabeln NOLLDATUM i pri-filer på ett något avvikande sätt (orsak är okänt) då normalt NOLLDATUM hos en given fil med FILORDN >1 är lika med SPARDTUM på föregående fil (FILORDN-1).
4. Totalt antal avverkade stockar (var290_t1) och stammar (var221_t1) registrerade i pri-filen saknas.
5. Stock kod 300 där det registreras manuell eller automatisk kap saknas i pri-filen.
6. Ej registrerat apteringsfilens namn och datum (var2_t2, var13_t4) i pri-filen.
7. Enhet för latitud till barkfunktion (var113_4) ska vara 0,00001 degrees.
8. Var273_t3 i stm-filen ska vara filtrerad men är inte det.
9. Stam 1, stock 4 (height 1933 – 10 cm). Diameter i var273_t3 (diameter-vektor) är 228 mm. Varierar från toppdiameter registrerad i var291_t5 (227 mm).

Valmet

1. Totalt antal avverkade stockar (var290_t1) registrerade i pri-filen saknas.

Mätningar av maskinsystemens matningshastighet under testen

För att få ett ungefärligt värde på hur snabbt de olika aggregaten matade så har tiden för matning och kapning beräknats. Beräkningen har gjorts genom att analysera filmerna på testträden i studien. Tiden från att aggregaten började mata tills det hade kapat en stock har mätts. Tiden mellan kap och matning av nästa stock ingår alltså inte i tiden. Summan av alla tider för en stam har sedan summerats. I tabellen redovisas medianträdetid för respektive maskinsystem i studien. Alla system hade liknande trädstorlekar.

I tabellen framgår att Eco Log, Log Max har haft lägst tidsåtgång följt av Rottne och Besten. Valmet, John Deere och Ponsse har använt ca 50 % längre tid per träd än vad Eco Log har gjort och Profi 50, Keto 100 ca den dubbla tiden. Den höga tidsåtgången för gallringsmaskinen förklaras med att den inte orkade mata de stora tunga stammarna och var tvungen att ta mycket stöd och köra med kranen.

Hur skillnaden i matningshastighet påverkar resultatet i studien är svårt att bedöma. Några reflexioner är att datorn får mer tid på sig att räkna vid långsammare körning. Långsammare körning innebär att man tagit mer stöd och följt stammen mer med kranen. Detta skulle kunna påverka mätnoggrannheten både till det bättre och sämre.

Tabell 19. Mediantiden för matning inklusive kap för de avverkade stammarna i studien.

Avverkningssystem	Median tid (s)
Eco Log, Log Max 6000	19
John Deere, H480	31
Ponsse, H73e	30
Rottne, EGS 700	24
Valmet, 370	29
Besten, Fiberut 290	27
Profi 50, Keto 100 Supremet	39

Bilaga 4

Stamlängder och vrakhantering vid apteringssimulering

Problem

Vid apteringsuppföljning har stamlängden som jämförs betydelse för vilken apteringsgrad som erhålls. Vid prov med stamprofiler kommer en stamfil som innehåller värden efter sista kapställe troligen att få något lägre apteringsgrad än en stamfil som bara har värden fram till kapstället. Om man vill använda filerna i olika planerings-/analyssammanhang är det därför givetvis bäst om så många värden som möjligt registreras av apteringsdatorn.

Vid manuell uppföljning registrerar man lämpligen hela gagnvirkesdelen av trädet. Ett stort problem uppstår då om stammen är toppbruten. Hur långt ska man då samla in värden?

I enlighet med testet 2001 (Möller 2002) så har reglerna enligt nedan använts.

Regler för registrering av stamlängd Stamdata från skördare

Stamlängden används fram till sista kapställe. Övriga diametervärden tas bort i stamfilen vid analys i Aptupp. I apt-filen tillåts, för att inte uppföljningsprogrammet ska vara låst av redan registrerade kapningsdata, att Aptupp apterar ned till 0,5 m långa massavedsbitar till fullt volymspris. Kortbitarna är tillåtna från minimidiameter för massaved upp till minimidiameter för timmer och/eller kubb (145 mm i studien).

Manuell stamdatainsamling – oskadade träd

Stamdiametrar registreras fram till gagnvirkesgränsen, som i regel är 50 mm ub och detta mått återfinns oftast på den outnyttjade toppdelen. Aptupp lägger ut bitar av tillåtna längder längs stammen. På så sätt kan man också följa upp hur väl massaveden tillvaratas i toppdelen på trädet.

Manuell stamdatainsamling – toppbrutna träd

Vid toppbrott registreras stammen fram till toppbrottet. I studien förkastades de träd där toppbrottet var grövre än minimidiameter för timmer 145 mm.

Aptupp apterar tillåtna längder fram till toppbrottet. I Aptupp tillåts även massaved ned till 0,5 meters längd i diametrar klenare än 145 mm för att optimal apteringen inte ska styras till skördarens sista toppdiameter. Detta händer ofta vid analys med stm-filer då data om trädets topp saknas efter sista kap.

Vrakpris

Vrakad bit har fått priset 80 % av massavedspriser förutsatt att den är minst 2,5 m lång. Motivet är att i de flesta fall så kommer de att mätas in med normalt pris och vara fullt leveransgilla.

Bilaga 5

Exempel på prismatris och fördelningsmatris i testet.

Tabell 20. Prismatris för kvalitet 3 gran som användes i värdeaptingstesten. Längden 49 dm var förbjuden och fick inte apteras i skördaren. Priset är angivet i Kronor/m³ toppmått under bark.

Diameter (mm)	135	150	160	170	190	210	230	250	270	290	310	330+
Längd (cm)												
340	307	311	312	341	284	368	386	395	398	405	413	419
360	356	360	361	365	304	394	414	423	427	434	442	449
390	378	382	384	453	378	489	524	536	541	550	560	569
420	399	404	406	458	382	494	519	530	535	544	555	563
450	426	431	433	482	402	521	552	564	569	579	590	599
480	439	444	446	487	406	526	552	564	569	579	590	599
490	430	435	437	477	398	515	541	553	558	567	578	587
510	443	448	450	502	418	542	569	581	586	596	608	617
540	443	448	450	497	414	537	563	575	580	591	602	611
570	439	444	446	502	418	542	574	587	592	602	614	623

Tabell 21. Fördelningsönskemål i fördelningsaptingstesten för gran klass 1-3. Fördelning i procent per diameterklass. 4 % maximal värdeavvikelse användes

Diameter (mm)	135	150	160	170	190	210	230	250	270	290	310	330	350	360+
Längd (cm)														
340	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
370	10	10	18	18	18	18	18	18	18	18	8	8	8	0
400	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
430	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0
460	25	15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
490	24	39	41	41	41	41	41	41	41	41	46	46	46	0
520	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
550	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	0

Bilaga 6

Apteringslogik och inställningar

Inställningsmöjligheter för aktivering av Fördelningsaptering i olika skördardatorer.

	Dasa	John Deere	Ponsse	Valmet	Motomit
Fördelningsmodell	Näroptimal	Näroptimal/ adaptiv	Näroptimal	Näroptimal/ adaptiv	Näroptimal
Beräkningsmodell för värdeavvikelse	Beräknas på 1 bit enligt värdeaptering	Beräknas på 1 bit enligt värdeaptering	Beräknas på 1 bit enligt värdeaptering	Beräknas på 1 bit enligt värdeaptering	Beräknas på 1 bit enligt värdeaptering
Val av stock för aptering	Störst brist	Störst brist	Störst brist	Störst brist	Störst brist
Fördelning inom eller över sortimentsgräns	Över sortimentsgräns	Inom	Inom	Inom	Över sortimentsgräns
Vilka begränsningsmatriser finns	-1, -2, -3	-1, -2, -3	-1, -2, -3	-1, -2, -3	-1, -2, -3
Relativ styckandel inom hel matris styck	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Relativ volymandel inom hel matris styck	Nej	Ja	Ja	Ja	Nej
Relativ styckandel inom diameterklass	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Relativ volymandel inom diameterklass	Nej	Ja	Ja	Ja	Nej
Styckönskemål (st)	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja
Möjlighet att starta om på gammal stocknota vid nytt objekt	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej

Apteringslogik och apt-filinställningar i olika system

	Dasa	John Deere	Ponsse	Valmet	Motomit
Apteringslogik					
Prognosmodell	Adaptiv	Adaptiv	Adaptiv	Adaptiv	Adaptiv
Rekommenderad beräkningsgrundande längd (m)	14	Hela trädet	29,9	11 (kalkyl-längd 16,5)	12
Apteringsoptimering	Beräkning i apteringsdator på aggregat	Beräkning i PC i hytt	Beräkning i PC i hytt	Beräkning i apteringsdator i hytt	Beräkning i apteringsdator i hytt
Kommunikation med aggregat	Can	Can	Arcnet	Can	Can
Regel vid kortning	Manuell	Manuell/optimering	Manuell/optimering	Manuell	Manuell
Mått för toppdiameter (cm från topp)	10 cm/inställbart	10 cm/inställbart	10 cm	10 cm/inställbart	10 cm
Apt-filinställning					
Max antal trädslag	6	8	8	4	8
Max antal matriser per trsl	15	obegränsat	128	10	16
Max antal diameterklasser per matris/ totalt	26	obegränsat	30/3840	32/192	30/480
Max antal längdklasser per matris/ totalt	155	obegränsat	20/2560	48/192	100/800
Max antal kvaliteter	8	16	16	8	8
Stocktypsaptering	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Automatisk friskkvistaptering	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej
Massavedskrav	Nej	Nej	Massaved ska ligga sist i apt-fil	Nej	Nej
Övermål längd	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Övermål diameter	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej

Bilaga 7

Kalibreringsdata

Rutiner för kalibreringsunderlag

	Dasa	John Deere	Ponsse	Valmet	Motomit
Stm till klave (möjliga modeller enskilda filer, alla filer på en gång o.s.v.)	Ja enskilda filer	Ja enskilda filer	Ja flera samtidigt möjligt	Ja, finsk metod (sti antal stam, ett tillfälle) eller enskild stm fil	sti - en eller flera vid flera tillfällen
Filtrering av stammar vid urval för kalibrering, t.ex. buliga	Nej	Ja	Ja	Nej	Nej
Stm-val efter upparbetning	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Lagring av stm-filer utvalda för kalibrering på hårddisk	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Laddning av klave via skördare	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Finns hållare för klave	Ja*	Ja	Ja	Ja	Ja*
Finns kabel dragen för klave	Ja*	Ja	Ja	Ja	Ja*
Automatisk sändning av stm till klave	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej

*Beror på skördarfabrikat.

Rutiner för sändning av ktr-filer till skördare

	Dasa	John Deere	Ponsse	Valmet	Motomit
Automatisk sändning av ktr-fil från klave till maskin	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja
Kan enskild ktr-fil skickas till skördare från klave för lagring i databas	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja
Filtreras stammar vid dubbel inläsning av data/upprepning av samma ktr-data	Ja	Nej	Ja	Nej*	Ja
Filtrering av enskilda data från klave t.ex. max 20 mm avvikelse, etc.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Diameterkalibrering (regression, medelvärde, intervall)	Intervall	Regression eller intervall	Mix regression/ intervall	Regression el medelv.	Mix regression/ median
Längdkalibrering	En längd	En längd	En längd	En längd	En längd
Kalibrering per trädslag?	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kalibrering av rotstock	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Användning av rotdata (innan första mätvärde)	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej
Inställning för avvisning av gamla data	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej
Inställning för att spara data i olika diameterintervall	Nej	Ja	Ja	Nej	nej
Finns statistisk beräkning av databehov	Ja	Ja	Nej (2007)	Nej**	Nej
Korrektion av hela kurvan	Nej	Ja	Ja	Nej	Ja
Loggning av utförd kalibrering (data till prd-fil/ktr-fil/databas)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Loggning av utförd kalibreringsjustering	Nej	Ja	Nej (2007)	Nej	Ja

* Minnet i klaven bör m.a.o. raderas efter sändning till skördaren

** Finns för finländsk kalibreringsmetod. Utifrån standardavvikelse beräknas antal stammar som behövs för kalibrering.

Bilaga 8

Träd- och stockdata i pri-filer

Träddata i var 256. Variabler utan siffror innebär att dessa inte registrerats i filen överhuvudtaget.

Kod	Beskrivning	Valmet	John Deere	Motomit*	Ponsse	Dasa
2	Trädslagsnummer	2	2	2	2	2
500	Stam nr. (jämför med var270_t3)	255	309	1	1	1
740	DBH (pb) mäts enligt var500_t1, mm	254	362	396	122	389
741	Stamtyp (Finska PMP)	0	1			
750	Förarnummer	3	1	1		2
760	Latitud, heltal som 0,00001 grader		6039077	-11		
761	1=Nord, 2=Syd		1			
762	Longitud		1746709	6		
763	1=Öst, 2=Väst		1			
764	Altitud, meter över havet,		53	-1		

* Negativa siffror för Motomit innebär att koordinaten refererar till första trädet på objektet.

Stockdata i var 256. Variabler utan siffror innebär att dessa inte registrerats i filen.

Kod	Beskrivning	Valmet	John Deere	Motomit	Ponsse	Dasa
1	Prismatris/sortimentsnummer	7	7	7	11	7
20	Unik identitetsinformation/prismatris					
201	Diameter topp, mm pb	230	311	378	107	323
202	Diameter topp, mm ub	218	294	359	101	305
203	Diameter mitt, mm pb		343			358
204	Diameter mitt, mm ub		325			339
205	Diameter rot, mm pb					481
206	Diameter rot, mm ub					457
207	Mittdiameter HKS mätning, mm ub					
208	Mittdiameter HKS mätning, mm pb					
301	Längd, cm	502	372	523	352	492
300	Tvångskap	0	0			0
400	Volym enligt var 161		0	0	0	0
1400	Volym decimaldelar		251	527	36	358
401	Volym m ³ fpb		0	0	0	0
1401	Volym m ³ fpb decimaldelar		349	591	40	527
402	Volym m ³ fub		0		0	0
1402	Volym m ³ fub decimaldelar		318		36	472
403	Volym m ³ topb		0			
1403	Volym m ³ topb decimaldelar		281			
404	Volym m ³ toub.		0			
1404	Volym m ³ toub decimaldelar.		251			
405	Volym m ³ fmi pb		0			
1405	Volym m ³ fmi pb decimaldelar		341			
406	Volym m ³ fmi ub		0			
1406	Volym m ³ fmi ub decimaldelar		306			
420	Volym enligt Var161 dl, ej m ³	1867			357	
421	Volym dl fpb	2570			399	
422	Volym dl fub	2321			357	
423	Volym dl topb					
424	Volym dl toub					
425	Volym dl fmi ob					
426	Volym dl fmi ub				359	
500	Stam nr. (jämför med var270_t3)	255	309	1	1	1
501	Stocknummer i stammen	1	1	1	1	1

TIDIGARE REDOGÖRELSE FRÅN SKOGFORSK

2008

- Nr 1** Furness-Lindén, A.: Affärsutveckling i relationen stor kund / liten leverantör – vad kan skogsbruket lära?
- Nr 2** Simonsen, R. Rosvall, O. Gong, P.: Lönsamhet för produktionshöjande skogsskötselåtgärder.
- Nr 3** Ring, E. Löfgren, S. Sandin, L. Högbom, L. Goedkoop, W: Skogsbruk och vatten – en kunskapsöversikt.
- Nr 4** Pettersson, F.: Effekt av gallringsform i tallförsöket Kolfallet

2007

- Nr 1** Bergkvist, I.: Stråkröjning i praktisk drift 2005–2006.
- Nr 2** Brunberg, T.: Underlag för produktionsnorm för extra stora engreppsskördare i slutavverkning.

2006

- Nr 1** Kroon, J. & Rosvall, O.: Förflyttningseffekter hos vit- och svartgran i norra Sverige.
- Nr 2** Skogforsk: Utvecklingskonferens 2006, dokumentation.
- Nr 3** Granlund, P.: CTI på virkesfordon.
- Nr 4** Karlsson, B.: Trakthyggesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie.
- Nr 5** Karlsson, B.: Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie.

2004

- Nr 1** Utvecklingskonferens 2004.
- Nr 2** Werner, M. & Heurlin Karlsson, L.: Skånska strövområden – vistelse, preferenser och värderingar.
- Nr 3** Brunberg, T.: Underlag till produktionsnormer för skotare.
- Nr 4** Rytter, L.: Produktpotential hos asp, björk och al.
- Nr 5** Kroon, J. & Rosvall, O.: Optimal produktion vid nordförflyttning av gran i norra Sverige.

2003

- Nr 1** Hallonborg, U.: Maskinsågkedjor i praktisk drift.
 - Nr 2** Aulén, G. & Gustafsson, L.: Skogliga naturvärdesregioner för södra Sverige.
 - Nr 3** Pettersson, F.: Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog – Redovisning av försöksresultat och synpunkter på dagens röjnings- och gallringsverksamhet.
 - Nr 4** Glöde, D. & Bergkvist, I.: 30 år med maskinell röjning – summering av utförd FoU och ananlys av framtida potential.
 - Nr 5** Hallonborg, U.: Semiautonoma kortvikessystem – En systemanalys.
 - Nr 6** Thorsén, Å.: Mellanchefer i skogsbruket – arbetet i "gränslandet" gentemot chefen.
-

Skogforsk arbetar för ett lönsamt, uthålligt bruk
av skogen. Vår verksamhet består av tillämpad FoU,
uppdrag och kunskapsöverföring.



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel. 018-18 85 00. Fax. 018-18 86 00
E-post. skogforsk@skogforsk.se
www.skogforsk.se