



Skotaren JD1910E i arbete åt SCA Skog (maskinen på bilden är inte direkt kopplad till denna rapport). Foto: Jussi Manner.

Automatiserad datainsamling – ger vägledning för effektiviserat skotningsarbete

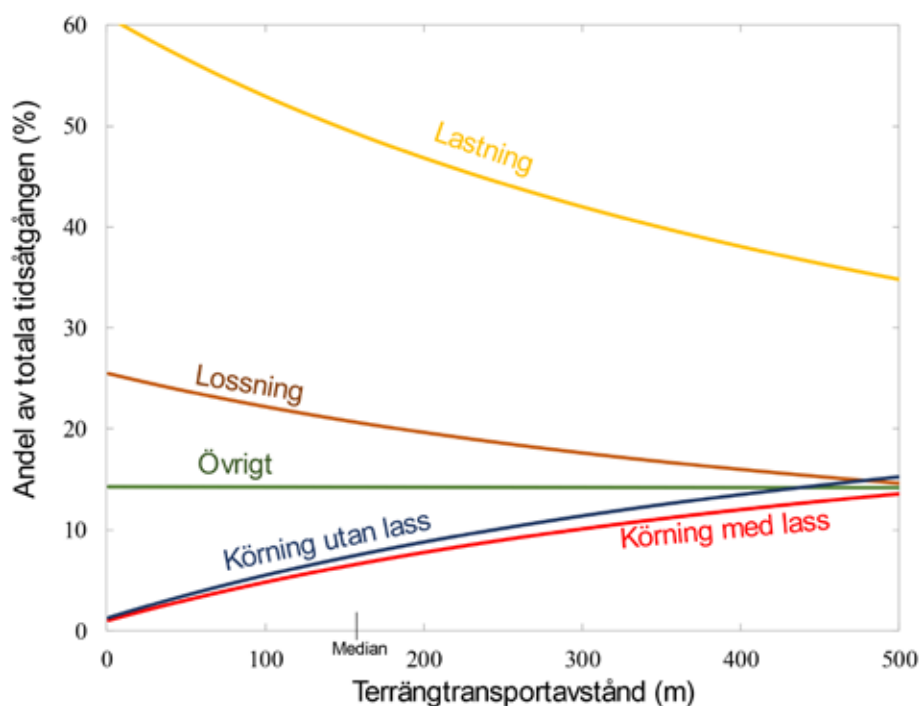
Jussi Manner, Ola Lindroos, Tomas Nordfjell, Rikard Jonsson och Rolf Björheden

Manuella tidsstudier av skotning är tidskrävande. Därför begränsas datamängderna oftast till ett fåtal lass. Problemet är att ju färre lass som studeras, desto större är risken att materialet inte är representativt.

På senare tid har man därför ägnat allt större intresse för att automatisera insamling av prestationsdata från skotning. Med automatisk datainsamling, ADI, är det möjligt att samla in större mängder data, dessutom oftast med högre upplösning än i manuella studier. ADI är ett intressant utvecklingsspår både för forskning och för prestations- och driftsuppföljning.

Arbetsmomenten "lastning" och "lossning", inklusive tillhörande körtid, utgör tillsammans ca 80 procent av skotarens effektiva arbetstid (G_0 -tid). Rent transportarbete, dvs. körning med och utan lass, utgör endast ca 20 procent av skotarens G_0 -tid. Skotningsprestationen är svagt korrelerad med terrängtransportavstånd.

Trots vad som konstateras ovanför är terrängtransportavståndet den enskilt viktigaste faktorn i dagens prestationsnormer och -modeller för skotning. Denna studie indikerar, med stöd av nyare vetenskaplig forskning, att virkeskoncentration och hur olika sortiment fördelas över trakten är de viktigaste faktorerna för prestationsmodellering av skotning. Enbart uppgiften om antal sortiment (eller volym) per trakt är i sig inte en tillräckligt precis faktor. Utöver detta antyder resultaten att teknisk utveckling som syftar till att underlätta kransarbetet samt beslutsstöd och tumregler för optimering av lastnings- och lossningsarbetet är viktiga för höjd produktivitet.



Figur 1. De olika arbetsmomentens andelar av den totala skotningstiden, vid varierande (enkel)terrängtransportavstånd (meter). Medianvärdet för terrängtransportavstånd i denna studie är markerat på x-axeln.

Under 2011–2013 insamlades omfattande tidsstudiedata för skotning med hjälp av ADI, sammanlagt 8868 lass. Datainsamling skedde med John Deeres uppföljningssystem TimberLink i slutavverkning i Dalarna och Gästrikland. Datainsamlingen omfattar två arbetslag och nio förare. Alla nio förare var rutinerade och duktiga. Arbetet utfördes av två likvärdiga John Deere 1910E, skotare med en lastkapacitet på 19 ton.

I denna studie dokumenterades effektiv tid (G_0 -tid), övrig tid och total tid separat.

Övrig tid inkluderar alla pauser i arbetet då motorn är i gång. Total tid är en summa av G_0 -tid och övrig tid. Arbetsmomentet lastning inkluderar både kranarbete och körning (dvs. hastighet $\neq 0$), och på motsvarande sätt inkluderar lossning både kranarbete och körning. Terrängtransportavstånd är beräknat som ett medelvärde av sträckor vid körning utan och med lass, dvs. enkelt terrängtransportavstånd. Det enskilda lasset utgjorde observationsenhet, men värden på laststorlekar var inte tillgängliga.

Andelar av huvudarbetsmoment

I Figur 1 redovisas hur de olika arbetsmomenten relativa andel av skotningstiden varierar vid olika (enkel)terrängtransportavstånd. Total tid, övrig tid, samt G_0 -tider för körning med och utan lass har modellerats utifrån datainsamling av Manner m.fl. (2016):

$$\text{Total tid (} G_0\text{-minuter/lass)} = 0,0157 \times \text{terrängtransportavstånd} + 0,3244$$

$$\text{Övrig (} G_0\text{-minuter/lass)} = 0,0072 \times \text{terrängtransportavstånd} + 4,9305$$

$$\text{Körning utan lass (} G_0\text{-minuter/lass)} = 0,0175 \times \text{terrängtransportavstånd} + 0,4298$$

$$\text{Körning med lass (} G_0\text{-minuter/lass)} = 0,0517 \times \text{terrängtransportavstånd} + 34,493$$

Tidsåtgång för lastning, 21,0 G_0 -minuter/lass (14,3+5,3+1,4); och för lossning, 8,8 G_0 -minuter/lass, har däremot hämtats från Tabell 1.

Körning med och utan lass utgör tillsammans nästan tre femtedelar av den totala körsträckan, men mindre än femtedel av totala tiden. Lastning är det klart mest tidskrävande arbetsmomentet följt av lossning, inklusive respektive körning (Tabell 1, Figur 1). Momentet "övrigt" stod för en större andel av den totala tidsåtgången än väntat.

Lastningsmomentet domineras av kranarbete

Kranen var i bruk 74,8 % av G_0 -tiden för momentet lastning och maskinen kördes (dvs. hastighet $\neq 0$) i 31,9 % av G_0 -lastningstiden. Detta innebär att kranarbete och körning utfördes parallellt i 6,7 % av G_0 -tiden för lastning. Ett alternativt tankesätt är att kranen var i bruk i drygt en femtedel av G_0 -tiden för lastning under körning (1,4/(1,4+5,3))(Tabell 1).

Lastnings- och lossningskrancyklar lika men annorlunda

Krancykeltiderna vid lastning och lossning var lika långa, 23,5 sekunder per krancykel. Antalet krancykler i lastning var dock i genomsnitt dubbelt så många (35 st) per lass som antalet krancykler för lossning av ett lass (17 st). Virkesvolymen per krancykel har alltså varit dubbelt så stor vid lossning som vid lastning.

Variationen i arbetet är stor

För 96 % av alla studerade lass utgjorde G_0 -tiden för körning utan lass mindre än 22 % och för körning med lass mindre än 25 % av den totala skotningstiden (observera att körning utan lass i genomsnitt tog mer tid per lass än körning med lass, Tabell 1). För drygt 80 % av alla studerade lass utgjorde G_0 -tiden för lastning 30–65 % av den totala skotningstiden. För 90 % av alla studerade lass utgjorde G_0 -tiden för lossning mindre än 22 % och övrig tid för motsvarande lass mindre än 25 % av den totala skotningstiden.

Behov av nya prestationsnormer

Traditionellt har prestationen i skotning oftast modellerats baserat på terrängtransportavstånd (som t.ex. i Figur 1). I prestationsnormer har det varit den viktigaste faktorn. Inklusionen av terrängtransportavstånd kan motiveras både empiriskt (t.ex. Figur 1) och intuitivt. Man måste köra en viss sträcka, både utan och med lass, och avståndet beror på traktens geografiska egenskaper. Denna studie pekar dock på en icke oväsentlig risk att terrängtransportavståndets inverkan överskattas – körning utan och med lass utgör totalt sett endast en liten andel av den totala tidsåtgången vid skotning. Skotningsarbetet består mestadels av lastning och lossning (kranarbete och tillhörande körningar inkluderade). Ett ytterligare problem är att definitionen av termen "terrängtransportavstånd" varierar beroende på källa.

Tabell 1. Sammanfattade resultat. Femte, 25:e, 75:e och 95:e percentiler beskriver materialets spridning. Lasset utgör observationsenhet och antalet lass varierar från 8555 till 8868 per värde. 1) S.k. enkelt terrängtransportavstånd = medelvärde per lass av sträckor för körning utan och med lass.

Arbetstid per moment, G ₀ -minuter /lass	Percentil					
	Medel	Median	5:e	25:e	75:e	95:e
Körning utan lass	4,3	3,5	0,2	1,7	5,9	11,1
Rent kranarbete under lastning	14,3	13,0	6,0	9,7	17,4	26,2
Ren körning under lastning	5,3	4,2	0,7	2,3	6,8	13,2
Parallellt kranarbete och körning under lastning	1,4	0,9	0,1	0,4	1,9	4,2
Körning med lass	3,8	2,8	0,1	1,2	5,3	11,1
Lossning	8,8	7,5	3,5	5,6	10,2	18,8
Produktivt arbete, summa av G₀-tider	39,3	36,8	17,3	27,5	48,2	68,2
Övrig tid, minuter per lass	6,5	3,4	0,6	1,6	7,1	21,6
Total tid, minuter per lass	45,8	42,1	19,1	31,0	55,3	84,5
Sträcka per moment, meter/lass						
Körning utan lass	256	199	4,9	91,0	358	702
Lastningssträcka	237	183	37	103	289	596
Körning med lass	181	135	3,1	52,4	262	524
Lossningssträcka	71,4	18,6	0,0	4,3	72,4	305
Terrängtransportavstånd ¹	219	174	24,8	87,6	302	579
Total körsträcka	780	666	197	426	1007	1720

Denna studie visade att terrängtransportavstånd statistiskt är relativt svagt associerat med total tidsåtgång. Däremot hade lastningssträckans längd något starkare samband med total tidsåtgång. Lastningssträckans längd beror på laststorlek och virkeskoncentration; den senare beror på hur volymerna av olika sortiment är utspridda på trakten och vilka sortiment som samlas på ett skotarlass. Via skördarens produktionsfiler, dvs. hpr-filer, kan goda data erhållas om de olika sortimentens volym och var de ligger på trakten. I dag nyttjas hpr-filer varken i skotarnormer inom praktiskt skogsbruk eller inom forskning. För uppföljning av skördarens arbete har nyttjandet av hpr-filer kommit avsevärt längre.

Även om volymer för enskilda lass inte var tillgängliga genom ADI, approximerades den genomsnittliga prestationen till 20–24 m³ per timme. Detta stämmer bra med befintlig litteratur.

Vad innebär ADI för den skogliga arbetsstudieverksamheten?

De data som samlas genom tidsstudier och driftsuppföljning har stor betydelse

som underlag för prognoser, planering och uppföljning samt metod- och teknikutveckling i skogsbruket.

Den presenterade studien visar att representativiteten i insamlade data skulle kunna ökas betydligt genom att utnyttja skogsmaskinernas stora och ökande kapacitet att registrera vilka arbetsuppgifter som utförs. Detta gäller både terrängtransport och avverkning. En sådan utveckling skulle förbättra förutsättningarna för planering, uppföljning och utvecklingsarbete.

Innebär ADI att manuella arbetsstudier blir överflödiga? Vi menar att detta inte är fallet eftersom de två metodernas respektive styrkor och svagheter gör att de kompletterar varandra. Till exempel går det med ADI att registrera tider för samtidigt pågående, parallella arbetsmoment. Detta är betydligt svårare och mer resurskrävande vid manuella tidsstudier.

Manuella tidsstudier kan däremot ge information som inte kan samlas genom ADI. Det gäller särskilt icke-cykliska och kvalitativa data, t.ex. förekomst av dubbelstam, snöbrott och olika störningar såsom risning av stickvägar, brobyggnad osv.

Denna kunskap är av betydelse för att rätt

förstå och utvärdera de stora datamängderna från ADI-studier. Kombinationen av ADI och manuella studier ökar värdet på det stora högupplösta ADI-materialet genom att utnyttja människans förmåga till komplexa, kvalitativa bedömningar

Denna artikel baseras på en studie av Manner m.fl. (2016). Den ursprungliga studien finansierades av Stora Enso Skog AB och forskarskolan FIRST ■

”Genom ADI kan omfattande tidsstudier med mycket hög upplösning utföras till låg kostnad.”

Ämnesord

Skotning, automatisk datainsamling (ADI), prestation, driftuppföljning, terrängtransport-avstånd.

Läs mer:

► **Arlinger, J., Möller, J.J, Sorsa, J.-A. & Räsänen, T. 2012.** Introduction to StanForD 2010. Structural descriptions and implementation recommendations. Skogforsk. (Published draft).

► **Brunberg, T. 2004.** Underlag till produktionsnormer för skotare. Skogforsk, Redogörelse nr 3.

► **Eriksson, M. & Lindroos, O. 2014.** Productivity of harvesters and forwarders in CTL operations in Northern Sweden based on large follow-up datasets. International Journal of Forest Engineering 25:179–200.

► **Hakonen, O. 2013.** Metsäkuljetusmatkan arvioinnin erot puunostajan ja puunkorjuurittäjän välillä Stora Enso Metsän Itä-Suomen hankinta-alueella. Karelia University of Applied Sciences. Kandidatuppsats.

► **Lindroos, O. 2012.** Skotningen har många avstånd. Skogen, (6–7): 38-39.

► **Manner, J. & Björheden, R. 2017.** Automatisk datainsamling från skotning. Skogforsk, Arbetsrapport 957-2017.

► **Manner, J., Nordfjell, T. & Lindroos, O. 2013.** Effects of the number of assortments and log concentration on time consumption for forwarding. Silva Fennica 47: (4) article id 1030. 19 p.

► **Manner, J., Nordfjell, T., Palmroth, L. & Lindroos, O. 2016.** Load level forwarding work element analysis based on automatic follow-up data. Silva Fennica 50: (3) article id 1546.

Författare:



Jussi Manner
Forskare,
Skogforsk,
Uppsala Science Park
751 83 Uppsala
jussi.manner@skogforsk.se



Ola Lindroos
Professor,
institutionen för skogens
biomaterial och teknologi
901 83 UMEÅ
ola.lindroos@slu.se



Tomas Nordfjell
Professor,
institutionen för skogens
biomaterial och teknologi
901 83 UMEÅ
tomas.nordfjell@slu.se



Rikard Jonsson
Forskare,
Skogforsk,
Uppsala Science Park
751 83 Uppsala
rikard.jonsson@skogforsk.se



Rolf Björheden
Professor,
Skogforsk,
Uppsala Science Park
751 83 Uppsala
rolf.bjorheden@skogforsk.se