



Jämförelse av skattat och kört skotningsavstånd

Comparison of estimated and driven forwarding distance

Karl Tiger

Arbetsrapport 357 2012
Examensarbete 30hp D
Jägmästarprogrammet

Handledare:
Ola Lindroos

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
901 83 UMEÅ
www.slu.se/srh
Tfn: 090-786 81 00



ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR-357-SE

Jämförelse av skattat och kört skotningsavstånd

Comparison of estimated and driven forwarding distance

Karl Tiger

Examensarbete i Skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 30 hp
Jägmästarprogrammet

EX0707

Handledare: Ola Lindroos, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, teknologi

Examinator: Dan Bergström, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, teknologi

Förord

Först vill jag rikta ett stort tack till SCA Skog och min biträdande handledare Mattias Eriksson för att jag fick möjlighet att göra detta examensarbete.

Ett stort tack till min handledare på SLU, Ola Lindroos som har gjort ett enormt jobb, alltid haft tid, idéer och stöttat mig under arbetets gång.

Tack till alla berörda på SCA Skog som har ställt upp och svarat på frågor. Sist men inte minst till alla skotningsentreprenörer som har ställt upp vid datainsamlingen, utan dessa eldsjälar hade examensarbetet varit omöjligt att genomföra.

Umeå 2012-03-23

Karl Tiger

Sammanfattning

Skotningskostnaden utgör ca 10 % av skogsindustrins totala råvarukostnad. Medelskotningsavståndet har stark inverkan på skotningskostnaden. Detta medför att skotningsavståndet är viktigt att skatta rätt, för bra planering och korrekta kostnadskalkyler. Vid gallring och föryngringsavverkning skattas terrängtransportavståndet subjektivt av SCA:s planerare. Körning under pålastning och lossning räknas inte in i det skattade avståndet, utan sträckan avser den bästa verkliga körsträckan från virkets tyngdpunkt på trakten till avläggets tyngdpunkt. Studier indikerar på att det körda medelskotningsavståndet sällan stämmer överens med det skattade terrängtransportavståndet.

Syftet med detta examensarbete var därför att utvärdera hur det skattade terrängtransportavståndet stämmer överens med det körda terrängtransportavståndet i föryngringsavverkning och att undersöka hur utvalda faktorer inverkar på överensstämmandet. Arbetet hade dessutom som syfte att utreda om kört terrängtransportavstånd kan förklara en större del av variationen i skotningsproduktivitet i föryngringsavverkning än vad det skattade terrängtransportavståndet kan.

Studien omfattade jämförelser för 24 av SCA Skog ABs föryngringsavverkningsbestånd, baserat på skattade och trippmätaruppmätta avstånd.

I medeltal var det körda medelskotningsavståndet 67 % längre än det skattade terrängtransportavståndet. När kört medelskotningsavstånd räknades om till kört terrängtransport, genom att dra bort beräknad lossnings- och lastningssträcka, så var skillnaden liten (4 %). Skillnaden var dock större under antaganden om längre avstånd mellan körstråken och därmed högre virkestäthet. Variationen i skillnad mellan planerat och kört avstånd var dock väldigt stor. Dessutom var det planerade terrängtransportavståndet i vissa fall betydligt längre än det körda medelskotningsavståndet. Detta indikerar att metodiken för skattningen av terrängtransportavståndet har stor förbättringspotential. Variabler som bäst förklarade skillnaden mellan skattat och kört terrängtransportavstånd var lastvolymen på skotaren och marklutningen på trakten.

För att komma till rätta med den stora variationen i överensstämmande mellan skattat och körs avstånd behövs noggrannare planering och stöd till exempel genom GIS-applikationer. Förbättrat skattningsutfall skulle skapa bättre förutsättningar för entreprenörernas och produktionsledarnas planering.

Nyckelord: Skotare, trippmätare, körsträcka, terrängtransportkorrektion, terrängtransportavstånd, SCA Skog AB.

Abstract

Forwarding costs represents 10 % of the Swedish forest industry's total raw material cost. The distance driven has a strong impact on forwarding costs. This means that the distance is important to estimate correctly for e.g. good planning and accurate cost estimates. In thinning and final felling the terrain transport distance is estimated by SCA's staff, by estimating the best (linear) route from the timber's center of gravity in the stand to the center of the landing point. The distance driven during loading and unloading is not included in estimated terrain transport distance, whereas it is included in the mean forwarding distance. Studies indicate that the driven mean forwarding distance often is different from the estimated terrain transport distance.

The objective of this study was to evaluate the accuracy between estimated and driven terrain transport distance in final fellings. Variables that possibly might explain the difference were also analyzed. The objective was also to investigate if the driven terrain transport distance can explain more of the variation in forwarding productivity than the estimated terrain transport distance.

The study was based on 24 of SCA Skogs AB's final felling stands, based on distances estimated during the planning prior to harvest and the distances measured by the forwarders' odometers.

On average the driven mean forwarding distance was 67 % longer than the estimated terrain transport distance. The difference was minor (4 %) when driven mean forwarding distance was recalculated to driven terrain transport distance. The difference was larger under the assumptions of longer distance between swaths and the resulting higher wood density. The variation in differences between estimated and driven distances was very large and in some cases the estimated terrain transport distance was actually longer than the driven forwarding distance. This indicates that the methodology for estimate the terrain transport distance has great potential for improvement. Variables that best explained the difference between the estimated and driven terrain transport distance was the forwarder load size and the slope of the area.

To overcome the wide variation in accordance between estimated and driven distance, there is a need for better planning and support, for example through GIS applications. Improved distance estimations would create better conditions for the planning by entrepreneurs and managers of production.

Keywords: Forwarder, odometer, terrain transport correction, terrain transport distance, SCA Skog AB.

Innehållsförteckning

Bakgrund	2
Definitioner.....	3
Variabler som påverkar skotningsavstånd.....	5
Syfte:.....	6
Material och metod.....	7
Datainsamling.....	8
Omräkning från medelskotningsavstånd till terrängtransportavstånd.....	9
Dataanalyser	10
Resultat.....	12
Differens mellan skattat och kört avstånd	12
Differensensförklarande variabler	13
Produktivitetsförklarande skotningsavstånd.....	15
Diskussion	17
Resultaten	17
Litteraturlista	21
Appendix 1	23

Bakgrund

För att bedriva en kostnadseffektiv verksamhet som tillgodoser industrins efterfrågan krävs att hela virkesförsörjningskedjan fungerar, från avverkat träd till levererad volym vid industrin. Den totala nettoavverkningen 2010 uppgick i Sverige till 72,8 miljoner kubikmeter virke mätt i fast mått under bark ($m^3\text{fub}$) (Bäcke 2011). I princip hela den volymen transporterades med skotare från skogen till avlägg vid bilväg, och denna transportfas kallas följaktligen för skotning (Håkansson 2000). År 2009 var bruttovärdet för förnygringsavverkning i Sverige 23,3 miljarder, varav 7,8 miljarder utgjordes av avverkningskostnader (Christiansen 2011).

Den totala drivningskostnaden vid gallring varierar mellan 175 - 184 kr/ $m^3\text{fub}$, varav skotningen står för 59 – 62 kr/ $m^3\text{fub}$ (ca 30-35%), beroende på var i Sverige det sker (Anon. 2011a). Totalkostnaden vid förnygringsavverkningens är lägre, men skotningskostnadens andel är högre; den totala förnygringsavverkningskostnaden är 88 – 97 kr/ $m^3\text{fub}$, varav skotningen står för ca 38 kr/ $m^3\text{fub}$ (ca 39 - 43 %) (Anon. 2011a).

Vid kostnadsberäkningar brukar man anta att timkostnaden för att nyttja skotaren är fast (t.ex. 815 kr/timme) vilket innebär att kostnaden per $m^3\text{fub}$ styrs av hur snabbt virket kan skotas ut. Skotningsproduktiviteten, styrs främst av köravståndet och terrängförhållanden (Brunberg 1996, Harstela 1993, Edin & Forsman 2002, Nurminen et al. 2006). För att få bra underlag för verksamhetens tidsmässiga planering och korrekta kostnads kalkyler är det därför viktigt att skatta köravståndet rätt. Utöver körningsrelaterade förhållanden påverkas skotningsproduktiviteten även av lastnings- och avlastningsrelaterade faktorer. Att behöva hålla rätt på olika virkessortiment i lasten sänker till exempel produktiviteten med 3 – 4 % per sortiment vid förnygringsavverkning och gallring (Brunberg & Arlinger 2001).

Skotningen står således för en väsentlig del av råvarukostnaderna för skogsindustrin, men förvånansvärt lite är studerat rörande detta arbete. Exempelvis finns det en del oklarheter om den sträcka som virket transporteras och hur det skattas och mäts (Femling 2010, Anon. 2012). Dessutom är de förekommande begrepp förhållandevis odefinierade, vilket ökar risken för missförstånd. I skotningssammanhang brukar man till exempel ofta tala om medelskotningsavstånd och terrängtransportavstånd, ibland som synonymer och ibland som skilda saker. Därför är det på sin plats att definiera de centrala begreppen som kommer att användas i detta arbete.

Definitioner

Medelskotningsavståndet definieras inte i Skogsencyklopedin (Anon. 2011b), men definieras i detta arbete utifrån Skogsencyklopedin definition av termer kring skotning och uttransport (Tabell 1). Definitionerna har gjorts i samarbete med Mattias Wählberg von Knorring i samband liknande definitionsbehov för hans arbete (von Knorring 2012).

Tabell 1. Definitioner av termer som används i detta arbete kring förklaring av medelskotningsavstånd samt relaterade benämningar

Table 1. Definitions of terms used in this study about the average forwarding distance

Termer	Definition enligt Skogsencyklopedin 2011
Skotning	"uttransport av helt uppuret virke på lastbärare, t.ex. skotare, kärra eller dragen vagn i terräng, på stickväg eller skiftesväg fram till basväg eller avlägg"
Uttransport	"transport av avverkat virke från avverkningsplats till avlägg, där vidaretransport tar vid."
Stickväg	"uppsamlings väg, ofta tillfälligt använd och som i regel slutar blint i skogsmark"
Basväg	"åtkomstväg för utforsling av virke. Basvägen binder samman stickvägar i ett skogsbestånd och leder fram till avlägg."
Avlägg	"plats där rundvirke hopsamlas för vidaretransport, vanligen vid byte av transportsätt. Även upparbetning kan förekomma på avlägg."
Virkeshö	"mindre antal stockar upplagda på detta sätt i skogen för avhämtning av skogsmaskin eller häst kallas hög eller virkeshö"
Terrängtransport	"forsling av virke i obanad terräng och på mycket enkel, ofta tillfälligt anordnad väg."

Medelskotningsavståndet (S_{medel}) är sträckan för samtliga lass som körs ut från en trakt (S_{tot}) dividerat med antal utkörda lass (n). Sträckan för terrängtransport körs på bas- och stickväg till och från lastningsområdet. I dagligt tal menar man vanligtvis sträckan enkel väg, vilket fås genom att medelsträckan divideras med två. Medelskotningsavståndet enkel väg beräknas alltså enligt:

$$S_{medel} = \frac{\left(\frac{S_{tot}}{n}\right)}{2} \quad (1)$$

Den totala körsträckan för skotning (S_{tot}) fås genom att summera de enskilda sträckorna för respektive vända (lass) enligt:

$$S_{tot} = \sum_{k=1}^n (Stav_k + Sl_k + Slva_k + Sa_k) \quad (2)$$

Där n = antal lass som skotas ut från en trakt och delsträckorna definieras i Tabell 2.

Medelterrängtransportavståndet avser den sträcka som används för ren transport, dvs. summan av delsträckorna $Stav$ och $Slva$ delat antalet lass och delat med två (för att få enkel väg). För enkelhetens skull och för att bättre stämma med det gängse språkbruket slopas det i och för sig korrekta, men sällan använda "medel" och *terrängtransportavståndet* används i texten nedan.

Tabell 2. Delsträckor som ingår i medelskotningsavståndet

Table 2. Sections included in the forwarding distance

Variabel	Sträcka (m)
<i>Stav</i>	Sträckan för tomkörning från avlägg tills lastning av virkeshögar påbörjas på avverkningsplatsen.
<i>Sl</i>	Sträckan för körning under lastning av virke från virkeshög på avverkningsplatsen.
<i>Slva</i>	Sträckan för körning med (fullt) last, d.v.s. – från lastningens avslutande (sista virkeshögen) till avlägg.
<i>Sa</i>	Sträckan för körning under avlastning (inklusive sortering) av virke på avlägg.

Skattning av terrängtransportavstånd

Terrängtransportavståndet skattas utifrån det rätlinjiga (fågelvägen) uppmätta avståndet mellan traktens tyngdpunkt till avläggets tyngdpunkt. Avståndet mellan dessa två punkter ökas med en så kallad terrängtransportkorrektion (i dagligt tal kallat slingertillägg) för att man inte kan köra närmsta vägen och inte heller helt rakt. Korrektionen beräknas som kvoten mellan den faktiska sträckan och den linjära sträckan och anger därmed skillnaden mellan en viss faktisk transportsträcka mellan två punkter i förhållande till sträckan fågelvägen mellan punkterna (von Segebaden 1964). Utifrån totalt 1908 mätningar redovisade von Segebaden (1964) en genomsnittlig terrängtransportkorrektion på 1,35 men med stor variation och en generellt avtagande korrektionsvärde vid ökande terrängtransportavstånd. Terrängtransportkorrektionen har visat sig variera beroende på rådande terrängförhållanden (von Segebaden 1964, Silversides & Sundberg 1988) men brukar variera mellan 1,3–1,6 och inkluderar förlängningar som orsakas av horisontella och vertikala kurvor (Silversides & Sundberg 1988). Terrängförhållanden indelas i tre olika kategorier (grundförhållanden, ytstruktur och lutning) som samtliga är graderade efter en femgradig skala (Berg 1995). Även om skogsbolagen generellt skattar terrängtransportavståndet enligt metoden ovan, använder de olika korrektionsvärden. Stora Enso använder sig av ett fast tillägg på 15 % till den rätlinjigt uppmätta sträckan (terrängtransportkorrektion=1,15) oavsett terrängförhållanden (Femling 2010) medan SCA inte lägger till något alls (terrängtransportkorrektion =1,00) (Axelsson 2011, pers komm).

Vid gallring och föryngringsavverkning skattas skotningsavståndet subjektivt av SCA:s planerare. Körning under pålastning och under lossning vid avlägg anses inte räknas in i avståndet, utan den skattade sträckan avser den bästa verkliga terrängtransportsträckan från virkets tyngdpunkt på trakten till avläggets tyngdpunkt (Johansson 2011, pers komm, Eriksson, 2011, pers komm).

Skotningsentreprenörer uppger att det körda medelskotningsavståndet sällan stämmer med det skattade terrängtransportavståndet (Anon. 2012, Signarsson 2011, Norman 2011, pers komm). För att en realistisk distans ska ligga till grund för den ekonomiska arbetsersättningen förs efter skotningsgenomförandet vid behov en dialog om eventuell korrigerig av det skattade avståndet (Eriksson 2011, pers. komm, Axelsson 2011, pers komm).

Skotarförarnas uppfattning om dåligt överensstämmande får stöd av bland annat en studie av Femling (2010), som undersökte det körda skotningsavståndet med hjälp av GPS i sex stycken gallringstrakter. Resultaten visade att det skattade terrängtransportavståndet var betydligt kortare än det körda medelskotningsavståndet, och med stor spridning. Dessutom

var det skattade terrängtransportavståndet längre än det körda medelskotningsavståndet i en trakt.

Dålig precision i skattat terrängtransportavstånd kan även anas i ansatser till att analysera produktiviteten vid skotning baserat på uppföljningsdata för gallring och föryngringsavverkning (Eriksson & Lindroos, manus). Vid regressionsanalyser är generellt medelstamsvolymen den viktigaste parameter för skördarproduktivitet, och lyckas ofta förklara cirka 60 % av den observerade variationen. För skotningsproduktiviteten var förklaringsgraden betydligt lägre (33 %), med de ingående parametrarna medelskotningsavstånd, lastvolym och medelstam.

Den låga förklaringsgraden i skotningsproduktiviteten föreslås bero på att det inte var den körda sträckan som ingick i uppföljningsdatat, utan enbart den skattade sträckan och att den sträckan sällan stämde med körd sträcka. Omvänt föreslogs att medelstammens höga inverkan bero på att den jämfört med andra tillgängligt uppföljningsdata var uppmätt med hög noggrannhet och därför fick stor inverkan trots att den teoretiskt borde ha förhållandevis liten vikt (Eriksson & Lindroos, manus).

Variabler som påverkar skotningsavstånd

Ett antal variabler kan tänkas påverka utfallet av skattningen av terrängtransportavståndet och/eller det körda medelskotningsavståndet samt hur väl de stämmer överens. Nedan redovisas de som anses mest relevanta.

Arealen på trakterna kan påverka det skattade medelskotningsavståndet på olika sätt, då det kan vara svårt att finna traktens tyngdpunkt i en stor trakt med varierat virkesförråd. Vid mindre trakter ökar dock komplexiteten eftersom en större arealandel utgörs av kantzoner. Medelstammen har i tidigare studier visat sig vara relevant (Eriksson & Lindroos, manus). Trädslagsblandningen på trakterna indikerar på vilka markförhållanden som råder, vilket kan medföra skilda förfarande vid skotningen. Uttagsvolymen per ha kan påverka medelskotningsavståndet genom att låga virkestätheter borde öka skillnaden mellan skattat och kört medelskotningsavstånd i de fall då inte lastningssträckan räknas in vid skattningen. Både lutning och ytstruktur inverkar på hur skotaren kan transportera virket på trakten. Huruvida sortimentsrena eller sortimentsblandade lass körs skulle kunna påverka medelskotningsavståndet, eftersom det påverkar uttagsvolymen/ha. Även lastvolymen är av intresse, eftersom ett mindre ekipage kommer behöva köra fler turer för att skota en given volym. Skotningsavståndet skulle då kunna påverkas eftersom det då blir fler tillfällen till val av ineffektiva sträckor.

Syfte:

Det finns således tydliga indikationer till att skattat och kört skotningsavstånd misstämmer, samt ett antal variabler som kan bidra till detta. Syftet med detta examensarbete var därför att utvärdera hur det skattade terrängtransportavståndet stämmer överens med det körda terrängtransportavståndet i föryngringsavverkning och att undersöka hur utvalda faktorer inverkar på överensstämmandet.

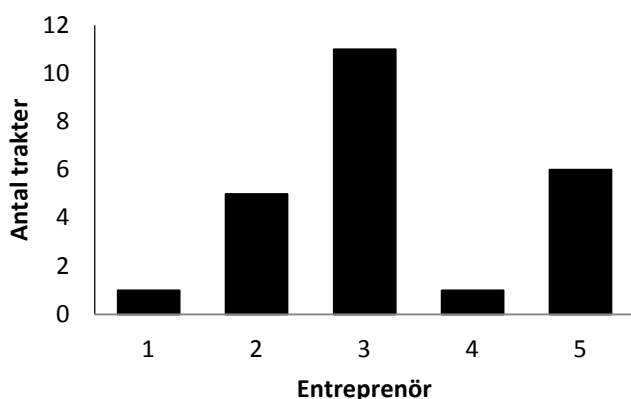
Arbetet hade dessutom som syfte att utreda om kört terrängtransportavstånd kan förklara en större del av variationen i skotningsproduktivitet i föryngringsavverkning än vad det skattade terrängtransportavståndet kan.

Material och metod

15 entreprenörer vid SCA:s förvaltningar i Västerbotten och Ångermanland tillfrågades om att delta i studien. Dessa entreprenörer valdes utifrån att få spridning med avseende på deras bedömda prestationsnivå samt huggningsform (andel gallring/förnygringsavverkning). Deltagandet var frivilligt och de fem medverkande entreprenörerna var således de som upplevde sig ha möjlighet och intresse av att medverka i studien. Under perioden juni- december 2011 insamlades data från skotning av 27 förnygringsavverkningstrakter från de fem skotarentreprenörerna. Av de 27 trakter som rapporterades in kunde 24 användas i analyserna. Två trakter var oanvändbara på grund av att två skotare hade skotat men enbart en hade registrerat sin körning. Den tredje trakten var oanvändbar eftersom den inrapporterade sträckan grundade sig på 62 lass av de totala 262 som rapporterats till SCA:s uppföljning. Snön kom sent 2011, så endast några få trakter skotades med snöbetäckt mark och då endast med ett snödjup på några centimeter.

Tillvaratagande av trakter som drabbades av vindfällning vid stormen våren 2011 har exkluderas ur studien (dvs rapporterades aldrig in), eftersom den typen av arbetsförhållanden inte kan anses representativa för normal skotning.

För varje trakt insamlades det trippmätarmätta S_{tot} med entreprenörernas hjälp (se nedan). Insamlat data förmedlades via post eller lämnades över då entreprenören besöktes i fält av författaren. De flesta entreprenörer besöktes av författaren under studietiden, både för att öka motivationen till att delta och fullfölja studien samt för att inhämta kunskap om deras arbete. Uppgifter om traktegenskaper och skotningsproduktivitet inhämtades från SCA:s trakt direktiv och uppföljningsdatabas och redovisas i Tabell 3. Dessutom inhämtades uppgifter om skattat terrängtransportavstånd och slutligen registrerat terrängtransportavstånd från samma datakällor.



Figur 1. Antal inrapporterade användbara trakter per entreprenör (1-5).
Figure 1. Number of reported and usable stands over contractors (1-5).

Tabell 3. Medel, min- och maxvärden för beståndsrelaterade faktorer i det undersökta materialet (n=24)

Table 3. Mean, min- and max values for stand related variables in the sample (n=24)

	Areal (ha)	Skattat ttp- avstånd ^a (m)	Trakt- volym (m ³ fub)	Medelstam (m ³ fub/träd)	Uttag (m ³ fub/ha)	Ytstruktur (1-5) ^b	Lutning (1-5) ^b	Produktivitet (m ³ fub/G ₀ - timme)
Medel	13,75	283,3	1138	0,24	153,5	1,9	1,8	23,5
Max	57	520	8665	0,39	224	3	2,5	30,2
Min	4	75	472	0,12	84	1	1	17,2

^a Terrängtransportavstånd enkel väg.

^b Enligt Berg (1995), där 1 är förhållanden som innebär små begränsningar i arbetet och 5 innebär stora begränsningar.

Datainsamling

En blankett utarbetades för att underlätta skotarförarnas datainsamlande (redovisas i Appendix 1). Innan studien påbörjades i stor skala genomfördes en förstudie för att utvärdera blankettens lämplighet. En entreprenör använde blanketten på två trakter och utifrån dennes erfarenheter ansågs blanketten ändamålsenlig.

I blanketten antecknade förarna ett antal parametrar enligt ett givet förfarande:

Trippmätaren nollställdes vid start och rullade kontinuerligt tills föraren utförde annat arbete än skotning (t.ex. transport mellan närliggande trakt, persontransport till och från kojan etc.). Då annat arbete skulle påbörjas antecknades den körda sträckan. När skotningen sedan skulle påbörjas igen nollställdes trippmätaren för att köra den på blanketten så kallade ”tripp 2”. Därefter upprepades förfarande tills trakten var färdig skotad.

Detta förfarande gav den totala körsträckan för trakten genom summering av de noterade ”tripp-sträckorna”. Körsträckan dividerades med antal lass (som insamlades via SCA:s uppföljningsdatabas) samt divideras med två för att få ut medelskotningsavståndet för trakten. Dessutom noterades trippmätarens mätarställning vid traktens början respektive slut. Dessa värden för att kunna utvärdera om den angivna totala körsträckan var rimlig.

Trippmätaren på skotaren fungerar likt på en bil och beräknar således den körda sträckan utifrån en förinställd hjulomkrets och antal varv som hjulen snurrar. I verkligheten uppstår dock slirning i högre grad hos skotaren än hos en bil då terrängen samt väderförhållanden varierar. Vid Femlings (2010) arbete var den uppmätta sträckan med trådmätare i genomsnitt 12 % kortare än sträckan uppmätt med trippmätare. I denna studie har inte mätning med trådmätare genomförts då detta är tidskrävande vid försök av denna omfattning.

Eftersom antalet inrapporterade lass har stor betydelse för det slutliga medelskotningsavståndet intervjuades skotningsentreprenörerna om inrapporteringsförfarandet. Flertalet av entreprenörerna uppgav att varje lass registrerades i maskindatorn vid lossning vid avlägg, vilket gör att antal inrapporterade lass antas vara inrapporterat med hög noggrannhet.

Omräkning från medelskotningsavstånd till terrängtransportavstånd

SCA:s skattade skotningsavstånd avser inte lastning och lossning, vilket innebär att det då borde uppstå en skillnad gentemot det körda medelskotningsavståndet på grund av olika omfattning. SCA hade inte data för eller skattningar av lastnings- och lossningssträckan, men detta måste ändå tas i beaktning för att möjliggöra relevanta jämförelser. I en finsk studie (Nurminen et al. 2006) var medelsträckan för lastning i föryngringsavverkning 111 meter (m) och 267 m i gallring. Detta schablonbelopp skulle kunna användas för en generell korrigering då finska förhållanden borde överensstämma relativt bra med svenska förhållanden. Lastningssträckan varierar dock beroende på bestånds- och skotaregenskaper, varför ett konstant korrigeringsvärde troligtvis blir rätt missvisande. Därför användes en beräkningsmodell som grundar sig på ett avstånd mellan körstråken, uttag/ha och lastvolym för att räkna ut en schablonlastningssträcka för trakten (Ekvation 3). Korrigeringsvärdet varierar med andra ord mellan de olika trakterna där de styrande variablerna är lastvolym och uttag/hektar (ha).

$$\text{Lastningssträcka} = \frac{\text{Lassvolym}}{\text{Fångstområde} \times \text{Uttag}} \quad (3)$$

I modellen är fångstområde den beståndsyta som skotaren täcker vid körning av 100 m stickväg. Fångstområdet beror på avståndet mellan stickvägarna (även kallat slagbredd i föryngringsavverkning), vilket inte fanns att tillgå för de aktuella trakterna. Erfarenhetsmässigt ligger avståndet dock någonstans mellan en och två kranlängder (dvs ca 10-20 m) utifrån extremerna att arbeta på full kranarm men på bara en eller båda sidorna. Det senare görs ofta i gallring, men inte i föryngringsavverkning där det inte motiverat att arbeta på full, och därmed svag, kranarm eller att maximera avståndet mellan stickvägarna. Nurminen et al. (2006) noterade att medelavståndet mellan stickvägarna var ca 13 m. Följaktligen har 13 m använts som grundvärde vid korrigeringen för laststräcka, men även 16 m och 20 m har testats. En stickvägsbredd på 13 m innebär ett fångstområde på 0,13 ha ($100 \times 13 \text{ m} / 10\,000 \text{ m}^2/\text{ha}$), vid en uttagsvolym på $200 \text{ m}^3/\text{ha}$ ger detta en virkesvolym på 26 m^3 per 100 m stickväg. För att fylla en skotare med en lastvolym på 16 m^3 , krävs då en lastningssträcka på 61,5 m.

Lastningssträckan påverkas av hur sortimenten samlastas. Skotning av sortimentsrena lass ökar lastningssträckan men borde minska lossningssträckan. Svårigheten att fånga variationen mellan hur enskilda förare väljer att skota (sortimentsrena- eller mixade lass) ansågs för komplex för att dela upp modellen på sortimentsrena och mixade lass. Därför gjordes ingen ansats till insamling av information om hur sortiment samlastades vid skotning. Modellantagandet bygger således på skotning av enbart mixade lass, där skotad uttagsvolym per ha är densamma som total beståndsvolym per ha.

Även lossningssträckan vid avlägget varierar beroende på t.ex. antalet sortiment, virkesvolym, avläggets utformning och om lastbilstransport påbörjas under pågående eller efter avslutad skotning. Information angående antal sortiment och avverkad volym fanns att tillgå, men information saknades om avläggets utformning och när lastbilstransporten påbörjades vid avlägg. Dessutom saknades information om hur sortiment samlastades vid skotning och hur det påverkar körningen vid lossning på avlägg. Någon traktanpassad modell kunde därför inte tas fram för körning vid lossning, utan istället användes ett konstant schablonvärde på 100 m per avlastning (vända) utifrån diskussion med studiens skotarförare.

Dataanalyser

Analyserna kan delas upp i tre delar, enligt följande:

1. Analyser av skillnaden mellan skattat och kört avstånd.
2. Undersökning av vilka variabler som påverkade skillnaden mellan skattat och kört avstånd.
3. Analyser av vilket avstånd (skattat eller kört) som bäst förklarade variationen i produktivitet.

Den mjukvara som användes vid analys av datat var Microsoft Excel 2007 (sammanställning och organiserande av datat) och Minitab 16 statistical software (statistiska analyser). Den kritiska signifikansnivån sattes generellt till 5 % ($p \leq 0,05$).

1. Analys av differens i medelskotningsavstånd

Utifrån insamlat material från skotarförarna, där total körsträcka redovisas, räknades kört medelskotningsavstånd ut för var trakt enligt ekvation 2. Korrigeringen för exkluderingen av lastningssträcka gjordes genom att beräkna laststräckan enligt ekvation 3 och därefter dra bort halva den sträckan från kört medelskotningsavstånd. Vid korrigering för exkludering av lossningssträcka drogs 50 m bort, dvs hälften av schablonsträckan för lossning (100 m). Exkludering av både lastnings och lossningssträcka borde alltså resultera i kört terrängtransportavstånd.

De tre körda skotningsavstånden (okorrigerade samt korrigerade) jämfördes därefter med det skattade terrängtransportavståndet, genom att sammanställa differensen i meter mellan de två (kört minus skattat). Differensen presenterades sedan som procent av det skattade terrängtransportavståndet.

Dessutom jämfördes det körda medelskotningsavståndet mot det terrängtransportavstånd som efter skotningen registrerades i SCA databas. Det registrerade avståndet var inte nödvändigtvis det planerade, eftersom det innan inläggning kunde korrigeras utifrån diskussioner med den entreprenör som skotat.

2. Analys av differensförklarande variabler

Utifrån litteraturens stöd (Brunberg 1996, Harstela 1993, Brunberg & Arlinger 2001, Edin & Forsman 2002, Nurminen et al. 2006) testades ett flertal olika kombinationer av variablers förmåga att förklara variationen i differens mellan kört och skattat avstånd (i enheten m) genom vanlig regressionsanalys (minsta kvadratmetoden). Variabler som inte bidrog signifikant (högt p-värde) plockades bort ur regressionen, med målsättningen att finna en regressionsekvation där p-värden och förklaringsgraden (R^2 -adj) var tillfredställande. Resultatet från denna manuella variabelselektion testades sedan mot en Stepwise analys, där samtliga av de uppräknade variablerna nedan testades för att hitta den bästa kombinationen. Detta gjordes för att försäkra sig att inga relevanta kombinationer missats vid det förutbestämda urvalet av variabelkombinationer.

Dessa analyser gjordes för differensen baserat på okorrigerat kört medelskotningsavstånd samt vid korrektion för lastningssträcka samt för lastnings- och lossningssträcka.

De variabler som analyserades var (spann och enhet inom parentes):

- Traktvolym (472-8665 m³fub)
- Areal (4-57 ha)
- Tallandel (0-100 %)
- Granandel (0-90%)
- Medelstam (0,12-0,39 m³fub)
- Lövandel (0-10%)
- Uttag (84-224 m³/ha)
- Ytstruktur (1-3)
- Lutning (1-2,5)
- Lass/G₀-timme (1,01-1,83)
- Produktivitet (17,2-30,2 m³/G₀-timme)
- Lastvolym (14-19 m³)
- Antal sortiment i skogen (2-5)
- Antal små sortiment på avlägg (0-1)^a
- Antal stora sortiment på avlägg (4-6)^a
- Antal sortiment totalt på avlägg (4-6)
- Antal lass (29-501)

^a Små sortiment avser specialsortimen exempelvis stamblock, stolpsortiment m.m. Stora sortiment avser timmer, massaved m.m.

Dessutom testades inverkan av de olika entreprenörerna, genom att skapa indikatorvariabler för dessa.

3. Analys av produktivetsförklarande medelskottningsavstånd

Vilket skottningsavstånd (kört medelskottningsavstånd, samt skattat eller kört terrängtransportavstånd) som bäst förklarade variationen i produktivitet analyserades även den med vanlig regression, där inversen av produktiviteten (=tidsåtgången, enhet G₀-timme/m³) användes som responsvariabel. Som förklarande variabel användes medelskottningsavståndet (skattat eller kört), inversen av uttag per ha (1/(uttag/ha), enhet (ha/m³)) samt lutning (1-5).

Resultat

Differens mellan skattat och kört avstånd

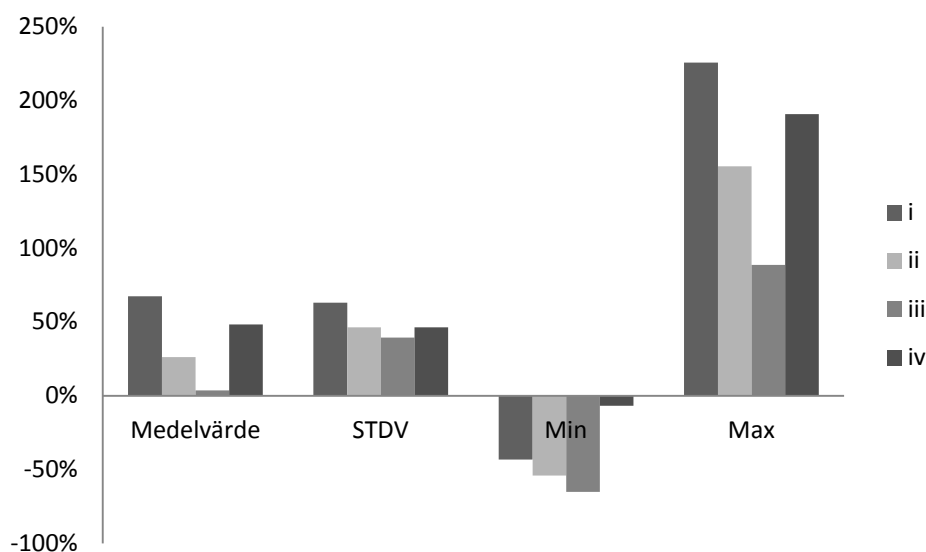
Det körda medelskotningsavståndet var i snitt 67,4 % längre än det skattade terrängtransportavståndet för de 24 analyserade trakterna (Figur 2). Vid avdrag för lastningssträckan minskar skillnaden mellan det körda och det skattade avståndet.

Det körda terrängtransportavståndet (medelskotningsavståndet med lastning och lossning exkluderade) var 3,8 % längre än medelvärdet för det skattade terrängtransportavståndet. Spridningen inom avståndsjämförelserna var genomgående stor. Det fanns även trakter där det körda avståndet var kortare än det skattade, oavsett om lastnings- och lossningssträckan räknades bort eller inte.

Avståndet mellan körstråken påverkar den totala lastningssträckan och därför kompletterades grundanalysens antagna 13 m med antaganden om längre avstånd mellan körstråken. Längre avstånd mellan körstråken ökade den genomsnittliga skillnaden mellan körd och skattad terrängtransportsträcka eftersom lastningssträckan blir kortare. Vid antagande att det var 16 m mellan körstråken var körd terrängtransportsträcka i medel 28,2 % längre än den skattade sträckan. Vid 20 m steg skillnaden till 31,6 %.

Dessutom jämfördes det körda skotningsavståndet mot det terrängtransportavstånd som efter skotningen registrerades i SCA databas. Det registrerade avståndet var inte nödvändigtvis det planerade, eftersom det innan inläggning kunde korrigeras utifrån diskussioner med den entreprenör som skotat.

I snitt justerades det skattade terrängtransportavståndet upp med 48,2%, vilket ligger närmare värdet för det körda medelskotningsavståndet än det beräknat körda terrängtransportavståndet. Det planerade terrängtransportavståndet justerades endast ned i ett fall (från 300 m till 280 m) och lämnades ojusterat för fyra av de 24 bestånden.



Figur 2. Medelvärde, standardavvikelse (STDV) samt min- och maxvärden för fyra olika avstånd uttryckt som procent av skattat terrängtransportavstånd. i= kört medelskotningsavstånd. ii = kört medelskotningsavstånd men med beräknad lastningssträcka exkluderad. iii = kört terrängtransportavstånd (dvs. beräknad lastnings- och lossningssträcka exkluderade från kört medelskotningsavstånd). iv= slutligt databasregistrerat terrängtransportavstånd.

Figure 2. Mean, standard deviation (STDV) and min-max difference for four different distances expressed as percent of the estimated terrain transport distance. i = Driven mean forwarding distance. ii = Driven mean forwarding distance but with loading distance excluded. iii = Driven terrain transport distance (with calculated loading and unloading distances excluded from the driven mean forwarding distance). iv = adjusted terrain transport distance.

Differensförklarande variabler

I modell 1-3 analyseras huruvida skillnaden mellan kört medelskotningsavstånd och skattat terrängtransportavstånd kan förklaras av bestånds- och arbetsrelaterade variabler (Tabell 4). I modell 4-6 görs desamma, men med skillnaden att kört medelskotningsavstånd har kortats för att motsvara kört terrängtransportavstånd (Tabell 5).

Modell 1 har uttaget som den variabel som både förklarar skillnaden mest samt har lägst p-värde (0,016) och störst inverkan då den står för drygt hälften av funktionens förklarade variation. Vid ökad areal, lutning och uttag minskar alltså skillnaden mellan det skattade medelskotningsavståndet och det körda medelskotningsavståndet. I modell 2 ingår lutning och lastvolym, där den senare får stort genomslag då modellens förklaringsgrad (R^2 -adj) uppgår till 36,9 % och det är främst lastvolymen som bidrar till att förklara variationen. I modell 2 ökar skillnaden mellan skattat och kört medelskotningsavstånd med ökad lutning, men minskar skillnaden med ökad lastvolym. I modell 3 har traktvolym lagts till modell 2, vilket ökar förklaringsgraden (R^2 -adj = 40,9 %) och lastvolymen har även i denna modell störst som har störst inverkan.

Tabell 4. Förklaringsmodeller för differensen mellan skattat terrängtransportavstånd och kört medelskotningsavstånd (m)

Table 4. Explanatory models for the difference between estimated terrain transport distance and driven mean forwarding distance (m)

Modell	Variabel ^a	Koefficient	p-värde	R ² -adj(%)	Regressions- kvadratsumma	Partiell- förklaringsgrad (%) ^b
1			0,015	30,8		
	Konstant	- 562,2	<0,001			
	Areal	3,29	0,075		30392	8,9
	Uttag/ha	1,6302	0,016		71065	20,9
	Lutning	68,9	0,083		34208	10,0
2			0,003	36,9		
	Konstant	415,4	0,061			
	Lutning	69,52	0,067		33937	10,0
	Lastvolym	- 39,71	0,002		110293	32,3
3			0,003	40,9		
	Konstant	314,3	0,156			
	Lastvolym	- 35,94	0,005		86282	25,3
	Lutning	70,26	0,057		33937	10,0
	Traktvolym	0,0169	0,136		45142	13,3

^a Enheter anges för respektive variabel i Material och metod, under Datanalyser, del 2.

^b Summan av en modells partiella förklaringsgrader ger modellens ojusterade förklaringsgrad (R²).

Med modell 4 uppnås en låg förklaringsgrad (R²-adj = 18,6 %) där lutningen och medelarealen bidrar mest till att förklara variationen. I modell 4 minskar skillnaden mellan skattat och kört medelskotningsavstånd vid ökad lutning. Även med modell 5 uppnås en låg förklaringsgrad (R²-adj = 25,4 %) med ökad skillnad mellan skattat och kört medelskotningsavstånd vid ökad lutning och minskad skillnad vid ökad lastvolym. Med den stegvisa regressionen framtagna modell 6 uppnås den högsta förklaringsgraden (R²-adj = 45,3 %), där lastvolymen minskar skillnaden mellan skattat och kört medelskotningsavstånd. I både modell 5 och 6 bidrar lastvolymen mest till den förklarade variationen. I modell 6 bidrar lövandel och lutning ungefär lika mycket till variationsförklaringen, medan tidsåtgången per m³ bidrar endast marginellt om än signifikant.

Tabell 5. Förklaringsmodeller för differensen mellan skattat och kört terrängtransportavstånd (m)
Table 5. Explanatory models for the difference between estimated and driving terrain transport distance (m)

Modell	Variabel ^a	Koefficient	p-värde	R ² -adj(%)	Regressions- kvadratsumma	Partiell- förklaringsgrad (%) ^b
4			0,069	18,6		
	Konstant	-342,1	0,009			
	Areal	3,037	0,088		27972	10,3
	Uttag/ha	0,8341	0,179		18595	6,9
	Lutning	67,52	0,079		32848	12,1
5			0,018	25,4		
	Konstant	305,2	0,148			
	Lastvolym	-27,78	0,022		53393	19,7
	Lutning	67,89	0,066		33216	12,2
6			0,003	45,3		
	Konstant	121,2	0,532			
	Lastvolym	-37,15	0,002		67040	24,7
	Lutning	57,25	0,075		32607	12,0
	Produktivitet	15,08	0,016		6849	2,5
	Lövandel	8,166	0,019		42195	15,5

^a Enheter anges för respektive variabel i Material och metod, under Datanalys, del 2.

^b Summan av en modells partiella förklaringsgrader ger modellens ojusterade förklaringsgrad (R²).

Eftersom lossningskörningen skattades med ett fast avdrag blir utfallet av regressionsanalyserna för differensen med endast lastningssträckan avdragen identiska med modellerna 4-6 förutom att konstanternas värde ökas med det fasta avdraget på 50. De analyserna redovisas därför inte separat.

Utöver de variabler som redovisas i modell 1-6 bidrog övriga testade variabler (se sid 14) inte signifikant till att förklara variationen i differensen mellan kört och skattat avstånd.

Produktivitetsförklarande skotningsavstånd

Med modell 7 uppnås en relativt hög förklaringsgrad (R²-adj = 62,5 %) där lutningen och den körda sträckan bidrar mest till att förklara variationen. I modell 8 används den skattade sträckan och även den modellen uppnår en relativt hög förklaringsgrad (R²-adj = 49,7 %) där den skattade sträckan bidrar mest till att förklara variationen. I modell 9 används den körda terrängtransportsträckan (dvs. körd medelskotningsavstånd minus beräknad lastnings- och lossningssträcka) i modellen, vilket resulterar i en förklaringsgrad på 62,0 % där variationen förklaras av främst av sträckan samt lutningen.

Tabell 6. Förklaringsmodeller för tidsåtgången vid skotning (G_0 -timme/ m^3)
Table 6. Explanatory models for the time consumption in forwarding (G_0 -h/ m^3)

Modell	Variabel ^a	Koefficient	p-värde	R ² -adj(%)	Regressions- kvadratsumma	Partiell- förklaringsgrad (%) ^b		
7	Konstant	0,020184	<0,001	62,5				
	Kört medelskotnings- avstånd	0,000003	<0,001				0,000444	36,1
	Lutning	0,006135	0,002				0,000301	24,4
	1/(Uttag/ha)	-0,000037	0,054				0,000084	6,9
8	Konstant	0,021392	<0,001	49,7				
	Skattat terräng- transportavstånd	0,000044	<0,001				0,000536	43,6
	Lutning	0,004664	0,028				0,000136	11,1
	1/(Uttag/ha)	0,000020	0,402				0,000019	1,6
9	Konstant	0,023867	<0,001	62,0				
	Kört terräng- transportavstånd	0,000035	<0,001				0,000468	38
	Lutning	0,006314	0,002				0,000269	21,8
	1/(Uttag/ha)	-0,000027	0,144				0,000092	7,5

^a Enheter anges för respektive variabel i Material och metod, under Datanalys, del 2.

^b Summan av en modells partiella förklaringsgrader ger modellens ojusterade förklaringsgrad (R^2).

Diskussion

Resultaten

I likhet med förväntningarna och Femlings (2010) resultat var medelskotningsavståndet i medeltal längre (67,4 %) än det skattade terrängtransportavståndet. När kört medelskotningsavstånd räknades om till kört terrängtransport, genom att dra bort beräknad lossnings- och lastningssträcka, så var skillnaden liten (4 %). Skillnaden var dock större under antaganden om längre avstånd mellan körstråken och därmed högre virkestäthet. Givet att antagandena kring beräkningen av körd lastnings- och lossningssträcka stämmer väl med verkligheten kan således den skattade terrängtransportsträckan i genomsnitt anses lämplig till planeringen av tidsåtgången för att skota trakterna, vilket är viktigt eftersom terrängtransportavståndet har stark inverkan på produktiviteten (Brunberg 1996, Harstela 1993, Edin & Forsman 2002, Nurminen et al. 2006). Det var dock intressant att notera att variationen i överrensstämmande mellan planerat och kört avstånd mellan trakterna är väldigt stor, och särskilt då att det planerade terrängtransportavståndet i vissa fall var betydligt längre än det körda medelskotningsavståndet.

Detta indikerar tydligt att metodiken för skattningen av terrängtransportavståndet har stor förbättringspotential. Att det fanns skillnader mellan skattat och kört terrängtransportavstånd var väntat, med tanke på de ingående beräkningsmodellerna (förenklingarna) för omräkning från kört medelskotningsavstånd till kört terrängtransportavstånd. Hur mycket som beror på själva beräkningsmodellen och mätningbegränsningar (t.ex. slirning) är dock svårt att säga, med tanke på skattningsmetodikens uppenbara begränsningar. Dessutom tillkommer osäkerheten om hur körningen på trakten motsvarar det ideala eller inte, och till detta finns inget facit.

Den variabel som mest bidrog till att förklara skillnaden mellan skattat terrängtransportavstånd och kört avstånd var lastvolymen på skotaren. För samtliga analyser minskade skillnaden mellan skattat och kört avstånd vid stora lastvolymerna på skotaren. En förklaring till detta kan vara att lastvolymerna egentligen speglade de olika entreprenörer, och att skillnaden mellan skattat och kört avstånd var olika mellan entreprenörerna på grund av t.ex. olika arbetssätt. Detta undersöktes men inga samband hittades, men det bör noteras att underlaget per entreprenör var begränsat (Figur 1). Alternativt kan det vara så att skillnaden ökar då en liten maskin tar mindre lass och behöver köra fler cykler för transport av samma mängd virke som en stor skotare. Att björkandelen fick en relativt hög inverkan i modell 6 kan vara en slump, alternativt påvisar det att högre lövandel bidrar till svårare vägval vid skotning då ökad lövandel bidrog till ökad skillnad mellan kört och skattat medelskotningsavstånd.

Lutningen fick låg inverkan på variationen i differensen och terrängförhållandet bidrog inte till någon av modellerna. Dessa variabler borde inverka på terrängtransportavståndet eftersom de i stor grad styr var och hur skotaren kan arbeta. Troligen är osäkerheten i dessa faktorer stora då lutningen och terrängförhållandet kan variera i stor utsträckning på en trakt, vilket kan bidra till att de gav ingen/låg inverkan på resultatet.

Att kört terrängtransportavstånd förmådde förklara en större del av produktivetsvariationen än det skattade terrängtransportavståndet är logiskt eftersom faktiskt kört avstånd har hög inverkan på produktiviteten (Brunberg 1996, Harstela 1993, Edin & Forsman 2002, Nurminen et al. 2006). Det var dock förvånande att det faktiskt körda medelskotningsavståndet förmådde förklara lika stor del av variationen som det körda

terrängtransportavståndet, och dessutom betydligt mer än det skattade terrängtransportavståndet. Detta indikerar dels att det skattade terrängtransportavståndet är förhållandevis svagt kopplat till produktiviteten samt dels att modellerna för att räkna om kört medelskotningsavstånd till kört terrängtransportavstånd tillförde förhållandevis lite i produktivetsanalyserna.

Skotningsersättningen består generellt av en beräkning av förväntad tidsåtgång för arbetsmomenten terrängtransport, lastning och avlastning. Terrängtransportavståndet ligger till grund för ersättningsnivån för terrängtransportarbetet, medan andra parametrar ligger till grund för ersättningen för lastning och avlastning. Det terrängtransportavstånd som ligger till grund för ersättningsberäkningen (det justerade skattade terrängtransportavstånd) ligger enligt studiens resultat över det körda terrängtransportavståndet och förhållandevis nära det körda medelskotningsavståndet. Även om beräkningarna för att få fram kört terrängtransportavstånd är högst generaliserade, så pekar ändå resultaten på att man vid justering verkar lägga stor vikt vid kört medelskotningsavstånd. Troligtvis beror mycket av detta på att det saknas tillförlitligt facit på vad som är lämpligt förväntat terrängtransportavstånd.

Begränsningar och felkällor

Totalt tillfrågades 15 entreprenörer för att delta i studien varav åtta stycken meddelade att de skulle medverka. Tyvärr rapporterade bara sex entreprenörer in data, och dessutom en varierande kvantitet av trakter mellan entreprenörerna (Figur 1). Förhoppningen var att betydligt fler trakter skulle rapporteras in än vad som föll ut. Största anledningen till bortfall var miss i att nollställa mätaren på en ny trakt, för små trakter, maskinfel och trakter där mycket av distansen som kördes inte var i produktionssyfte. Vid studier där flera personer deltar uppstår det alltid skillnader i kvaliteten på det inrapporterade datamaterialet. Möjligheten att utvärdera reliabiliteten har varit mycket begränsad och har enbart skett utifrån samtal med entreprenörerna. Troligen har entreprenörer vars intresse varit lågt undvikit att medverka i denna studie eftersom detta kräver uppoffring av tid och engagemang. Förhoppningsvis har kvarvarande testgrupp varit personer med intresse för denna typ av frågor och gjort sitt bästa för att dataunderlaget ska vara av god kvalitet. Avläsningsfel och missförstånd kan självklart påverka datamaterialet negativt, och tre trakter exkluderades från studien då det var uppenbart att rapporterade uppgifter inte kunde stämma.

Analyserna har genomförts under de antaganden som ansetts nödvändiga för att genomföra studien. Förfarandet för omräkning från medelskotningsavstånd till terrängtransportavstånd har utarbetats i samråd med entreprenörer i studien och handledare. Lastningssträckan beräknades utifrån ett körstråksavstånd på 13 m, vilket redovisats av Nurminen et al. (2006). Faktiskt stråksavstånd varierar beroende på hur skördaren väljer att köra, och de virkeskoncentrationer som faktiskt skotas beror därutöver på sortimentsantal och – fördelning, samt val av samlastade sortiment. För att fånga upp denna möjliga variation kompletterades analyserna med stråksavstånd 13 m med analyser för stråksavstånd på både 16 m och 20 m. Dessa variationer ökade medelvärdeskillnaderna mellan skattat och kört avstånd, men inte de generella resultaten. Avdraget för lossning var det avdrag som var mest generaliserad och svårast att skatta rätt då faktorer som traktens storlek, avläggets utformning, antal sortiment m.m. är avgörande för vilket lossningsavstånd som uppstår.

Hjulslirning och eventuellt okalibrerade trippmätares möjliga effekt på uppmätt körda sträcka har ej tagits i beaktning. Framförallt slirning borde inverka på så sätt att den verkliga körsträckan kan vara kortare än den registrerade. För trippmätaren blir registrerad sträcka kortare än verklig körsträcka kortare om den verkliga hjulradien är mindre än den inställda (som tex vid lågt ringtryck). Femling (2010) redovisade att den trippmätarmätta sträckan var ca 12 % längre än sträckan uppmätt med trådmätare. I denna studie har inte mätning med trådmätare genomförts då detta är tidskrävande vid försök av denna omfattning. Det har således inte kunnat utvärderas hur trippmätarinställning och eventuell slirning har påverkat överensstämmande mellan faktiskt körd och registrerad körsträcka. Eftersom körningen nästan uteslutande har gjorts under barmarksförhållanden så borde åtminstone slirningen ha varit förhållandevis liten.

I studien ingick enbart entreprenörer anlitade av SCA. Trakterna var både från SCA:s egen skog samt från skog ägd av privatpersoner och kontrakterad via SCA Ångermanlands- och Västerbottens förvaltningar. Eftersom olika skogsbolags förfarande att bedöma och korrigera terrängtransportavståndet varierar, behöver studiens resultat och slutsatser vara tillämpliga generellt för skogsbranschen. Utifrån de givna förutsättningarna anser jag dock att huvuddragen i resultaten borde vara av allmänt intresse och borde kunna utgöra en lämplig grund för efterkommande forskning inom området.

Rekommendationer

Produktionsplaneringen skulle troligtvis vinna på förbättrade rutiner för hur terrängtransportavståndet skattas. Att ständigt justera upp terrängtransportavståndet borde i sig vara en signal att någonting är fel, alternativt anses det inte vara ett problem. Entreprenörerna har uppenbarligen ingen större tillförlit till det skattade terrängtransportavståndet. Frågan är dock varför man fortsätter använda en skattningsmetodik som resulterar i avstånd som ingen av parterna anser tillförlitligt? Möjligheten till att utforma ett lämpligt slingertillägg anser jag inte är nödvändigt då förhållandena mellan trakterna varierar i stor utsträckning. För att snabbt komma till rätta med den stora differensen och variationen behövs nog däremot högre noggrannhet i fältbaserade skattningar, alternativt i skattningar med GIS. Värdet av nyttan från förbättrade förutsättningar för produktionsplanering borde vara betydligt högre än kostnaden för den extra tid som behövs läggas ner i fält alternativt på kontoret. I ett senare skede skulle det vara möjligt att förbättra skattningsnoggrannhet genom att använda en GIS-relaterad applikation. Utveckling pågår bland annat där relevanta skogliga variabler ligger till grunder för att placera ut den bästa basvägssträckningen för en given trakt (von Knorring, manus, Mohtashami 2011). Sådana applikationer skulle ge ett mer rättvisande värde, med förbättrad trovärdighet i planeringsunderlaget för entreprenörerna och förbättrade förutsättningar för produktionsplaneringen.

Nya studier

För att kunna hålla nere råvarukostnaderna till industrin måste man försöka minska avverkningskostnaderna. Då forskningsfokus sedan länge har legat på skördarna så finns det mycket kvar att studera kring skotningens planering och utförande för att maximera produktiviteten och minimera kostnaden. För att säkerställa studiens resultat behövs mer grundläggande studier på området. Att studera faktiskt terrängtransportavstånd vore givetvis önskvärt, liksom att hänsyn skulle kunna tas till felkällorna kring trippmätarens registrering. Trakterna behöver planeras noggrant vad avser terrängförhållanden och

lutning. Dessutom vore det nog användbart om det går att upprätta ett komplexitetsindex över trakterna vad avser natur- och kulturhänsyn, eftersom traktens andel naturvård troligen har stor inverkar på terrängtransportavståndet. Detta motiveras av att hänsynen styr var och hur skotaren kan köra.

Det vore även intressant att studera om det finns någon korrelation mellan entreprenörers prestation och differensen mellan skattat och kört avstånd. Troligtvis planerar högproduktiva entreprenörer upplägget av trakten bättre och därför borde det skattade terrängtransportavståndet korrelera annorlunda med det terrängtransportavståndet än för lågproduktiva entreprenörer.

Litteraturlista

- Anon. 2012. Mät med trippmätare. Tidningen Skogsentreprenören. Nr 1. Sid 7.
- Anon. 2011a. Skogforsk. Hemsida. Kostnader för avverkning- genomsnitt. [online]
Tillgängligt: <http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Avverka/Ekonomi/Kostnader-for-avverkning/> [2011-10-10]
- Anon. 2011b. Skogsencyklopedin 2011 Föreningen Skogen och Skogforsk. [online]
Tillgängligt: www.kunskapdirekt.se/skogsencyklopedin [2011-11-10]
- Brunberg, T. 1996. *Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i första gallring*. Skogforsk, Uppsala. 1996.
- Brunberg, T & Arlinger, J. 2001 *Vad kostar det att sortera virket i skogen?* Resultat nr 3. Skogforsk, Uppsala.
- Berg, J. 1995. *Terrängtypschema* för skogsarbete. Skogforsk, Uppsala.
- Bäcke, J. 2011. *Skogsstatistisk årsbok 2011*. Kap 7. Sid-161. Avverkning och virkesmätning. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Christiansen, L. 2011. *Skogsstatistisk årsbok 2011*. Kap 14. Sid-285. Ekonomi. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Edin, A. & Forsman, M. 2002. *Produktiviteten vid skotning – En jämförelse av nuläget med Holmens bortsättningsunderlag*. Studentuppsats nr 57. Institutionen för skogsteknologi, SLU Umeå.
- Femling, J. 2010. *Uppföljning av planerat skotningsavstånd med hjälp av geografisk informationsteknologi (GIT)* Arbetsrapport 278. Institutionen för skoglig resurshushållning. SLU, Umeå. 39 sid.
- Harstela, P. 1993. *Forest work science and technology*, Part 1. *Silva Carelica* 25. University of Joensuu faculty of forestry, Joensuu, Finland.
- Håkansson, M. 2000. *Skogsencyklopedin*, 1st edn, Sveriges Skogvårdsförbund, Stockholm.
- Mohtashami, S 2011, Planning forest routes for silvicultural activities using GIS based techniques: A case study of Selesjö in Östergötland, Sweden, Department of Land and Water Resources Engineering, Royal Institute of Technology (KTH), Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm.
- Nurminen, T., Korpunen, & Uusitalo, J. 2006 Time Consumption Analysis of the Mechanized Cut-to-length Harvesting System. *Silva Fennica* 40(2): 359-360.
- Silversides, C. R. & Sundberg, U., 1988. Operational Efficiency in Forestry. Volume 1: Analysis. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. Sid 58-59.

Von Knorring, M. 2012. Beslutsstöd för placering av basvägar i terrängen och beräkning av medelterrängtransportavstånd. Arbetsrapport 358. Institutionen för skoglig resurshushållning. SLU, Umeå.

Von Segebaden, G. 1964. Studier över terrängtransportens längd och vägnätets utbyggnad. Institutionen för skogsteknik, Skogshögskolan, Stockholm. Sid 56-59

Personlig kommunikation

Axelsson, Anders. Produktionsledare SCA Skog, Lycksele. Telefonintervju 20 Sept. 2011.

Backlund, Torbjörn. Skotarentreprenör, Umeå. Intervju 11 Maj 2011

Eriksson, Mikael. Produktionsledare SCA Skog, Kramfors. Telefonintervju 19 Sept. 2011.

Johansson, Tomas. Metodutveckling/rationalisering, SCA Skog, Sundsvall. Telefonintervju 21 Sept. 2011.

Norman, Erik. Skotarentreprenör, Åsele Södra. Intervju 13 Sept. 2011.

Signarsson, Anders. Skotarentreprenör, Vindelns. Intervju 13 Sept. 2011.

Appendix 1

Skotarrapportering per arbetspass

Bestånds **Mätarställning** **Mätarställning**
ID **Datum** **Lag** **Start** **stop**

Tripp 1		21		41	
Tripp 2		22		42	
Tripp 3		23		43	
Tripp 4		24		44	
Tripp 5		25		45	
Tripp 6		26		46	
Tripp 7		27		47	
Tripp 8		28		48	
Tripp 9		29		49	
Tripp 10		30		50	
Tripp 11		31		51	
Tripp 12		32		52	
Tripp 13		33		53	
Tripp 14		34		54	
Tripp 15		35		55	
Tripp 16		36		56	
Tripp 17		37		57	
Tripp 18		38		58	
Tripp 19		39		59	
Tripp 20		40		60	

Tripp =Arbetspass. Nollställs vid start och rullar kontinuerligt tills föraren utför annat arbete än skotning (T.ex. transport mellan närliggande objekt, till och från kojans) Då antecknas den körda sträckan. Sedan nollställs den för att köra tripp 2 osv. tills trakten är färdig (Om inte de 60 fälten räcker ta ett nytt blad).

Mätarställning start = Vad mätarställningen står på vid traktens början.

Mätarställning stop = Vad mätarställningen står på vid traktens slut.

Mätarställning start samt **Mätarställning stop** är med för att kontrollera att den sammanlagda distansen för objektet är rimliga.