

Prestationsutvärdering av drivare med avseende på sortimentsfördelning på lasset

EN FÄLTSTUDIE MED DRIVARPROTOTYPEN KOMATSU X19



Drivarprototypen Komatsu X19 under pågående lossningsarbete vid en förnygringsavverkning utanför Hökhult i Småland. Skördaraggregatet syns i förgrunden. Foto: Rikard Jonsson, Skogforsk

Summary

Harwarder productivity based on load-wise assortment distribution

FIELD STUDY ON THE HARWARDER PROTOTYPE KOMATSU X19

In harwarding work, the timber is loaded directly onto the load-space ('direct loading'). Direct loading improves the efficiency of the loading work, as loading is integrated with the harvesting work. One weakness of direct loading is that the assortments are loaded haphazardly, with limited opportunity to keep the different assortments separated on the load. This leads to inoptimal assortment combinations, where common problems are that a load comprises too many assortments, or that an assortment combination is created that cannot be efficiently unloaded. According to current literature, harwarder productivity is therefore reduced as the number of assortments per load increases. However, the effect of assortment distribution in the individual load on the productivity of the harwarder is unknown.

The main aim of the study was to analyse how a nominal number of assortments per load, and the assortment distribution in the load, affect the harwarder's productivity. Data collection, comprising 49 harwarder loads, started in October 2017 and ended in January 2018. The machine used in the study, the harwarder prototype Komatsu X19, was operated by two operators.

The results showed that the nominal number of assortments per load is too abstract factor to enable prediction of the harwarder productivity. The problem is that the nominal number of assortments per load does not describe the load properties. It would be preferable to model the productivity on the basis of the load's assortment distribution; either the proportion made up of the load's biggest assortment or the load's two biggest assortments combined.

Harwarder productivity increases rapidly when a greater proportion of the load's total volume is concentrated in the two biggest assortments or the biggest assortment. The practical message is that harwarder productivity does not primarily depend on the number of assortments per load, but on the size of the respective assortments, i.e. the volume of each assortment per load.



Förord

Södra skogsägarna har som försöksvärdar bidragit med maskintid och avverkningsobjekt. Södras maskinförare Sven-Olof Engstrand och Sveaskogs maskinförare Per Andersson har kört och även bidragit med sina erfarenheter. Komatsus Niclas Eriksson, Daniel Päbel och Per Annemalm har hjälpt oss med datainsamlingsmetoder. Initiering gjordes i samråd med Drivargruppen, som är en av Skogforsks samverkansgrupper. Gruppen 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 september 2017 av:

Företag	Namn
Billerud Korsnäs	Per Nordahl
Holmen	Jonas Eriksson
Holmen	Robert Johansson
Stora Enso	Mattias Bränngård
Stora Enso	Vegard Haanaes
Sveaskog	Lennart Hult
Sveaskog	Linnéa Carlsson
Södra	Patrik Anderchen
Södra	Magnus Petersson
Skogforsk	Rikard Jonsson (sammanställande)
Skogforsk	Petrus Jönsson
Skogforsk	Hagos Lundström
Skogforsk	Jussi Manner
Skogforsk	Anders Mörk

Planering av studien i samråd med drivargruppen, utförande av test, analys av data samt sammanställning av rapporten har gjorts av Jussi Manner, Rikard Jonsson, John Arlinger och Anders Mörk, Skogforsk.

Vi vill varmt tacka alla som bidragit till studiens genomförande!

Uppsala 2019-02-28

Innehåll

Summary.....	2
Förord	3
Sammanfattning	5
Introduktion	6
Syfte.....	6
Material och metoder	7
Datainsamling.....	7
Automatisk Datainsamling (ADI) av averknings- och lastningsarbete	7
Manuell registrering av lossningsarbete	7
Statistiska analyser	8
Resultat.....	9
Avverkning och lastning samt lossning.....	9
Terminalarbete	9
Diskussion	11
Studiens svagheter och styrkor	11
Jämförelse med befintlig litteratur.....	11
Slutsatser och praktisk tillämpning	12
Referenser.....	13
Bilaga 1. Datainsamling (tabeller 1-3).....	14

Sammanfattning

Vid drivararbete upparbetas virket direkt på lastbäraren, så kallad "direktlastning". Direktlastning bortrationaliserar stora delar av lastningsarbetet, då lastning sker integrerat med avverkningarbetet. En svaghet med direktlastningen är att sortimenten lastas skogfallande med begränsade möjligheter att särhålla dem på lasset. Detta leder till inoptimal samlastning, där vanliga problem är att man får många sortiment på ett lass och sortimentskombinationer som inte är rationella att hantera vid lossning. Följaktligen minskar drivarens prestation med ökande antal sortiment per lass. Men man vet inte hur sortimentens (volym)spridning på trakten eller sortimentsfördelning i de enskilda lasset påverkar drivarens prestation.

Studies primära syfte var att analysera hur nominellt antal sortiment per lass och lasset sortimentsfördelning påverkar drivarens prestation. Databasinsamlingen, bestående av 49 drivarlass, började i oktober 2017 och slutade i januari 2018. Studiemaskinen, drivarprototypen Komatsu X19, kördes av två förare.

Resultaten visade att nominellt antal sortiment per lass är en för abstrakt faktor för att kunna prediktera drivarens prestation. Problemet är att nominellt antal sortiment per lass inte beskriver lasset beskaffenhet. Man ska hellre modellera prestationen utifrån lasset sortimentsfördelning; antingen utifrån andelen som utgörs av lasset största sortiment eller andelen som utgörs av lasset två största sortiment tillsammans.

Drivarens prestation ökar snabbt ju större andel av lasset totala volym som koncentreras på de två största sortimenten, eller det största sortimentet. Det praktiska budskapet är att drivarens prestation, i första hand, inte beror på antalet sortiment per lass, utan på sortimentens lastvisa storlekar, det vill säga volym per sortiment per lass.

Introduktion

Tvåmaskinsystemet, bestående av skördare och skotare, dominerar överlägset marknaden för drivning med kortvirkesmetoden (Malinen m.fl. 2016). Vid fällning och upparbetning av träden sorterar skördaren virket på marken innan skotaren lastar det för transport till bilväg. Tvåmaskinsystemets marknadsposition har utmanats av alternativa system, som drivaren.

Drivaren är ett enmaskinsystem där alla moment i drivningen av rundved utförs med en maskin och virket upparbetas direkt på lastbäraren, så kallad "direktlastning". Till skillnad från tvåmaskinsystemet läggs i normalfallet inget virke på marken förrän det lastas av vid avlägget. Vid direktlastning bortrationaliseras stora delar av lastningsarbetet, då det sker integrerat med avverkningsarbetet. En svaghet med direktlastningen är att sortimenten lastas skogfallande med begränsade möjligheter att särhålla dem på lasset. Detta leder till inoptimal samlastning, där vanliga problem är att man får många sortiment på ett lass och sortimentskombinationer som inte är rationella att hantera vid lossning. Resultatet av det syns i högre tidsåtgång under lossning.

Ett ökat antal sortiment per trakt ökar tidsåtgången för både tvåmaskinsystem (gäller i huvudsak för skotare) och drivare, men tidigare studier har visat på större negativ effekt för drivaren än för tvåmaskinsystemet (Bergkvist 2007). Däremot vet man inte hur sortimentens volymmässiga utspridning på trakten eller sortimentsfördelning i de enskilda lasset påverkar skotarens eller drivarens prestation.

För vidare läsning om systemjämförelsen "tvåmaskinsystem kontra drivare" hänvisar vi till arbetsrapporter av Jonsson m.fl. (2016ab) och Manner m.fl. (2016) där befintlig drivarlitteratur har sammanfattats och analyserats grundligt.

SYFTE

Studiens primära syfte var att analysera hur nominellt antal sortiment per lass och lassets sortimentsfördelning påverkar drivarens prestation. Det sekundära syftet var att utvärdera möjligheter för automatisk datainsamling (ADI) från arbete med drivare.

Material och metoder

DATAINSAMLING

Under datainsamlingen, som pågick från oktober 2017 till januari 2018, kördes drivarprototypen Komatsu X19 av två förare. Den ena föraren hade främst erfarenhet av skördare, men även av skotare, och hade kört i totalt 39 år. Han hade kört Komatsu X19 i ungefär en månad innan studien påbörjades. Den andra föraren hade totalt 28 års erfarenhet av skördare och skotare. Han hade kört Komatsu X19 under en tremånadersperiod ett år före studien. Bestånden som studerades var fem avverkningsobjekt utanför Växjö, som Södra skogsägarna bidragit med.

Datainsamlingen består av 49 drivarlass, varav 37 stycken kördes av den ena föraren och 12 stycken av den andra föraren. Nominellt antal sortiment per lass varierade från 3 till 8 (Bilaga 1). Maskinen var utrustad med två par skiljestötter.

Automatisk Datainsamling (ADI) av avverknings- och lastningsarbete

Varje fällning och kapning tidsstämplades automatiskt i hpr-filerna (harvester production) (Arlinger 2012). Tidsåtgång för avverknings- och lastningsarbete fastställdes genom att beräkna tidsskillnaden mellan första och sista tidsstämpelein för trädfällning per lass. Det ingick alltså även tid för körning mellan uppställningsplatserna. All lastning gjordes under pågående upparbetning, det vill säga konsekvent direktlastning. Vid denna metodik missar man dock systematiskt upparbetning av vartdera lassets sista stam men det missade tidsintervallet är i praktiken försumbart kort (bara några sekunder per lass). Då ingen filtrering gjordes ingick eventuella avbrott i arbetstiden.

Manuell registrering av lossningsarbete

Tidsåtgången för lossning var inte tillgänglig via ADI utan krävde aktiv loggning av förarna. Efter avslutat avverknings- och lastningsarbete körde förarna till avlägg och precis före skiftet från skördaraggregat till skotargrip gjordes ett tomt fällkap i luften och en fiktiv stam med trädslaget "bok" registrerades. Eftersom det trädslaget helt saknades på den aktuella trakten kunde därigenom stammen respektive tidsstämpelein särskiljas från resterande upparbetning. Efter avslutad lossning upprepades proceduren, det vill säga då skotargripen skiftats till skördaraggregat gjordes ett tomt fällkap i luften. Mellanrummet mellan dessa två tidstämplar definierades som lossningstid. Lossning består därmed av körning vid avlägg, redskapsbyte (skördaraggregat-skotargrip-skördaraggregat) samt kranarbete under lossning. Redskapsskifte gjordes i anslutning till avlägget och det följde därför måttlig eller ingen körning mellan redskapsskifte och första respektive sista kran-cykeln i lossningen.

STATISTISKA ANALYSER

Kovariansanalys (ANCOVA) användes för att analysera hur faktorerna 1–4 (se nedan) påverkade tidsåtgång på arbetsmoment:

Avverkning och lastning, minuter/m³

Lossning, minuter/m³

Avverkning och lastning samt lossning ackumulerad, kallas här efter för Terminalarbete, minuter/m³.

Faktorer:

Faktor 1: Nominellt antal sortiment per lass

Faktor 2: Antal stammar per lass (kovariat)

Faktor 3: Andel av lassets största sortiment (procent av lassets totala volym) (kovariat)

Faktor 4: Kumulativ andel av lassets två största sortiment
(procent av lassets totala volym) (kovariat)

Faktorernas effekter på arbetsmomenten analyserades genom ett antal olika modellkonfigurationer, det vill säga kombinationer av faktorerna. De såg ut enligt följande:

Modellkonfiguration 1: Faktor 1 och 2.

Modellkonfiguration 2: Faktor 1, 2 och 3.

Modellkonfiguration 3: Faktor 1, 2 och 4.

Modellkonfiguration 4: Faktor 2 och 3.

Modellkonfiguration 5: Faktor 2 och 4.

Virkesvolym anges genomgående i m³fub, det vill säga fast mått under bark. Data från de två förarna analyserades enbart tillsammans, det vill säga inte per förare. Faktorernas effekter på beroende variabler analyserades med en generell linjär modell samt Tukey-test. Som gräns för signifikanta skillnader har 5 procent använts ($p \leq 0,05$). Vid behov transformerades data för att uppfylla ANCOVA-villkoren. Alla statistiska analyser genomfördes i programmet Enterprise guide 7.1 (SAS Institute Inc.).

Resultat

AVVERKNING OCH LASTNING SAMT LOSSNING

ANCOVA-resultat för de analyserade arbetsmomenten avverkning och lastning samt lossning, var huvudsakligen lika. Modellkonfiguration 1 visade en svag men statistiskt säkerställd trend för båda arbetsmomenten; tidsåtgången (minuter/m³) ökade med ökande nominellt antal sortiment per lass (se Material och metoder). Detta ändrades dock markant då andel av lassets största sortiment, eller alternativt kumulativ andel av lassets två största sortiment ingick i analysen (Modellkonfigurationer 2 och 3). Då försvann nämligen inverkan av nominellt antal sortiment per lass. I kontrast minskade tidsåtgången för både avverkning och lastning och lossning snabbt och statistiskt säkerställt med ökande andel av lassets största sortiment (Modellkonfiguration 2). Tidsåtgång för avverkning och lastning minskade statistiskt säkerställt även med ökande kumulativ andel av lassets två största sortiment (Modellkonfiguration 3).

TERMINALARBETE

Avverkning och lastning utgjorde största andelen av terminalarbete och därmed blev också ANCOVA-resultaten för terminalarbete i praktiken identiska med avverkning och lastning. Följaktligen kan prestation för terminalarbete modelleras antingen utifrån andel av lassets största sortiment (Ekvation 1) eller utifrån kumulativ andel av lassets två största sortiment (Ekvation 2).

Ekvation 1 (Modellkonfiguration 4).

Tidsåtgång för

$$\text{Terminalarbete} \left(\frac{\text{minuter}}{\text{m}^3} \right) = \frac{1}{0,46503 \times \text{Andel} - 0,00104 \times \text{Stammar} + 0,12964}$$

Där *Andel* = Andel av lassets största sortiment (procent av lassets totala volym) och *Stammar* = Antal stammar per lass.

Modellens förklaringsgrad = 43,5 % och p-värde < 0,001.

Ekvation 2 (Modellkonfiguration 5).

Tidsåtgång för

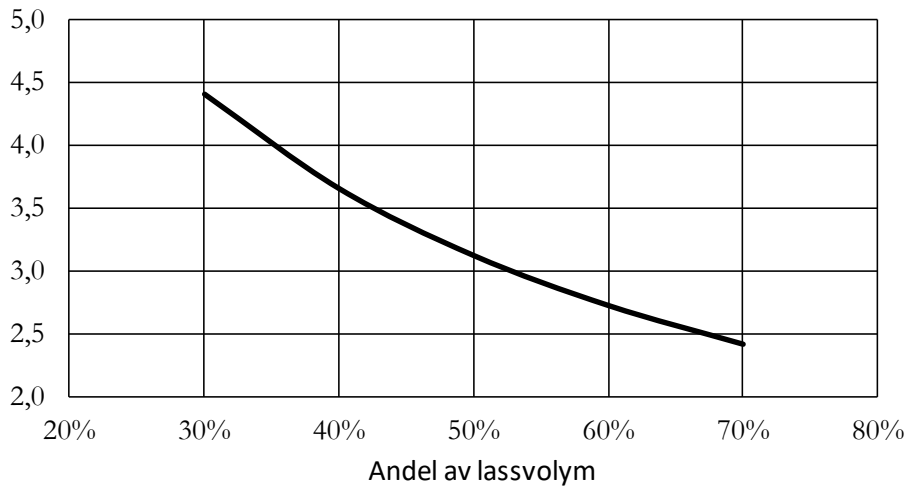
$$\text{Terminalarbete} \left(\frac{\text{minuter}}{\text{m}^3} \right) = \frac{1}{0,38500 \times \text{KumulativAndel} - 0,00172 \times \text{Stammar} + 0,11371}$$

Där *KumulativAndel* = Kumulativ andel av lassets två största sortiment (procent av total lassets totala volym) och *Stammar* = Antal stammar per lass.

Modellens förklaringsgrad = 36,7 % och p-värde < 0,001.

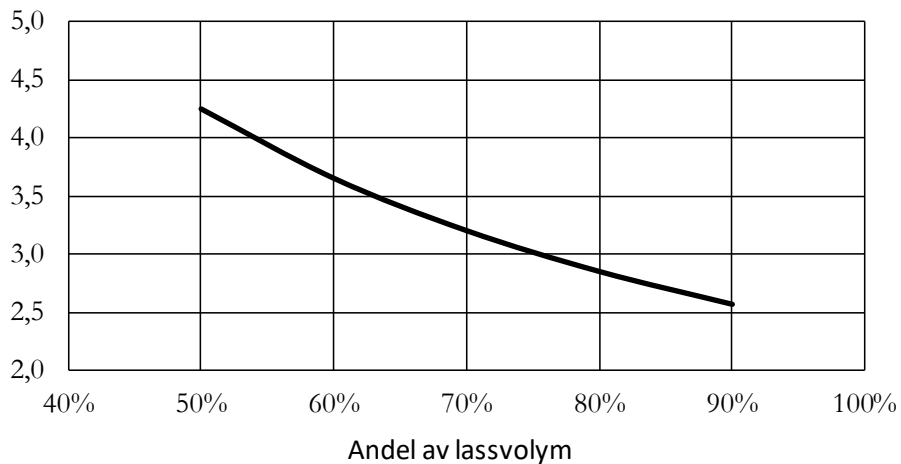
Vid praktisk tillämpning av ekvationerna 1 och 2 kan medelstamvolym grovt omvandlas till antal stammar per lass genom att dela drivarens lastkapacitet (~20 m³fub för X19) med medelstamvolym. I figurerna 1 och 2 har studiens medelvärde, 41 stammar per lass, använts. I figurerna 1 och 2 ser man tydligt att drivarens prestation ökar snabbt ju större andel av lassets totala volym som koncentreras på två största sortimenten (eller det största sortimentet).

Minuter/m³fub



Figur 1. Tidsåtgång för drivarens terminalarbete som funktion av andelen som lassets största sortiment utgör av lassets totala volym. Tidsåtgången har modellerats utifrån Ekvation 1. Notera att skalorna på x-axlarna i figurerna 1 och 2 skiljer sig åt.

Minuter/m³fub



Figur 2. Tidsåtgång för drivarens terminalarbete som funktion av andelen som lassets två största sortiment utgör tillsammans av lassets totala volym. Tidsåtgången har modellerats utifrån Ekvation 2. Notera att skalorna på x-axlarna i figurerna 1 och 2 skiljer sig åt.

Diskussion

Denna studie visade att faktorn nominellt antal sortiment per lass är för abstrakt för att kunna prediktera drivarens prestation. Problemet är att nominellt antal sortiment per lass inte beskriver lassets beskaffenhet. Följaktligen ska man hellre modellera prestationen utifrån lassets sortimentsfördelning. I denna studie upptäckte vi att drivarens prestation antingen kan predikteras utifrån andelen som utgörs av lassets största sortiment eller andelen som utgörs av lassets två största sortiment tillsammans. Förklaringsgraden förbättrades något genom att inkludera antal stammar per lass i modellen. Andel av lassets största sortiment var en statistiskt starkare faktor (Modellkonfiguration 4) än kumulativ andel av lassets två största sortiment (Modellkonfiguration 5), men den sistnämnda är oftast mer tillämpbar i praktiska sammanhang (se avsnittet Slutsatser och praktisk tillämpning).

STUDIENS SVAGHETER OCH STYRKOR

Det hade varit önskvärt med senaste kommersiellt tillgängliga mjukvaran installerad, men helst ännu mer avancerad programvara. Vid framtida tekniska utvecklingsprojekt bör lämpligt ADI-system ha hög prioritet. Vid denna studie registrerades tidsåtgång för lossningsarbetet med hjälp av testförarna. Manuell loggning fick till konsekvens att påtagligt färre lass (49 stycken) än planerat (ca 500 stycken) samlades in. Utifrån denna erfarenhet kan slutsatsen dras att datainsamling som kräver extra knapptryckningar av förare endast bör ske i undantagsfall. Detta är ett viktigt argument för utveckling av ADI-mjukvaror. Det låga antalet lass per förare (12 eller 37) innebar också att föraren inte kunde inkluderas som en faktor i analyserna. Okulär granskning visade dock inga skillnader mellan förarna i förhållandet till studieresultaten, utan lassets sortimentsfördelning påverkade båda förarna på samma sätt.

Datainsamlingen av avverknings- och lastningsarbetet fungerade bra. Den oförklarbara variationen ("bruset") var förhållandevis liten trots att ingen datafiltrering genomfördes. Trots att avsaknad av GO-tid är en brist, kan motsvarande metodik användas vid uppföljningsstudier med skördare där hög dataupplösning inte är ett krav.

Möjligheten att använda den tidsstämpel för fällning som registreras i den standardiserade hpr-filen (Arlinger m.fl. 2012) har utvärderats i flera studier. Vid jämförelse mellan en traditionell (manuell) tidsstudie och denna form av ADI visade resultaten på en god överensstämmelse vad gäller skördarens prestation (Arlinger m.fl. 2014; Nordström m.fl. 2018). Skördaren utför färre arbetsmoment mellan de successiva fällkapen (läs: mellan två fällkapstidsstämplar) än den direktlastande drivaren gör. Detta gör skördararbetet mer anpassningsbart för ADI-studier än drivararbetet (jmf. Arlinger m.fl. 2014; Jonsson 2016ab; Manner m.fl. 2016; Nordström m.fl. 2018).

JÄMFÖRELSE MED BEFINTLIG LITTERATUR

Vi upptäckte en minskande prestationstrend med ökande nominellt antal sortiment per lass, vilket stämmer bra med litteraturstudien av Jylhä m.fl. (2006). Trenden vi upptäckte var dock något svagare. Till skillnad från befintlig litteratur upptäckte vi att nominellt antal sortiment per lass inte längre hade någon prestationseffekt om andel av lassets största sortiment eller kumulativ andel av lassets två största sortiment inkluderas i analysen. Det praktiska budskapet är att drivarens prestation i första hand inte beror på antalet sortiment per lass utan på sortimentens lastvisa storlekar (det vill säga volym per

sortiment per lass), se tillämpningsexempel i sista stycket. Denna viktiga aspekt saknas i befintliga prestationsmodeller och bör beaktas i framtida studier samt praktisk arbetsplanering.

Lossningsarbete med X19 är inte direkt jämförbart med vare sig skotare eller tidigare drivarmodeller. Möjligheten att använda en skotargrip samt att tilta och rotera lastbäraren under lossningen underlättar sortering av stockar. Dessutom fungerar drivarens plana lastbärare som ett sorteringsbord (jämför skotarens lastbärare med en vagga), vilket i viss mån kan förklara betydelsen av lassets två största sortiment. Då lassets två största sortiment utgör minst 70–75 procent av lassets totala volym kan virket lossas relativt snabbt, förutsatt att dessa travar är placerade nära varandra vid avlägget. Därefter kan de resterande sortimenten sorteras relativt smidigt tack vare den plana lastbäraren som föraren kan tilta och rotera för god överblick.

SLUTSATSER OCH PRAKTISK TILLÄMPNING

Då lassets två största sortiment utgör en klar majoritet av lassets totala volym kan drivaren arbeta relativt effektivt oavsett lassets nominella antal sortiment. Drivaren kan exempelvis prestera väl i ett talldominerat bestånd med talltimmer, barmassa och flera ytterligare sortiment i liten volym. I kontrast väntas drivarens prestation vara sämre i blandskogar där sortimenten är spatialt relativt jämnt utspridda över en trakt, även om det nominella antalet sortiment per trakt skulle vara lågt. Nominellt antal sortiment per trakt eller lass som faktor för prediktering av prestation för såväl drivare som skotare bör omprövas och framtida studier bör utgå från sortimentens volymmässiga, rumsliga spridning över en trakt.

Referenser

- Arlinger, J., Brunberg, T., Lundström, H. & Möller, J. 2014. Jämförelse av JD1170E och JD1470E i slutavverkning hos SCA Skog AB hösten 2013. Skogforsk, Arbetsrapport 817-2014.
- Arlinger, J., Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010 – Modern kommunikation med skogsmaskiner. Skogforsk, Arbetsrapport 784-2012.
- Nordström, M., Lundström, H., Möller, J., Brunberg, T., Arlinger, J. & Björheden, R. 2018. Stor eller större? En jämförelse mellan Komatsu 931 och 951 i slutavverkning. Skogforsk, Arbetsrapport 987-2018.
- Bergkvist, I. 2007. Drivare i slutavverkning – direktlastning och låg bränsleförbrukning är starka kort. Skogforsk, Resultat Nr 15.
- Jonsson, R., Jönsson, P. & Lundström, H. 2016. Prestation och kostnader för slutavverkningsdrivare Komatsu X19 med snabbfäste. Skogforsk, Arbetsrapport 911-2016.
- Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H., Manner, J., Björheden, R. & Lundström, H. 2016. Prestation och kostnader för drivaren Komatsu X19 och tvåmaskinsystem med Komatsu 941 och 895 i grov slutavverkning. Skogforsk, Arbetsrapport 912-2016.
- Jylhä, P., Väätäinen, K., Rieppo, K. & Asikainen, A. 2006. Aines- ja energiapuun hakkuu ja lähikuljetus korjureilla. Kirjallisuuskatsaus. Metlan työraportteja 34. Naturresursinstitutet (Luke).
- Malinen, J., Laitila, J., Väätäinen, K. & Viitamäki, K. 2016. Variation in age, annual usage and resale price of cut-to-length machinery in different regions of Europe. *International Journal of Forest Engineering* 27:95–102.
- Manner, J., Björheden, R., Jonsson, R., Jönsson, P. & Lundström, H. 2016. Prestation och drivningskostnad för drivarprototypen Komatsu X19 jämfört med ett konventionellt tvåmaskinsystem. Skogforsk, Arbetsrapport 916-2016.

Bilaga 1. Datainsamling (tabeller 1-3)

I tabellerna 1, 2 och 3 (sid. 15-17) motsvarar en rad i tabellen ett lass. Sortiment "1" är lassets största sortiment (andel av lassets totala volym), Sortiment "2" näst störst och så vidare.

Tabell 1. Tidsåtgång för *Avverkning och lastning* (minuter/m³fub) sorterat från kortast till längst tid.

Tid	Sortimentets andel (%) av lassets totala volym								Nominellt antal sortiment per lass	Antal stammar per lass
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1,10	49,3	20,3	15,2	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4	30
1,20	58,8	20,7	10,5	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	32
1,24	63,5	22,8	8,2	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4	38
1,28	58,4	24,8	8,0	5,2	3,7	0,0	0,0	0,0	5	34
1,30	61,9	23,2	9,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	30
1,31	60,4	21,2	8,4	5,1	4,8	0,1	0,0	0,0	6	34
1,32	64,5	14,4	7,2	6,0	5,9	1,9	0,0	0,0	6	15
1,37	63,2	20,0	9,3	6,6	0,8	0,0	0,0	0,0	5	34
1,46	61,9	18,6	9,9	7,3	2,0	0,2	0,0	0,0	6	22
1,47	51,7	19,5	16,0	9,8	2,6	0,4	0,0	0,0	6	28
1,48	67,5	10,8	10,0	7,9	3,6	0,1	0,0	0,0	6	22
1,48	59,7	21,8	9,5	4,8	4,3	0,0	0,0	0,0	5	35
1,50	64,1	25,2	8,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4	29
1,53	60,4	22,9	10,8	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4	39
1,53	60,6	19,4	13,4	6,4	0,1	0,0	0,0	0,0	5	34
1,63	54,2	15,8	14,2	9,2	6,6	0,1	0,0	0,0	6	47
1,64	63,0	25,2	9,4	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	5	33
1,70	68,4	15,5	14,2	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	5	31
1,81	54,4	17,6	13,2	12,2	2,5	0,0	0,0	0,0	5	34
1,88	50,5	16,5	14,2	9,4	9,4	0,0	0,0	0,0	5	43
1,90	51,3	25,5	19,0	3,6	0,6	0,0	0,0	0,0	5	40
1,93	57,3	21,8	17,9	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4	54
2,00	61,3	11,3	10,1	9,3	3,8	2,3	1,9	0,0	7	25
2,01	55,7	18,6	11,7	9,6	4,3	0,0	0,0	0,0	5	48
2,06	62,5	21,7	10,7	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4	33
2,14	47,5	25,3	21,2	5,0	1,0	0,0	0,0	0,0	5	43
2,17	37,3	29,4	16,1	9,1	7,6	0,5	0,0	0,0	6	17
2,17	61,1	19,7	18,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4	37
2,19	63,2	22,3	13,4	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	6	35
2,24	60,1	21,8	12,5	5,5	0,1	0,0	0,0	0,0	5	25
2,25	58,9	30,4	9,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4	34
2,28	46,2	22,9	18,5	12,2	0,2	0,0	0,0	0,0	5	33
2,29	39,2	31,1	16,0	11,4	2,2	0,2	0,0	0,0	6	60
2,50	27,3	25,3	17,0	11,9	9,2	8,1	1,2	0,0	7	53
2,50	49,0	19,3	14,3	10,4	7,0	0,0	0,0	0,0	5	35
2,52	30,6	23,1	17,4	15,6	12,6	0,7	0,0	0,0	6	33
2,68	50,8	29,0	13,1	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	27
2,74	33,9	28,2	28,1	6,5	3,3	0,1	0,0	0,0	6	70
2,80	49,3	26,3	23,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4	98
2,95	48,5	40,7	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	32
3,07	38,0	25,1	21,9	14,4	0,4	0,1	0,0	0,0	6	63
3,21	34,5	20,1	19,6	17,4	5,8	2,0	0,5	0,0	7	37
3,28	60,2	15,3	12,6	11,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4	43
3,52	61,2	12,9	12,0	9,3	2,5	1,5	0,5	0,0	7	27
3,62	42,0	16,2	15,7	13,9	12,1	0,1	0,0	0,0	6	43
3,67	55,7	25,5	16,0	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	4	31
4,01	34,6	31,5	22,0	5,9	5,0	0,9	0,1	0,0	7	111
4,34	32,2	31,2	22,8	12,3	0,5	0,5	0,4	0,1	8	110
4,65	44,0	27,3	19,0	5,6	3,2	0,8	0,2	0,0	7	46

Tabell 2. Tidsåtgång för *Lossning* (minuter/m³fub) sorterat från kortast till längst tid.

Tid	Sortimentets andel (%) av lassets totala volym								Nominellt antal sortiment per lass	Antal stammar per lass
	1	2	3	4	5	6	7	8		
0,37	55,7	25,5	16,0	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	4	31
0,56	60,2	15,3	12,6	11,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4	43
0,68	64,5	14,4	7,2	6,0	5,9	1,9	0,0	0,0	6	15
0,69	50,8	29,0	13,1	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	27
0,74	62,5	21,7	10,7	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4	33
0,76	61,9	23,2	9,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	30
0,78	58,8	20,7	10,5	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	32
0,78	63,5	22,8	8,2	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4	38
0,78	63,2	20,0	9,3	6,6	0,8	0,0	0,0	0,0	5	34
0,79	68,4	15,5	14,2	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	5	31
0,79	59,7	21,8	9,5	4,8	4,3	0,0	0,0	0,0	5	35
0,79	60,4	21,2	8,4	5,1	4,8	0,1	0,0	0,0	6	34
0,81	49,0	19,3	14,3	10,4	7,0	0,0	0,0	0,0	5	35
0,81	54,2	15,8	14,2	9,2	6,6	0,1	0,0	0,0	6	47
0,82	67,5	10,8	10,0	7,9	3,6	0,1	0,0	0,0	6	22
0,83	51,7	19,5	16,0	9,8	2,6	0,4	0,0	0,0	6	28
0,85	30,6	23,1	17,4	15,6	12,6	0,7	0,0	0,0	6	33
0,86	60,4	22,9	10,8	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4	39
0,87	58,9	30,4	9,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4	34
0,87	58,4	24,8	8,0	5,2	3,7	0,0	0,0	0,0	5	34
0,88	48,5	40,7	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	32
0,90	49,3	20,3	15,2	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4	30
0,95	51,3	25,5	19,0	3,6	0,6	0,0	0,0	0,0	5	40
0,95	32,2	31,2	22,8	12,3	0,5	0,5	0,4	0,1	8	110
0,96	55,7	18,6	11,7	9,6	4,3	0,0	0,0	0,0	5	48
0,98	63,2	22,3	13,4	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	6	35
0,99	50,5	16,5	14,2	9,4	9,4	0,0	0,0	0,0	5	43
1,03	54,4	17,6	13,2	12,2	2,5	0,0	0,0	0,0	5	34
1,04	60,6	19,4	13,4	6,4	0,1	0,0	0,0	0,0	5	34
1,04	42,0	16,2	15,7	13,9	12,1	0,1	0,0	0,0	6	43
1,06	61,9	18,6	9,9	7,3	2,0	0,2	0,0	0,0	6	22
1,07	61,2	12,9	12,0	9,3	2,5	1,5	0,5	0,0	7	27
1,10	63,0	25,2	9,4	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	5	33
1,10	64,1	25,2	8,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4	29
1,12	33,9	28,2	28,1	6,5	3,3	0,1	0,0	0,0	6	70
1,19	38,0	25,1	21,9	14,4	0,4	0,1	0,0	0,0	6	63
1,27	61,3	11,3	10,1	9,3	3,8	2,3	1,9	0,0	7	25
1,30	37,3	29,4	16,1	9,1	7,6	0,5	0,0	0,0	6	17
1,31	44,0	27,3	19,0	5,6	3,2	0,8	0,2	0,0	7	46
1,38	47,5	25,3	21,2	5,0	1,0	0,0	0,0	0,0	5	43
1,38	49,3	26,3	23,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4	98
1,39	34,5	20,1	19,6	17,4	5,8	2,0	0,5	0,0	7	37
1,41	60,1	21,8	12,5	5,5	0,1	0,0	0,0	0,0	5	25
1,41	57,3	21,8	17,9	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4	54
1,50	34,6	31,5	22,0	5,9	5,0	0,9	0,1	0,0	7	111
1,72	61,1	19,7	18,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4	37
1,81	46,2	22,9	18,5	12,2	0,2	0,0	0,0	0,0	5	33
1,97	39,2	31,1	16,0	11,4	2,2	0,2	0,0	0,0	6	60
2,13	27,3	25,3	17,0	11,9	9,2	8,1	1,2	0,0	7	53

Tabell 3. Tidsåtgång för *Terminalarbete* (minuter/m³fub) sorterat från kortast till längst tid.

Tid	Sortimentets andel (%) av lassets totala volym								Nominellt antal sortiment per lass	Antal stammar per lass
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1,98	58,8	20,7	10,5	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	32
2,00	49,3	20,3	15,2	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4	30
2,00	64,5	14,4	7,2	6,0	5,9	1,9	0,0	0,0	6	15
2,02	63,5	22,8	8,2	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4	38
2,06	61,9	23,2	9,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	30
2,11	60,4	21,2	8,4	5,1	4,8	0,1	0,0	0,0	6	34
2,15	58,4	24,8	8,0	5,2	3,7	0,0	0,0	0,0	5	34
2,15	63,2	20,0	9,3	6,6	0,8	0,0	0,0	0,0	5	34
2,27	59,7	21,8	9,5	4,8	4,3	0,0	0,0	0,0	5	35
2,30	67,5	10,8	10,0	7,9	3,6	0,1	0,0	0,0	6	22
2,31	51,7	19,5	16,0	9,8	2,6	0,4	0,0	0,0	6	28
2,38	60,4	22,9	10,8	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4	39
2,44	54,2	15,8	14,2	9,2	6,6	0,1	0,0	0,0	6	47
2,49	68,4	15,5	14,2	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	5	31
2,52	61,9	18,6	9,9	7,3	2,0	0,2	0,0	0,0	6	22
2,57	60,6	19,4	13,4	6,4	0,1	0,0	0,0	0,0	5	34
2,60	64,1	25,2	8,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4	29
2,74	63,0	25,2	9,4	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	5	33
2,80	62,5	21,7	10,7	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4	33
2,84	54,4	17,6	13,2	12,2	2,5	0,0	0,0	0,0	5	34
2,85	51,3	25,5	19,0	3,6	0,6	0,0	0,0	0,0	5	40
2,87	50,5	16,5	14,2	9,4	9,4	0,0	0,0	0,0	5	43
2,97	55,7	18,6	11,7	9,6	4,3	0,0	0,0	0,0	5	48
3,12	58,9	30,4	9,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4	34
3,17	63,2	22,3	13,4	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	6	35
3,26	61,3	11,3	10,1	9,3	3,8	2,3	1,9	0,0	7	25
3,32	49,0	19,3	14,3	10,4	7,0	0,0	0,0	0,0	5	35
3,34	57,3	21,8	17,9	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4	54
3,37	30,6	23,1	17,4	15,6	12,6	0,7	0,0	0,0	6	33
3,38	50,8	29,0	13,1	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	27
3,47	37,3	29,4	16,1	9,1	7,6	0,5	0,0	0,0	6	17
3,52	47,5	25,3	21,2	5,0	1,0	0,0	0,0	0,0	5	43
3,65	60,1	21,8	12,5	5,5	0,1	0,0	0,0	0,0	5	25
3,83	48,5	40,7	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	32
3,84	60,2	15,3	12,6	11,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4	43
3,86	33,9	28,2	28,1	6,5	3,3	0,1	0,0	0,0	6	70
3,90	61,1	19,7	18,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4	37
4,04	55,7	25,5	16,0	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	4	31
4,10	46,2	22,9	18,5	12,2	0,2	0,0	0,0	0,0	5	33
4,18	49,3	26,3	23,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4	98
4,25	38,0	25,1	21,9	14,4	0,4	0,1	0,0	0,0	6	63
4,26	39,2	31,1	16,0	11,4	2,2	0,2	0,0	0,0	6	60
4,59	61,2	12,9	12,0	9,3	2,5	1,5	0,5	0,0	7	27
4,61	34,5	20,1	19,6	17,4	5,8	2,0	0,5	0,0	7	37
4,63	27,3	25,3	17,0	11,9	9,2	8,1	1,2	0,0	7	53
4,66	42,0	16,2	15,7	13,9	12,1	0,1	0,0	0,0	6	43
5,29	32,2	31,2	22,8	12,3	0,5	0,5	0,4	0,1	8	110
5,51	34,6	31,5	22,0	5,9	5,0	0,9	0,1	0,0	7	111
5,96	44,0	27,3	19,0	5,6	3,2	0,8	0,2	0,0	7	46