

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 708 2010



Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie

Björn Hannrup & Petrus Jönsson

Ämnesord: Kapspricka, kaptid, kedjehastighet, sågmotor.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

Skogforsk skall tillföra svenskt skogsbruk tillämpbara kunskaper, tjänster och produkter som bidrar till ett lönsamt, hållbart bruk av skogen, så att näringsens konkurrenskraft stärks och viktiga samhällsmål uppnås. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Förord

Denna rapport sammanfattar resultat från studien ”Ny teknik för att minska uppkomsten av kapsprickor vid avverkning med skördare”. Studien har finansierats av Skogsägarna Norrskogs forskningsstiftelse, SCA och av medel från Skogforsks ramanslag. Sveaskog har varit mark- och maskinvärd. Parker Hannifin och Log Max har bidragit genom att montera/demontera den nya respektive konventionella sågmotorn.

Nedanstående personer har varit kontaktpersoner från företagen.

Namn	Företag
Anders Almén	Log Max
Per Moberg	Log Max
Keijo Mäenpää	Log Max
Henrik Björklund	Parker Hannifin
Pär Braun	Parker Hannifin
Paul Hansson	Parker Hannifin
Sven Bertilsson	Parker Hannifin
Ronnie Werndin	Parker Hannifin
Magnus Bergman	SCA
Jonas Gustafsson	Sveaskog
Lennart Hult	Sveaskog

Per-Arne Frid, Sveaskog, körde skördaren under testtillfället. Petrus Jönsson och Björn Hannrup, Skogforsk, har haft det övergripande ansvaret för planering och genomförande av studien.

Uppsala 2010

Björn Hannrup och Petrus Jönsson

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning	3
Bakgrund.....	4
Syfte	5
Genomförande och studieupplägg.....	5
Mätningar av kaptid, kedjehastighet och hydrauloljetryck.....	6
Mätningar av kapsprickor.....	8
Statistisk analys.....	9
Specifika försöksförutsättningar.....	10
Resultat och diskussion.....	10
Stockdimensioner	10
Frekvensen kapsprickor.....	11
Kapsprickornas längd.....	12
Kapsprickornas läge	14
Kaptid.....	15
Kedjehastighet.....	16
Hydrauloljetryck.....	18
Samband mellan kapsprickor och kaptid/kedjehastighet.....	18
Beräknad total spricklängd per stock.....	19
Fortsatta studier	20
Referenser	21
Personligt meddelande.....	21
Bilaga 1 Kedjehastighet vid kapning med Parkers sågmotor.....	23
Bilaga 2 Kedjehastighet vid kapning med den konventionella sågmotorn.....	27

Sammanfattning

Genom att minska förekomsten av kapsprickor kan värdet på skogsråvaran öka. Parker Hannifin introducerade nyligen sågmotorn F11-iP. Det unika med denna produkt är den snabba, hydrauliska styrningen som möjliggör att såg-effekt och kedjehastighet kan hållas konstanta under hela kapförloppet. Kaptiden kan därmed reduceras, vilket kan ha en gynnsam effekt på förekomsten av kapsprickor.

Det övergripande syftet med studien var att utvärdera den nya sågmotorn med avseende på uppkomsten av kapsprickor vid avverkning. Utvärdering skedde genom jämförande mätningar på stockar avverkade med den nya sågmotorn respektive en sågmotor av konventionell typ. Studien genomfördes i grov slutavverkningsskog i trakten av Eksjö med en skördare från Eco Log och ett aggregat från Log Max. Under den första av studiens två dagar var sågmotorn från Parker Hannifin monterad på aggregatet och därefter skedde byte till den konventionella sågmotorn.

Mätningarna av kapsprickor gjordes på stockar från 25 träd per sågmotor. I syfte att renodla skillnader mellan sågmotorerna kapades stockarna fritt hängande d.v.s. utan stöd. Kapsprickornas längd mättes med trissmetoden och sprickornas position i tvärsnittet bestämdes. Kaptiden för de två sågmotorerna mättes genom filmning av kapförloppet då trissor kapades från stockar med varierande diameter. Vid trisskapningen mättes också kedjehastigheten och hydrauloljetrycket.

Resultaten från mätningarna kan sammanfattas enligt följande:

- Genomsnittlig och maximal spricklängd var drygt 25 % kortare för stockarna kapade med F11-iP i jämförelse med stockarna kapade med den konventionella sågmotorn. I absoluta tal uppgick skillnaden i genomsnittlig spricklängd till knappt 3 cm. Skillnaden var statistisk säkerställd.
- Nästan samtliga kapsprickor bildades under den sista tredjedelen av kapet. Det var inga skillnader mellan sågmotorerna när det gäller sprickornas position i stockarnas tvärsnitt.
- F11-iP hade i genomsnitt 12 % kortare kaptid. Detta kan översättas till en produktivitetsökning för skördarens effektiva arbete på drygt 1 %.
- Det var stor skillnad mellan sågmotorerna när det gäller kedjehastigheten under kapförloppet. För F11-iP var kedjehastigheten påfallande jämn under kapförloppet och inga överslängar noterades. För den konventionella sågmotorn var det betydligt kraftigare fluktuationer med överslängar vid genomkapning.
- Beräkningar av den totala spricklängden per stock visade att andelen stockar med total spricklängd över sågverkens stötmån på 10 cm var 17 % för F11-iP medan den var 27 % för den konventionella sågmotorn. För stockar med toppdiameter över 250 mm, d.v.s. de stockar där kapsprickor är vanligast, var motsvarande siffror 22 och 49 % för de

två sågmotorerna. Är dessa skillnader giltiga också för normala produktionsförhållanden bör de medföra en betydande påverkan på ekonomin vid produktion av trävaror, speciellt för sågverk med kundorderstyrd produktion.

Bakgrund

Kapsprickor uppkommer då träden avverkas och orsakas av det moment som den fritt hängande stocken skapar vid skördarens kapningsmoment. Vid produktion av sågade trävaror framträder kapsprickorna oftast sent i produktionsprocessen och de avkap som de tvingar fram, leder till sänkt utbyte och att oönskade produkter framställs. Insatser för att minimera uppkomsten av kapsprickor minskar spillet och har därmed en positiv påverkan på lönsamheten vid produktion av sågade trävaror, speciellt för produktgrupper där längdkraven är starkt fokuserade (Helgesson, 1997a).

Under åren före sekelskiftet genomfördes studier i syfte att kvantifiera förekomsten av kapsprickor (Westin & Nilsson 1996; Helgesson 1997b). I den senare studien, som var landsomfattande, mättes kapsprickor på totalt 2 100 stockar, avverkade med nyare skördare av olika fabrikat. De inmätta stockarna var längre än normaltimmer men resultaten visade på oroväckande höga sprickfrekvenser: 70 % av de inmätta stockarna hade sprickor i minst en stockända och den genomsnittliga spricklängden var 8,5 cm. I en uppföljande studie skattades kostnaderna för kapsprickor uppgå till 2,5 % av det sågade virkets värde vid produktion av standarddimensioner (Helgesson, 1997a). För en kundanpassad produktion, med speciella längd- och dimensionskrav, bedömdes kostnaden vara betydligt högre.

Under de följande åren efter de kvantifierande studierna utvecklades ny teknik i skördarna för att minimera uppkomsten av kapsprickor vid kapmomentet (Hallonborg & Granlund, 1999). Den utvecklade tekniken, automatisk kransänkning, bygger på att stockens fallvinkel minskas genom att kran och skördaraggregat sänks under kapningsmomentet. Tekniken har vid utvärdering visat sig ge en avsevärd minskning av frekvensen kapsprickor då den är rätt intrimmad (Hallonborg & Granlund, 2002). De positiva resultaten till trots så har automatisk kransänkning inte fått något brett genomslag och används i dag endast i begränsad omfattning vid normal avverkning. Sannolika orsaker till det begränsade genomslaget för tekniken är att automatisk kransänkning medför en viss sänkning av produktiviteten samt upplevs som störande (känsla av ”åksjuka”) av en del förare.

Ingen ny teknik för att motverka uppkomst av kapsprickor har introducerats i skördare efter tekniken med automatisk kransänkning. Därutöver har betydelsen av kapsprickor förstärkts till följd av den ökade kundanpassning som skett i den trämekaniska värdekedjan. Den kanske viktigaste förändring som skett är längdanpassning för granprodukter. I dag fördelningsapteras mer än två tredjedelar av grantimret. Fördelningsaptering innebär att stockarnas längdfördelning vid avverkning anpassas efter sågverkens beställningar (Möller & von Essen, 1997). Funktionen är i dag fullt implementerad av alla skördartillverkare och skördarnas längdmätning fungerar i dag väl (Möller m.fl., 2008).

Genom att skördarnas funktioner och styrning fungerar allt bättre så innebär varje längre kapspricka att en produkt med mindre eller ej önskad längd produceras i sågverket.

Utvecklingen mot ökad kundanpassning bland sågverken förstärker således behovet att utveckla ny teknik i skördarna som minskar uppkomsten av kapsprickor. Ett möjligt angreppssätt är att försöka minska kaptiden eftersom denna är central för uppkomsten av kapsprickor. Nyligen introducerade företaget Parker Hannifin en nyutvecklad sågmotor, F11-iP, som enligt tillverkaren ger en avsevärd sänkning av kaptiden (<http://www.parker.com/literature/HY30-8252-B1-SE.pdf>). Det unika med denna produkt är den snabba, hydrauliska styrningen som möjliggör att såg-effekten och kedjehastigheten kan hållas konstanta under hela kapförloppet genom att svärdets matningstryck varieras. Kaptiden kan därmed reduceras vilket bör ha en positiv effekt på förekomsten av kapsprickor. Detta har dock inte verifierats i något större, oberoende test och det är angeläget att ett sådant test genomförs.

Syfte

Det övergripande syftet med studien var att utvärdera den nya sågmotorn med avseende på uppkomsten av kapsprickor vid avverkning. Utvärdering skedde genom jämförande mätningar på stockar avverkade med den nya sågmotorn respektive en sågmotor av konventionell typ.

Sågmotorerna jämfördes med avseende på:

- Frekvensen kapsprickor.
- Kapsprickornas längd.
- Kapsprickornas position i stockarnas tvärsnitt.
- Kaptid.
- Kedjehastighet under kapförloppet.

Ett centralt mål med studieupplägget var att genomföra mätningarna för de två sågmotorerna under så lika förhållanden som möjligt.

Genomförande och studieupplägg

I studien jämfördes Parkers nya sågmotor, F11-iP, med en konventionell sågmotor. Det som skiljer de två sågmotorerna åt är framför allt deras arbetsprincip och styrning. F11-iP har en hydraulisk styrning av svärdets matningshastighet och kedjans hastighet som är integrerad i själva sågmotorn. Med den konventionella sågmotorn används ett konstant matningstryck för svärdet och en elektronisk övervakning/styrning av kedjans hastighet. Merparten av de på marknaden förekommande sågmotorerna använder en arbetsprincip och styrning som i grunden är densamma som för den konventionella sågmotorn.

Studien genomfördes i grov slutavverkningsskog strax norr om Eksjö på Sveaskogs mark med en skördare ägd av Sveaskog. Skördaren var en Eco Log 590D utrustad med ett Log Max 7000 aggregat. Skördaren var relativt ny och hade driftsatts under oktober 2009. Mätningarna i studien genomfördes under två dagar i mitten av januari 2010. Under dag 1 gjordes mätningar med Parker

Hannifins nya sågmotor monterad på aggregatet. Under dag två gjordes motsvarande mätningar fast med den konventionella sågmotorn monterad på aggregatet. Två typer av mätningar genomfördes dels detaljerade mätningar av kaptid och kedjehastighet under kapning av trissor, dels mätning av kapsprickor vid normal avverkning. Mätningarna beskrivs i detalj nedan.

Båda sågmotorerna hade vid testillfället genomgått en period med produktionskörning. Den konventionella sågmotorn var monterad på aggregatet vid driftsättningen i oktober 2009 och kördes i produktion till början av december. Då demonterades denna och ersattes med den nya sågmotorn från Parker Hannifin, vilken kördes i produktion fram till testillfället i januari.

MÄTNINGAR AV KAPTID, KEDJEHASTIGHET OCH HYDRAULOLJETRYCK

Inför testet fälldes tre grövre granar och sammanfördes på ett ställe. Därefter kapades första halvmetern av stammarna av eftersom dessa stampartier hade hög ovalitet.

Skördaren kvistade stammarna och apterade dem i normala stocklängder. I rotändan på varje stock kapades 2–3 trissor. Under kapningen av trissorna mättes kaptid och kedjehastighet. Diametern på trissorna mättes genom korsklavning. För att genomföra mätningarna under så lika förhållanden som möjligt kapades trissor från *samma stockar* för de två sågmotorerna d.v.s. de stockar som användes för trisskapning med Parkers sågmotor dag 1 användes också dag 2 då den konventionella sågmotorn var monterad på aggregatet. Vid trisskapningen strävade vi efter att kapa trissor i ett brett diameterspann för att kunna upprätta sågmotorernas generella samband mellan kaptid och kaparea.

Byte till nytt svärd och ny kedja skedde då kapningen inleddes för de två sågmotorerna. Genomgående användes ett 12 kuggars kedjedrev och en kedja från Stihl med 86 drivlänkar ”Rapid Micro H. 404”.



Figur 1.
Bild från kapningen av trissor.

Mätningarna av kaptid skedde med hjälp av filmning enligt en metodik som tidigare utvecklats vid Skogforsk (Skogforsk, 1999). Under kapning filmades kapförloppet med en höghastighetskamera (NAC Memrecam GX-1). Filmerna sparades ned på en bärbar dator. Genom att på filmerna räkna antalet bildrutor från det att kedjan gick in i barken till dess att trissan var helt avskild från stocken kunde kaptiden mätas upp (figur 2). I studien definierade vi kaptid på detta sätt d.v.s. tiden från det att kedjan gick in i barken tills dess att trissan var helt avskild från stocken. Vid filmningen användes en ”frame rate” på 1 000 bilder per sekund d.v.s. tiden mellan två bildrutor var 1 millisekund.



Figur 2. Bilder från höghastighetskameran som illustrerar mätningen av kaptid. I vänstra bilden har svärdet just gått in i barken och ett brunt spånsprut syns. I den högra bilden har genomkapning just skett och trissan är avskild från stocken.

Sågmotorns varvtal mättes med en mekanisk pulsgivare som monterades på såglådan och anslöts med en flex koppling monterad på kedjehjulets nav (figur 3). Pulsgivaren gav 100 pulser per varv. Data loggades på en mät PC via ett mätkort med samplingsfrekvensen 2000 Hz, för omvandling från frekvens till spänning användes en signalkonditionerare från DATAFORTH med modell beteckning SCM5B45-08. Den höga samplingsfrekvensen medgav att varvtalet under kapförloppet kunde följas på en mycket detaljerad nivå. Omräkning från varvtal till kedjehastighet skedde enligt följande formel:

$$\text{Kedjehastighet(m/s)} = \text{Sågmotorns varvtal (varv/ minut)} \times \text{antalet kuggar på drivhjulet (12 st)} \times \text{kedjedelningsfaktorn (0,00034)}.$$



Figur 3.
Pulsgivaren monterad för mätning av sågmotorns varvtal.

Hydrauloljetryckets huvudtryck (arbetstryck) ut till sågmotorn mättes vid ingången till sågmotorn med en tryckgivare. Givaren samplades med 2000 Hz.

MÄTNINGAR AV KAPSPRICKOR

För mätningarna av kapsprickor avverkade skördaren 25 granar per försöksled (sågmotor). Träd med röta kasserades. Upparbetningen av stammarna skedde i produktionstakt men all kapning skedde utan stöd det vill säga med den utmatade stocken fritt hängande. Vidare skedde all kapning med stillastående aggregat d.v.s. då stocken matats fram för kapning gjordes en kort paus för att undvika att basmaskinen/aggregatet gungade under kapmomentet. En ny kedja och nytt svärd monterades då avverkningen av de 25 träden inleddes. Dessutom skedde byte till ny kedja efter 11 avverkade träd.

Mätningarna av kapsprickor skedde med den så kallade trissmetoden (Helgesson, 1997b). Cirka 3 cm tjocka vedtrissor kapades från stockänden och trissor knackades därefter mot ett hårt underlag. Trissor med kapsprickor delar sig då längs en korda tvärs över årsringarna (figur 4). Trissor kapades till den sista trissan inte längre hade någon kapspricka och längden av kapsprickan uppskattades genom att summera trissorernas tjocklek med tillägg för sågspåren (8 mm/spår). För trissor med kapsprickor registrerades sprickans läge i tvärsnittet genom att det radiella avståndet från märke till sprickan mättes. På samtliga stockar mättes längd samt diameter i toppändan.



Figur 4.
Illustration av trissmetoden. Trissorna är kapade ur samma stockände och genom att summera trissornas tjocklek kan kapsprickans längd uppskattas.

Kapsprickor orsakas under kapförloppet av momentet från den utmatade stocken. Sprickor bildas då både i toppändan på den utmatade stocken och i rotändan på stocken som hålls kvar i aggregatet. Tidigare studie har visat att sprickan i rotändan är längre än i toppändan (Helgesson 1997b; Möller m.fl., 2008). I studien använde vi en samplingsstrategi då vi *enbart mätte kapsprickorna i rotändan på stockarna*. Det är alltså viktigt att påpeka att det är momentet från den föregående stocken (sturt av stockens längd och diameter) som orsakar de kapsprickor vi mätt i efterföljande stocks rotända. Hänsyn till detta togs i analysen. Mätningarna gjordes på samtliga stockar ned till massavedsdimension med undantag för rotstockar. Rotstockarna mättes inte eftersom eventuella sprickor i rotstockens rotända är av en annan typ och bildas vid fällning.

STATISTISK ANALYS

Stockarnas diameter och längd har en uppenbar effekt på spricklängden. För att testa om skillnaden i genomsnittlig längd på kapsprickorna för de två sågmotorerna var statistisk säkerställd, med hänsyn taget till de stockdimensionskillnader som fanns, gjordes en variansanalys. Stocklängd och diameter användes då som kovariater i analysen och det var stockdimensionerna i den föregående stocken, jämfört med på vilken stock kapsprickan mätts, som användes (se ovan). Följande modell anpassades:

$$y = d + l + s + e$$

där y är kapsprickans längd, d är stockens toppdiameter, l är stocklängd, s är den sågmotor som stockarna kapades med och e är det slumpmässiga felet.

I analysen beräknades minsta kvadratmedelvärden för de två sågmotorerna d.v.s. de genomsnittliga spricklängderna för de två sågmotorerna efter kompenserings för skillnader i stockdimensioner. Vidare signifikantstestades effekterna av diameter, stocklängd och sågmotor.

För att beskriva det generella sambandet mellan kaptid och diameter gjordes en linjär regression för mätningarna för de två sågmotorerna. Som oberoende variabel användes trissans area. Arean användes eftersom denna, till skillnad mot diametern, har ett linjärt förhållande till kaptiden.

SPECIFIKA FÖRSÖKSFÖRUTSÄTTNINGAR

Testtillfället hade föregåtts av en längre period med kallt väder så under testen var virket genomfruset. Vädret under testerna var också kyligt. På första testdagens morgon, då Parkers sågmotor testades, var temperaturen -19°C för att sedan successivt stiga under dagen. På morgonen andra dagen hade temperaturen stigit till -5°C och under dagen ökade temperaturen.

Innan momentet med kapning av trissor genomfördes, kontrollmättes kedjehastigheten för de två sågmotorerna för att säkerställa att hastigheten inte översteg gränsen på 40 m/s. Mätningarna gjordes av kedjehastighet vid tomkapning d.v.s. utan belastning. Parkers sågmotor noterades för en kedjehastighet på 40,3 m/s och eftersom detta bedömdes vara tillräckligt nära 40 m/s gjordes ingen ytterligare justering för denna sågmotor.

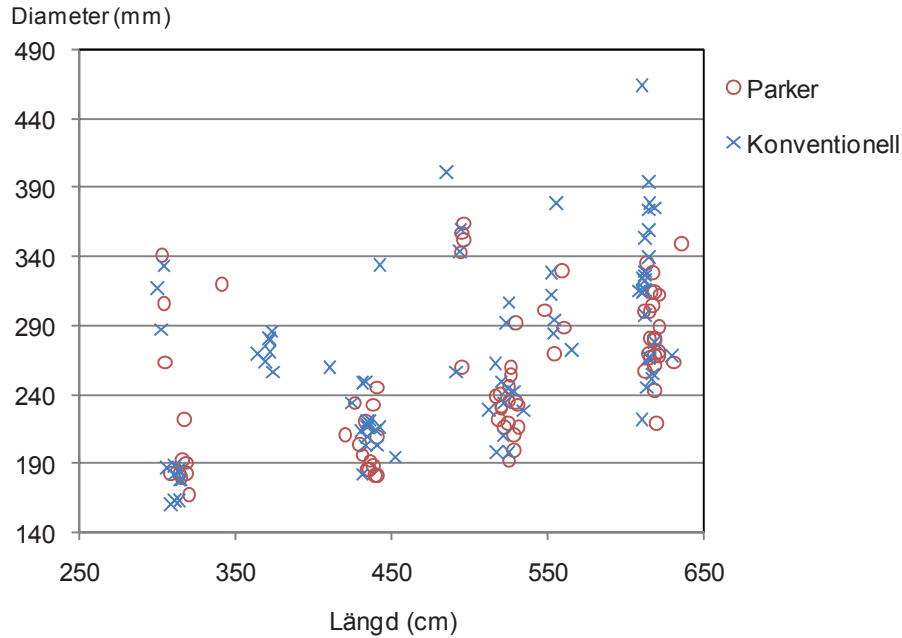
Kedjehastigheten för den konventionella sågmotorn översteg vid kontrollmätningen 40 m/s. Efter justering, utförd av personal från Log Max, noterades den konventionella sågmotorn för en kedjehastighet på 40,0 m/s och denna inställning användes under tester. Det konstanta matningstrycket för svärdet varierades under justeringsfasen och var under testet inställt på 85 bar.

Varmkörning av aggregatet genomfördes inför momenten med kapning av trissor. Basmaskinens hydrauloljetemperatur var under båda testdagarna cirka 45°C då kapningsmomentet inleddes.

Resultat och diskussion

STOCKDIMENSIONER

Längd- och diameterfördelningarna var likartad för stockarna kapade med de två sågmotorerna (figur 5). I genomsnitt var dock stockarna kapade med Parker Hannifins sågmotor något klenare men längre än stockarna kapade med den konventionella sågmotorn (tabell 1). Skillnaderna uppgick till 14 mm respektive 18 cm. I analysen av kapsprickor har vi kompenserat för de skillnader som fanns i stockdimension mellan sågmotorerna, se vidare nedan.



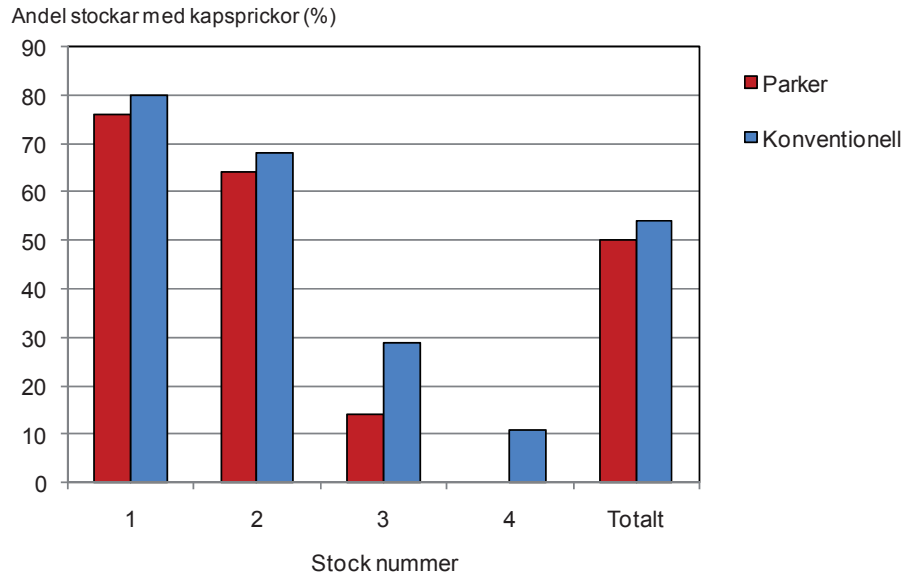
Figur 5.
Längd- och diameterfördelning för inmätta stockar kapade med de två sågmotorerna.

Tabell 1.
Antal inmätta stockar samt genomsnittlig topdiameter och längd per stocknummer och totalt för stockar kapade med de två sågmotorerna.

Stock nummer	Parker			Konventionell		
	Antal stockar	Dia (mm)	Längd (cm)	Antal stockar	Dia (mm)	Längd (cm)
1	25	303	538	25	325	542
2	25	254	548	25	274	528
3	22	206	445	24	231	431
4	4	180	317	9	185	356
Totalt	76	253	503	83	267	485

FREKVENSEN KAPSPRICKOR

I figur 6 redovisas andelen stockar med kapsprickor för stockar kapade med de två sågmotorerna. Stocknummer avsåg ordningsnummer för ”orsakande” stock d.v.s. numret på den stock som gett upphov till den eventuella kapspricka som mätts in i efterföljande stocks rotände. Stockarna kapade med Parkers sågmotor hade en lägre andel spruckna stockar men skillnaden mellan motorerna var liten. För samtliga stockar uppgick andelen stockar med kapsprickor till 50 respektive 54 % för de två sågmotorerna. För bägge motorerna var det tydligt att andelen stockar med kapsprickor minskade med ökande stocknummer det vill säga i takt med att stockarnas längd och diameter minskade.



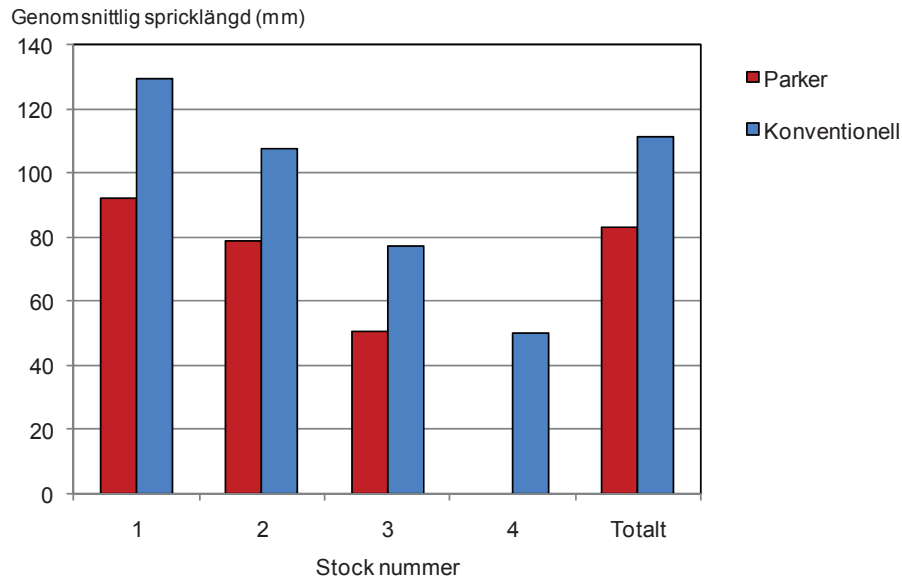
Figur 6.
Andel stockar med kapsprickor för stockar kapade med de två sågmotorerna. Stocknummer avser ordningsnummer för orsakande stock, se vidare texten.

KAPSPRICKORNAS LÄNGD

I tabell 2 redovisas genomsnittlig och maximal spricklängd för stockarna med kapsprickor; de genomsnittliga spricklängderna illustreras också i figur 7. Såväl genomsnittlig som maximal spricklängd var drygt 25 % lägre för stockarna kapade med Parkers sågmotor i jämförelse med stockarna kapade med den konventionella sågmotorn. I absoluta tal uppgick skillnaden i genomsnittlig spricklängd till knappt 3 cm. Skillnaden mellan sågmotorerna var statistiskt säkerställd då hänsyn tagits till skillnader i stockdimensioner mellan sågmotorerna (tabell 3). Vidare visade resultaten att medelvärdena, kompenserade för skillnader i stockdimensioner, bara marginellt skiljde sig från de raka medelvärdena (tabell 3).

Tabell 2.
Antal stockar med kapsprickor i rotändan samt genomsnittlig och maximal spricklängd per stocknummer och totalt för stockar avverkade med de två sågmotorerna. Stocknummer avser ordningsnummer för orsakande stock, se vidare texten.

Stock/nummer	Parker			Konventionell		
	Antal	Medel (mm)	Max (mm)	Antal	Medel (mm)	Max (mm)
1	19	92	170	20	129	242
2	16	79	162	17	108	193
3	3	51	56	7	77	191
4	0	–	–	1	50	50
Totalt	38	83	170	45	111	242



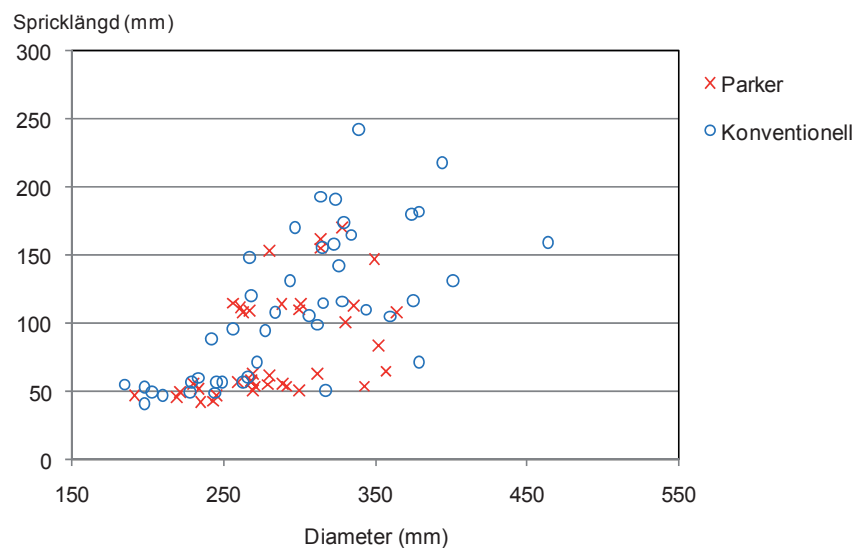
Figur 7.
Genomsnittlig spricklängd per stocknummer och totalt för stockar avverkade med de två sågmotorerna. Stocknummer avser ordningsnummer för orsakande stock, se vidare texten.

Tabell 3.
Minsta kvadratmedelvärden (Mkm) för de två sågmotorerna d.v.s. de genomsnittliga spricklängderna för de två sågmotorerna efter kompensering för skillnader i stockdimensioner.

Motor	Mkm (mm)	P-värde ¹⁾
Parker	84	0,0016
Konventionell	110	

¹⁾ P-värdet anger att sannolikheten för att den uppmätta skillnaden i spricklängd mellan sågmotorerna ska vara orsakad av slumpskäl är 0,16 %.

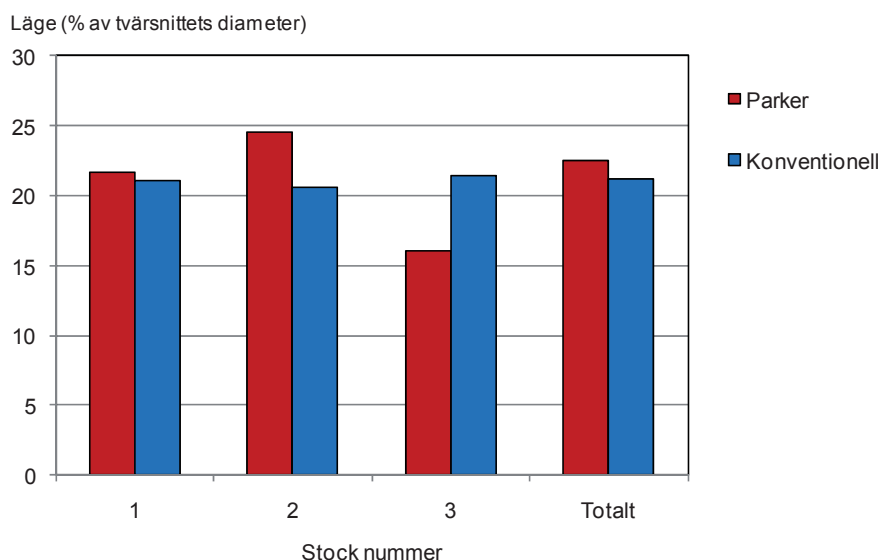
I figur 8 visas en plott av kapsprickornas längd mot diametern på de orsakande stockarna för de två sågmotorerna. Som framgår av figuren ökar risken för längre kapsprickor markant för båda sågmotorerna för stockar över 250 mm.



Figur 8.
Plott av kapsprickornas längd mot diametern på de orsakande stockarna för de två sågmotorerna.

KAPSPRICKORNAS LÄGE

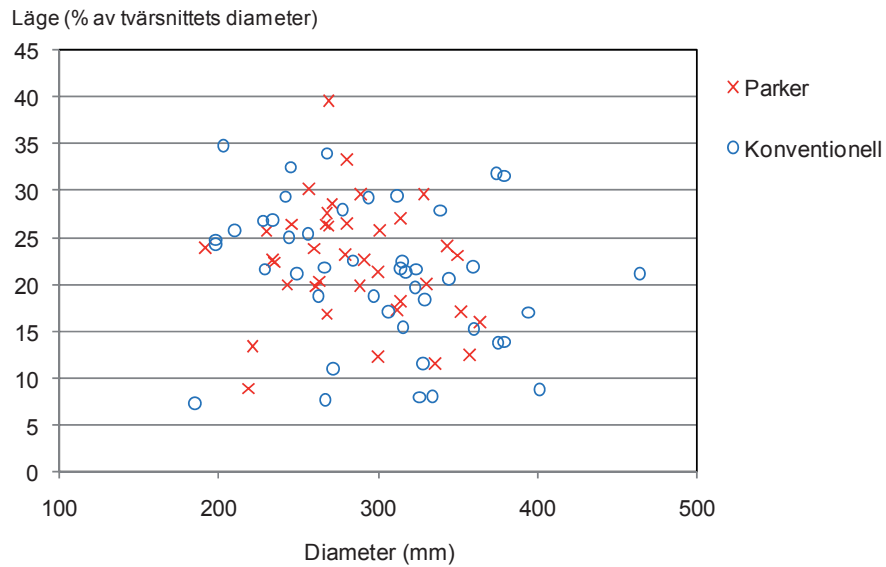
I figur 9 redovisas kapsprickornas läge i stockarnas tvärsnitt för de två sågmotorerna. Läget anger kapsprickornas genomsnittliga läge i förhållande till hur stor andel av stockens diameter som återstår att kapa då sprickorna bildas. För sågmotorn från Parker bildades kapsprickorna i genomsnitt då något större andel av diametern återstod att kapa i jämförelse med den konventionella sågmotorn. Dock var skillnaderna mellan sågmotorerna liten och långt ifrån statistisk säkerställd.



Figur 9.
Genomsnittligt läge för kapsprickorna i procent av stockarnas diameter per stocknummer och totalt.

I genomsnitt för alla inmätta stockar så bildades kapsprickorna då 22 % av diametern återstod att kapa. Detta är ett cirka 5 procentenheter lägre värde än det som noterats för jämförbara stockdiametrar i en tidigare studie (Helgesson, 1997b).

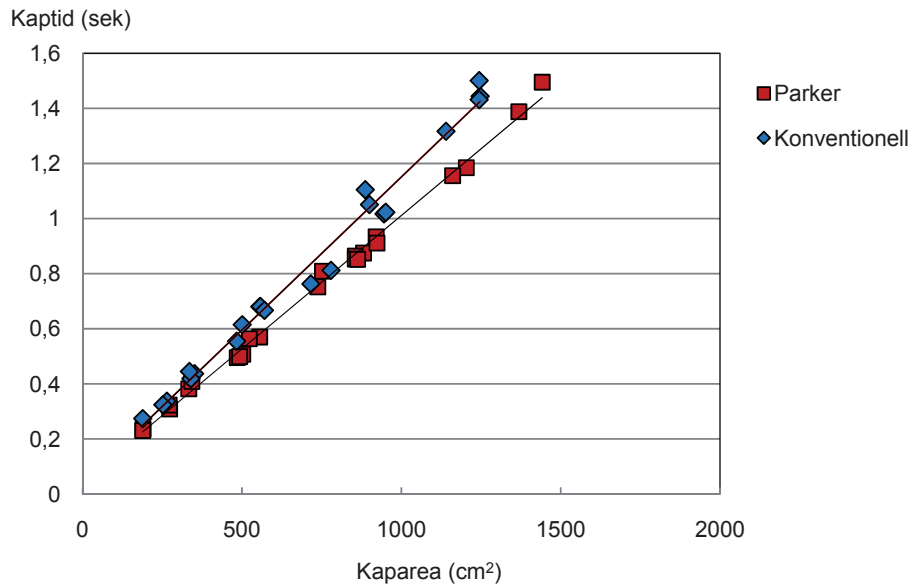
En närmare undersökning av kapsprickornas läge för de enskilda stockarna visade att så gott som alla kapsprickor bildades under den *sista tredjedelen* av kapet (figur 10). Kapsprickornas läge i stockarnas tvärsnitt styr hur betydelsefull påverkan blir på den sågade varan. För att en enskild kapspricka ska ligga utanför den vedvolym där centrumutbytena sågas krävs att kapsprickan, grovt räknat, bildas tidigast då cirka 15 % av diametern återstår att kapa. Av figur 10 framgår att enbart en mindre andel av de kapsprickor som mättes in i studien (17 %) var belägna så pass långt ut från stockens centrum. Merparten av de kapsprickor som mätts in i studien kommer alltså att påverka centrumutbytena vid sågning.



Figur 10
 Plott av kapsprickornas läge mot stockdiametern. Läget anger kapsprickornas läge i förhållande till hur stor andel av diametern som återstod att kapa då kapsprickorna bildades.

KAPTID

I figur 11 plottas de uppmätta kaptiderna mot areorna för de avkapade trissor-
 na för de två sågmotorerna. Kaparean användes eftersom denna, till skillnad
 mot diametern, har ett linjärt förhållande till kaptiden. Areorna 200, 800 och
 1 400 cm² motsvaras dock av diametrarna 160, 319 och 423 mm.



Figur 11.
 Sambandet mellan kaparea och kaptid för de två sågmotorerna.

Parkers sågmotor hade en lägre kaptid över hela diameterintervallet. I absoluta tal varierade skillnaden i kaptid mellan sågmotorerna med kaparean men uppgick t.ex. för kaparean 700 cm² (cirka 300 mm i diameter) till 0,1 sekunder. Den procentuella skillnaden i kaptid mellan sågmotorerna var relativt likartad över hela diameterintervallet och uppgick i genomsnitt till 12 %. I studien definierade vi kaptid som tiden från kedjan gick in i barken till dess att trissan var helt avskild från stocken. Resultat från tidsstudier visar att detta arbetsmoment motsvarar cirka 11 % av skördarens effektiva arbetstid (Personligt meddelande: Torbjörn Brunberg, Skogforsk). En minskning av kaptiden med 12 % innebär alltså en minskning av skördarens effektiva arbetstid på 1,3 % ($0,12 \times 0,11$) vid en given prestation. Detta kan översättas till en produktivitetsförbättring för skördarens effektiva arbete på 1,3 % ($1/(1,0 - 0,12 \times 0,11)$).

Regressionslinjerna för sambandet mellan kaparea och kaptid för de två sågmotorerna finns inlagda i figur 11 och redovisas separat i tabell 4. Regressionerna gav en god anpassning till de uppmätta värdena med förklaringsgrader på 99,6 respektive 98,6 % för Parkers sågmotor och den konventionella sågmotorn. Lutningarna för de två regressionslinjerna var signifikant åtskilda på 5 % nivån d.v.s. skillnaden i kaptiden mellan sågmotorerna vid en viss diameter var statistiskt säkerställd.

Tabell 4.
Ekvationer för regressionen av kaparea på kaptid samt modellens förklaringsgrad för de två sågmotorerna.

Sågmotor	Regressionskvation ¹⁾	R ²
Parker	Kaptid = 0,04316 + 0,00097 × kaparea	0,996
Konventionell	Kaptid = 0,04019 + 0,00111 × kaparea	0,986

¹⁾ Enheter för kaptid och kaparea är sekunder respektive cm².

KEDJEHASTIGHET

I figur 12 visas hur kedjehastigheten förändrades under kapning av två trissor med liknande diameter (384 respektive 386 mm) för de två sågmotorerna. Det tidsintervall som motsvaras av kaptiden d.v.s. tiden från det att kedjan gick in i barken till dess att trissan var helt avskild från stocken är markerad med pilar.

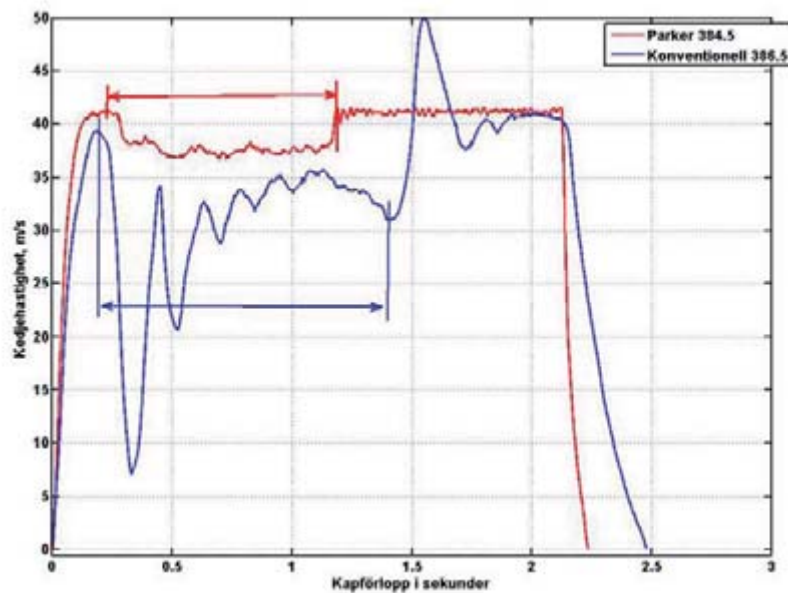
Som framgår av figuren uppvisade de två sågmotorerna markant olika variationsmönster för kedjehastigheten under kapförloppet. Kedjehastigheten för Parkers sågmotor var strax över 40 m/s då kedjan gick in i barken (vänstra pilspetsen). Därefter sjönk kedjehastigheten till cirka 37 m/s och med mycket liten variation bibehölls denna hastighet tills genomkapning skedde (högra pilspetsen). Efter genomkapning steg kedjehastigheten till drygt 40 m/s utan någon tendens till så kallad översläng. Det bör noteras att det till synes långa intervallet med konstant kedjehastighet på cirka en sekund som följde efter genomkapningen är en effekt av att vi i testen använde den manuella kapningsfunktionen i skördaren. Vid normal kapning inleds kedjans inbromsningsfas betydligt snabbare.

Kedjehastigheten för den konventionella sågmotorn var strax under 40 m/s då kedjan gick in i barken (vänstra pilen). Därefter sjönk kedjehastigheten momentant mycket kraftigt ned till ett minimivärde under 10 m/s. Sedan inleddes en fas där kedjan etappvis steg mot 35 m/s. Fluktuationerna var mycket kraftiga i början av denna fas men avtog i takt med att kedjehastigheten nådde

35 m/s. Då en topp på 35 m/s noterats avtog kedjehastigheten långsamt till genomkapning skedde (högra pilspetsen). Efter genomkapning ökade kedjehastigheten momentant upp till 50 m/s i en så kallad översläng.

I bilaga 1 och 2 finns figurer av kedjehastighetens utveckling för samtliga uppmätta kap i studien för Parkers sågmotor, respektive den konventionella sågmotorn. Figurerna är ordnade efter fallande diameter på trissorna. För Parkers sågmotor föreföll kedjehastigheten under kapförloppet vara helt oberoende av diametern på stockarna och de förlopp som visas i bilaga 1 överrensstämmer väl med det som visas i figur 12; det var enbart den tidsmässiga utsträckningen av kapet som förändrades då diametern förändrades.

För den konventionella sågmotorn var bilden något annorlunda. För grövre diametrar på trissorna överrensstämde kedjehastigheten under kapförloppet väl med det förlopp som redovisas i figur 12. I takt med att diametern på trissorna minskade blev kapförloppen alltmer ”komprimerade” och enbart de första faserna som registreras i figur 12 noterades innan genomkapning skedde. Därutöver föreföll det finnas en slumpmässig komponent som gjorde att nivån på kedjehastigheten, initialt och under kapförloppet, varierade mellan enskilda kap.

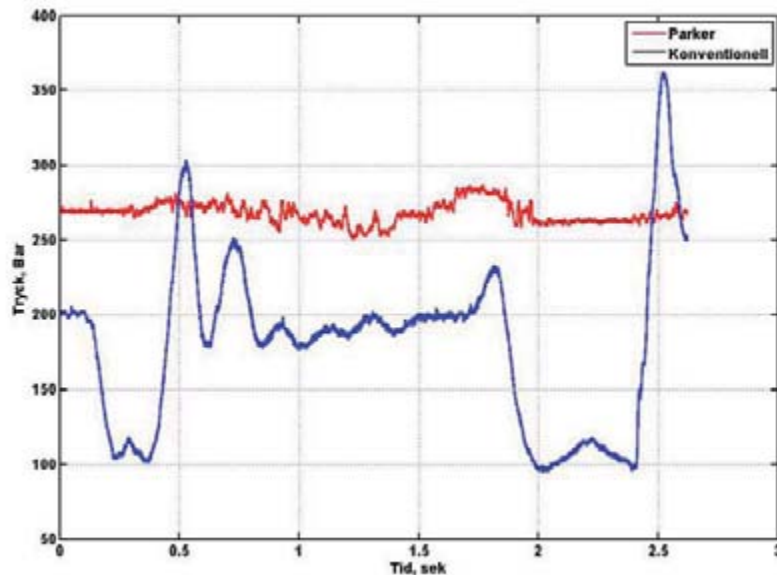


Figur 12.

Illustration av hur kedjehastigheten för de två sågmotorena utvecklades under kapningen för två typiska kap. Trissdiametern var likartad för de två sågmotorena; 384,5 mm för sågmotor från Parker och 386,5 mm för den konventionella sågmotorn.

HYDRAULOLJETRYCK

I figur 13 redovisas mätningar av hydrauloljetrycket under kapning för de två sågmotorerna. Mätningarna gjordes vid ingången till sågmotorerna. Sågmotorerna skiljde sig åt både med avseende på hydrauloljetryckets genomsnittliga nivå som variationen under kapförloppet. Variationsmönstren förefaller i grova drag återspegla de kedjehastigheter som mätts upp. Ingen djupare analys har gjorts av de uppmätta trycken bland annat eftersom vi för sågmotorn från Parker enbart erhöll tryckmätning under kapning av en trissa. Vid kapning av de övriga trissorna var tryckslangen till givaren klämd vilket gjorde att inga mätvärden registrerades.



Figur 13.
Illustration av hur hydrauloljetrycket för de två sågmotorerna utvecklades under kapningen.

SAMBAND MELLAN KAPSPRICKOR OCH KAPTID/KEDJEHASTIGHET

Resultaten från mätningarna av kapsprickor visade att det inte fanns några egentliga skillnader i frekvens kapsprickor mellan sågmotorerna men att en statistisk säkerställd skillnad mellan sågmotorerna fanns när det gäller kapsprickornas längd på cirka 25 %. På en övergripande nivå kan denna skillnad i kapsprickornas längd kopplas till de detaljerade mätningarna av kaptid och kedjehastighet. Däremot är detta inte möjligt på nivån ”enskilt kap” eftersom de två typerna av mätningar inte gjordes på samma stockar.

Resultaten från mätningarna av kapsprickornas läge visade att så gott som samtliga kapsprickor hade bildats under den sista tredjedelen av kapet (figur 10) och framförallt förekom för stockar över 250 mm (figur 8). En närmare granskning av kedjehastighet under den sista tredjedelen av kapet för de grövre stockarna (bilaga 1 och 2) visade att kedjehastigheten för den konventionella sågmotorn i flertalet fall varierade mellan 32 och 35 m/s medan kedjehastigheten för Parkers sågmotor stabilt låg på 37 m/s.

Det förefaller alltså som en ganska måttlig ökning av kedjehastigheten under den sista tredjedelen av kapet kan ge en betydande minskning av kapsprickornas längd (25 %). En sådan slutsats bygger dock på att svärdets matningstryck var relativt likartat under denna fas för de två sågmotorerna eftersom det är den samlade effekten av kedjehastigheten och svärdets matningstryck som styr avverkningskapaciteten vid kapningen. För den konventionella sågmotorn var svärdstrycket konstant på 85 bar under kapförloppet medan Parkers sågmotor håller sågeffekten konstant under kapförloppet genom att variera svärdsmatningen. Hur denna variation såg ut är dock okänt eftersom vi inte mätte svärdstrycket i studien.

BERÄKNAD TOTAL SPRICKLÄNGD PER STOCK

Vid försågning används normalt en stötmån på cirka 10 cm per stock. Detta innebär att det finns en viss tolerans gentemot kortare kapsprickor men att det finns risk för nedkortning då den sammanlagda längden av kapsprickorna i en stocks topp- och rotända överstiger 10 cm. I studien mätte vi enbart kapsprickorna i rotändan på stockarna och för att relatera längden på de sprickor vi mätt upp till den normala stötmån på 10 cm beräknades den totala längden kapsprickor per stock enligt nedanstående.

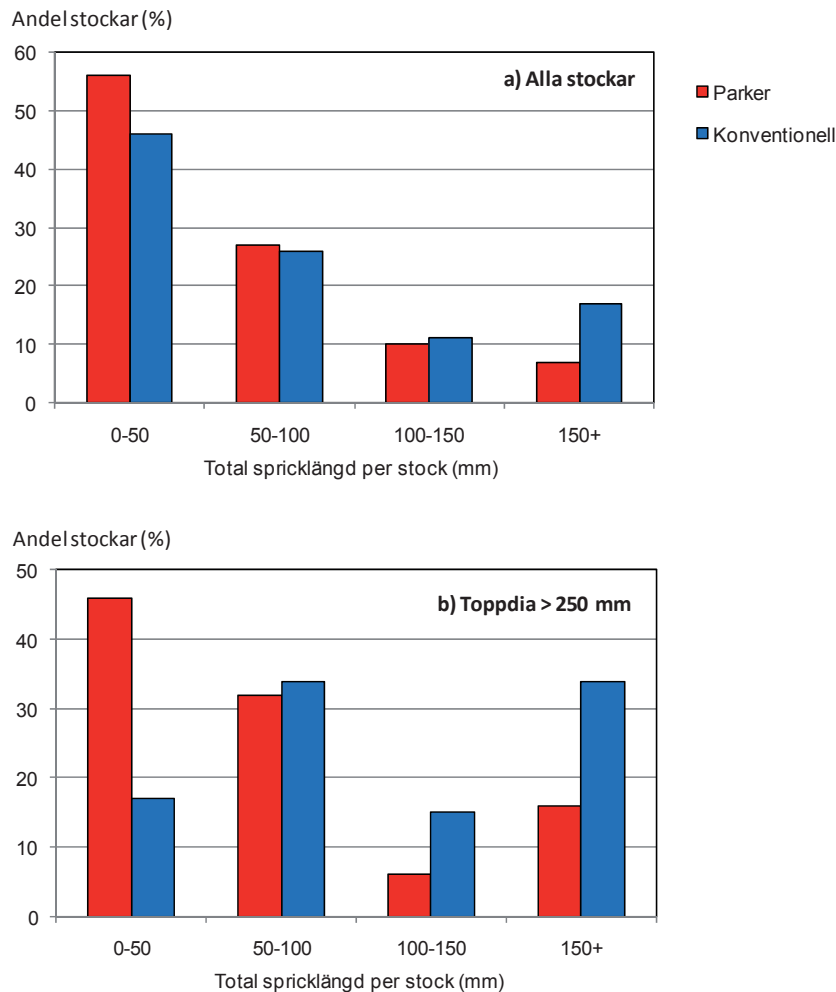
Första stockar: Längden av kapsprickan i toppändan beräknades genom att multiplicera den mätta längden av kapsprickan i rotändan av stock 2 med 0,5. Detta bygger på faktumet att då kapsprickor bildas, sker en sprickbildning både i toppändan på den utmatade stocken och i rotändan på stocken som hålls kvar i aggregatet. Tidigare studier har visat att sprickan i toppändan i genomsnitt är cirka 50 % kortare än sprickan i rotändan (Helgesson, 1997b). Vidare antogs att det inte fanns några fällsprickor i den första stockens rotända.

Övriga stockar: Längden av kapsprickan i toppändan beräknades genom att multiplicera den mätta längden av kapsprickan i rotändan på efterföljande stock med 0,5. Den totala spricklängden beräknades genom att addera den beräknade längden av kapsprickan i toppändan med den mätta längden av sprickan i stockens rotända.

I figur 14 visas histogram över fördelningen av den totala spricklängden per stock för de två sågmotorerna. För samtliga inmätta stockar var andelen stockar med total spricklängd över stötmånen på 10 cm, 17 % för sågmotorn från Parker medan den var 27 % för den konventionella sågmotorn. För stockar med toppdiameter över 250 mm, d.v.s. de stockar där kapsprickor är vanligast, var motsvarande siffror 22 och 49 % för de två sågmotorerna.

För samtliga stockar var alltså skillnaden mellan sågmotorerna 10 procentenheter när det gäller stockar med total spricklängd över stötmånen på 10 cm. Vad innebär då denna skillnad i ekonomiska termer? Ett fullständigt svar på denna fråga ligger utanför ramen för vår studie men borde vara starkt påverkad av sågverkens produktionsinriktning. För sågverk med kundorderstyrning och specifika längdkrav medför kapsprickor längre än stötmånen stor risk för avkap och att produkter med mindre eller ej önskad längd produceras. Vilken ekonomisk påverkan detta medför styrs av skillnaden i kubikmeterpris mellan de två produktgrupperna. Därtill ska läggas den rena värdeförlust som nedkortning innebär. En minskning med 10 procentenheter av andelen stockar med risk för

nedkortning på grund av kapsprickor förefaller i detta perspektiv kunna ge en betydande positiv påverkan på lönsamheten vid produktion av sågade trävaror men detta skulle behöva analyseras närmare. Det bör också tilläggas att skillnaden mellan sågmotorerna var större för de grövre stockarna (figur 14b).



Figur 14.
Histogram över andelen stockar med olika spricklängd för de två sågmotorerna:
a) alla stockar, b) stockar med toppdiameter > 250 mm.

FORTSATTAS STUDIER

I vår studie har vi försökt renodla de skillnader i kapsprickor som de två sågmotorerna gav upphov till och valt försöksupplägg för att minimera påverkan från föraren till exempel genom att stöd inte togs vid kapning. Det går därmed inte direkt att översätta de nivåer på sprickfrekvens och spricklängd vi mätt upp i studien till de som erhålls vid praktisk drift. En van förare kan till exempel göra betydande insatser för att minska uppkomsten av kapsprickor genom att ta stöd vid kapning av grövre stockar (Hallonborg & Nordén, 1999). Men det finns också faktorer som verkar i motsatt riktning som att vi i studien genomgående använde nya kedjor och att ansträngningar gjordes för att basmaskin/aggregat inte skulle gunga under kapmomentet. För att bättre undersöka vilken nivå på sprickfrekvens och spricklängd som kan nås vid avverkning med den nya sågmotorn är det angeläget att vår studie kompletteras med praktiska uppföljningar.

Referenser

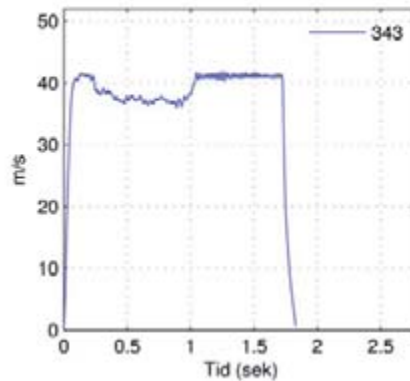
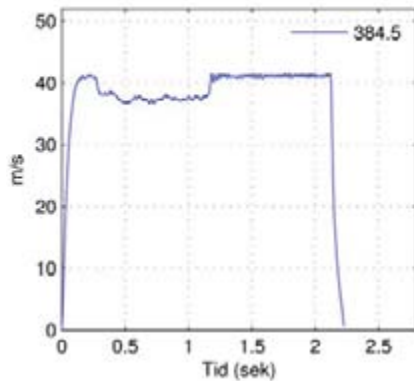
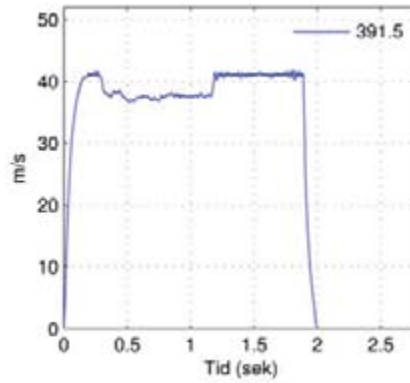
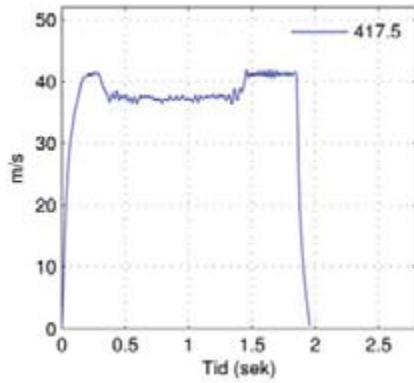
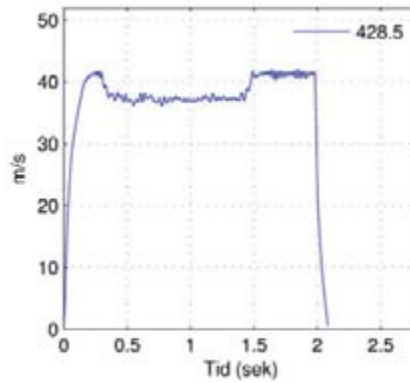
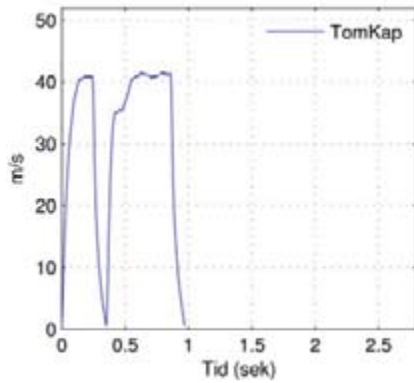
- Hallonborg, U. & Granlund, P. 1999. Färre kapsprickor med rätt teknik. Skogforsk Resultat, nr. 19. 4 s.
- Hallonborg, U. & Granlund, P. 2002. Virkesbehandling med engreppsskördare. Skogforsk Redogörelse nr. 2.43 s.
- Hallonborg, U. & Nordén, B. 1999. Kapstöd ger färre kapsprickor och är lönsamt, trots prestationssänkning. Skogforsk Resultat, nr 11. 4 s.
- Helgesson, T. 1997a. Kapsprickor i sågtimmer, samband kapsprickor och avkap. Trätek Rapport nr. 9712101: 13 s.
- Helgesson, T. 1997b. Förekomst av kapsprickor hos sågtimmer upparbetat med skördare. Trätek Rapport nr. 9712100: 20 s.
- Möller, J. J. & von Essen, I. 1997. Fördelningsaptering – en fungerande metod även på små trakter och vid liten tillåten värdeavvikelse. Skogforsk Resultat, nr 14. 4 s.
- Möller, J. J. Arlinger, J. Hannrup, B, & Jönsson, P. 2008. Virkesvärdestest 2006. Redogörelse nr. 5, s. 1-52.
- Skogforsk 1999. Gör din egen film om kapsprickor. Skogforsk Nytt nr. 1. 8 s.
- Westin, J. & Nilsson, E. 1996. Virkestillredning med stora engreppsskördare i grov skog. Skogforsk Resultat nr. 10. 4 s.

Personligt meddelande

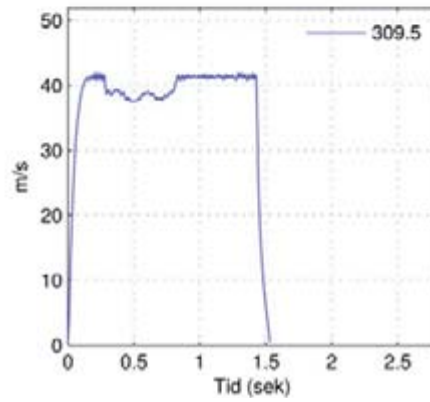
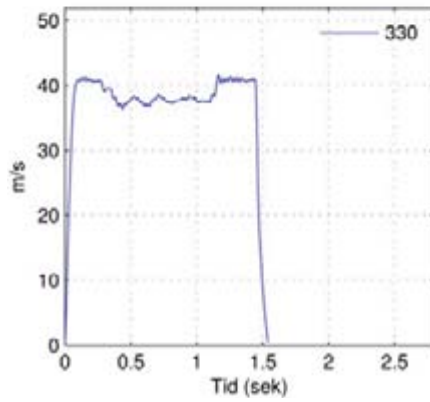
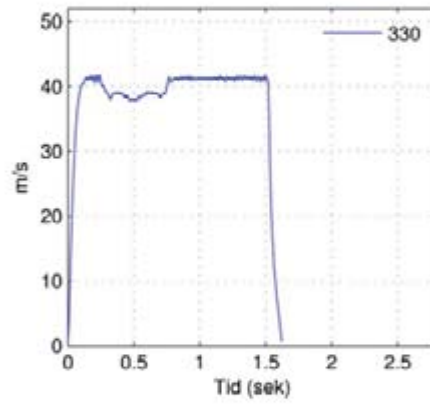
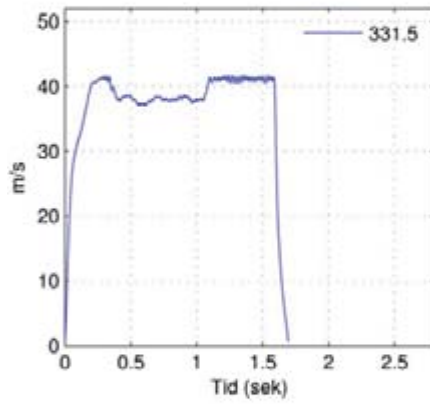
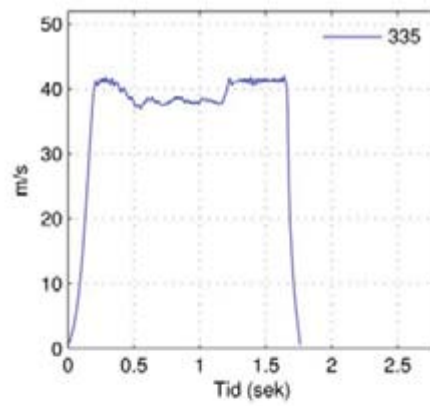
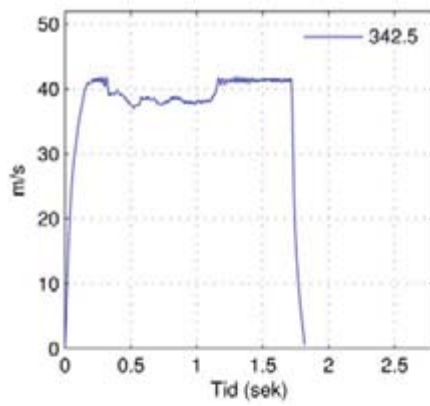
Torbjörn Brunberg. 2010. Skogforsk.

Kedjehastighet vid kapning med Parkers sågmotor

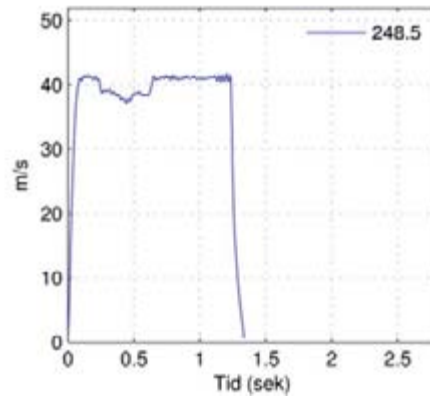
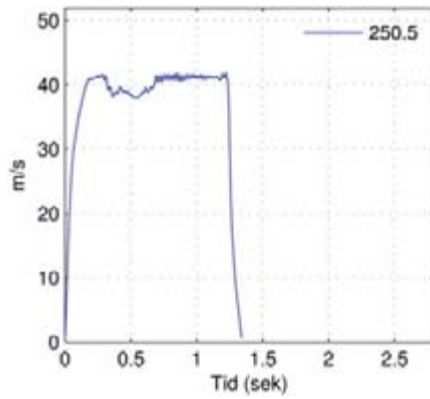
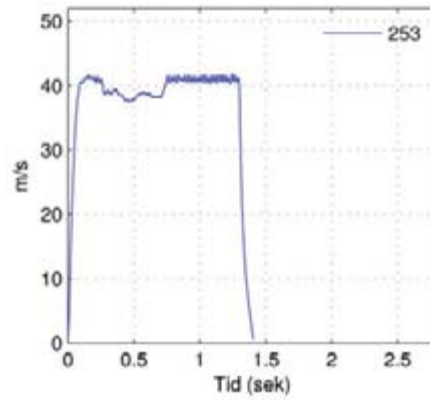
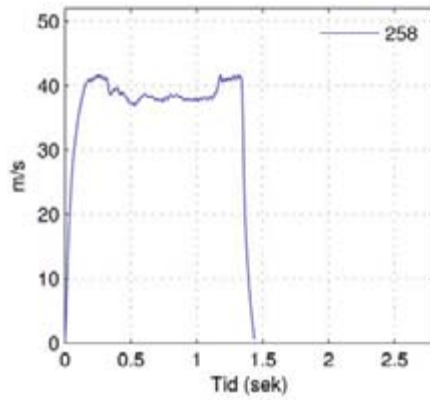
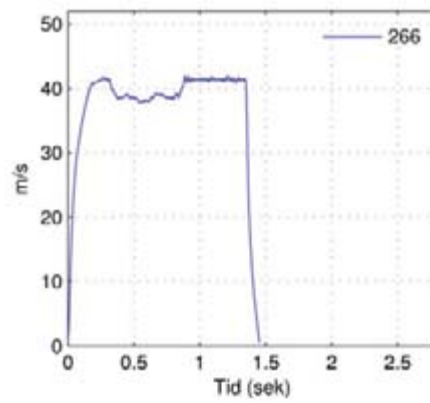
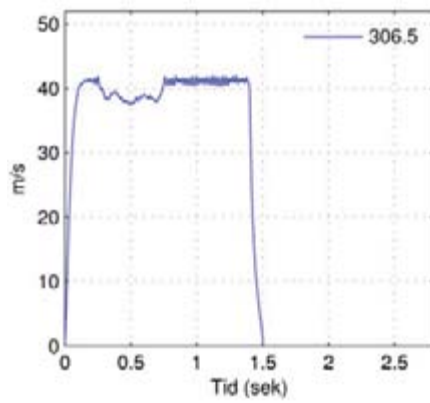
Figurerna visar kedjehastigheten under kap av trissor och är ordnade efter fallande diameter på trissor. Diametern är angiven i figurernas högra hörn. Den första delfiguren visar resultat från den kontrollmätning som gjordes inför testen för att säkerställa att kedjehastigheten inte överskred 40 m/s. Mätningen gjordes vid tomkapning d.v.s. utan belastning.



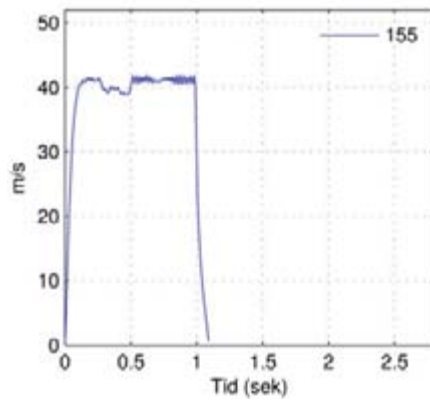
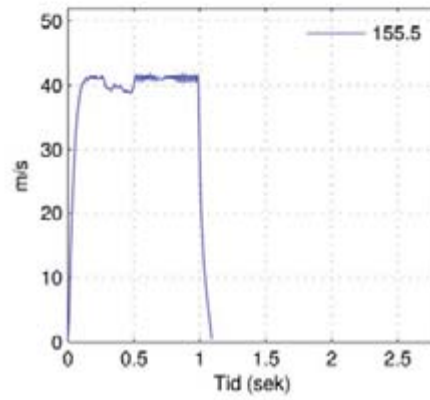
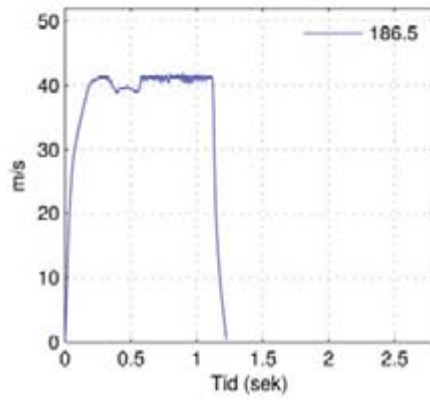
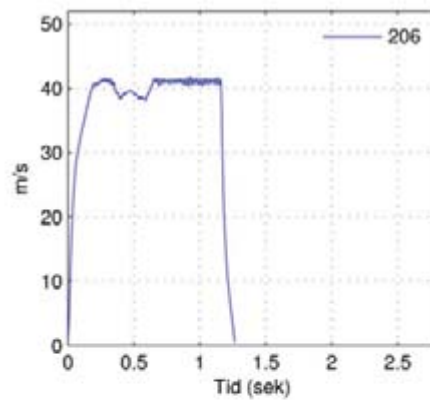
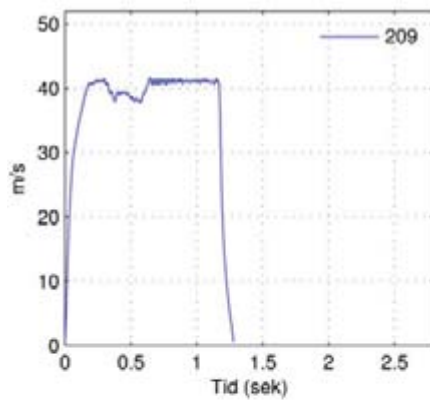
Kedjehastighet vid kapning med Parkers sågmotor. Diametern för de kapade trissorna är angiven i figurenas övre högra hörn.



Kedjehastighet vid kapning med Parkers sågmotor. Diametern för de kapade trissorna är angiven i figurernas övre högra hörn.

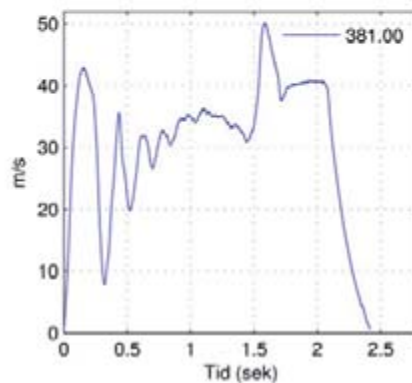
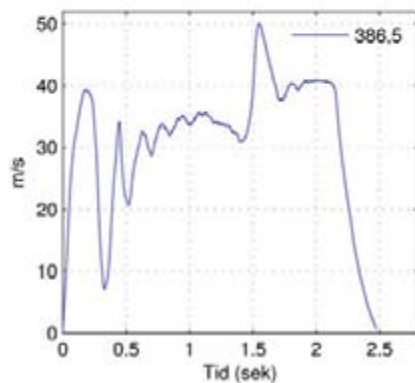
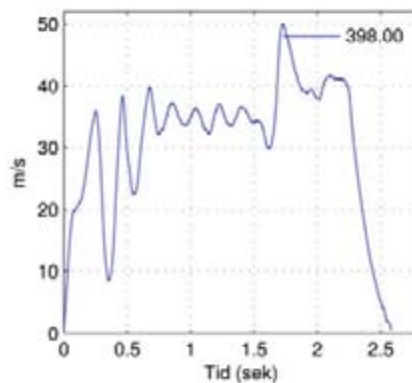
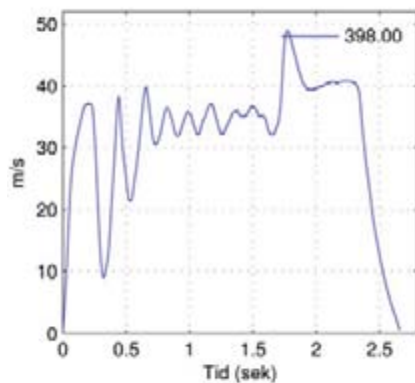
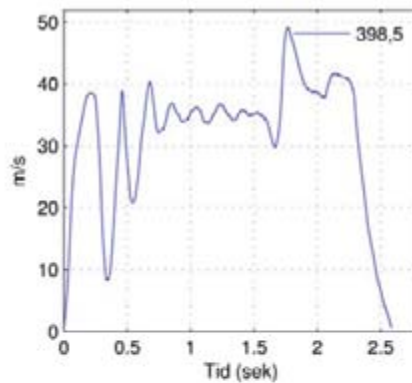
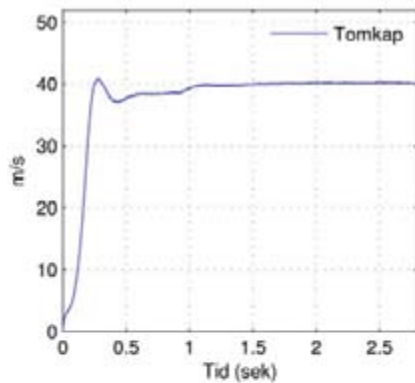


Kedjehastighet vid kapning med Parkers sågmotor. Diametern för de kapade trissorna är angiven i figurernas övre högra hörn.

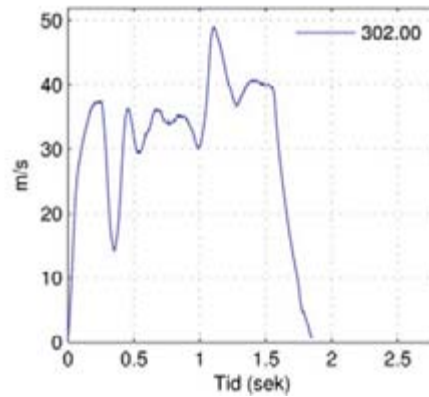
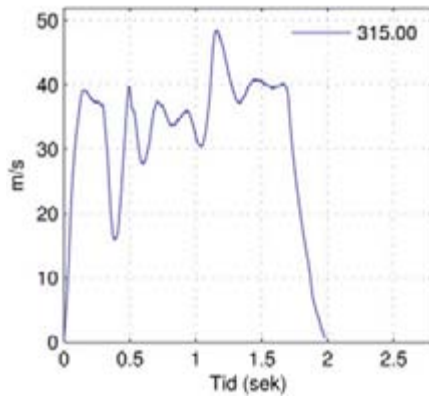
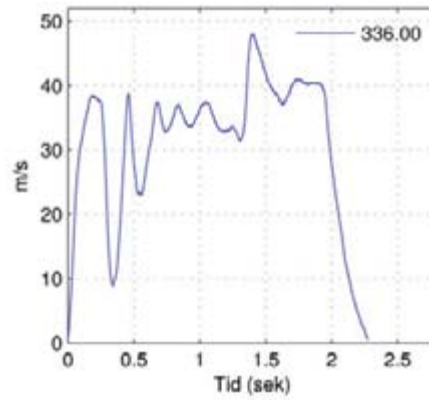
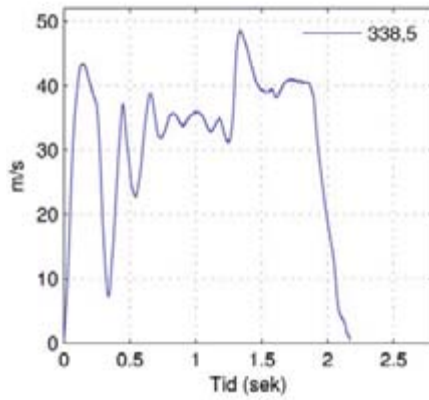
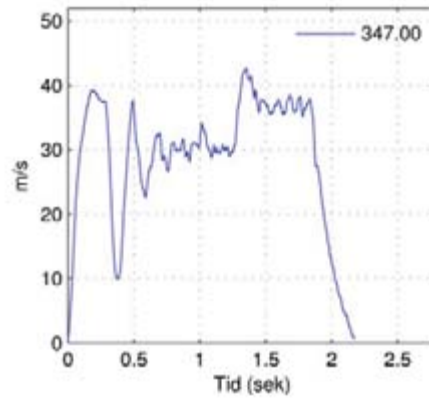
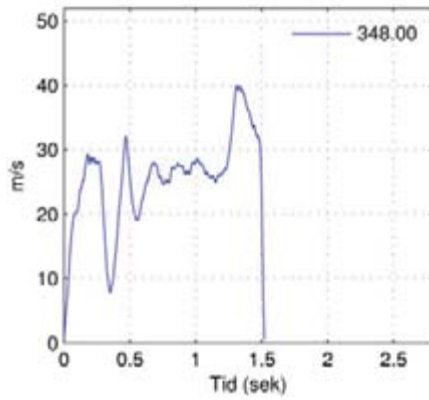


Kedjehastighet vid kapning med den konventionella sågmotorn

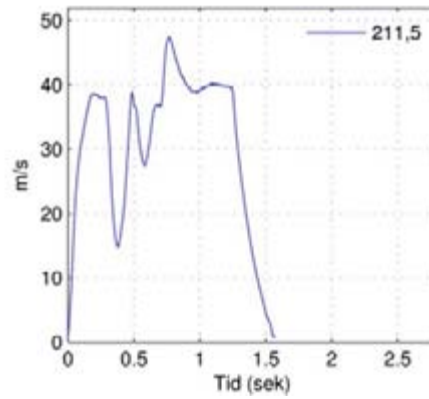
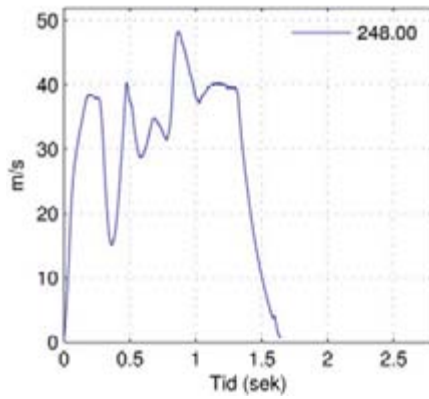
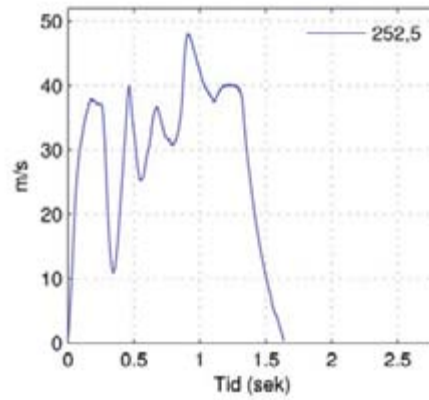
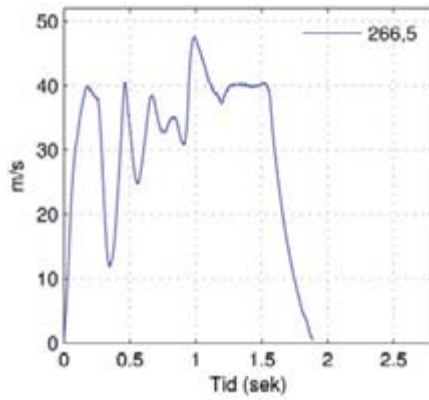
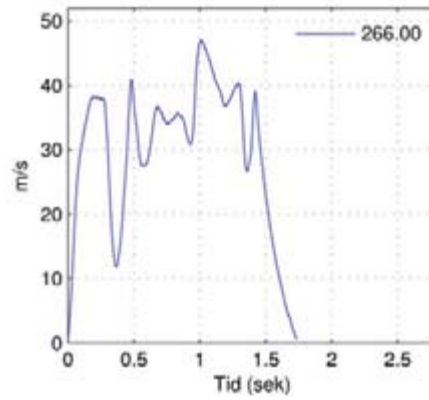
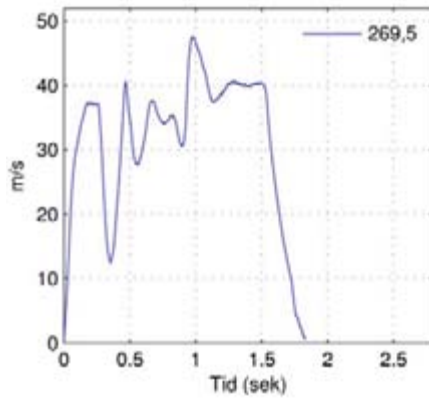
Figurerna visar kedjehastigheten under kap av trissor och är ordnade efter fallande diameter på trissor. Diametern är angiven i figurernas högra hörn. Den första delfiguren visar resultat från den kontrollmätning som gjordes inför testen för att säkerställa att kedjehastigheten inte överskred 40 m/s. Mätningen gjordes vid tomkapning d.v.s. utan belastning.



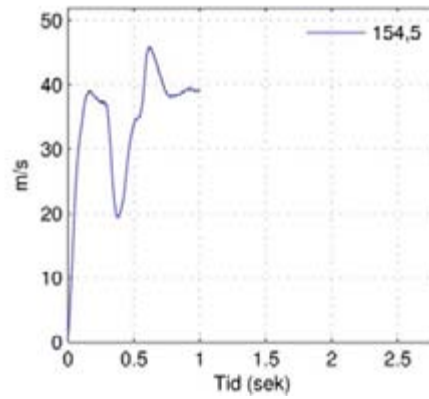
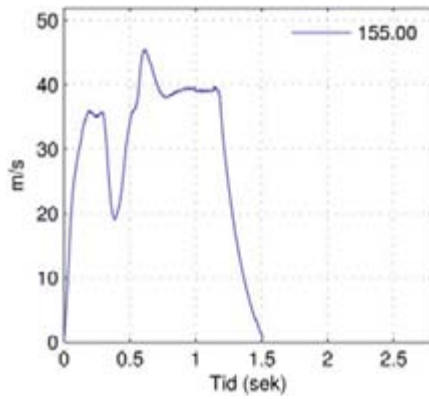
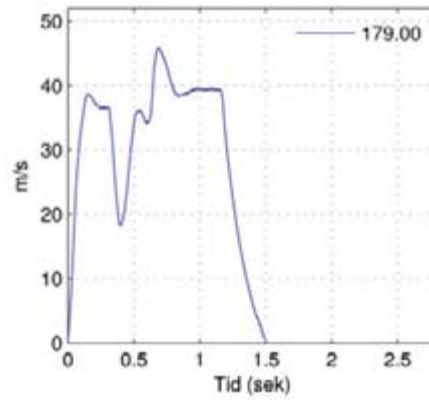
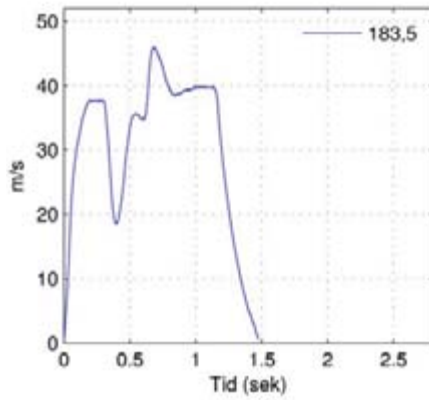
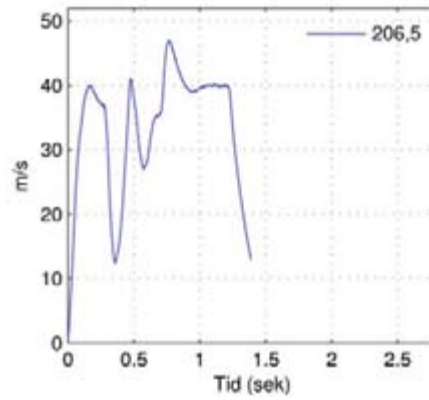
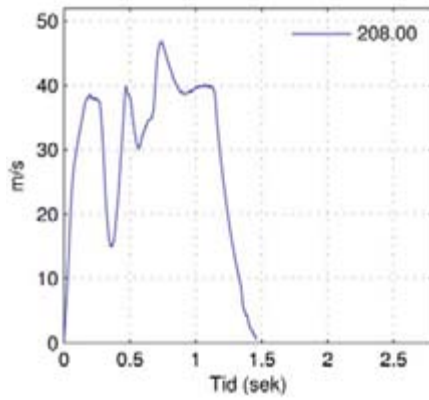
Kedjehastighet vid kapning med den konventionella sågmotorn. Diametern för de kapade trissorna är angiven i figurenas övre högra hörn.



Kedjehastighet vid kapning med den konventionella sågmotorn. Diametern för de kapade trissorna är angiven i figurenas övre högra hörn.



Kedjehastighet vid kapning med den konventionella sågmotorn. Diametern för de kapade trissorna är angiven i figurenas övre högra hörn.



Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 699	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.
Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009 Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinksystem med en traktormonterad flishugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med BRACKE C16. 14 s.
Nr 696	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med ponsse dual med EH 25. 15 s.

Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
År 2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lindström, A. 2010. Förädlings effekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förröjningens påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.
Nr 707	Bergkvist, I. 2010. Utvärdering av radförbandsförsök anlagda mellan 1982-1984. 16 s.
Nr 708	Hannrup, B. & Jönsson, P. 2010. Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie. 28 s.
Nr 709	Iwarsson Wide, M., Belbo, H. 2010. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag i mycket klen skog Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E och Log Max 4000, Mellanskog, Simeå 28 s.
Nr 710	Englund, M., Löfroth, C. & Jönsson, P. 2010. Inblandning av rött ljus i LED-lampor – Laboratoriestudier av hur människor uppfattar tre olika ljusblandningar. 7 s.