



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 892–2016

Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19

**Evaluation of measurement quality
and frequency of bucking splits
in harvesting with the
Komatsu X19 Harwarder**

Karin Ågren, Björn Hannrup, Rikard Jonsson, Petrus Jönsson,
Hagos Lundström och Maria Nordström

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 892-2016

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19.

Evaluation of measurement quality and frequency of bucking splits in harvesting with the Komatsu X19 Harwarder.

Bildtext:

Komatsu X19 med skotargrip.
Fotograf: Karin Ågren .

Ämnesord:

Komatsu X19, drivare, virkesvärde, kapsprickor, dimensionsmätning

Komatsu X19, bucking splits, measurement quality.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2016

ISSN 1404-305X



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Karin Ågren, civ.ing. i rymdteknik, samt fil.dr. i rymdfysik. Arbetar på Skogforsk i huvudsak med analys av skördardata.



Björn Hannrup, SkogD. Arbetar på Skogforsk med frågor kring skördardata och tillvaratagande av virkesvärden.



Rikard Jonsson, jägmästare. Arbetar i Teknik och Virkesprogrammet på Skogforsk. Fokus ligger på teknik- och metodutveckling i drivningsarbete.



Petrus Jönsson, fil.mag. Anställd vid Skogforsk sedan 2006. Arbetar i programmet Teknik- och Virke. Fokus ligger på dynamisk simulering och utvärdering av maskinsystem.



Hagos Lundström, försökstekniker. Arbetar med metodutveckling inom skogsskötsel, skogsteknik och biobränsle.



Maria Nordström, teknLic. Jobbar sedan 2008 med frågor kring virkesvärde på Skogforsk. Fokus ligger på utveckling av dimensionsmätning i skördare, kvalitetssäkring samt användning av skördardata.

Abstract

Harwarders have been used in Swedish forestry since 2002, but have yet to make a real impact. In the past year, a new prototype machine, the Komatsu X19, has reawakened interest in the concept. The machine is a combined harvester and forwarder; during felling, the logs are processed directly into the load carrier.

The utilized wood value were examined through study on dimension measurement and bucking splits in comparison between conventional processing over the ground and harwarder processing over the load carrier. The tests were carried out at the start of October in Ångermanland, in a pine-dominated forest with a mean stem volume for pine of 0.43 m³sub.

The results showed no significant difference in neither measurement accuracy nor occurrence of bucking splits. There was a tendency towards reduced frequency of bucking splits in the upper half of the load compared with the lower half of the load and the conventional processed logs. However, these results were not statistically verified.

Further studies and more comprehensive tests are needed to obtain a clearer picture of the harwarder's measurement quality, and of how its processing affects the frequency of bucking splits.

Förord

Denna rapport är skriven inom ramen för projektet ”Virkesvärde drivare” som drivits vid Skogforsk under hösten 2015. Projektet initierades av drivargruppen, se nedan. SCA har bidragit med maskintid, avverkningsobjekt, och maskinförare samt extra personal till kapspricketesterna. Skogforsk har finansierat egen personals arbetstid, samt en virkesmätare från VMF.

Syftet med projektet har varit att jämföra mätnoggrannheten för drivaren vid upparbetning över lastbäraren i relation till upparbetning över mark, samt att jämföra andelen stockar med kapsprickor i lasset med andelen stockar med kapsprickor vid upparbetning över mark. Testerna utfördes under två dagar i början av oktober strax utanför Sollefteå. Där deltog: Erik Norrman och Lars-Åke Larsson, SCA, Jonny Wigert, VMF Qbera, samt Hagos Lundström, Petrus Jönsson och Karin Ågren, Skogforsk.

Drivargruppen är en samverkansgrupp som bildades under 1990-talet som ett forum för brukare att diskutera specifikationer för nya maskinkoncept samt dela erfarenheter och studieresultat kring dessa. Arbetet med ett nytt drivarkoncept för slutavverkning började 2007. Drivargruppen bestod i augusti 2015 av:

Företag	Namn
Billerud Korsnäs	Per Nordahl
Holmen	Jonas Eriksson
Holmen	Robert Johansson
SCA	Magnus Bergman
SCA	Tomas Flemström
Stora Enso	Mattias Bränngård
Stora Enso	Joakim Myhrman
Sveaskog	Lennart Hult
Södra	Patrik Anderchen
Södra	Magnus Peterson
Skogforsk	Rikard Jonsson (sammankallande)
Skogforsk	Petrus Jönsson
Skogforsk	Hagos Lundström

Planering av test i samråd med drivargruppen, utförande av test, analys av data samt sammanställning av rapporten har gjorts av Björn Hannrup, Rikard Jonsson, Petrus Jönsson, Hagos Lundström, Maria Nordström och Karin Ågren, Skogforsk.

Vi vill rikta ett stort tack till samtliga som bidragit till studiens genomförande!

Uppsala i december 2015

Karin Ågren (projektledare)

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	4
Syfte.....	4
Material och metod	5
Dimensionsmätning	5
Förekomst av kapsprickor.....	5
Utredning av sortimentsvandring.....	7
Resultat	7
Dimensionsmätning	7
Diametermätning.....	8
Längdmätning.....	10
Slutsatser.....	13
Dimensionsmätning	13
Förekomst av kapsprickor.....	13
Stockdimensioner.....	13
Frekvensen kapsprickor	14
Kapsprickornas läge.....	15
Kapsprickornas längd.....	16
Sortimentsvandring	18
Diskussion	18
Dimensionsmätning	18
Förekomst av kapsprickor.....	19
Sortimentsvandring	20
Slutsatser.....	21
Referenser.....	21
Internet.....	21
Bilaga 1 Beräkning av vridmoment.....	23

Sammanfattning

Drivare har funnits i det svenska skogsbruket sedan 2002, men maskintypen har ännu inte fått sitt genombrott. Det senaste året har en ny prototypmaskin, Komatsu X19, åter ökat intresse för konceptet. Maskinen är en kombination av en skördare och en skotare som vid avverkning upparbetar virket direkt över lastbäraren. Denna rapport analyserar eventuella skillnader i tillvarataget virkesvärde mellan avverkning med drivare och skördare, med fokus på dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor.

Studien hade två huvudsyften. Det första var att jämföra mätnoggrannhet avseende längd och diameter för drivaren vid upparbetning över en nästan full lastbärare i relation till upparbetning över mark. Det andra syftet var att jämföra andelen stockar med kapsprickor i lasset med andelen stockar med kapsprickor vid upparbetning över mark. Testerna genomfördes under två dagar i början av oktober strax utanför Sollefteå. Den första dagen studerades mätningen och dag två undersöktes förekomsten av kapsprickor. Testerna utfördes i en talldominerad skog med en medelstam för tall på 0,43 m³fub.

Dimensionsmätningen testades genom jämförelse mellan två försöksled; stammar upparbetade över mark, samt stammar som upparbetats i den övre halvan av lasset. Vid test av förekomst av kapsprickor delades materialet in i tre försöksled; stammar upparbetade över mark, stammar upparbetade i den nedre halvan av lasset och stammar upparbetade i den övre halvan av lasset. Mätningarna av kapsprickor gjordes med trissmetoden.

Testet av mätningen indikerar att det inte finns någon betydande skillnad i drivarens mätnoggrannhet vid upparbetning över mark jämfört med upparbetning över lastbärare. Resultaten antyder att drivaren mäter stammarnas diameter lite klenare än vad kontrollmätningen visar, men det finns en stor spridning i diametermätningen för såväl drivare som skördare. Det finns många förklaringar till vad detta kan bero på, däribland stammarnas utseende, slöa kvistknivar, kvistknivar som hoppat på kvistar, vinkeln på stammen samt aggregatets tryckinställningar.

Vad gäller förekomst av kapsprickor har inte någon markant skillnad vid upparbetning jämfört med upparbetning över lass kunnat fastslås. Det finns en tendens till minskad frekvens av kapsprickor i övre halvan av lasset jämfört med undre halvan av lasset, samt att kapsprickor i övre halvan av lasset var kortare och placerade närmare mäg, i jämförelse med övriga försöksled. Dessa resultat är dock inte statistiskt säkerställda.

Sammanfattningsvis indikerar studien att upparbetning med drivare inte bör medföra någon markant förändring i tillvarataget virkesvärde i jämförelse med upparbetning med skördare. För att kunna ge en säkrare bild av drivarens dimensionsmätning och hur dess upparbetning påverkar kapspricksfrekvensen krävs kompletterande och mer omfattande tester.

Bakgrund

Drivaren Komatsu X19 är en prototypmaskin som endast finns i ett exemplar. Maskinen är en kombination av en skördare och en skotare som vid avverkning upparbetar virket direkt över lastbäraren och därmed undviker mellanlagring på marken. Maskinens chassi bygger på Komatsu största skotare 895 med en tilt- och roterbar lastbärare. Vidare har maskinen en skördarkran med snabbfäste i kranspetsen. Ett utvecklat snabbfäste möjliggör byte mellan ett Komatsu 365-aggregat vid avverkningsarbete och en skotargrip vid lossning. I denna rapport analyseras eventuella skillnader i tillvarataget virkesvärde vid avverkning med drivare jämfört med skördare. Fokus ligger på dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor. Rapporten diskuterar även om avverkning med drivare medför ökad sortimentsvandring jämfört med tvåmaskinsystemet skördare-skotare. Skogforsk utvärderar också drivaren Komatsu X19 avseende drivningskostnader (Skogforsk, 2015).

För att öka rotnettot vid avverkning krävs att kostnader pressas och intäkter höjs. Goda intäkter är beroende av väl tillredd och väl sorterad virkesråvara. För maximerad aptering krävs god mätprecision. Därför är det intressant att studera mätningen vid upparbetning med direktlastning.

Vid avverkning med skördare finns det risk för kapsprickor, vilka orsakas av momentet från den fritt hängande stocken vid kapning. Kapsprickor upptäcks ofta sent i sågverkens produktionsprocess, och de avkap som de tvingar fram leder till sänkt utbyte och att oönskade produkter framställs (Helgesson, 1997a). Det finns inga studier som belyser förekomsten av kapsprickor vid avverkning med drivare. Det är därför intressant att jämföra andelen kapsprickor vid upparbetning över mark, med drivarens upparbetning över lass.

Vad gäller sortimentsvandring är det av högsta vikt att de sortiment som tillretts också levereras dit det är tänkt. Sortimentsvandring kan leda till minskade intäkter och i värsta fall vrakning. Drivarens lastbärare har fack för tre sortiment, och det är tillräckligt för många avverkningsobjekt. Vid objekt med fler än tre sortiment innebär det dock att olika sortiment måste läggas i samma fack, vilket kan leda till ökad risk för sortimentsvandring.

Syfte

Studien hade två syften:

- Att jämföra mätnoggrannhet avseende längd och diameter för drivaren vid upparbetning över lastbärare fylld till tre fjärdedelar i relation till upparbetning över mark.
- Att jämföra andelen stockar med kapsprickor, vilka upparbetats i den övre respektive undre halvan på ett lass med andelen stockar med kapsprickor vid upparbetning över mark. Dessutom diskuteras kortfattat risk för ökad sortimentsvandring vid avverkning med drivare jämfört med skördare/skotaresystem.

Material och metod

Testerna genomfördes under två dagar i början av oktober 2015 strax utanför Sollefteå. Den första dagen studerades mätningen och dag två undersöktes förekomsten av kapsprickor. Testerna utfördes i en talldominerad skog med en medelstam för tall på 0,43 m³fub. Drivaren var utrustad med ett Komatsu 365-aggregat och alla testerna utfördes med samme förare. En ny sågkedja monterades innan testerna startade.

DIMENSIONSΜÄTNING

Dimensionsmätningen testades genom jämförelse mellan två försöksled; stammar upparbetade över mark, samt stammar som upparbetats i den övre halvan av lasset. Endast tall användes i testet, och samtliga stammar upparbetades i normal produktionstakt. Mätningen sker i de övre kvistknivarna.

Initiala mätningar indikerade att drivaren hade hög mätnoggrannhet för längdmätningen med över 95 % av maskinens mätvärden inom ± 2 centimeter från manuell referensmätning. För diamettermätningen indikerade de initiala mätningarna en lägre mätnoggrannhet med endast 40 % av maskinens mätvärden inom ± 4 millimeter från manuell referensmätning. Drivarens mätning kalibrerades därför innan datainsamlingen påbörjades. Utvärderingen av drivarens dimensionsmätning utfördes därefter enligt följande.

- 1) Först upparbetade drivaren 30 stammar över mark, vilka fungerar som referensgrupp. Samtliga stockar från dessa stammar märktes och lades upp för manuell kontrollmätning.
- 2) Därefter upparbetade drivaren stammar tills lastbäraren var fylld till tre fjärdedelar varpå samtliga stockar som då låg i lasset färgmärktes.
- 3) I följande försök upparbetade drivaren, i par om två, 30 stammar över lastbäraren. Efter varannan stam lyfte föraren ned stockarna på mark och lade upp dem för kontrollmätning. Detta tillvägagångssätt valdes eftersom det var kritiskt för jämförelsen att föraren kunde särskilja varje stam för sig.
- 4) I nästa moment kontrollmättes alla stockar av en virkesmätare från VMF. Diametern korsklavades och längden mättes enligt rutinen för kvalitetssäkring av skördarens mätning (Anon., 2015). Maskinens mätningar kunde sedan jämföras med kontrollmätningen genom att studera klavens kontrollfiler (ktr-filer).

FÖREKOMST AV KAPSPRICKOR

Vid test av förekomst av kapsprickor delades materialet in i tre försöksled; stammar upparbetade över mark, stammar upparbetade i den nedre halvan av lasset och stammar upparbetade i den övre halvan av lasset. Alla stammar upparbetades i normal produktionstakt, och lades sedan upp på bänkar, för att underlätta fortsatta mätningar. Noterbart var att drivarföraren i väldigt liten mån tog stöd vid upparbetningen, oavsett försöksled, vilket också märks i testresultaten.

Testet gick till enligt följande:

- 1) Drivaren upparbetade 31 stammar över mark, vilket resulterade i 77 enskilda timmerstockar. Detta är vår referensgrupp.
- 2) Därefter upparbetade drivaren ett halvt lass; ca 11 m³fub, vilket motsvarade 25 stammar (67 timmerstockar). Alla stockar i lasset färgmärktes, och dessutom bandades nivån för att förenkla separation av de studerade timmerstockarna vid lossning.
- 3) Sedan fortsatte upparbetningen till dess att lastbäraren var helt full, vilket motsvarade ytterligare 24 stammar (66 timmerstockar).
- 4) Stockarna lastades av och delades upp beroende på om de upparbetats i lassetts nedre eller i dess övre halva. Därefter testades samtliga tre försöksled; upparbetning över mark, i nedre halvan av lasset och i övre halvan av lasset, för kapsprickor enligt nedan.

Mätningarna av kapsprickor skedde med trissmetoden (Helgesson, 1997b). Cirka 3 centimeter tjocka vedtrissor kapas med motorsåg från toppändan av timmerstockarna (detta för att maximera antalet stockar i test, då detta tillvägagångssätt gör att också rotstockar kan testas). Trissorna knackades därefter mot stockkändan. Trissor med kapsprickor delar sig då längs en korda tvärs över årsringarna. Figur 1 visar skillnad mellan en kapspricka och en märgspricka. Märgsprickor uppstår naturligt och påverkas inte av upparbetningen.



Figur 1.
Kapspricka, ovan, och märgspricka, nedan. En kapspricka karakteriseras av att fibreerna slitits av, medan märgsprickan på ett tydligare sätt följer årsringarna.

Trissor kapades till den sista trissan inte längre hade någon kapspricka och längden av kapsprickan uppskattades genom att summera trissornas tjocklek med tillägg för sågspåren (8 millimeter/spår), se Figur 2. För trissor med kapsprickor registrerades sprickans läge i tvärsnittet genom att det radiella avståndet från märe till sprickan mättes. På samtliga timmerstockar mättes längd samt korsklavad diameter vid toppändan.



Figur 2.
Illustration av trissmetoden. Trissorna är kapade ur samma stockände och genom att summera trissornas tjocklek kan kapsprickans längd uppskattas.

UTREDNING AV SORTIMENTSVANDRING

Risken för sortimentsvandring i arbete med drivare jämfört med skördare/skotaresystem diskuterades i en intervju med studiens förare.

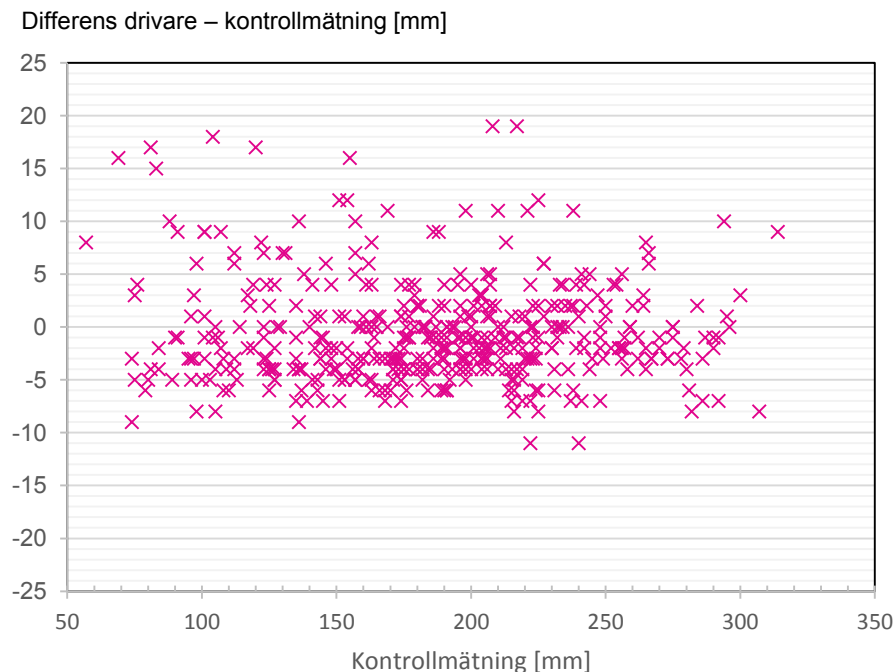
Resultat

DIMENSIONSMÄTNING

I utvärderingen av stockarnas dimensionsmätning kontrollmättes längd och diameter hos alla stockar från 60 stammar; 30 upparbetade över mark och 30 upparbetade över lastbäraren då denna var fylld till tre fjärdedelar. Stamarna som studerades i de två försöksleden hade liknande genomsnittlig brösthöjdsdiameter; 264,1 millimeter för de stammar som upparbetats över mark, jämfört med 262,1 millimeter för de som upparbetats över lass. Vid VMF's kontrollmätning noterades alla stammar som av olika orsaker ansågs vara svåra att jämföra på lika villkor, t.ex. på grund av ofullständig kvistning, eller att längdmätningen av stocken missat med mer än två cm, vilket innebär att alla följande diametermått blir osäkra. Detta gällde fem stammar upparbetade över mark, och tre stammar upparbetade över lastbärare. Resultaten redovisas med dessa stammar borttagna ur analysen, och skillnaden i genomsnittlig brösthöjdsdiameter sjunker då till 1,1 millimeter (256,9 millimeter över mark och 258,0 millimeter över lass). Testet utgår således från två jämförbara grupper av stammar. Någon systematisk avvikelse på grund av skillnader mellan grupperna bör inte uppkomma.

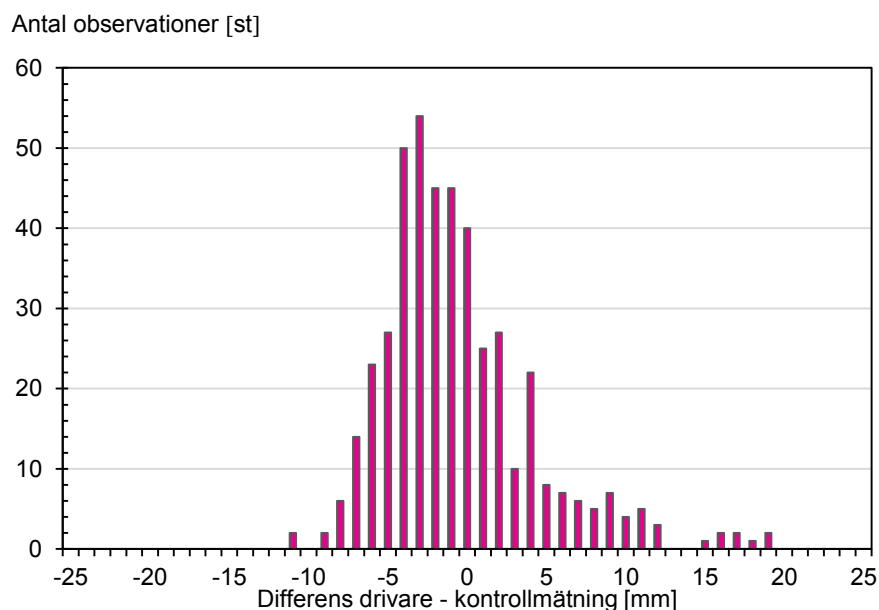
DIAMETERMÄTNING

Figur 3 visar differensen i diamettermätning mellan drivaren och en kontrollmätare från VMF vid mätning av stammar upparbetade över mark. Negativa värden indikerar att diametermåttet från maskinen varit lägre än diametermåttet från kontrollmätningen. Differenserna mellan de två mätningarna är relativt normalfördelade runt noll, dock med en liten förskjutning mot en negativ differens, totalt $-0,59$ millimeter, se Tabell 1. Något som kan poängteras är att maskinen uppvisar ett antal större avvikelser på den positiva sidan, medan mätningarna med negativ avvikelse är mer samlade. Detta förekommer i hela diameterintervallet och skulle kunna förklaras av det faktum, att i princip samtliga stammar var buliga med tydliga kvistvarv, i många fall ända ner till rotstock. Analys på stamnivå visar att medeldifferensen för stammar med en diameter i brösthöjd på över 300 millimeter plusmättes i tre fall av fyra, något som kan betyda att aggregatet har problem att hålla i stammen ordentligt vid grövre dimensioner. Maskinen har ytterligare kalibreringspotential, se Tabell 1, vilket då skulle förbättra träffbilden runt noll. De stora positiva värdena skulle dock inte avhjälpas av en sådan kalibrering.



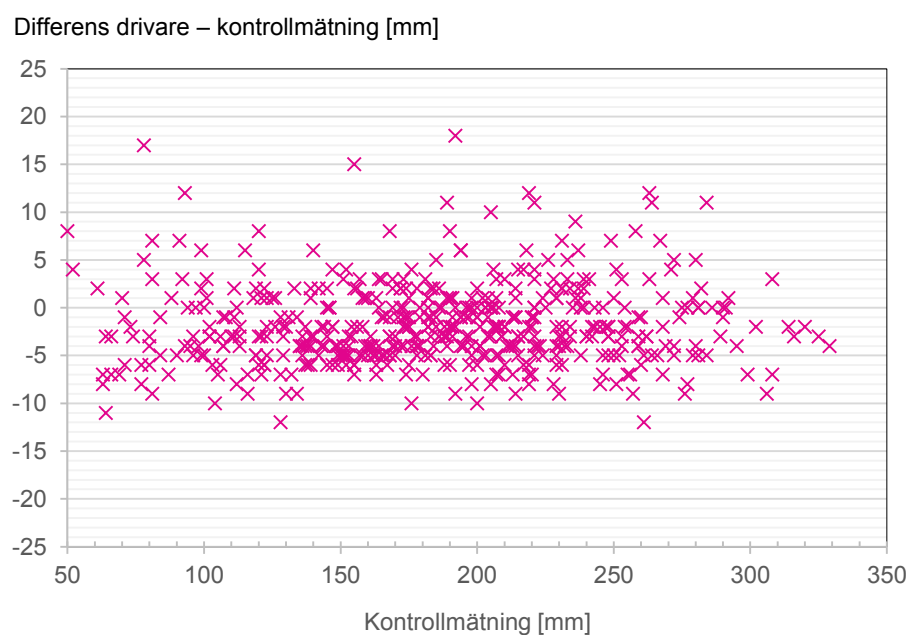
Figur 3.
Differens mellan drivarens diamettermätning och kontrollmätning från VMF efter diameterklass för stammar upparbetade över mark.

Figur 4 visar frekvensen av differenser mellan drivarens mätning och kontrollmätningen av VMF. Här ses också den något förskjutna normalfördelningen mot negativa värden, samt den svans av större värden som uppkommer på positiv sida.

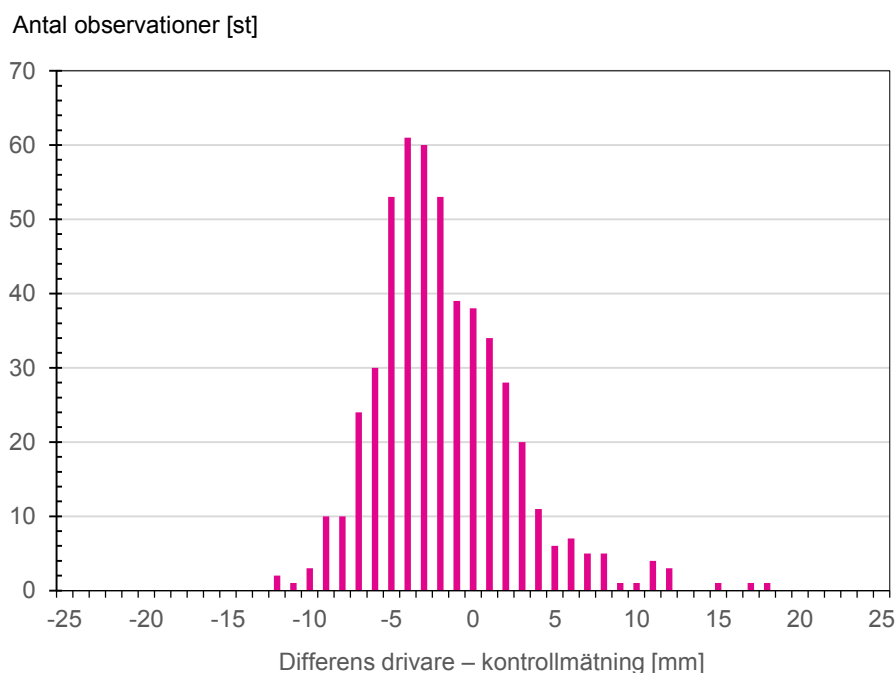


Figur 4.
Illustration av frekvensen av differenser mellan drivarens diamettermätning och kontrollmätning från VMF för stammar upparbetade över mark. En spridning från -11 till 19 millimeter kan ses.

Figur 5 och 6 visar analogt skillnaden mellan drivarens och VMF-kontrollantens mätning, men denna gång för de stammar som upparbetades över lastbäraren då denna var fylld till tre fjärdedelar. Här ses liknande tendenser som i Figur 3 och 4, med en något förskjuten normalfördelning mot negativa differenser. Medeldifferensen är också något större ($-1,8$ millimeter jämfört med $-0,59$ millimeter för upparbetning över mark), och vi har en något lägre standardavvikelse på $4,25$ millimeter, se Tabell 1.



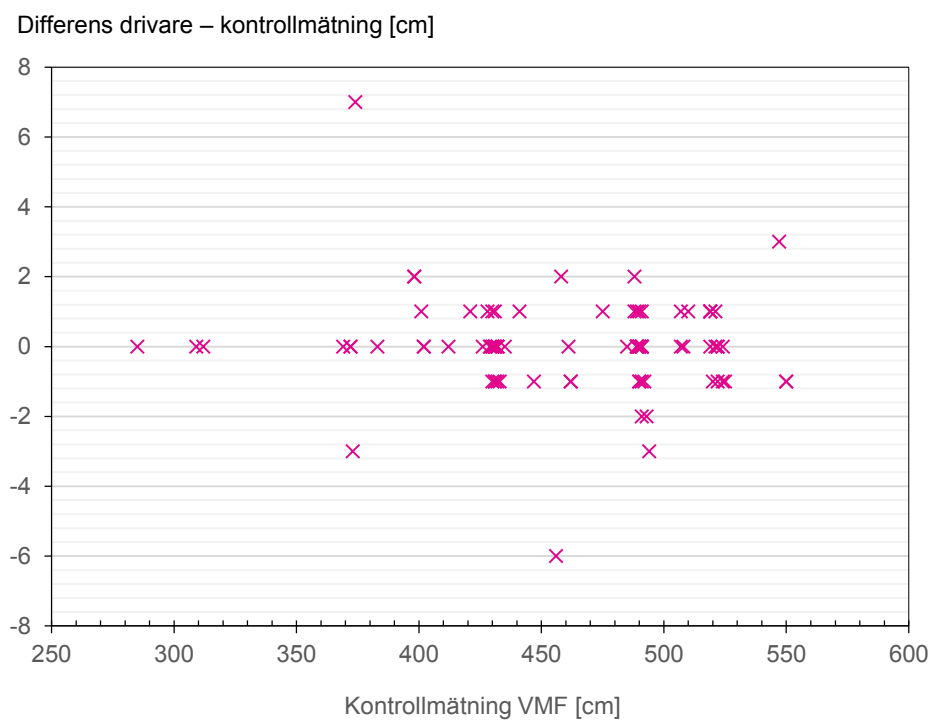
Figur 5.
Differensen mellan drivarens diamettermätning och kontrollmätning från VMF efter diameterklass för stammar upparbetade över lastbäraren.



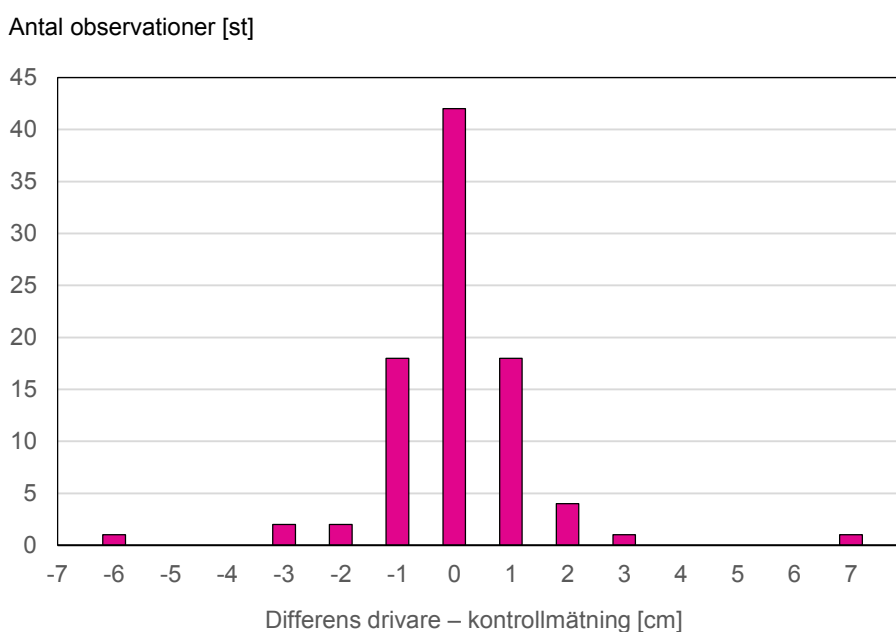
Figur 6.
Illustration av frekvensen av differenser mellan drivarens diametermätning och kontrollmätning från VMF för stammar upparbetade över lastbäraren. En spridning från -12 till 18 millimeter kan ses.

Längdmätning

För varje upparbetad stock i de två försöksleden mättes längden och en jämförelse gjordes mellan drivarens mätning och kontrollmätningen av VMF. Figur 7 och 9 illustrerar differensen mellan drivarens mätning och kontrollmätningen per diameterklass för de två försöksleden, medan Figur 8 och 10 visar fördelningen av mätfel per försöksled. Som kan ses i samtliga figurer så ligger drivaren generellt nära kontrollmätningen, och samtliga mått förutom sju ligger inom ± 2 centimeter från denna. Mätfelet för drivarens längdmätning vid upparbetning över mark är normalfördelat kring noll, något som också ses i medelfelet som endast blev 0,02 centimeter (Figur 8). För längdmätning ovan lastbärare (Figur 10) är normalfördelningen av mätfelen något förskjuten åt den negativa sidan och medelfelet är -0,25 cm.

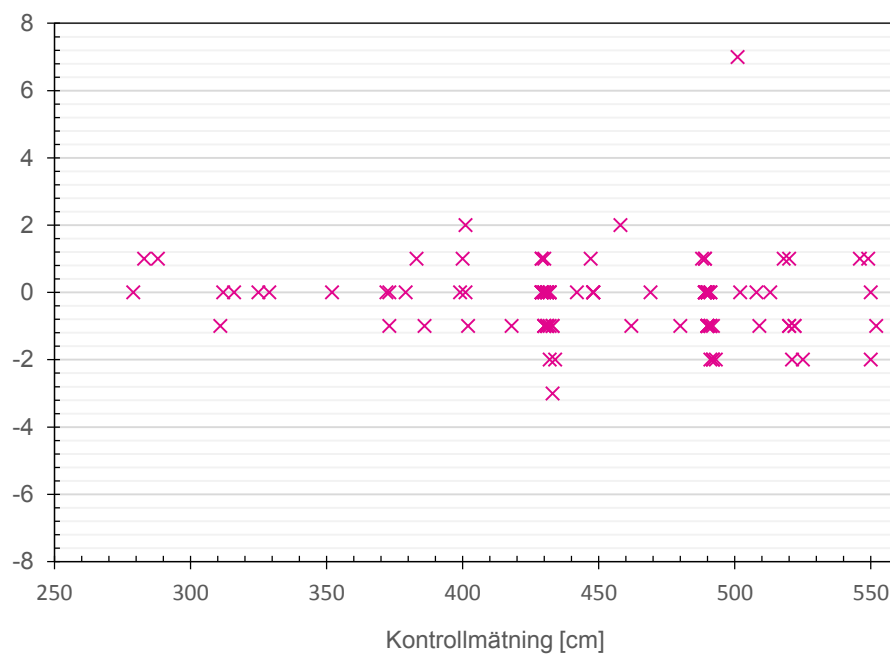


Figur 7.
Differensen mellan drivarens längdmätning och kontrollmätning från VMF efter diameterklass för stammar upparbetade över mark.



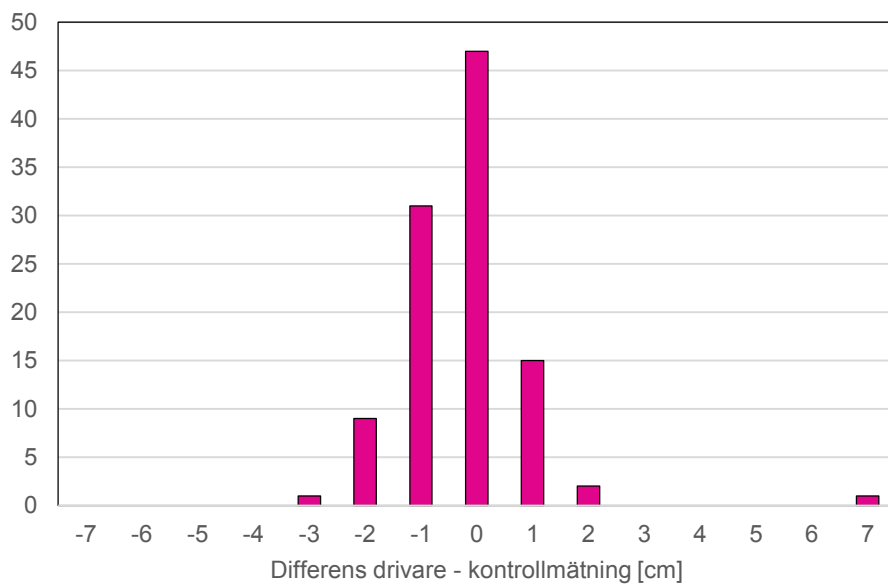
Figur 8.
Illustration av frekvensen av differenser mellan drivarens längdmätning och kontrollmätning från VMF för stammar upparbetade över mark. 44 % av stockarna har mätts in utan differens.

Differens drivare – kontrollmätning [cm]



Figur 9.
Differensen mellan drivarens längdmätning och kontrollmätning från VMF efter diameterklass för stammar upparbetade över lastbäraren.

Antal observationer [st]



Figur 10.
Illustration av frekvensen av differenser mellan drivarens längdmätning och kontrollmätning från VMF för stammar upparbetade över lastbäraren. 47 % av stockarna har mätts in utan differens.

Slutsatser

DIMENSIONS MÄTNING

Tabell 1 visar medeldifferens, standardavvikelse för differensen mellan drivarens diameter- och längdmätning jämfört med manuell kontrollmätning samt hur stor andel av mätningarna som låg inom ± 4 mm (diameter) och ± 2 centimeter (längd) från kontrollmätningen.

För diamettermätningen uppvisade drivaren en något högre träffprocent inom ± 4 millimeter och en lägre medeldifferens vid upparbetning över mark jämfört med upparbetning över lastbäraren. Standardavvikelsen var runt 5 millimeter för båda tillvägagångssätten.

Vad gäller längdmätningen så uppvisade drivaren i båda försöksled en god mätning med en medeldifferens på 0,02 cm, respektive -0,25 cm, för mätning över mark respektive lastbärare. Mätning över lastbärare uppvisade något högre träffprocent (98,1 %), jämfört med mätning över mark (94,4 %).

Maskinens teoretiska kalibreringspotential för diamettermätningen beräknades som skillnaden mellan andelen mätningar inom ± 4 millimeter från medianvärdet i varje diameterklass och andelen mätningar inom ± 4 millimeter från mätfelet noll. Genom att kompensera för det systematiska mätfelet skulle träffprocenten då kunna ökas till 75,3 %, respektive 78,3 % inom ± 4 millimeter från manuell kontroll.

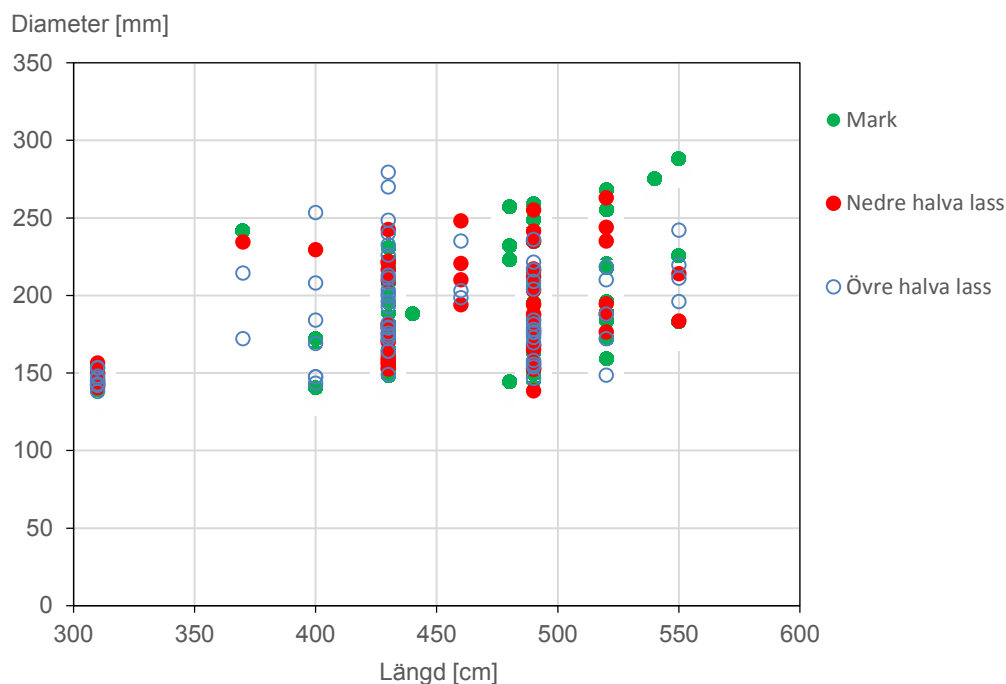
Tabell 1.
Jämförelse mellan drivarens diamettermätning och kontrollmätning utförd av VMF.

	Medel-differens Diameter	Standard- avvikelse Diameter	Inom ± 4 mm från manuell kontroll	Kalibrerings- potential	Medel- differens Längd	Standard- avvikelse Längd	Inom ± 2 cm från manuell kontroll
	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[cm]	[cm]	[%]
Över mark	-0,59	4,83	71,5	3,8	0,02	1,40	94,4
Över lastbärare	-1,80	4,25	67,3	11,0	-0,25	1,16	98,1

FÖREKOMST AV KAPSPRICKOR

Stockdimensioner

Vid kapsprickstesterna jämfördes timmerstockar från 31 stammar upparbetade över mark (referens), med 49 stycken upparbetade över lastbäraren; 25 stycken i undre halvan av lasset och 24 stycken i övre halvan av lasset. Längd- och diameterfördelningarna var likartade för stockarna i de olika grupperingarna, se Figur 11. Utmatad längd och diameter påverkar det moment som stocken utövar vid kapningstillfället. I analysen av kapspricksp parametrar nedan har vi därför normerat för de skillnader som fanns i stockdimension mellan de olika försöksleden.

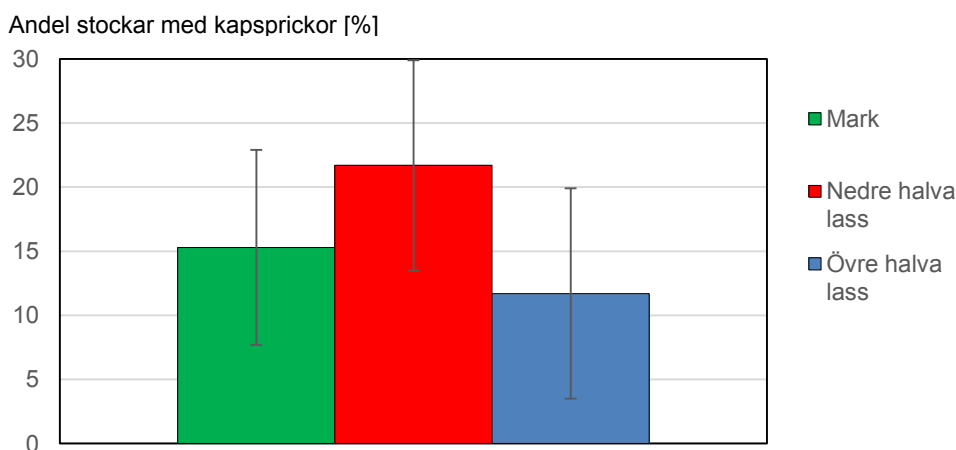


Figur 11.

Längd- och diameterfördelning för stockar kapade över mark, i nedre halvan av lasset, och i övre halvan av lasset. Denna information har använts för att kompensera för de skillnader som fanns i stockdimension mellan de olika testerna.

Frekvensen kapsprickor

I Figur 12 redovisas andelen stockar med kapsprickor för de tre olika försöksleden; upparbetning över mark, i nedre halvan i lasset, samt i övre halvan av lasset. Andelen var lägst i övre halvan av lasset, 12 %, och högst i nedre halvan av lasset, 22 %. Över mark var kapspricksfrekvensen 15 %. De redovisade värdena har normerats för försöksledsvisa skillnader i stockdimensioner. Felstaplarna indikerar att det inte fanns någon statistiskt säkerställd skillnad mellan försöksleden.

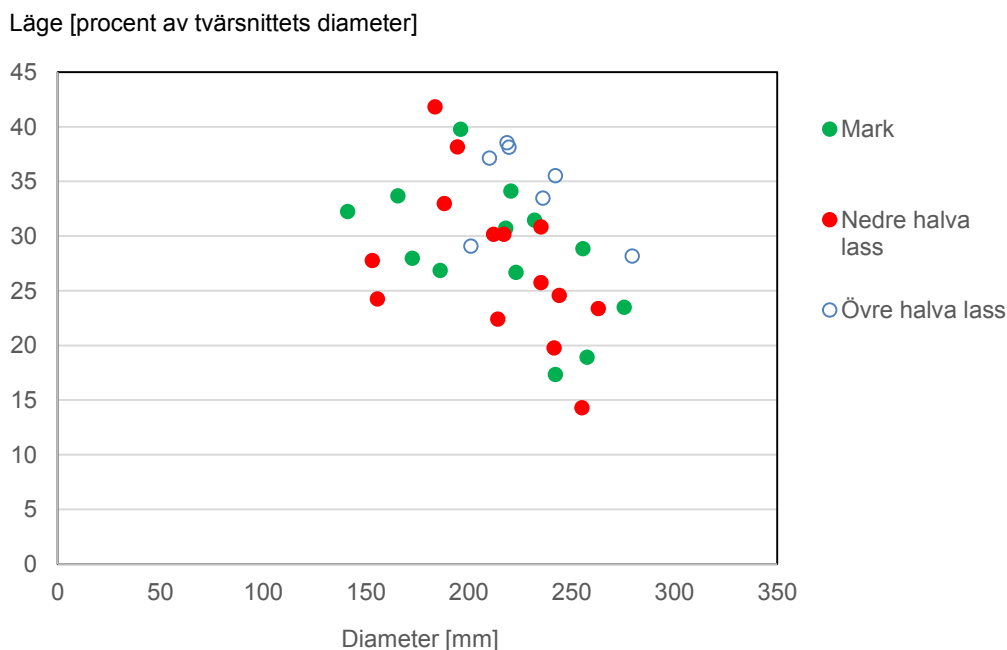


Figur 12.

Andelen stockar med kapsprickor per försöksled; upparbetning över mark, i nedre halva lass och i övre halva lass. Felstaplarna indikerar det 95-procentiga konfidensintervallet. Observera att ingen skillnad mellan försöksled var statistiskt säkerställd.

Kapsprickornas läge

Figur 13 redovisar läget på samtliga kapsprickor funna i de tre olika försöksleden. Läget anger kapsprickornas läge i förhållande till hur stor andel av stockdiameter som återstod att kapa då sprickorna bildades. De sprickor som uppkom i övre halvan av lasset låg alla på mellan strax under 30 % upp till nästan 40 % av tvärsnittets diameter. Kapsprickorna i nedre halvan av lasset och för stockar upparbetade över mark visade en större spridning.



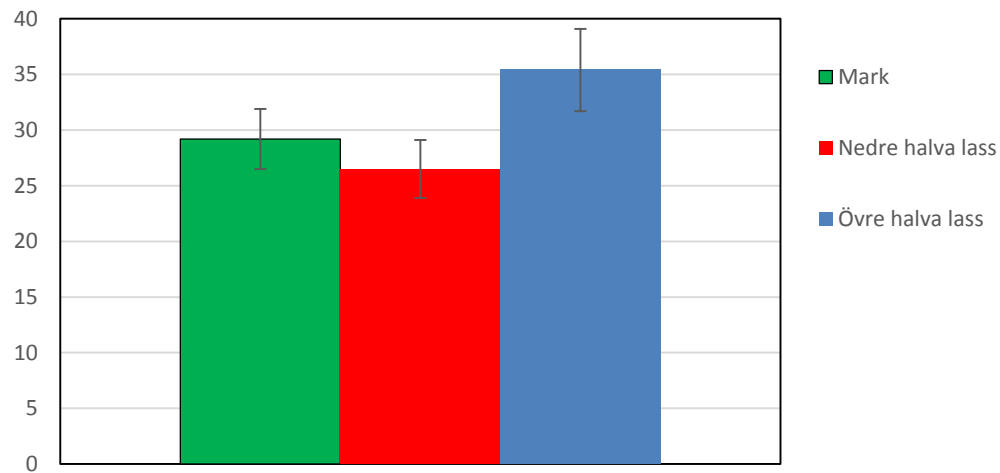
Figur 13.

Kapsprickornas läge mot stockdiameter per försöksled; upparbetning över mark, i nedre halva lass och i övre halva lass. Läget anger kapsprickornas läge i förhållande till hur stor andel av diametern som återstod att kapa då sprickorna bildades.

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 (Grönlund, 1992). Som kan ses i Figur 13 var det endast en registrerad kapspricka som uppkom efter denna gräns.

Figur 14 visar kapsprickornas genomsnittliga läge i förhållande till hur stor andel av stockdiameter som återstod att kapa då sprickorna bildades. Alla försöksleden uppvisade ett genomsnittligt läge som i hög grad påverkar centrumutbytet av stocken. Noterbart är att i genomsnitt uppkom kapsprickorna för stockar upparbetade i den övre halvan av lasset närmast mörgen. Skillnaderna i genomsnittligt läge mellan detta försöksled och de två övriga försöksleden var statistiskt säkerställda.

Läge [% av tvärsnittets diameter]



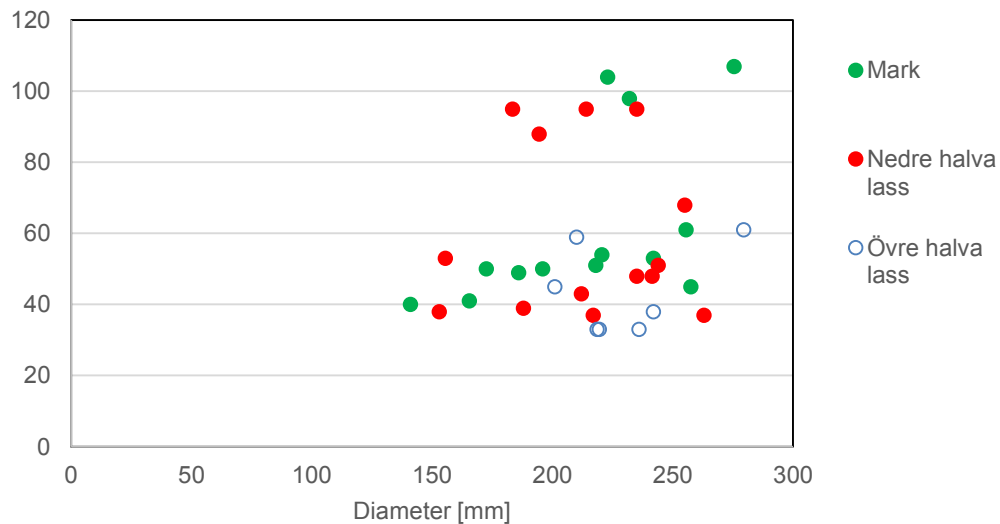
Figur 14.

Genomsnittligt läge för kapsprickorna i procent av stockarnas diameter per försöksled; upparbetning över mark, i nedre halva lass och i övre halva lass. Felstaplarna indikerar det 95-procentiga konfidensintervallet. Skillnaderna mellan försöksledet övre halva lass och de två övriga försöksleden var statistiskt säkerställt.

Kapsprickornas längd

Figur 15 visar samtliga kapsprickors längd för de tre försöksleden. Den genomsnittliga spricklängden var kortast för de kapsprickor som uppkom i övre halvan av lasset; se också Figur 16. Skillnaden gentemot de två andra försöksleden var dock ej statistiskt säkerställd, så fler tester behövs således för att ge ett säkert utlåtande i frågan.

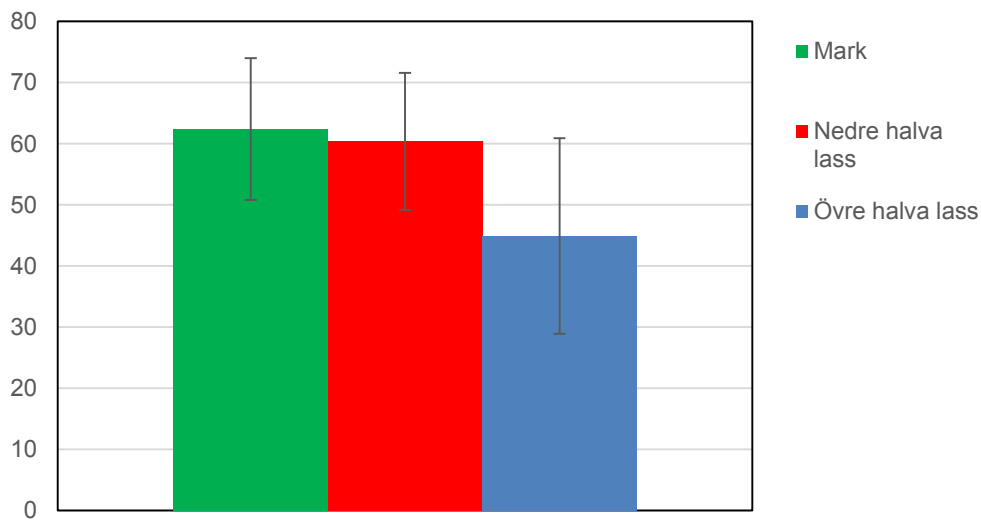
Spricklängd [mm]



Figur 15.

Spricklängd mot stockdiameter för stockar per försöksled; upparbetning över mark, i nedre halva lass och i övre halva lass.

Genomsnittlig spricklängd [mm]



Figur 16.

Genomsnittlig spricklängd för stockar per försöksled; upparbetning över mark, i nedre halva lass och i övre halva lass. Felstaplarna indikerar det 95-procentiga konfidensintervallet. Observera att skillnader mellan försöksleden ej är statistiskt säkerställda.

Tabell 2 sammanfattar resultaten ovan. Det finns en tendens till minskning i frekvens av andel kapsprickor i övre halvan jämfört med undre halvan av lasset, samt att kapsprickor i övre halvan av lasset var kortast, och placerade närmast mörgen, i jämförelse med övriga försöksled. För att statistiskt kunna säkerställa detta, krävs dock ytterligare tester. I nuläget är det endast skillnaden i placeringen av kapsprickorna som är statistiskt säkerställd.

Tabell 2.

Sammanfattning av antal inmätta stockar, genomsnittlig toppdiameter och längd av dessa, antal och andel stockar med kapsprickor, samt kapsprickornas genomsnittliga läge och längd per försöksled; upparbetning över mark, i nedre halva lass och i övre halva lass.

	Antal stockar	Topp-diameter	Längd	Antal stockar med kapsprickor	Andel kapsprickor	Kapsprickans läge	Kapsprickans längd
	[st]	[mm]	[cm]	[st]	[%]	[% av tvärsnittets diameter]	[mm]
Upparbetning över mark	77	190	460	13	15	29	62
Nedre halva lass	66	188	450	14	22	27	60
Övre halva lass	67	189	440	7	12	34	45

SORTIMENTSVANDRING

Angående sortimentsvandring säger drivarföraren att han alltid går med ett blandlass, och att det leder till att det alltid stryker med någon osäker stam åt båda håll, d.v.s. såväl från massa till timmer, som från timmer till massa. Han tänker sig dock att arbete med en drivare kan leda till att det blir mindre röta i timmer för gran, eftersom föraren nästan alltid ser rotändarna vid upparbetning/lastning.

Diskussion

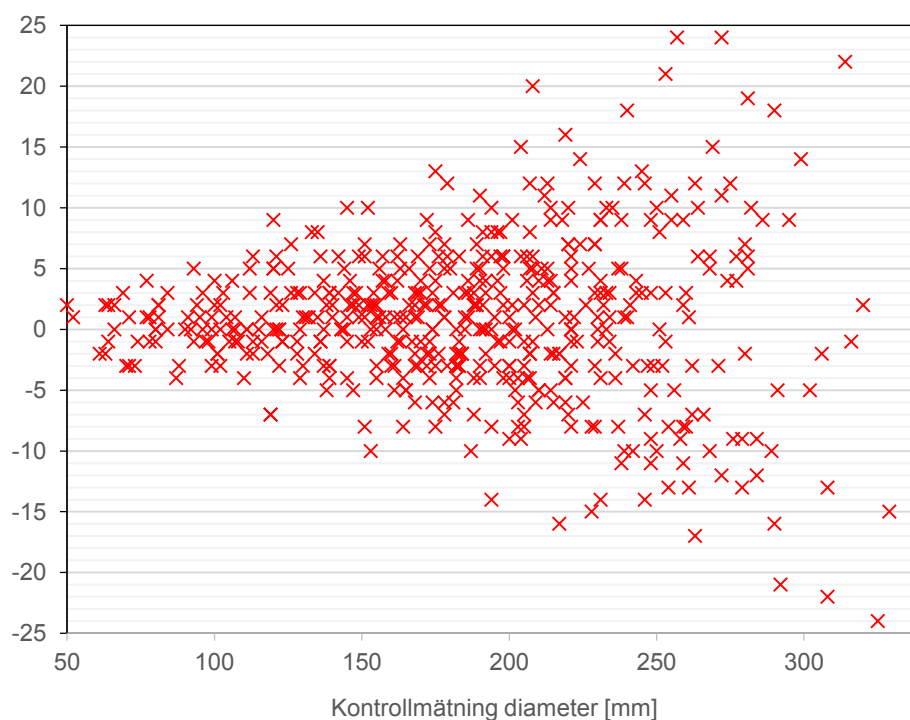
DIMENSIONS MÄTNING

Testet av mätningen visar att det inte finns någon betydande skillnad i diamentermätningens säkerhet för upparbetning över mark jämfört med upparbetning över lastbärare. Även om medeldifferensen tyder på att drivaren mäter lite för klen, jämfört med kontrollmätningen, ses en spridning som är större på den positiva sidan. Det finns många förklaringar till vad detta kan bero på, däribland stammarnas utseende, slöa kvistknivar, kvistknivar som hoppat på kvistar, vinkeln på stammen samt tryckinställningar i aggregatet.

Mätningen testades, som beskrivet ovan, endast för de stammar som upparbetades över ett lass som var fyllt till tre fjärdedelar. Hypotesen var att aggregatet på grund av lutningen som krävs för att lasta högt upp i lasset eventuellt skulle ha svårare med stamhållningen. När stammen lutas uppåt kommer kraftfördelningen mellan knivarna att ändras, vilket skulle kunna leda till att maskinen mäter sämre, eftersom det då kan bli svårare att följa med stammen. Vid upparbetning längre ned i lasset bör mätningen fungera mera som den gör vid upparbetning över mark. Om drivarens mätning ska studeras mer i detalj kan det vara en god idé att undersöka mätningen vid olika fyllnadsgrader av lastbäraren.

VMF-mätaren kunde konstatera att i princip samtliga stammar var buliga, med väldigt tydliga kvistvarv. Kvistvarven var påtagliga ända ner till och med rotstocken. De flesta stammarna uppvisade en relativt stor ovalitet, se Figur 17. Sammantaget gjorde detta att mätningen försvårades för VMF-mätaren och troligtvis också för maskinen.

Ovalitet (Riktning 1 – Riktning 2 [mm])



Figur 17.

Ovalitet för de 27 stammar från mätningstesterna som upparbetades över lastbäraren. Stammarna som upparbetades över mark visar samma samband.

Noterbart är att den här typen av mätningstester normalt görs på gran, eftersom dessa ger ett jämnare underlag, då gran som regel har mindre ovalitet och enklare kvistning. Anledningen till att detta test i stället utfördes på tall var att vi ville testa drivaren i en tänkt framtida driftsmiljö. Tall är att föredra vid avverkning med drivare, då den ger få sortiment utan röta.

FÖREKOMST AV KAPSPRICKOR

Det finns en tendens till minskning i frekvens av andel kapsprickor i övre halvan jämfört med undre halvan av lasset, även om denna skillnad inte är statistiskt säkerställd. En möjlig förklaring till detta är att drivaren vid upparbetning högre upp i lasset måste lyfta upp stammen, vilket innebär att den vid kapögonblicket kommer att ligga i vinkel. Vid upparbetning över mark, eller vid upparbetning långt ner i lasset ligger stammarna mer eller mindre vinkelrätt mot marken. När drivaren upparbetar högre upp i lasset kommer stammarna lutas beroende på fyllnadsgrad, se Figur 18.



Figur 18.
Upparbetning högt upp i lasset kräver att stammarna lutas. I det här fallet lutar stammen ungefär 25 grader mot marken.

När en stam lutar 25 grader, innebär det att vridmomentet vid kapögonblicket minskar med ungefär 10 %. För en stock som är 5 m lång och med en diameter på 300 millimeter medför detta en minskning från ca 7 700 Nm till ca 6 900 Nm i vridmoment, något som kan vara förklaringen till att kapspricksfrekvensen minskar. För mer detaljerade uträkningar runt detta; se Bilaga 2.

En potentiell fördel för drivaren är att det finns möjlighet att ta stöd i lasset vid upparbetning av stammar, åtminstone till en viss fyllnadsgrad. Iakttagelser vid den här studien visar dock att stöd väldigt sällan tas, något som föraren också själv bekräftar. Varken vid upparbetning över mark, eller vid upparbetning i nedre halvan av lasset tas stöd, vilket också kan ses i resultaten av andelen kapsprickor i dessa försöksled.

SORTIMENTSVANDRING

Då drivaren direktlastar körs nästan uteslutande blandlass, där antalet sortiment beror på vilken typ av skog som avverkas. Vid fler än tre sortiment krävs att sortiment blandas i ett och samma fack. Vid lossning ökar således risken för sortimentsvandring vid ökat antal sortiment, något som dock kan avhjälpas med färgmärkning av stockar. Problemet är likartat för såväl drivare som skotare. Fördelarna vid samlastning bör dock vara större för drivaren, då föraren själv upparbetar och lastar i samma moment. I och med detta försvinner också risken för att av misstag lasta ett oönskat sortiment från marken. Utifrån detta resonemang bedöms risken för sortimentsvandring vara likartad mellan drivaren och skördare/skotaresystemet, men för att få en tydligare bild av detta bör det studeras.

Slutsatser

- Ingen betydande skillnad i drivarens mätnoggrannhet vid upparbetning över mark jämfört med upparbetning över lass har kunnat konstateras.
- Vad gäller förekomst av kapsprickor har inte någon markant skillnad vid upparbetning jämfört med upparbetning över lass kunnat fastslås.
- Risken för sortimentsvandring bedöms inte skilja sig nämnvärt mellan drivare och skördare/skotare-system, men det behöver verifieras med ytterligare studier.
- För att kunna ge en säkrare bild av drivarens dimensionsmätning och hur dess upparbetning påverkar kapspricksfrekvensen krävs kompletterande och mer omfattande tester.
- Sammanfattningsvis indikerar studien att upparbetning med drivare inte bör medföra någon markant förändring i tillvarataget virkesvärde i jämförelse med upparbetning med skördare.

Referenser

Grönlund, A. 1992. Sågverksteknik del 1. Råvaran. Specialbok X-724. 137 s. ISBN 91-7322-724-2.

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.

Anonym, 2015. Håll måttet!Handledning från Skogforsk.

INTERNET

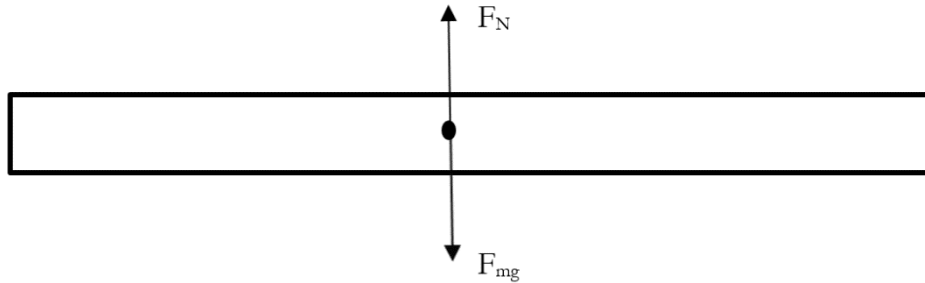
Skogforsk. 2015. Nya drivaren överraskar positivt. *Skogforsk*. 2015-11-02.

<http://www.skogforsk.se/nyheter/2015/nya-drivaren-overraskar/>

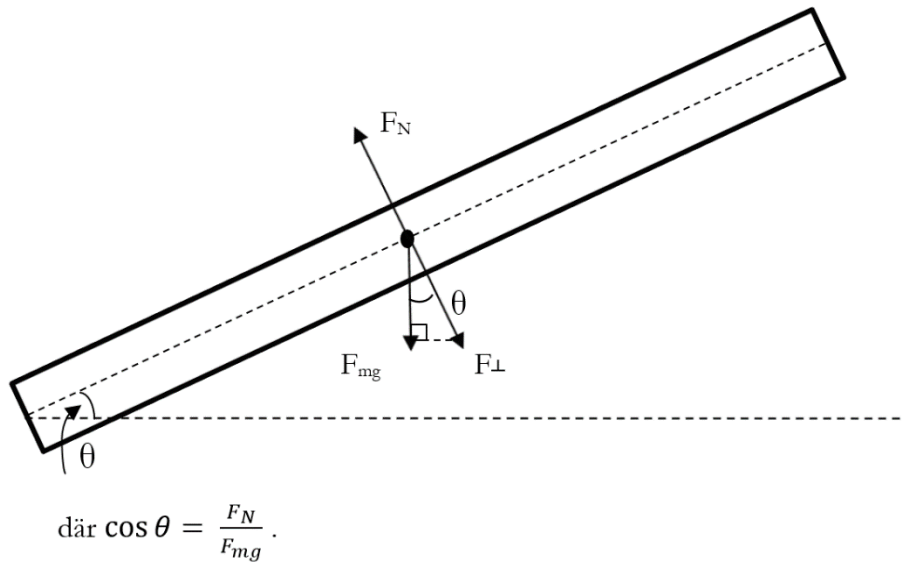
(Hämtad 2015-11-04).

Beräkning av vridmoment

En vinkelrät stam har följande kraftfördelning:

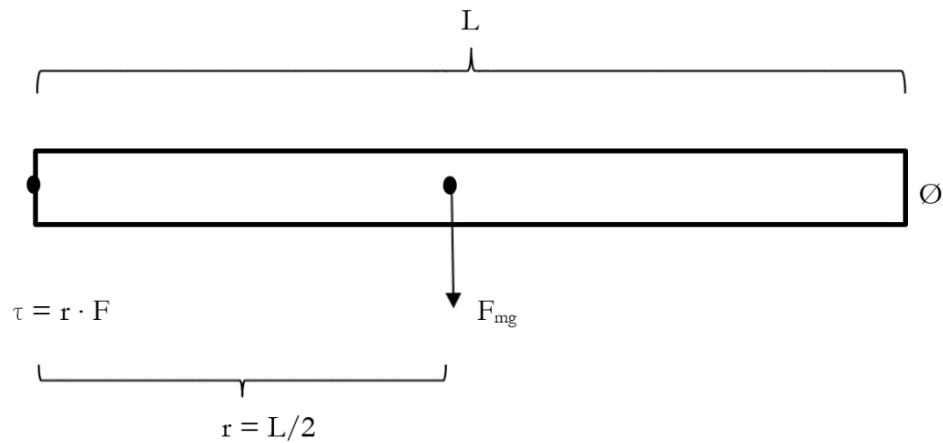


Där F_N = normalkraften och F_{mg} = tyngdkraften. Vrids stammen θ grader blir den nya kraftfördelningen:



Vid en vinkel, θ , på 25 grader, erhålls $\cos 25^\circ = 0,9$, vilket leder till att $F_N = 0,9 \cdot F_{mg}$. Kraften vid kapögonblicket minskar således med 10 %.

För beräkning av vridmomentet, τ , gäller:



Här räknar vi på en timmerstock med en längd, L , på 500 centimeter och diameter, $\varnothing$, på 300 millimeter. Stammens densitet, ϱ , är 875 kg/m^3 och $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

Den totala kraften, F_{mg} , uttrycks i: $m \cdot g = \varrho \cdot V \cdot g$

Stammens volym uttrycks i: $V = \pi \cdot \varnothing^2 \cdot L$

Vridmomentet blir således:

$$\tau = r \cdot F = r \cdot \varrho \cdot (\pi \cdot \varnothing^2 \cdot L) \cdot g = 2,5 \cdot 875 \cdot \pi \cdot 0,15^2 \cdot 5 \cdot 10 \approx 7\,700 \text{ Nm}$$

En tioprocentig minskning av detta skulle motsvara $7700/10 \text{ Nm} = 770 \text{ Nm}$ och resultera i ett nytt vridmoment på $7\,700 - 770 \text{ Nm} \approx 6\,900 \text{ Nm}$.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2015

År 2015

- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning. 56 s.
- Nr 858 Frisk, M., Rönnqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vägrust – Projektrapport. 2015. – Vägrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Johannesson, T. 2015. Ny teknik för askåterföring i skogsmark. – New technology for ash recycling on forest floor. 14 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymer? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". – "Are roadside stock volumes correct? – A case study in the Digital Chains in Forestry project. 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. – Development and test of decision-support tool for automated monitoring of thinning 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas, Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner. – Distributed work lighting – LED lamps improve lighting on forest and agricultural machines. 20 s.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.
- Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
- Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser. 20 s.
- Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
- Nr 869 Englund, M., Lundström, H., Brunberg T. och Löfgren, B. Utvärdering av Head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
- Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon. – A pilot study of aerodynamic design of forest vehicles 32 s.
- Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. . – Damage after early thinning. 14 s..
- Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. – ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
- Nr 873 Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.

Nr	874	Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. – Possibilities for coastal maritime transport of forest fuel in Sweden. 22 s.
Nr	875	Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. – Harvest of forest fuel when birch shelterwoods are removed. 15 s.
Nr	876	Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellerings av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
Nr	877	Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar. – Thinning in Sections – a work method for small-tree harvest. 17 s.
Nr	878	Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after stor age on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.
Nr	879	Eriksson, B., Widinghoff, J., Norin K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains. 46 s.
Nr	880	Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytesprognoser. – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield forecasts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.
Nr	881	von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.
Nr	882	Rosvall, O., Kroon, J. & Mullin, T.J. 2015. Optimized breeding strategies at equivalent levels of population diversity. 61 s.
Nr	883	Högbom, L. & Rytter, R.-M. 2015. Markkemi och fastläggning av C och N i bestånd med snabbväxande trädslag - Etapp 2. – Slutrapport till Energimyndigheten 2015. – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species – Phase 2. – Final report to The Swedish Energy Agency 2015. 17 s.
Nr	884	Hannrup, B., Andersson, M., Henriksen, F., Högdahl, A., Jönsson, P. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av V-Cut – en innovation med potential att minska förekomsten av kapsprickor. – Evaluation of V-Cut – an innovative saw bar with potential to reduce the occurrence of bucking splits. 32 s.
Nr	885	Willén E. & Andersson, G. 2015. Drivningsplanering. En jämförelse mellan sju skogsföretag – A comparison of seven forest companies 2015. 31 s. + Bilaga 2-8.
Nr	886	Johansson, F. 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST vehicles 21 s.
Nr	887	Högberg, K.A. 2015. Selektionseffekter vid förökning av gran med somatisk embryogenes. – Selection effects of somatic embryogenesis in propagation of Norway spruce. 11 s.
Nr	888	Enström, J. & von Hofsten, H. 2015. ETT-Chips 74-tonne trucks – Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year. 23 s.
Nr	889	Rytter, L., Stener, L.G. 2015. Gråal och hybrid alder.-En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige. – Grey alder and hybrid alder-Potentials for increased biomass production for energy in Sweden. 28 s.
Nr	890	Asmoarp, V. & Enström, J. 2015. Fokusveckor 2015-Bränsleuppföljning för ETT 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. – Focus Weeks 2015 Monitoring fuel consumption of a 74-tonne chip truck in the ETT project. 25 s.
Nr	891	Johannesson, T., Enström J. & Ohls, J. 2015. Test av paraffinolja för att motverka fastfrysning av flis i containrar. – Test of paraffin oil to prevent wood chips freezing onto surfaces in steel containers. 5 s.

År 2016

- | | | |
|----|-----|---|
| Nr | 892 | Ågren, K., Hannrup, B., Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. och Nordström, M. Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19. – Evaluation of measurement quality and frequency of bucking splits in harvesting with the Komatsu X19 Harwarder. 21 s. |
| Nr | 893 | Almqvist, C. & Rosenberg, O. 2016. Bekämpning av Grankotterost (<i>Thekopsora areolata</i>) med fungicider – Försök utförda 2014 och 2015. – Control of cherry cone rust infection (<i>Thekopsora areolata</i>) by use of fungicides – Trials performed in 2014 and 2015. |

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. 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.

Från Skogforsk nr. 892–2016



www.skogforsk.se