



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 863–2015

Prestation och kostnader i blädning med skördare och skotare

Performance and costs in selective harvesting
with harvester and forwarder

Rikard Jonsson

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 863-2015

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

Titel:

Prestation och kostnader i blädning med skördare och skotare.

Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder.

Bildtext:

Bildtext: Eco-Log 560.

Fotograf: Rikard Jonsson.

Ämnesord:

Skador, produktivitet, drivning, skogsskötselsystem.

Damages, productivity, logging, Forest management system.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2015

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

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

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



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

Abstract

Costs and revenue analysis is an important way to compare forest management systems. The currently dominating even-aged forest management system in Sweden is well known while data for alternative systems, such as uneven-aged forest management, are lacking. In the light of current discussions about introducing uneven-aged management for parts of the Swedish forests, performance and cost studies of selective harvesting are motivated.

The aim of this study was to quantify time consumption in selective harvesting in uneven-aged forests, to enable a comparison with the even-aged management system. Four uneven-aged stands dominated by Norway spruce (*Picea abies*) were chosen for the study. Time consumption for harvester and forwarder was studied through traditional time studies. Selective harvesting with and without opening of strip roads was studied, along with performance in a reference action (thinning or final felling) the latter for normating the performance levels of the teams.

Time consumption for both harvester and forwarder in a first selective harvesting operation (including opening of strip roads) follows the established standards for time consumption in thinning so closely that these standards may also be used for predicting time consumption in selective harvesting. In repeated selective harvesting (from existing strip roads) the harvester time consumption was 30 percent higher.

When compared over a rotation period, logging costs were 28 percent higher and fuel consumption 21 percent higher in the uneven-aged system than for the even-aged system.

Förord

Jag vill tacka entreprenadföretag och maskinförare som ställt upp med maskiner, skogsägare som ställt upp med studiebestånd och SLU som varit till stor hjälp vid försöksplanering i fält. Utan era insatser hade denna studie inte varit möjlig. Till sist vill jag rikta ett tack till ett flertal kollegor som med stort tålamod bistått med hjälp och stöd under arbetets gång.

2015-12-02

Rikard Jonsson

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	4
Syfte.....	5
Material och metoder.....	5
Studieytor	5
Tidsstudier	9
Normering av material	10
Inledande blädning	11
Senare blädning.....	11
Kostnader.....	12
Dieselförbrukning.....	13
Effekter av övergång till blädning	13
Kostnader	14
Dieselförbrukning	14
Resultat	15
Prestation	15
Skördare.....	15
Skotare	19
Kostnader.....	20
Dieselförbrukning.....	21
Effekter av övergång till blädning	22
Tillväxt i blädd skog.....	22
Kostnader.....	22
Dieselförbrukning	23
Kvalitet.....	23
Diskussion	23
Referenser.....	25
Internet.....	26
Bilaga 1 Momentindelning skördare och skotare	27

Sammanfattning

Korrekt kostnads- och intäktsfördelning är en viktig del av varje jämförelse av olika skogsskötselsystem. Dagens dominerande sätt att sköta skog genom trakt-hyggesbruk är välstuderat. Kunskapen om andra system för skogsskötsel är mera bristfällig. Då blädning nu framhålls som ett alternativt sätt att sköta vissa typer av skogsmark är prestationsstudier av maskinsystem som används vid blädning nödvändiga för att kunna utvärdera effekterna av ett byte av skötselsystem.

Studien syftade till att kvantifiera tidsåtgång i mekaniserad blädning, som ett underlag för att jämföra med alternativa åtgärder, främst i trakthyggesbruket. Fyra grandominerade och flerskiktade bestånd ingick i studien. Försökslokaler var spridda från Ångermanland i norr till Småland i söder. Tidsåtgång för totalt 598 blädade stammar vid avverkning med skördare och skotare studerades genom konventionella tidsstudier på momentnivå. Analys gjordes med variabler som medelstamvolym för skördare och terrängtransportavstånd och uttagsvolym för skotare. Studien omfattar blädningsingrepp med eller utan stickvägsupptagning samt, för normering och som jämförelse, slutavverkning eller gallring som referensåtgärd. Kvaliteten i blädningsingrepp beskrevs i termer av uttagsstyrka samt skadeandel på kvarvarande träd. Resultaten bör tolkas med hänsyn till studiens ringa omfattning men vissa slutsatser går ändå att dra.

I inledande blädning (d.v.s. med samtidig upptagning av stickväg), visade sig tidsåtgång för både skördare och skotare överensstämma så väl med tidsåtgång i gallring att prestationsnormer för gallring, bör kunna användas för prognostisering av tidsåtgång i blädning. Skördarens prestation i blädning var endast en knapp procent högre än förväntad prestationen i gallring och skotaren låg endast tre procent från gallringsnormen. I ren blädning (uteslutande från existerande stickvägsnät) beräknades tidsåtgången vara 30 procent högre för skördaren än då stickvägar öppnas.

Skadeandelen var låg. En del skador noterades på träden i det tätaste studiebeståndet. Utagsstyrkan var lägre än målet, vilket kan förklaras med att åtgärden var obekant för samtliga förare.

Över en omloppstid och med studieresultaten som grund skulle drivningskostnaden öka med 28 procent och dieselförbrukningen med 21 procent vid blädning jämfört med trakthyggesbruk.

Bakgrund

Svenska skogar sköts sedan länge nästan uteslutande genom trakthyggesbruk (Karlsson m.fl., 2006). Forsknings- och utvecklingsinsatser har därför främst berört trakthyggesbruk. Som en följd finns god kännedom om prestation och kostnadsnivåer vid tillhörande skötselåtgärder. Trakthyggesbruk ger god tillväxt, en relativt homogen råvara och medger kostnadseffektiva åtgärder då stora sammanhängande arealer rationellt kan behandlas med samma åtgärd vid ett specifikt tillfälle.

Dagens skogsbruksmodell ger bestånd med liten variation. För att bevara biodiversitet och främja ekologisk hållbarhet, kan ett mer diversifierat brukande vara värdefullt (Kuuluvainen m.fl., 2011). Vissa störningskänsliga arter missgynnas i trakthyggesbruket då miljön förändras drastiskt vid en föryngringsavverkning. För dessa arter och miljöer kan blädning ge fördelar, eftersom större arealer aldrig blir kala (Dahlberg, 2011). För att tillämpa blädningsbruk bör skogen vara grandominerad, fullskiktad och vital. I varianten volymblädning, avverkas träd i de grövre diameterklasserna genom återkommande ingrepp. Träd i klenare diameterklasser lämnas att växa vidare till nästa åtgärd. Åtgärden kan utföras med skördare och skotare från stickväg. (Lundqvist m.fl., 2014). Blädningsingrepp påminner om naturliga störningar i en mogen gran-skog och skogen kan därför behålla sin karaktär, till fördel för artgrupper knutna till miljön (Kuuluvainen m.fl., 2012).

Kunskapsläget är begränsat vad gäller kostnader för åtgärden blädning med skördare och skotare. Sådan kunskap är nödvändig, t.ex. för beräkning av blädningsnetton per ingrepp och per omloppstid för jämförelser med trakthyggesbruk (Karlsson m.fl., 2006). Volymblädning kan jämföras med höggallring av äldre trakthyggesbrukad skog. Vid prestationsprognoser för gallring med skördare har medelstamvolymen stark inverkan (Brunberg, 1997). För terrängtransport med skotare är terrängtransportavstånd och virkeskoncentration per löpmeter stickväg (\sim volymuttag per hektar) de starkast inverkanande variablerna (Brunberg, 2004).

Karlsson m.fl. (2006) gjorde ekonomiska jämförelser av blädningsbruk och kalhyggesbruk. Jämförelserna gjordes utifrån beräkningar på två inmätta bestånd. Bestånden var avverkningsmogna och skiktade, vilket innebar att möjlighet fanns för vidare skötsel med kalhyggesbruk eller blädningsbruk. För alternativet kalhyggesbruk simulerades en kalhuggning följt av markberedning, föryngring med förädlat plantmaterial, röjning och två gallringar i båda bestånden. För alternativet blädningsbruk simulerades tre respektive fem blädningar i bestånden. Antalet blädningsingrepp valdes med hänsyn till bonitet. Blädningskostnader beräknades med hjälp av prestationsfunktioner för gallring. Kostnaderna för beståndsanläggning (markberedning och föryngring) antogs vara 9 000 kronor per ha samt 2 110 kr per ha för en röjning. Nuvärdet vid blädning, vid 2 procents kalkylränta, var 32 procent lägre än vid trakthyggesbruk.

I en artikel i Skogseko uppger Larsson (2014) att ”Skogsstyrelsens förhoppning på lång sikt är att hyggesfria metoder ska användas på 5–10 procent av skogsmarken i Sverige”. En så pass omfattande övergång till blädning som skötsel-system motiverar beräkningar av effekter på skogsbruket, både på beståndsnivå och i större skala.

Syfte

Denna studie syftade till att studera prestation, drivningskostnad och uttagsstyrka i stickvägsbaserad volymblädning med skördare och skotare.

Material och metoder

STUDIEYTOR

Studien utfördes i fyra bestånd, lokaliserade i Småland, Dalarna och Ångermanland (Figur 1 och 2). Kraven på studiebestånd var att bestånden var:

- Grandominerade, >80 procent av volymen skulle vara gran.
- Fler- eller fullskiktade.
- Vitala.

De fyra bestånden hade tydlig grandominans och viss till full skiktning. Några av bestånden hade relativt hög andel skadade träd (andel ej noterad), vilket påverkade stamval (Tabell 1). Samtliga bestånd var orörda sedan minst 20 år. För att hantera förarberoende studerades gallring och slutavverkning som referens.



Figur 1.
Studiebestånd 1–4.



Figur 2.
Studerade blädnings- och referensbestånd. Då blädnings- och referensbestånd låg nära varandra visas endast en siffra för respektive lokal.

Tabell 1.

Beskrivning av studerade blädnings- och referensbestånd före åtgärd för respektive maskinlag, information är från studieytorna.

	Maskinlag/Bestånd							
Beståndsegenskaper i studieytor före åtgärd	1. (Vansbro)	1. Referens, gallring (Sälen)	2. (Enviken)	2. Referens, gallring (Falun)	3. (Sidensjö)	3. Referens, slutavverkning (Sidensjö)	4. (Ingatorp)	4. Referens, slutavverkning (Bodafors)
Latitud, decimal	60,7	61,2	60,9	60,6	63,2	63,2	57,6	57,5
Antal studieytor	2	1	2	1	3	1	2	1
Medelstamvolym, m ³ fub/stam	0,17	0,06	0,12	0,08	0,1	0,18	1,28	0,67
Stamtäthet före åtgärd, per ha	1 569	1 725	1 213	2 350	1 941	1 941	338	611
Terräng (Y L)	1 2	2 2	1 2	1 1	1 2	1 2	1 1	1 2
Terrängtransport- avstånd, meter	120	310	760	–	270	90	220	720
Antal sortiment	8	2	4	3	2	2	6	10
Kommentarer	Många grova tallar	Homogent	Dåligt skiktat, befintligt stickvägsnät	Skotning ej studerad	Väl skiktat	Stamtäthet från blädningsyta (samma yta)	Grovt, svag skiktning	

Maskinarbetet studerades på uppmärkta ytor. Arbetsbreddens ytterkant var markerad med snitselband. Varje yta omfattade ca 150 meter stickväg med en arbetsbredd om ca 20 meter, en areal om 0,3 ha. I bestånd utan befintligt stickvägsnät markerades stickvägens mittpunkt med snitselband på ytorna. I varje blädningsbestånd lades 2–3 ytor ut där prestation och uttagsstyrka studerades. Maskinförarna studerades även i konventionell gallring eller slutavverkning, vilket utnyttjades för normering av blädningsstudien. Bestånd 3 hade både blädningsytor och referensyta, övriga referens- och blädningsytor låg i olika bestånd.

Beståndsinformation från ytorna före åtgärd, efter åtgärd samt i uttaget har erhållits genom skördarmätning och linjeinventering.

Vid avverkning har information från skördaraggregatets mätning av enskilda stammar sparats, i filformaten .pri eller .hpr (Arlinger m.fl., 2012). För varje trädstam lagrades information om:

- Volym.
- Trädslag.
- Antal stock och sortiment.

Uttagen volym erhöles genom skördardata, skördarnas mätprecision uppfyllde kraven för kvalitetssäkrad skördarmätning, där 50 procent av diametermätningarna ska vara inom ± 4 mm från verkligt (korsklavat) mått och 60 procent av längdmätningarna inom ± 2 cm från verkligt (måttband) mått (VMR, 2007).

Efter utförd blädning linjeinventerades studieytorna, med bredden 5 meter (>10 procent av arealen). På linjeytorna registrerades:

- Diameter i brösthöjd för träd >6 cm.
- Trädslag.
- Stickvägsavstånd.
- Skador: antal och enkel beskrivning.

Linjeytorna användes även för att beräkna kvarstående volym efter åtgärd. Utifrån uppgifterna om uttagen och lämnad volym har beståndsvolymer före åtgärd beräknats. Avstånd från stickvägens mitt till närmaste träd mättes på vardera sidan om stickvägen på en 10-meterssträcka (>20 procent av stickvägs-längden), och stickvägsbredd erhöles då ett medelvärde beräknades av dessa.

Studerade skördare/bestånd framgår av Tabell 2. Förarna hade god erfarenhet av liknande uppdrag, särskilt gallring. Flera skördarförare bedömde att deras maskin var underdimensionerad för ingreppen, då skogen var grov.

Tabell 2.

Skördare som nyttjats i studierna. Siffran för maskinlag/förare motsvarar även bestånd.

Maskinlag/ förare	1	2	3	4
Märke och modell	Eco-Log 560	Komatsu 901	Eco-Log 560	Eco-Log 580
Skördaraggregat	Log Max 4000	Komatsu 360	Log Max 5000	Log Max 6000
Kranlängd, meter	11	11	11	10

Skotarnas storlek och lastkapacitet (Tabell 3) bedömdes av förarna som lämplig. Skotarna var anpassade för gallring och klenare slutavverkning.

Tabell 3.

Beskrivning av skotare som nyttjats i studierna. Maskin 1 byttes ut av entreprenören mellan blädnings- och referensstudien. Siffran för maskinlag/förare motsvarar även bestånd.

Maskinlag/ förare	1	1 referens	2	3	4
Märke, modell	John Deere 1110	John Deere 1210	John Deere 1410	Rottne F12	Rottne F10
Lastkapacitet, ton	12	13	14	12	9

I en heterogen blädningsskog där uttaget i första hand görs uppifrån görs stamvalet annorlunda än vid konventionell gallring. Som en förberedelse genomfördes en stamvalsövning med studiens förare före den egentliga studien. I en totalklavad yta fick förarna fritt välja stammar för att få ett uttag om 30 procent med instruktionen att plocka i de grövre diameterklasserna, av andra trädslag än gran samt skadade träd. Den totalklavade ytan var i direkt anslutning till de enskilda studieytorna. Därefter diskuterades stamvalet och uttaget beräknades.

TIDSSTUDIER

Skördaren tidsstuderades med enskilt träd som observationsenhet (momentindelning enligt Bilaga 1). Förarna valde vilka stammar som behövde avverkas för stickvägen samt vilka selektivt valda stammar som avverkades. Trädslag noterades vid avverkning och trädens position gavs en identitet beroende på om de valdes selektivt eller avverkades i stickvägen. Skördaraggregatets mätning av brösthöjdsdiameter noterades. Efter utförd studie användes trädslag och diameter för att para ihop de enskilda trädtiderna med mer detaljerad staminformation från skördarens produktionsrapportering.

En hypotes var att prestationen i blädning med öppnande av stickvägar borde vara högre än blädning från befintligt stickvägsnät. Där möjlighet gavs studerades därför stickvägsupptagning och blädning av selektiva stammar separat eller tillsammans, enligt tre varianter:

1. Upptagning av stickväg och blädning av selektivt valda stammar; representerar åtgärd i en skog som blädas för första gången och där stickvägar inte finns.
2. Endast upptagning av stickväg; förberedande åtgärd för att kunna studera blädning av selektivt valda stammar separat.
3. Endast blädning av selektivt valda stammar; då stickvägar redan finns. Representerar åtgärd då skogen blädas regelbundet med konventionellt maskinsystem.

Tabell 4.
Studievarianter, kryss markerar att varianten studerats i beståndets ytor.

	Bestånd			
Studievariant	1	2	3	4
Stickvägsupptagning och stamvis blädning	X		X	X
Stickvägsupptagning			X	
Endast stamvis blädning		X	X	

Skotaren tidsstuderades vid lastning, lossning och körning (moment enligt Bilaga 1). Skotaren tilläts lasta från flera studieytor om det var fördelaktigt, skotning studerades alltså inte per enskild yta inom studiebestånden.

NORMERING AV MATERIAL

För att kunna utvärdera den prestation som uppnåddes av de studerade maskinlagen i blädningsavverkning normerades den baserat på respektive maskinlags prestation i normal gallring eller slutavverkning som betraktas som referensobservation av allmän prestationsnivå. Baserat på observationen från referensåtgärden har en faktor för förarens prestation beräknats som beskriver den enskilda förarens prestation i relation till produktionsnormen under liknande förutsättningar (Formel 1 och 2). Den beräknade faktorn har utnyttjats för att nivålägga förarens individuella tidsåtgångsfunktion i blädning.

Formel 1. Tidsåtgång för skördare i blädning (D), normerad per förare:

$$D = \frac{A}{B} * C$$

A = Prestationsnorm i referensåtgärd (gallring eller slutavverkning) enligt Brunberg (1997; 2007), cmin per träd.

B = Observerad prestation i referensåtgärd, cmin per träd.

C = Observerad prestation i blädning.

Sammantagen prestationsfunktion för blädning enligt denna studie har konstruerats genom en sammanvägning av det normerade resultatet för samtliga studerade förare, där varje förare vägt lika tungt. Material vid öppnande av stickväg utan avverkning av selektivt valda stammar (se Tabell 4) har inte använts vid normeringen.

Formel 2. Tidsåtgång för skotare i blädning (H), normerad per förare:

$$H = \frac{E}{F} * G$$

E = Prestationsnorm i referensåtgärd (gallring eller slutavverkning) enligt Brunberg (2004), cmin per m³fub.

F = Observerad prestation i referensåtgärd, cmin per m³fub.

G = Observerad tidsåtgång i blädning, cmin per m³fub.

Sammantagen prestationsfunktion har beräknats med lika vägning för varje förare.

INLEDANDE BLÄDNING

Ett första blädningsingrepp innebär en omföring av trakthyggesbrukad eller obrukad skog till blädningsbruk och kallas fortsättningsvis inledande blädning. Härvid kan stickvägar behöva avverkas. Datamaterialet bakom gallringsnormen (Brunberg, 1997) innehåller liknande observationer av avverkningsarbete med och utan stickvägsupptagning. Tidsstudiematerialet innehöll öppnande av stickvägar och blädning från befintligt stickvägsnät, och betraktas vid analys därför som ingrepp vid omföring, d.v.s. inledande blädning.

SENARE BLÄDNING

Vid återkommande blädningar nyttjas befintligt stickvägsnät. Därvid avverkas endast selektivt valda stammar, vilket ökar andelen kranmoment utan stam i aggregat. Om uttaget dessutom sker i de övre diameterklasserna blir antalet avverkade träd per arealenhet lägre trots ett oförändrat volymuttag, med följd att körtiden per stam höjs. För att demonstrera prestationsförändring vid senare blädning, d.v.s. uteslutande från existerande stickvägsnät, har tidsökning beräknats teoretiskt.

Ökning av kranmoment utan stam i aggregat (kran ut, topp och kran in) beräknades baserat på studiens material (Figur 5). Skillnad beräknades mellan tidsåtgång för selektivt valda stammar och tidsåtgång samtliga stammar, d.v.s. både selektivt valda och stickvägsstammar. Endast tidsåtgång från Bestånd 1 och 3 användes. I Bestånd 2 fanns redan stickvägar varför stickvägssträd inte avverkades och i Bestånd 4 krävde trädens grovlek noggrann positionering av skördaren, vilket bedöms ha jämnat ut tidsökningen vid avverkning av selektivt valda stammar. Prestationsnormen för gallring (Brunberg, 1997) utnyttjades med korrigering för lågt antal uttagna stammar per ha (en effekt av att uttaget koncentreras till de grövsta träden istället för en gallringskvot kring 1,0).

Formel 3. Tidsåtgång för skördare i senare blädning (M):

$$M = I * J + K * (1 - \frac{K}{L})$$

I = Tidsåtgång för samtliga moment.

J = Korrektionsfaktor för lågt stamuttag, procentuell ökning vid 200 stammar per hektar (Brunberg, 1997).

K = Tidsåtgång för kranmoment utan stam i aggregat (kran ut+topp+kran in) vid avverkning av selektivt valda stammar och stickvägsstammar.

L = Tidsåtgång för kranmoment utan stam i aggregat (kran ut+topp+kran in) vid avverkning av selektivt valda stammar.

Skillnader mellan blädning med öppnande av stickväg och senare blädning (från existerande stickvägsnät) inverkar på skördarens arbete, men sannolikt inte på skotare. Skillnader som rimligtvis uppstår fångas i variabler som ingår i gallringsnorm för skotare. Tidsåtgång för skotare i senare blädning har inte korrigerats.

KOSTNADER

Kostnad per volymenhet har beräknats med fasta tidskostnader i kr per G_{15} -timme för skördare och skotare. Kostnaderna representerar mellanstora och stora maskiner, speciellt lämpade för gallring eller slutavverkning (Tabell 5).

Tabell 5.

Antagen maskinkostnad för mellanstora respektive stora skördare och skotare.

Maskinstorlek	Skördare, kr/ G_{15} -timme	Skotare, kr/ G_{15} -timme
Mellanstor	1 055	735
Stor	1 140	860
Omräkningstal från G_0 till G_{15}	0,92	0,94

I gallring har kostnader för mellanstor skördare och skotare använts. I blädning avverkas grövre stammar än i gallring och kostnader för stor skördare och mellanstor skotare har därför använts. I slutavverkning har kostnader för stor skördare och skotare använts. Vid beräkning av skördarprestation har funktioner från denna studie nyttjats för inledande blädning och senare blädning. Prestation för gallring och slutavverkning har beräknats med norm (Brunberg, 1997; 2007). Skotarprestation i inledande blädning, senare blädning och gallring har beräknats med gallringsnorm och prestation i slutavverkning har beräknats med slutavverkningsnorm (Brunberg, 2004). Stamuttaget har antagits vara 250 stammar per ha vid beräkning av senare blädning och 600 vid beräkning av gallring, slutavverkning och inledande blädning.

Tabell 6.
Underlag för beräkning av skotningsprestation.

Variabel	Terrängtransport- avstånd, meter	Laststorlek, m ³ fub/lass	Storlek, klass	Antal sortiment	Ytstruktur	Lutning
Gallring	400	13	Mellan	4	2	2
Inledande blädning, senare blädning	400	13	Mellan	5	2	2
Slutavverkning	400	18	Stor	5	2	2

DIESELFÖRBRUKNING

Dieselförbrukning mättes i skördarens arbete. Mätning utfördes genom toppfyllning av dieseltank med dieselpump vid maskinkoja, direkt före körning av studieytor samt direkt efter. Skördaren parkerades på en uppmärkt plats för att få likvärdig lutning på skördarens tank och motsvarande fyllnadsgrad vid båda tankningarna. Detta innebär att det ingick körning mellan maskinkoja och studieytor. Dieselpumpen kalibrerades genom tankning av en dunk med känd volym. Då mätning vid toppfyllning ej gick att åstadkomma uppskattades dieselförbrukning från maskindatorn.

SANNOLIKA EFFEKTER AV ÖVERGÅNG TILL BLÄDNING I STÖRRE SKALA

Effekter på kostnader vid en övergång till blädning beräknades på beståndsnivå och landskapsnivå medan effekter på dieselförbrukning endast beräknades på landskapsnivå. Alla beräkningar utgick från blädningsbrukad skog respektive trakthyggesbrukad skog, omställning från trakthyggesbruk till blädningsskog ingick ej.

Effekter på beståndsnivå baserades på beståndsdata från Karlsson m.fl. (2006). Effekter på landskapsnivå utgick från antagandet att tio procent av Sveriges produktiva skogsareal skulle skötas genom blädning. Vidare antogs att dessa tio procent vid trakthyggesbruk ger en avkastning på 8 miljoner m³fub per år. Vid en övergång till blädningsbruk antogs tillväxten sjunka med 30 procent (Lundqvist, 2012; Lundqvist m.fl., 2013).

Kostnader

Kostnader beräknades med samma antaganden som på föregående sida, men med beståndsinformation från Karlsson m.fl. (2006). Beståndsinformationen innehöll, under en omloppstid, 3–5 blädningar i alternativet blädningsbruk och två gallringar och en slutavverkning i referensalternativet trakthyggesbruk. (Tabell 7).

Tabell 7.

Kostnad och uttagsvolym per åtgärd, volymvägd medelkostnad per m³fub på sista raden. Volymuttag efter (Karlsson m.fl., 2006).

Åtgärd	Drivningskostnad, kr/m ³ fub		Volymuttag per åtgärd, m ³ fub/ha
	Trakthyggesbruk	Blädningsbruk	
Förstagallring	235		50
Andragallring	149		60
Slutavverkning	75		280
Blädning		137	72
Medelkostnad	107	137	

Dieselförbrukning

Genomsnittlig dieselförbrukning beräknades i liter diesel per m³fub för systemen, där åtgång i olika åtgärder vägdes mot volymuttag. Beräkningen utgick från liter per G₀-timme baserat på genomsnittliga värden för skördare och skotare beroende av storleksklass (Brunberg, 2013) och omräknades till liter per G₁₅-timme (Tabell 5). Maskinval och prestationsfunktioner vid respektive åtgärd har varit samma som vid beräkning av kostnader, se sidan 13.

Tabell 8.

Dieselförbrukning och prestation för skördare och skotare i åtgärder för trakthyggesbruk och blädningsbruk.

Åtgärd	Liter/G ₁₅ -h		M ³ fub/G ₁₅ -h	
	Skördare	Skotare	Skördare	Skotare
Förstagallring	14,0	10,8	6,2	11,5
Andragallring	14,0	10,8	11,9	12,1
Slutavverkning	17,4	15,4	28,0	25,1
Blädning	17,4	10,8	14,3	12,9

Resultat

PRESTATION

Skördare

I materialet ingick 598 blådade stammar, avverkade vid blädning med och utan öppnande av stickvägar, vilket betraktas som inledande blädning (studievariant 1 och 3, se sida 10–11). Bestånden var relativt klena med undantag för Bestånd 4, där studieledet innehöll få, men grova stammar (Tabell 9). Stor variation noterades i prestationsnivå mellan förarna (Figur 4).

Tabell 9.

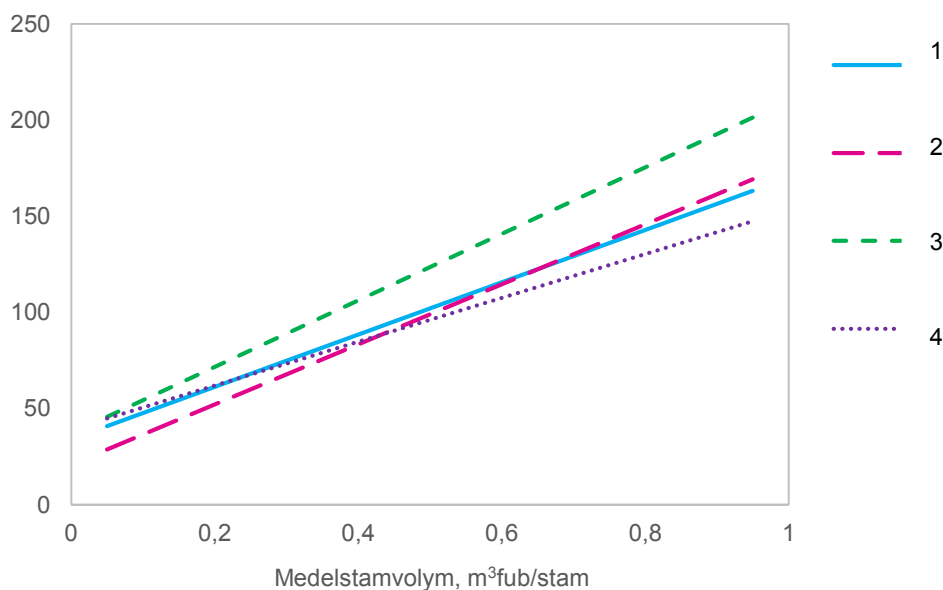
Genomsnittlig tid, cmin per stam, per förare i blädning med skördare, redovisning per bestånd.

Medelstamvolymen är angiven för uttaget.

	Bestånd	Bestånd	Bestånd	Bestånd
Moment	1	2	3	4
Kran ut	8,9	9,3	9,1	5,4
Positionering	5,6	6,5	5,3	26,5
Intagning	6,8	7,6	6,5	12,6
Kvistning/kapning	23	23	17,3	102,8
Topp	1,5	0,7	1,2	1
Kran in	1,3	7,5	2	8,9
Körning	8,2	14,9	10,6	57,5
Övrigt 1–2	2,1	1,7	3,4	7,2
Övrigt 3	0,5	0,3	0	3,6
Störning	0,4	0	1,8	0,2
Total tid, cmin (exklusive störning)	14 025	5 214	14 667	6 313
Totalt stamantal	240	73	257	28
Medelstamvolym, m ³ fub/stam	0,19	0,34	0,1	1,69

För varje skördarförare i studien beräknades individuella prestationsfunktioner (Figur 3), baserat på observerade momenttider, exklusive störning.

Tidsåtgång, cmin/stam

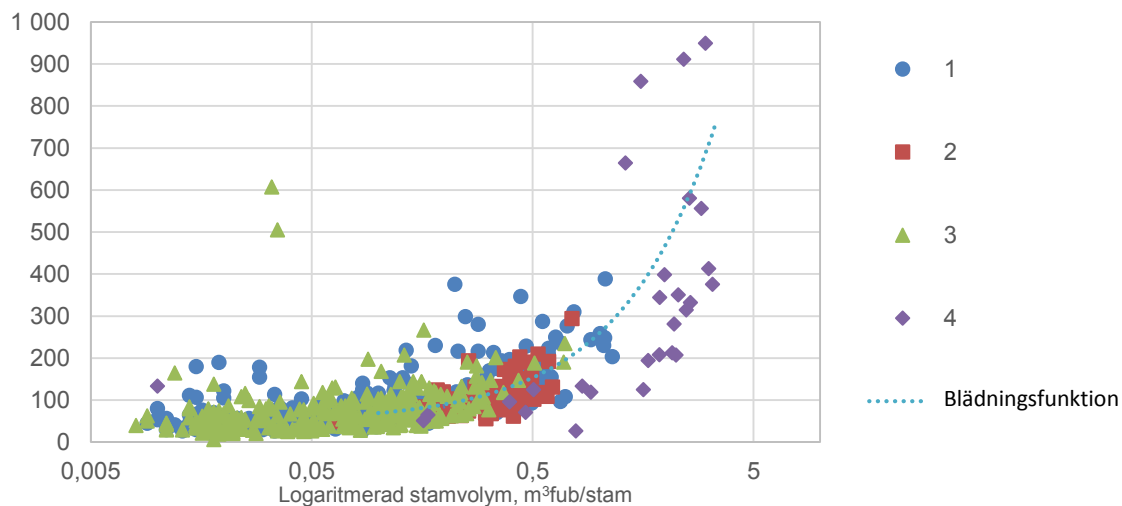


Figur 3.
Individuella prestationsfunktioner för respektive förare i studien.

Studien av referensåtgärd visade att skördarförarnas prestation var mellan 1,29 och 1,67 högre än normen, i medeltal 1,47, d.v.s. 47 procent över normen.

Tidsåtgång per stam varierade mycket och huvuddelen av de ingående stammarna var klenare än 1 m³fub (Figur 4).

Tidsåtgång, cmin/stam



Figur 4.
Normerad produktivitet i blädning, tid per stam som funktion av stamvolym (Obs! logaritmisk skala).
Grafen visar inledande blädning, d.v.s. blädning med upptagning av stickvägar och blädning i befintligt stickvägsnät för enskilda stammar. Linjen visar normerad blädningsfunktion (Formel 4).

Normerad tidsåtgång för skördare i inledande blädning var 98,6 cmin per stam vid studiematerialets medelstamvolym 0,24 m³fub per stam. Tillämpning av prestationsnormen för gallring gav 98,2 cmin per stam. Skillnaden mellan tidsåtgång i blädning enligt denna studie och gallring enligt prestationsnormen var alltså marginella 0,4 procent.

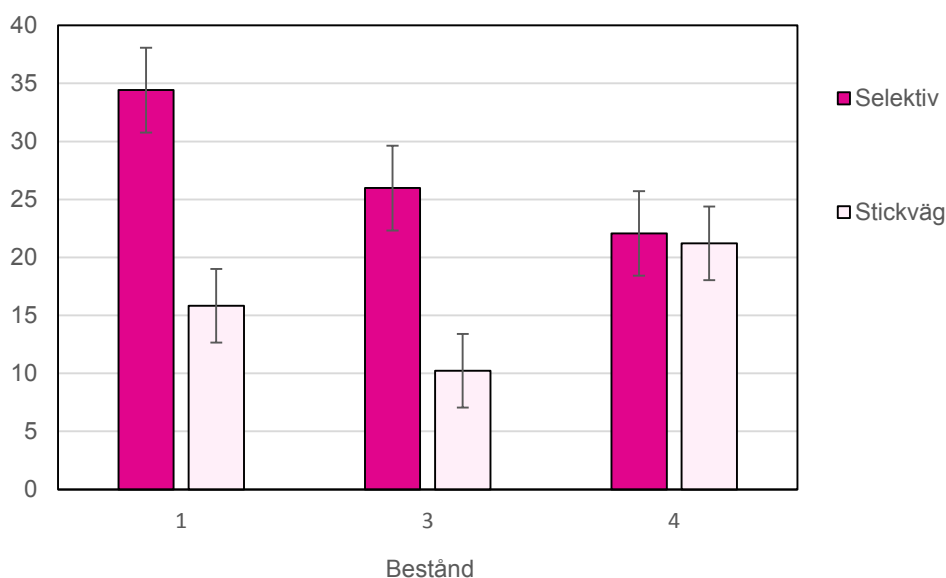
Formel 4. Normerad tidsåtgångsfunktion för skördare i inledande volymbädning, cmin per stam. Stamvolym anges som m³fub per stam:

$$Cmin/stam = 48 + 211 * stamvolym$$

Då inledande blädning jämförs med slutavverkning noteras påtagligt högre prestation i slutavverkning. Under i övrigt oförändrade förhållanden ökar dessutom skillnaden vid ökande medelstamvolym. Vid en medelstamvolym om 0,2 m³fub per stam tar det 22 procent längre tid att avverka en trädstam i inledande blädning än i slutavverkning och vid 0,5 m³fub per stam ökar skillnaden till 39 procent (Figur 6).

Prestationen vid senare blädning (d.v.s. från existerande stickvägsnät), har beräknats, baserat på observationerna från studien. Momentyder med tomt aggregat utgör en påtagligt högre andel av totaltiden vid rent selektiv avverkning. Skillnaden var dock liten i Bestånd 4 där de grova träden krävde noggrann positionering av maskinen (Figur 5).

Kran ut + kran in + topp, cmin/träd



Figur 5.

Genomsnittlig normerad tidsåtgång för krancykelmomenten "kran ut" + "topp" + "kran in" vid avverkning av selektiv valda träd jämfört med stickvägsträd. Staplar visas för Bestånd 1, 3 och 4 där träd har avverkats från både selektivt val och stickvägen.

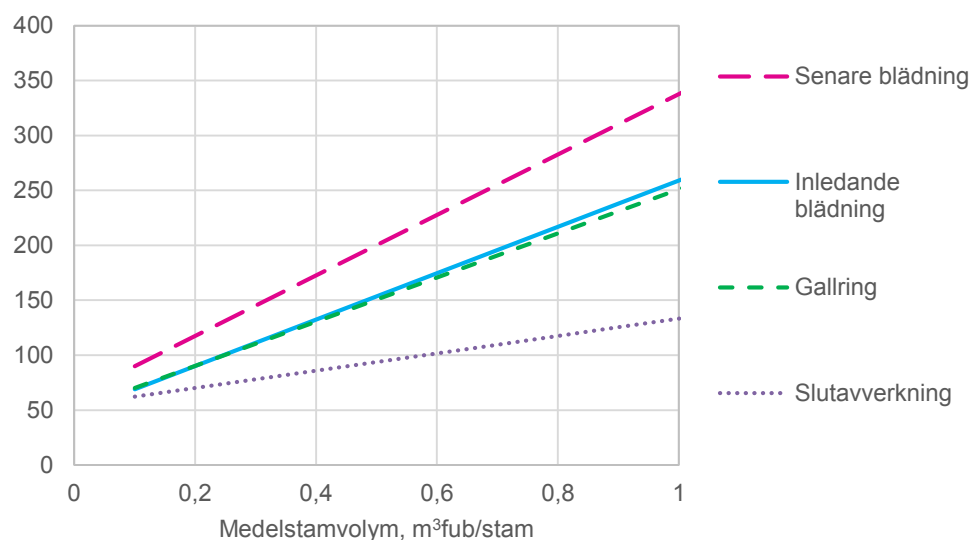
Produktionsnormen för gallring (Brunberg, 1997) har korrigerats för lågt antal uttagna stammar per ha, som blir följden av att samma volym avverkas, men koncentrerat till de grövre träden (i stället för en gallringskvot nära 1,0). Med hänsyn till ökat kranarbete och ökad körtid beräknas senare blädning ta 30 procent mer tid än inledande blädning oavsett medelstamvolym (Formel 5, Figur 6).

Formel 5. Normerad tidsåtgångsfunktion för skördare i senare volymblädning, cmin per stam. Stamvolym anges som m³fub per stam:

$$C_{min}/stam = 63 + 275 * stamvolym$$

Vid medelstamvolym 0,2 m³fub per träd tar senare blädning 30 procent längre tid än inledande blädning. Inledande blädning tar 29 procent längre tid än slutavverkning och senare blädning är 68 procent mer tidskrävande (Figur 6).

Tidsåtgång, cmin/stam



Figur 6.

Tidsåtgång per stam vid varierande stamvolym i slutavverkning, gallring, inledande blädning och blädning från existerande stickvägar. Den relativa skillnaden mellan slutavverkning och blädning ökar med ökande stamvolym.

Skotare

Totalt studerades skotning av 15 lass. Tidsåtgång vid skotning varierade beroende på förutsättningar (Tabell 10).

Tabell 10.

Genomsnittliga tider, cmin per krancykel, för skotare i blädning fördelat på moment där inget annat är angivet. Redovisning per bestånd. Genomsnittligt terrängtransportavstånd återfinns i Tabell 1, uttagen volym per ha återfinns i Tabell 11.

Lastningsmoment	Bestånd	Bestånd	Bestånd	Bestånd
	1	2	3	4
Kran ut	12	6,2	7,8	8
Gripa	6,3	4,6	4,9	3,8
Sammanföring	3,1	0,1	1,1	0,2
Kran in	15,1	9,6	12,2	11,7
Släppa	8,2	4,3	1,3	3,7
Tillrättläggning	0,9	0,1	0,0	1,2
Antal krancykler per lass	38	34	39	25
Lossningsmoment	Bestånd	Bestånd	Bestånd	Bestånd
	1	2	3	4
Gripa	23,8	9,6	8,8	8,0
Kran ut	12,6	7,7	9,8	8,5
Släppa	6,1	5,9	4,2	2,7
Kran in	11,6	8,4	9,4	6,9
Antal krancykler per lass	17	15	14	20
Körning under lastning/lossning, tid per lass	872,7	1 610,0	436,2	301,4
Körning tom, tid per lass	147,3	1 728,0	946,7	274,0
Körning lastad, tid per lass	285,3	1 719,0	630,0	290,2
Övrigt 1–3	196,0	348,0	102,5	339,0
Störning	0	0	0	0

Studerad tid i blädning korrigerades med faktorn från referensåtgärden, Bestånd 2 ingick inte i normeringen då referensstudie saknades (Tabell 11).

Tabell 11.

Observerad tidsåtgång för skotning i blädning respektive i referensåtgård, cmin per m³fub, för normering. (Referensstudie för Bestånd 2 saknas och ingår därför ej i normeringen).

Bestånd	Åtgård	Volymuttag, m ³ fub/ ha	Medelstamvolym	Tidsåtgång, cmin/m ³ fub
1	Blädning	60	0,21	421
3	Blädning	45	0,10	474
4	Blädning	88	1,68	245
1	Gallring	43	0,05	455
3	Slutavverkning	150	0,12	259
4	Slutavverkning	306	0,66	370

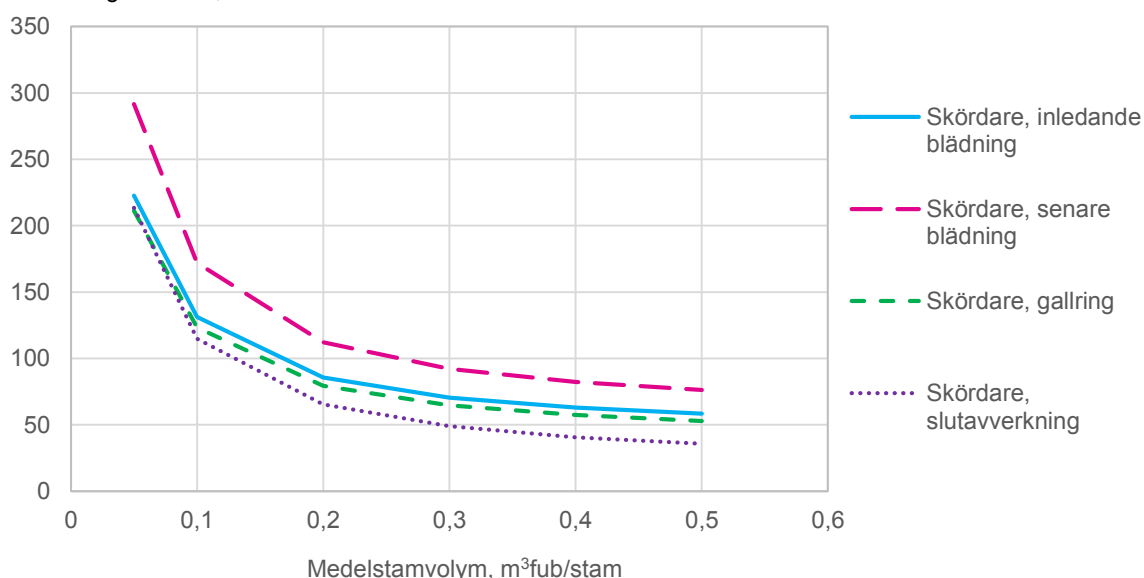
Prestation för skotarförarna 1, 3 och 4 låg på nivån 0,96 av produktionsnormen för referensåtgård gallring eller slutavverkning, med en spridning från 0,88 till 1,1.

Bestånd 4 var glest och grovt, även vid analys utifrån slutavverkningsnormer, och det är därför rimligt att utesluta Bestånd 4 vid jämförelse med gallring. Normerad tidsåtgång i blädning enligt studien var 440 cmin per m³fub för Bestånd 1 och 3, att jämföra med 429 cmin per m³fub vid tillämpning av prestationsnormen för gallring, en ökning med 3 procent i tidsåtgång gentemot gallring. Normerad prestation för skotare i blädning skiljde sig således mycket lite från gallring.

KOSTNADER

Kostnaden för avverkning skiljer sig tydligt mellan blädning och gallring eftersom volymblädning kräver en stor skördare medan en billigare medelstor skördare passar i gallringen (Figur 7).

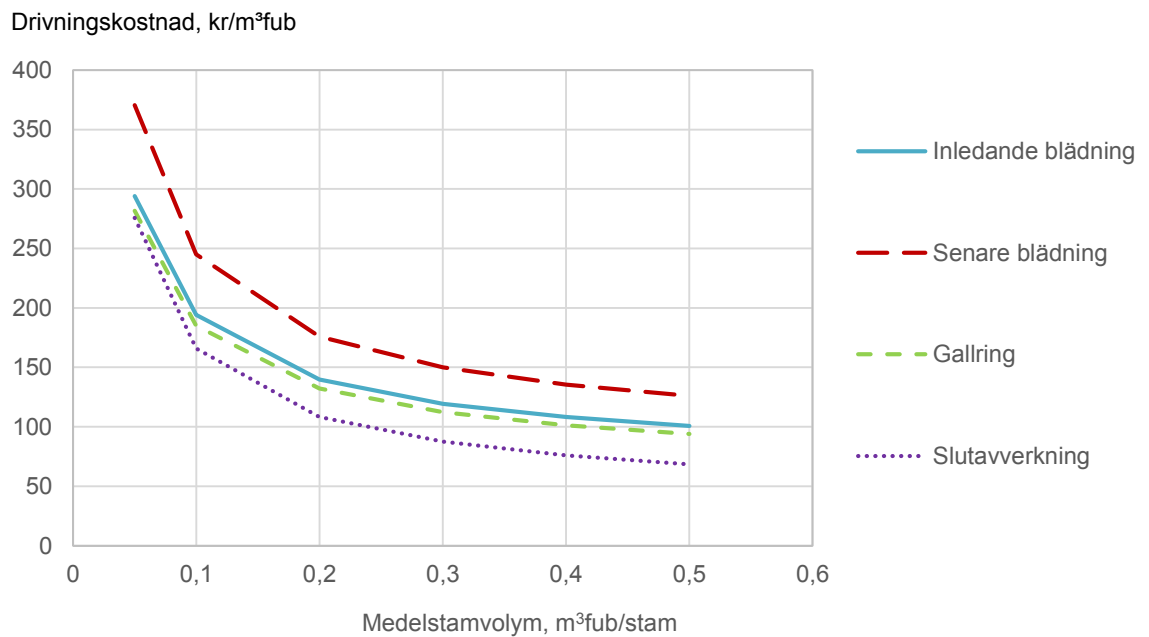
Avverkningskostnad, kr/m³fub



Figur 7.

Kostnad per m³fub för skördare mot medelstamvolym.

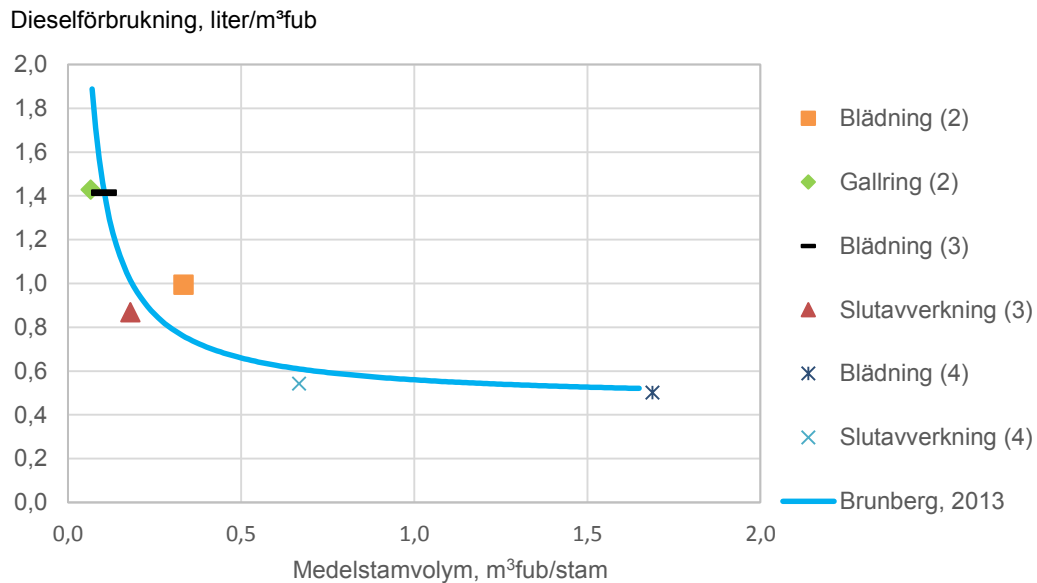
För terrängtransport uppstår ingen skillnad eftersom en medelstor skotare bedöms lämplig vid både gallring och blädning vid samma virkeskoncentration och medelstamvolym. Slutavverkning kräver däremot en stor skotare, där prestationen tack vare större lastutrymme och enklare skotning kompenserar för den högre kostnaden. Drivningskostnaden är oavsett medelstamvolym högst i blädning från existerande stickvägar, därefter i inledande blädning, i gallring och lägst i slutavverkning. Vid medelstamvolymen 0,2 m³fub per stam kostar inledande blädning 32 procent mer än slutavverkning, blädning från existerande stickvägar kostar 59 procent mer. (Figur 8)



Figur 8.
Drivningskostnad per m³fub mot medelstamvolymen.

DIESELFÖRBRUKNING

Dieselförbrukning mot medelstamvolym för skördaren visade små avvikelser i jämförelse med funktion för bränsleförbrukning (Brunberg, 2013). Funktionen innehåller förbrukningsdata från både gallring och slutavverkning. Tillförlitligheten för Förare 2 och 4 bedöms som låg då kalibrering inte var möjlig, utan hämtades från dieselpump respektive maskindator. Resultat bör i första hand jämföras inbördes mellan studienotering och referensnotering för Förare 2 och 4. Förbrukningen för Förare 3 kalibrerades (Figur 9).



Figur 9.
Dieselförbrukning i studerade blädningsingrepp, referensåtgärder och förbrukningsfunktion (efter Brunberg, 2013). Förare inom parentes. Beakta att data ej kalibrerats för Förare 2 och 4.

SANNOLIKA EFFEKTER AV ÖVERGÅNG TILL BLÄDNING I STÖRRE SKALA

I det följande beräknas sannolika konsekvenser på avverkningsnivå, kostnad och dieselförbrukning av en övergång till blädning i större skala. Räkneexemplen grundar sig på antagandet att blädning tillämpas på 10 procent av landets produktiva skogsmarksareal.

Tillväxt i bläddad skog

Tillväxten antas sjunka med 30 procent (Lundqvist m.fl. 2013) och möjlig avverkning, för vilka kostnads- och bränsleförbrukningseffekter beräknats, sänks därmed från 8,0 till 5,6 miljoner m³fub per år. Förlusten blir 2,4 miljoner m³fub per år. Vid oförändrad efterfrågan från industrin krävs ökade avverkningar eller ökad import.

Kostnader

Den volymvägda drivningskostnaden var i genomsnitt 137 kr per m³fub i blädning och 107 kr per m³fub i trakthyggesbrukad skog under en omloppstid. Varje kubikmeter kostade alltså 30 kr mer att avverka och skota, 28 procent, vilket ger en total fördyring av drivningen på 168 miljoner kronor om kostnaden skalas upp till 5,6 miljoner m³fub (d.v.s. blädning på 10 procent av Sveriges produktiva skogsmarksareal).

Dieselförbrukning

Dieselförbrukningen var 1,62 liter per m³fub i trakthyggesbruk och 2,06 i blädningsbruk, alltså en skillnad om 0,44 liter per m³fub eller 21 procent per avverkad volymenhet. Om 10 procent av skogen sköts med blädning, vilket motsvarar en avverkning av 5,6 miljoner m³fub, skulle dieselförbrukningen i avverkning öka med 2 470 m³.

KVALITET PÅ ÅTGÄRDENS UTFÖRANDE

Uttaget var i genomsnitt 23,3 procent av volymen, medan målsättningen för åtgärden var 30 procent.

Skador noterades endast i Bestånd 3, övriga tre bestånd var skadefria.

Bestånd 3 var tätast och 7 skador noterades, vilket motsvarar 3,9 procent av stammarna med brösthöjdsdiameter över 6 cm. Fem av skadorna fanns i eller strax nedanför brösthöjd. Inga körskador har noterats (Tabell 12).

Tabell 12.

Genomsnittliga data om uttag, skador och stickvägar från respektive bestånd.

Bestånd	1	2	3	4
Volymuttag, procent	23	28	22	20
Skadeandel, kvarstående stammar, procent	0	0	3,9	0
Stickvägsavstånd, meter	20,5	20	20	20
Stickvägsbredd, meter	4,5	6,0	4,5	5,2
Kommentar	Stickvägsförslag var bandade.	Befintligt stickvägsnät med breda stickvägar	Stickvägsförslag var bandade.	Glest bestånd, stickvägsförslag var bandade.

Diskussion

Prestationen i inledande blädning skiljde sig endast marginellt från prestationsnormen för gallring. Skillnaden var mindre än +1 procent för skördare och +3 procent för skotare. Detta talar för att befintlig gallringsnorm (Brunberg, 1997; 2004) även fungerar för prognos av prestation i inledande blädning och senare blädning för skotare. Vid bedömning av skördarens prestation enligt norm kan blädningsskogens avvikelser från homogen gallringsskog sannolikt fångas genom justering för:

- Antal kvarstående stammar.
- Antal uttagna stammar.
- Korrektion för om skogen höggallrats.

För skördarens prestation har medelstamvolymen störst inverkan. I en heterogen volymbläddad skog är uttagna stammar betydligt grövre än om skogen hade skötts för att bli homogen och gallrats. Vid bedömning av skotarens prestation kan sannolikt skillnader mellan skotning i gallring, inledande blädning och senare blädning fångas genom variabler i befintlig norm (Brunberg, 2004), bl.a. transportavstånd och virkeskoncentration.

Både studiens och gallringnormens (Brunberg, 1997) material innehåller åtgärder med stickvägsöppnande och skötsel från befintliga stickvägar. Efter genomförd övergång till blädning med skördare och skotare utförs blädning från befintligt stickvägsnät, vilket sänker antalet uttagna stammar trots oförändrat volymuttag. Därvid ökar körtiden för varje enskild stam i skördarens arbete och kräver mer tid än de blädningsingrepp som ingår i denna studie eller i en konventionell gallring under i övrigt liknande förutsättningar. Vid avverkning av träd i stickväg kan skördaren placera sig närmare träden och därmed få kortare krancykler (Figur 5). Vid avverkning av Bestånd 4 tvingade de grova träden föraren att positionera maskinen noggrant både för stickvägsträd och selektivt valda träd, vilket sannolikt förklarar den närmast obefintliga skillnaden i tidsåtgång. Skördarprestation i senare blädning har beräknats men behöver studeras ytterligare. Resultaten indikerar dock tydligt en kostnadsökning jämfört med inledande blädning och gallring.

Flera skördarförare bedömde att deras skördare (Tabell 2) var för liten för de grova bestånden, vilket inverkade negativt på prestationen. Under studierna hade samtliga maskiner tydliga problem med grova stammar på långa avstånd. Befintligt plantskikt behövs för beståndsutvecklingen, d.v.s. inväxning av nya träd, och en viss tidsökning kan därför förväntas till följd av försiktigare kranarbete. Underväxten har varit gles i studiebestånden och slutsatser kan därför inte dras om dess inverkan på prestationen. Uttagen volym var i genomsnitt sju procentenheter lägre än målsättningen (Tabell 12). Detta beror sannolikt på att studiens förare inte var vana att bedöma uttag och genomföra stamval i blädning. Vid blädning är uppföljning av volymuttag för skördarförare minst lika viktigt som vid konventionell gallring, vilket kan underlättas av automatiserad uppföljning (Möller m.fl., 2015; Hannrup m.fl., 2015). Arbetsmetodiken vid skotning borde inte skilja sig från gallring av enskiktad skog, men skördarens arbete påverkas avseende stamval. Skördarförare som är vana vid blädning bör därför kunna uppnå en högre prestation än vad som noterats i denna studie.

Vid blädning rekommenderas:

- Stor skördare i kombination med mellanstor skotare.
- Förare med tidigare erfarenhet av liknande åtgärder, företrädesvis gallring.
- Instruera skördarförare i stamval och följ upp volymuttag, med fördel genom metodiken för automatiserad gallringsuppföljning.
- Lägg ut stickvägsnät noggrant.

Dieselförbrukning visade likheter med Brunbergs funktion (2013), men exakta slutsatser kan inte dras då materialet är relativt begränsat.

Den jämförelse mellan blädningsbruk och trakthyggesbruk som gjorts i denna studie, visar att drivning i blädning kostade 28 procent mer per m^3 fub än trakthyggesbruk. Beräkningarna baserades på beståndsdata från två specifika bestånd som redovisas av Karlsson m.fl. (2006). I Karlssons studie utnyttjades gallringsfunktioner för att beräkna prestationsnivån i blädning. De beräknade kostnadsökningen i blädning till 24 procent, d.v.s. 4 procent lägre än resultatet i denna studie. Trots skillnaderna i angreppssätt erhöles alltså i stort sett samma kostnadsnivå i båda studierna, vilket kan anses styrka tillförlitligheten.

I tillägg till ökade kostnader noteras höjd dieselförbrukning. Effekterna av ökad dieselförbrukning i blädning är oönskade ur ett miljöperspektiv då koldioxidutsläppen ökar.

En ytterligare, sannolikt kostnadsdrivande effekt av en övergång till blädning är att de marker som överförs till blädningsbruk kommer att avkasta mindre virke. Lundqvist, Spreer och Karlsson (2013) anger att tillväxtförlusterna kan beräknas till cirka 30 procent, vilket bl.a. torde innebära ökade transport- och vägkostnader jämfört med enbart trakthyggesbruk (eller ökat importbehov), vid samma industriella efterfrågan på virke som idag. Dessutom förändras sortimentsutfall och virkeskvalitet. Man kan även förvänta sig förändringar av biodiversitet och sociala värden vilka är svåra att kvantifiera ekonomiskt. En analys av den sammantagna effekten av dessa skillnader har dock legat utanför ramen för denna studie.

Referenser

- Arlinger, J., Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010 – Modern kommunikation med skogsmaskiner. Arbetsrapport 784. Skogforsk.
- Brunberg, T. 1997. Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. Redogörelse nr. 8. Skogforsk.
- Brunberg, T. 2004. Underlag till produktionsnormer för skotare. Redogörelse nr. 3. Skogforsk.
- Brunberg, T. 2007. Underlag för produktionsnormer för extra stora engreppsskördare i slutavverkning. Redogörelse nr. 2. Skogforsk.
- Brunberg, T. 2013. Bränsleförbrukning hos skogsmaskiner 2012. Arbetsrapport nr. 789. Skogforsk.
- Dahlberg, A. 2011. Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. Slutrapport för delprojekt naturvärden. Rapport 7. Skogsstyrelsen.
- Hannrup, B., Nazmul, B. & Möller, J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. Arbetsrapport nr. 857. Skogforsk.
- Karlsson, B., Lundqvist, L., Elfving, B., Brunberg, T., Weslien, J., Ring, E. & Bergström, R. 2006. Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie. Redogörelse nr. 5. Skogforsk.
- Kuuluvainen, T. & Aakala, T. 2011. Natural Forest Dynamics in Boreal Fennoscandia: a Review and Classification. *Silva Fennica* 45(5): 823–841.
- Kuuluvainen, T., Tahvonen, O. & Aakala, T. 2012. Even-Aged and Uneven-Aged Forest Management in Boreal Fennoscandia: A Review. *AMBIO* 2012, 41(7): 720–737.
- Larsson, M. 2014. Mer variation med hyggesfritt. Skogseko nr. 4 december 2014: s. 14–15.
- Lundqvist, L. 2012. Virkesproduktion och inväxning i skiktad skog efter höggallring. Rapport 11. Skogsstyrelsen.
- Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. 2014. Blädningsbruk. Skogsskötselserien nr. 11. Skogsstyrelsen.
- Lundqvist, L., Spreer, S. & Karlsson, C. 2013. Volume production in different silvicultural systems for 85 years in a mixed *Picea abies-Pinus sylvestris* forest in central Sweden. *Silva Fennica* 47(1): 897.
- Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. Arbetsrapport nr. 862. Skogforsk.

INTERNET

VMR virkesmätning och redovisning. 2007. Instruktion för kvalitetssäkring av längd- och diametermätning med skördare.

<http://www.vmfqbera.se/Startsida/Standardsida/Filer/VMRs%20instruktion%20f%C3%B6r%20Kvalitetss%C3%A4kring%20av%20sk%C3%B6rdarens%20m%C3%A4tning.pdf> (Hämtad 2015-05-04)

Bilaga 1

Momentindelning skördare och skotare

Momentindelning skördare

Kran ut	Från föregående moment tills aggregatet är 0,5 meter från avverkningsstam.
Positionering	Slutar när avverkningsstammen lättar från stubben.
Intagning	Slutar när aggregatet börjar mata stammen.
Kvistning, kapning	Slutar när toppen kapas.
Topp	Slutar när toppen släpps ur aggregatet.
Kran in	Slutar när aggregatet passerar eller stannar vid kranpelaren.
Körning	Börjar när hjulen börjar snurra och slutar när hjulen stannar. Endast när kranen inte är i rörelse.
Trädslag	Numerisk notering av trädslag, 1-4 (5): 1: tall, 2: gran, 3: björk, 4: övrigt löv, 5: död ved.
Diameter	Numerisk notering av diameter vid fällning (nära brösthöjd).
Störning	Avser störning då maskinen är påslagen men ej utför arbete, gäller exempelvis om föraren svarar i telefon.
Övrigt 1	Avser röjning i stickväg (undantagsfall i ”blädningszon”).
Övrigt 2	Avser arbete med vindfällda stammar, moment börjar då aggregatet är 0,5 meter från kappunkt. Slutar när topp släpps.
Övrigt 3	Avser nödvändigt arbete som ej inkluderats i ovanstående moment, då maskinen är påslagen. Exempelvis tiden från en stensågning tills maskinen stängs av inför kedjebyte, körning mellan koja och avverkningsplats eller för tid då föraren planerar stamval (och inget annat moment pågår).
Övrigt 4	Avser främst tid då maskinen är avstängd.
Selektivt val	Numerisk notering av stam om den är vald selektivt, och alltså inte plockas för stickväg. Om ackumulering utförs noteras det antalet stammar som valts selektivt.
Flerträdsackumulering	Notering av antal ackumulerade stammar för en fällning.

Momentindelning skotare

Kran ut	Från att grip släppt virke tills att grip vidrör virke.
Grip	Från att grip vidrör virke tills grip lyfts med virke i gripen.
Sammanföring	Från att grip vidrör nästa virkeshög tills gripen lyfts med virke.
Kran in	Från att grip lyfts från marken tills att gripen är mitt över lasset.
Släpp	Från att grip är mitt över lass tills virkesknippe släppts.
Tillrättaläggning	Från att grip släppt virkesknippe tills att grip lämnar lastbärare.
Tomkörning	Körning med tom lastbärare, på väg mot lastning.
Körning under lastning	Körning under pågående lastning.
Körning med lass	Körning efter avslutad lastning på väg mot avlägg.
Störning	Avser störning då maskinen är påslagen men ej utför arbete, gäller exempelvis om föraren svarar i telefon.
Övrigt 1	Övrigt arbete som är nödvändigt för arbetet, exv. risning av stickväg eller preparering av dikesöverfart.
Övrigt 2	Övrigt arbete som är nödvändigt för arbetet, exv. datorregistrering av lass.
Övrigt 3	Övrigt arbete som inte inkluderats i övriga moment.

- Nr 817 Arlinger, J., Brunberg, T., Lundström, H. & Möller, J. 2014. Jämförelse av JD1170E och JD1470E i slutavverkning hos SCA Skog AB hösten 2013. – Comparison of JD1170E and JD1470E in final felling at SCA Skog AB, autumn 2013. 29 s.
- Nr 818 Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S. & Sonesson, J. 2014. STIG-projektet 2010–2014. The STIG Project, 2010-2014. 19 s.
- Nr 819 Björheden, R. 2014. Studie av Fixteri FX15a klenträdsbuntare. – Study of Fixteri FX15a small-tree bundling unit. 21 s.
- Nr 820 Löfroth, C. & Brunberg, T. 2014. Bränsleförbrukningen hos rundvirkesfordon 2008 och 2013. Fuel consumption of roundwood vehicles in 2008 and 2013. 12 s.
- Nr 821 Jönsson, P., Hannrup, B., Gelin, O. & Löfgren, B. 2014. Utvärdering av sågenheten R5500 med avseende på kaptid och energiåtgång. – Evaluation of the R5500 sawing unit in terms of bucking time and fuel consumption. 24 s.
- Nr 822 Eliasson, L. & Johannesson, T. 2014. Effekten av olika bottensäll på prestation, bränsleförbrukning och flisens fraktionsfördelning för flishuggarna Kesla 645 och Eschlböck. Biber-92. – Effects of sieve size on chipper productivity, fuel consumption and chip size distribution for the chippers Kesla 845 and Eschlböck Biber-92. 18 s.
- Nr 823 Eliasson, L., Lombardini, C., Granlund, P., Magagnotti, N. & Spinelli, R. 2014. Prestation och bränsleförbrukning för en lastbilsmonterad Pezzolato PTH 1200/820 flishugg. – Performance and fuel consumption of a truck-mounted Pezzolato PTH 00/820 chipper. 12 s.
- Nr 824 Iwarsson- Wide, M. Grönlund, Ö. 2014. Lastindikatorer och lastbärarvågar. 15 s. – Load indicators and weighing devices on load carriers 12 s.
- Nr 825 Sikström, U. 2014. Föryngring av gran under högskärm: Försöksverksamhet vid Bergvik Skog-Uppföljning 2013. – Regeneration of Norway spruce under shelterwood: Comparison of two types of thinning at the preparatory felling. 48 s.
- Nr 826 Englund, M. 2014. Mätning av mental arbetsbelastning – En metodstudie. 27. – Measurement of mental workload-A method study. 31 s.
- Nr 827 Jönsson, P., Björheden, R. & Eliasson, L. 2014. Destinering och lägesbyten för att effektivisera transporter av skogsflyg. – Destination and location exchange will reduce transportation distance. 11 s.
- Nr 828 Barth, A., Holmgren, J., Wilhelmsson, L. & Nordström, M. 2014. – Evaluation of single tree based estimates with terrestrial laser scanning in Sweden.
- Nr 829 Jacobson, S. 2014. Asktilförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus. – Revision av sex fältförsök. – Effect of application of wood ash on tree growth and nutrient status-Revision of six field experiments 32 s.
- Nr 830 Björheden, R. 2014. Proceedings of the Nordic Baltic Conference OSCAR14. Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25-27, NOVA Park Conference, Knivsta, Sweden. – Proceedings från den Nordiska Baltiska konferensen OSCAR14 Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25–27, 2014, NOVA Park Conference, Knivsta, Sverige. 114 s.
- Nr 831 Widinghoff, J. 2014. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST-vehicles. 21 s.

- Nr 832 Fridh, L. 2014. Utvärdering av fukthaltsmätare METSO MR Moisture Analyser. – Evaluation of the METSO MR Moisture Analyser. 8 s.
- Nr 833 Eliasson, L., Lundström, H. & Granlund, P. 2014. Bruks 806 STC. – En uppföljande studie av prestation och bränsleförbrukning. – A performance and fuel consumption when chipping logging residues of beech 10 s.
- Nr 834 Sonesson, J., Berg, S., Eliasson, L., Jacobson, S., Widenfalk, O., Wilhelmsson, L., Wallgren, M. & Lindhagen, A. SLU. Konsekvensanalyser av skogsbrukssystem. – Täta förband i tallungskogar. 105 s.
- Nr 835 Eliasson, L. 2014. Flisning av bränsleved och delkvistad energived med en stor trumhugg–CBI6400. – Chipping of stem wood and partly delimbed energy wood using a large drum chipper, CBI 6400, at a terminal. 12 s.
- Nr 836 Johansson, F., Grönlund, Ö., von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2014. Huggbilshaverier och dess orsaker. – Chipper truck breakdowns and their causes. 12 s.
- Nr 837 Rytter, L. & Lundmark, T. 2014. Trädslagsförsök med inriktning på biomassaproduktion – Etapp 2. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 20 s.
- Nr 838 Skutin, S.-G. 2014. Simulering av TimberPro drivare med lastanordning i slutavverkning. – Drivare med automatisk lastning och nytt arbetssätt. – Simulation of TimberPro harwarder with loading device in final felling-Harwarder with automatic loading and new method of working. 19 s.
- Nr 839 Fridh, L. 2014. Evaluation of the METSO MR Moisture Analyser. – Utvärdering av fukthaltsmätare METSO MR Moisture Analyser. s. 8.
- Nr 840 Andersson, G. & Svenson, G. 2014. Viktsutredningen del 2. Vägning för transportvederlag. – Weight study Part 2. Weighing for transport remuneration.
- Nr 841 Mullin, T. J. 2014. OPSEL 1.0: a computer program for optimal selection in forest tree breeding. – Opsel 1.0: Dataprogram för optimalt urval i skogsträdsförädlingen s. 20.
- Nr 842 Persson, T. & Ericsson, T. 2014. Projektrapport. Genotyp – Miljösamspel hos tall i norra Sverige. – Projektnummer 133. – Genotype-environment interactions in northern Swedish Scots pine. 12 s.
- Nr 843 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige – Kunskap slägeo och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materials. 55 s.
- Nr 844 Hofsten von, H., Nordström, M. & Hannrup, B. 2014. Kvarlämnade stubbar efter stubbskörd. – Stumps left in the ground after stump harvest 15 s.
- Nr 845 Pettersson, F. 2014. Röjnings- och gallringsförbandets samt gödslingsregimens (ogödslat/gödslat) effekter i tallskog på skogsproduktion och ekonomi. – Effects of spacing (pre-commercial thinning and thinning) and fertilisation regime (unfertilised/fertilised) on production and economy in Scots pine forest. 69 s.
- Nr 846 Pettersson, F. 2014. Behovet av borttillförsel vid kvävegödsling av barrskog på fastmark. – Boron additive needed in nitrogen fertilisation of coniferous forest on mineral soil. 32 s.
- Nr 847 Johannesson, T. 2014. Grövre bränsle en omöjlig uppgift? – Larger fuel chips an impossibility. – Biomass Harvest and Drying Training Seminar Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnesota. s. 16.
- Nr 848 Johannesson, T., Olson, S., Nelson, C. and Zagar, B. 2014. Biomass Harvest and Drying Education Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnesota. – Utbildning i skörd och hantering av skogsbränsle för Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnesota 13 s.

- Nr 849 Jönsson, P., Eliasson, L. & Björheden, R. 2014. Location barter may reduce forest fuel transportation cost. – Destinerings och lägesbyten för att effektivisera transporter av skogsflis. s 10.
- Nr 850 Englund, M., Häggström, C., Lundin, G. & Adolfsson, N. 2014. Information, struktur och beslut – En studie av arbetet i gallringsskördare och skördetröska. – Information, structure and decisions – a study of the work done by thinning harvesters and combine harvesters.
- Nr 851 Berlin, M., Ericsson, T. & Andersson-Gull, B. 2014. Plantval – manual med implementeringsteknisk bakgrund. – Plantval – manual and background to technical implementation. 57 s.
- Nr 852 Jansson, G. & Berlin, M. 2014. Genetiska korrelationer mellan tillväxt- och kvalitetsegenskaper – Genetic correlations between growth and quality traits. 26 s.
- Nr 853 Hofsten von, H. 2014. Utvärdering av 'TL-GROT' AB's stubbaggat. – Evaluation of the 'TL-GROT' AB stump harvester 10 s.
- Nr 854 Iwarsson Wide, M., Nordström, M. & Backlund, B. Nya produkter från skogsråvara – En översikt av läget 2014. – New products from wood raw material-Status report 2014. 62 s.
- Nr 855 Willén, E. 2014. Mobilt mätsystem för insamling av träd- och beståndsdata. – Mobile measurement system for collecting tree and stand data. 34 s.

2015

- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistikköslösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning.
- Nr 858 Frisk, M., Rönqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vågrust – Projektrapport. 2015. – Vågrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Ring, E., Bishop, K., Eklöf, L., Högbom, L., Laudon, S., Löfgren, J., Schelker, R. & Sørensen, R. 2015. The Balsjö Catchment Study – Experiental set-up and collected data. 50 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolumerna? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas., Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, Johanna 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.

Nr	866	Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
Nr	867	Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser.
Nr	868	Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
Nr	869	Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av lågskärmar av björk.
Nr	870	Englund, M., Lundström, H., Brunberg, T. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
Nr	871	Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. 12 s.
Nr	872	Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
Nr	873	Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

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

Från Skogforsk nr. 863–2015



www.skogforsk.se