



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 877–2015

Sektionsgallring – En arbetsmetod för täta, klena gallringar

Thinning in Sections
– A work method for small-tree harvest

Örjan Grönlund, Maria Iwarsson Wide, Martin Englund och Fredrik Ekelund



SKOGFORSK

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 877-2015

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

Titel:

Sektionsgallring.

– En arbetsmetod för täta, klena gallringar.

Thinning in Sections

– A work method for small-tree harvest.

Bildtext:

Gallringsskördare i Skogforsks skördarsimulator.

Ämnesord:

Klenträdsgallring, arbetsmetod avverkning, prestation, flerträds-hantering, arbetsbelastning, eye-tracking.

Small-tree harvest, harvesting, thinning, work method, felling, performance, productivity, multi-tree handling, workload, eye-tracking.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2015

ISSN 1404-305X



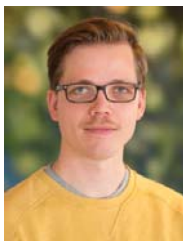
SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

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

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Örjan Grönlund, jägmästare. Arbetar inom skogsbränsleprogrammet på Skogforsk. Huvudsakligt arbetsområde är Teknik- och metodutveckling för uttag av skogsbränsle i klena bestånd samt tekniker för vägning.



Maria Iwarsson Wide, jägmästare med kandidatexamen i biologi. Anställd på Skogforsk sedan 2007. Programchef för skogsbränsleprogrammet. Arbetade dessförinnan främst med teknik- och metoder för uttag av skogsbränsle från klena bestånd- och längs vägkanter, avverkning i gallring- och teknik för vägning.



Martin Englund, civ.ing. har arbetat på Skogforsk inom programmet Teknik sedan 2009. Han forskar kring fysik ergonomi och människa-maskin-interaktion i skogsmaskiner.



Fredrik Ekelund, metodutvecklare och blivande skogsmästare. Tidigare produktionsutvecklare på Stora Enso skog. Driver företaget Wellcut AB med fokus på utveckling och utbildning inom hela kedjan för svensk skogsdrivning. Arbetet är främst inriktat på arbetsmetoder, kommunikation och överlämnings-synpunkter.

Abstract

When thinning dense stands of small trees, the value of each tree is low and the operator is forced to make many decisions in a short time. This increases the risk of low productivity and a high mental workload. The aim of the work method called Thinning in Sections is to reduce the total distance moved by the boom tip, and thereby increase productivity and decrease the workload of the operator.

In this study, five experienced harvester operators were monitored in a harvester simulator before and after training in Thinning in Sections. The operators' productivity was recorded through continuous time studies, and the total distance moved by the boom tip was recorded. The workload was examined by recording the amount of head movements per felled stem and by using the self-report tool NASA TLX. To ensure the quality of the results, an assessment was carried out of the extent to which Thinning in Sections had been applied.

Three of the operators improved their productivity by between 6 and 18 percent after applying Thinning in Sections. The productivity of the other two operators remained unchanged. The total length of boom tip movement was reduced by an average of 4.3 percent when Thinning in Sections was applied. Both the recorded and experienced workload were largely unchanged after the change in work method.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Bakgrund	3
Syfte.....	5
Material & metod	5
Resultat	8
Prestation	8
Krankörning	9
Arbetsbelastning	10
NASA TLX	10
Diskussion	10
Prestation	12
Krankörning	12
Arbetsbelastning	13
NASA TLX	13
Slutsatser.....	13
Referenser.....	14
Bilaga 1 Momentindelning, tidsstudier.....	15

Sammanfattning

Vid täta klena gallringar ställs skördarföraren inför många stammar och ett bestånd med ett lågt ekonomiskt värde på den enskilda stammen. Detta leder till att föraren är tvungen att fatta många beslut på kort tid och om föraren saknar rationell metod för att utföra avverkningen riskerar det att leda till låg produktivitet och hög mental arbetsbelastning. En stor del av tidsåtgången, och även en relativt stor andel av bränsleförbrukningen, för en skördare orsakas av krankörning samtidigt som risken för skador i det kvarvarande beståndet ökar med ökad krankörning.

Mot bakgrund av detta har Skogforsk tillsammans med Peter Larsson, Progalli Skog AB satt samman goda erfarenheter gällande arbetsmetoder i tidig gallring under namnet *sektionsgallring*. Den huvudsakliga principen i sektionsgallring är att gallra i sektioner vinkelrätt ut från sidan av maskinen. Målsättningen är att placera maskinen så att arbetet med kranen sker nära maskinen. Genom att också använda ett flerträdshanterande aggregat ska gallringen utföras så att krankörningen minimeras. Arbetsmetoden är en sammanställning av goda erfarenheter och tillämpas inom vissa skogsbolag, men denna studie är den första systematiska utvärderingen av effekter på prestation och arbetsbelastning vid tillämpning av sektionsgallring.

För utvärderingen studerades fem erfarna skördarförare när de gallrade två bestånd med olika stamtäthet i en skördarsimulator. Studien i skördarsimulatoren var uppdelad på tre tillfällen; en dag för att bekanta sig med simulatormiljön, en dag då ursprunglig metod studerades och en för studier av förarnas tillämpning av sektionsgallring. Mellan studierna av förarnas arbetsmetoder gavs de en utbildning i sektionsgallring och uppmanades att använda metoden i sitt dagliga arbete för att bli mera bekanta med den. Som tidigast fyra månader efter utbildningstillfället återvände förarna till skördarsimulatoren där deras arbete återigen studerades.

För att mäta förarnas prestation gjordes kontinuerliga tidsstudier med förutbestämda arbetsmoment. Genom mjukvaran i skördarsimulatoren registrerades den totala mängden krankörning och därifrån beräknades den genomsnittliga krankörningen per avverkad stam. Arbetsbelastningen studerades dels genom att en mjukvara med hjälp av sex kameror registrerade mängden huvudrörelser per avverkad stam, dels genom att förarna fyllde i självskattningsformuläret NASA TLX. Eftersom valet av arbetsmetod är beroende av föraren filmades även körningarna för att i efterhand möjliggöra en bedömning av i hur stor grad sektionsgallring tillämpades. Denna studie har varken undersökt effekter på bränsleförbrukning eller på hur kvaliteten i skotningen påverkades.

Tre av förarna ökade sin prestation med mellan 6 och 18 procent vid byte av arbetsmetod till sektionsgallring. Av dessa tre bedömdes två tillämpa metoden mer eller mindre fullt ut och den tredje i klart lägre grad. De andra två förarna hade en oförändrad prestation där en förare bedömdes tillämpa metoden fullt ut och den andra endast i liten utsträckning hade ändrat sin arbetsmetod. Mängden krankörning minskade i genomsnitt med 4,3 procent vid ändrad arbetsmetod. Både den registrerade och upplevda arbetsbelastningen var i stort sett oförändrade med bytet av arbetsmetod. Undantagen var en förare som ökade mängden huvudrörelser samtidigt som hen ökade sin prestation och ytterligare en som minskade mängden huvudrörelser per avverkad stam samtidigt som prestationen var oförändrad.

Sammanfattningsvis har arbetsmetoden en potential att högst väsentligt öka prestationen men även vid god tillämpning av arbetsmetoden kan prestationen vara opåverkad. Detta är troligtvis främst beroende av om föraren hade en rationell arbetsmetod redan innan denne utbildades i sektionsgallring. Studien gav inga belägg för att förarens arbetsbelastning förändras vid byte av arbetsmetod.

Bakgrund

Sett över ett längre perspektiv har efterfrågan på skogsbränsle stigit och åtaganden från såväl Sverige som andra länder om ökat användande av biobränslen gör att användandet av skogsbränsle kan förväntas öka. Ett av skogsbränslesortimenten är uttag som görs i tidiga gallringar av helträd, delkvistad energived eller stamved. Dessa åtgärder görs antingen i eftersatta bestånd där röjningen inte utförts enligt plan eller som tidiga konventionella gallringar. Klenskogsgallringar har ofta låg lönsamhet och motiveras inte sällan utifrån den beståndsvårdande egenskap de fyller.

Problemet för samtliga uttagsformer av skogsbränsle i gallringar är att lönsamheten är låg. För att förbättra prestationen och därmed lönsamheten kan tekniken utvecklas, arbetsmetodiken förbättras eller åtgärderna göras i bestånd med bättre förutsättningar. Det sistnämnda alternativet är ofta inte en möjlighet då tillståndet i eftersatta bestånd inte förbättras över tid och kostnaderna för tillväxtförlusterna stiger ju längre åtgärden dröjer. Den tekniska utvecklingen för avverkning i klena bestånd går snabbt framåt och nya tekniska lösningar presenteras ständigt även om det fortfarande i de flesta fall är mest effektivt att använda en konventionell gallringsskördare utrustad med ett flerträdshanterande aggregat. Den arbetsmetod som används i klena gallringar är oftast densamma som används vid senare gallringar med skillnaden att flerträdshantering i stort sett alltid används. För att effektivisera arbetet i gallringar har Skogforsk sammanställt arbetsmetoder för dessa bestånd och samlat det under en arbetsmetod som kallas sektionsgallring (Iwarsson Wide, 2012).

I en gallring, krävs i större utsträckning än i slutavverkning, aktiva beslut om vilka stammar som ska avverkas. Mängden beslut ökar med antalet stammar i beståndet. Detta tillsammans med att klenare stammar kan hanteras snabbare gör att klena täta gallringar innebär ett högt tempo med en stor mental arbetsbelastning (Gellerstedt, 1993). Genom att hela den tekniska potentialen på en skördare sällan utnyttjas blir förarens påverkan på prestationen stor (Sirén, 2001). För att studera skillnader i prestation mellan olika arbetsmetoder är ett alternativ att använda en skördarsimulator så att förhållanden kan hållas lika mellan upprepningarna och endast de önskade variablerna undersöks (Firdley m.fl., 1982; Ovaskainen, 2006).

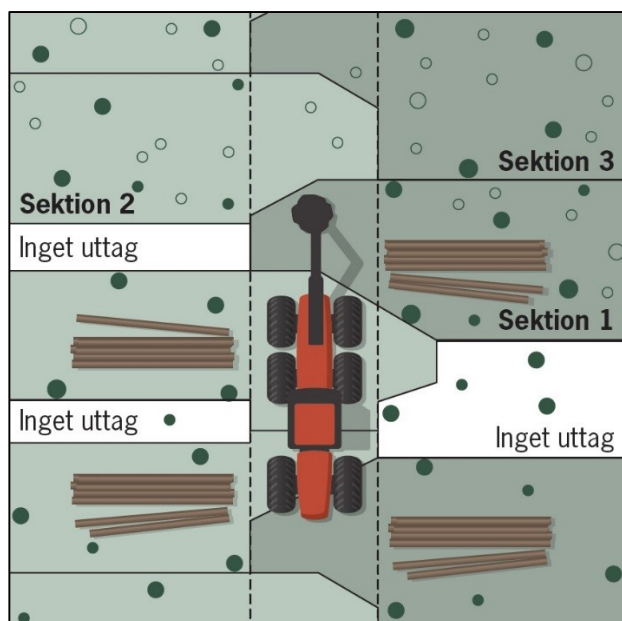
När en ny förare börjar köra skördare förväntas prestationen ständigt öka tills det att full produktivitet uppnås. Denna inläring kan ha olika förlopp och formen på inlärningskurvan är individuell. Purfürst (2010) visade utifrån ett stort antal skördarförare att full prestation uppnås inom 6–12 månader. För en erfaren förare tar det däremot ca en månad att uppnå full prestation efter att de bytt maskin (von Bodelschwingh & Pausch, 2003). Vid ändrade inställningar eller kontroller i den maskin som används tar det också ungefär en månad att uppnå full prestation (Höllerl, 2005).

Skogsmaskinförare drabbas i större utsträckning än befolkningen i allmänhet av muskelsmärter i nacke och skuldror. Genom att arbetet kombinerar vibrationer, stillasittande och upprepade rörelser blir risken för skador stor (Jack & Oliver, 2008). Då dessa skador inte enbart uppstår tillsammans med smärter i ryggslutet kan det inte anses bara bero på vibrationer utan även hur förarna rör sig i arbetet (Rehn m.fl., 2002). För att undvika skador bör arbetet organiseras så att förarna kan ta många korta pauser och ges möjlighet att påverka arbetsbelastning och planeringen av arbetet (Østensvik m.fl., 2008).

Det finns två huvudsakliga syften med sektionsgallring; att bidra till minskad arbetsbelastning och att ge ökad prestation i täta gallringar. Genom att fokusera arbetet till sektioner vinkelrät mot maskinen minskas mängden kranrörelser samtidigt som systematiken gör att mängden beslut som behöver fattas minskar. Nedan följer en sammanfattning av arbetsmetoden som beskrivits mer utförligt av Iwarsson Wide (2012) och Anon. (2014).

Principen för sektionsgallring är att föraren för varje uppställningsplats ser ut en yta inom maskinens arbetsområde där det huvudsakliga uttaget kommer att göras och placerar virkeshögen där. Det är den yta som kallas för sektion (Figur 1). Djupet på sektionen utgörs av kranens räckvidd och bredden bestäms av de huvudstammar som skall vara kvar. För att få överblick bör sektionerna i stamtäta beståndsavsnitt hållas ganska smala, medan de kan vara bredare i glesare partier. Vid sektionsgallring jobbar föraren vinkelrätt ut från stickvägen in i den sektion man sett ut i sin löpande arbetsplanering. Virkeshögen placeras där uttaget i sektionen är som störst. Stammarna upparbetas på den sida om stickvägen där de står. Träd inom ca tre meter från däcksidan fälls inåt över stickvägen, medan de som står utanför tremetersgränsen fälls utåt och matas mot maskinen. Har föraren en gång börjat jobba i en sektion skall den gallras klart innan nästa sektion påbörjas. Att lyfta ut ris i stickvägen – om förhållandena kräver det – är det sista momentet innan sektionen avslutas.

Genom att vara konsekvent och arbeta inom de givna sektionsgränserna blir kranrörelserna korta, risken för skador på kvarstående stammar blir liten och beståndet blir väl genomgallrat. Föraren kan arbeta lugnt och metodiskt och virket hamnar vinkelrätt mot stickvägen, i god ordning för skotaren.



Figur 1.
Schematisk bild av sektionsgallring

Sektionsgallring tillämpas inom ett antal skogsföretag och erfarenheterna är positiva. Förare uttrycker att prestationen i både avverkning och skotning förbättrats samtidigt som bränsleförbrukningen minskat och arbetsmiljön förbättrats. Då arbetsmetoden skapats utifrån goda exempel och praktiska erfarenheter har ingen systematisk utvärdering gjorts av om dessa effekter faktiskt kan observeras.

Syfte

Studiens syfte är att undersöka effekter på prestation och arbetsbelastning vid tillämpning av sektionsgallring i tidiga gallringar.

Material & metod

För att utvärdera effekterna på prestation och förarens arbetsbelastning vid tillämpning av sektionsgallring jämfört med tidigare metod studerades fem förare vid gallring i två olika bestånd (Tabell 1) i en skördarsimulator.

Tabell 1.
Beskrivning av bestånden som simulerats till studien

	Bestånd A	Bestånd B
Antal stammar per hektar	1 978	2 144
Medeldiameter (cm)	7,0	8,0
Medelhöjd (m)	9,9	10,2
Medelstamsvolym (dm ³)	24	34

I studien deltog fem förare som hade mellan 5 och 18 års erfarenhet av att köra skördare. Förarna arbetade i tre olika maskinlag och alla körde både skördare och skotare i sitt nuvarande arbete. Förarna instruerades att göra det som de upplever en normal gallring av bestånden och att framförallt eftersträva samma gallringsstyrka varje gång de körde.

Det första steget i studien var att förarna tillbringade en dag i skördarsimulatorn då de bekantade sig med funktionaliteten och testade hur tekniken fungerade. Därefter inleddes studien då förarna med slumpad startordning turades om att gallra de två bestånden tills det att varje förare gallrat respektive bestånd tre gånger. En tid senare fick förarna tillsammans med resten av sitt arbetslag utbildning för att lära sig om sektionsgallring av en erfaren instruktör. Därefter uppmanades de att tillämpa metoden i sitt vardagliga arbete. En månad senare gjordes en uppföljning av utbildningen för att se hur väl metoden tillämpades och diskutera hur metoden skulle kunna tillämpas fullt ut. Mellan fyra och sju månader efter det första studietillfället avslutades studien med att förarna återigen gallrade varje bestånd i skördarsimulatorn tre gånger, denna gång med uppmaningen att använda sektionsgallring.

Prestationen mättes genom kontinuerliga tidsstudier där arbetet delades in i väldefinierade arbetsmoment (Bilaga 1). Det fanns en osäkerhet i kvaliteten på mätningen av stammarnas diameter av aggregatet i skördarsimulatorn. Därför kunde inte kubikmeter per timme användas för att mäta prestation. Eftersom de gallrade bestånden var identiska mellan upprepningarna användes i stället antal avverkade stammar per effektiv arbetstimme (stammar/ G_0h) som mått på prestationen. För att undersöka effekter på krankörningen användes data som automatiskt samlades in i skördarsimulatorn om den totala horisontella sträckan för kranpetsens förflyttning. För att även göra detta mått jämförbart mellan körningarna beräknades hur många meter kranpetsen förflyttades per avverkad stam samtidigt som ett avdrag gjordes för den sträcka basmaskinen flyttats.

Förarnas ackumulerade huvudvridning från sida till sida per avverkat träd i medeltal användes som ett mått på förarnas arbetsbelastning. Sektionsgallringen innebär att arbetet sker i en sektion i taget och att den görs klart innan nästa sektion påbörjas. Det innebär att endast en begränsad sektor borde vara intressant för föraren att hämta visuell information från under tiden den sektionen gallras. Den extrema kontrasten skulle vara en metod där varje träd inom kranens räckvidd potentiellt kan vara nästa träd att fälla. Det skulle innebära att en stor sektor är intressant för föraren att hämta visuell information från.



Figur 2.
Exempel på bilder som samlats in med eye-trackingutrustning för bestämning av huvudrörelser.

Hur många grader föraren vridit på huvudet totalt per avverkat träd blir ett mått på den fysiska aktivitet som föraren utförde i samband med den visuella informationsinhämtningen. Ett högre värde på ackumulerad huvudvridning per träd, indikerar att föraren överväger en större sektor innehållandes fler träd, vilket borde innebära större mental belastning.

För att registrera huvudvridningarna användes en Smart Eye Pro eye-tracking-utrustning. Förarnas huvud filmades av sex kameror. Genom programmets automatiska bildanalys registreras huvudets riktning med 60 Hertz frekvens (Figur 2). Den totala huvudvridningen beräknades som summan av skillnaden mellan varje registrering av huvudets riktning. Programmet registrerade huvudvridningar i en dimension, från sida till sida, och presenterade den totala vinkeln i radianer. För att undvika de passager i körningarna då faktiskt gallringsarbete inte utfördes analyserades en datamängd från de mittersta tio minuterna av varje körning. Huvudvridningen per träd beräknades genom att dividera den totala huvudvridningen med antalet träd som avverkats under samma tidsperiod.

För att uppskatta förarnas arbetsbelastning användes självskattningsmetoden NASA Task Load Index (Anon. u.å.). Förarna fyllde i skattningsformulären efter andra körningen av respektive bestånd vid varje studietillfälle. I formuläret används sex typer av arbetsbelastning som förarna ska skatta vikten och förekomsten av i uppgiften de utför. Detta ger ett sammantaget värde mellan noll och femton där högre värde anger större upplevd arbetsbelastning.

Förarna har genomgått utbildning för att förstå hur sektionsgallring kan användas. De har också haft en uppföljning en månad efter utbildning för att nå bästa möjliga tillämpning av metoden. Trots detta är det inte självklart att de i slutändan tillämpar sektionsgallring. Som ett sista steg för att säkerställa att studien fokuserar på skillnader mellan ursprunglig arbetsmetod och sektionsgallring gjordes en bedömning av i vilken grad förarna tillämpade sektionsgallring under utvärderingen i skördarsimulatoren. Bedömningen utfördes av Fredrik Ekelund, instruktör i sektionsgallring inom StoraEnso, som också varit den som instruerat förarna i hur sektionsgallring utförs.

Bedömningen gjordes subjektivt efter en femgradig skala utifrån fyra kriterier:

- Hur väl förarna undviker att arbeta med kranen onödigt långt från maskinen.
- Hur väl de undviker att arbeta snett framför maskinen och endast arbetar rakt ut från maskinens sida.
- Hur väl en sektion gallras färdigt innan vidareförflyttning.
- Hur väl högarna läggs enligt instruktion, rätt träd i rätt hög.

De statistiska analyserna gjordes med SAS Enterprise Guide 6.1 och gränsen för signifikans i analyserna är $p < 0,05$ om inget annat anges.

Resultat

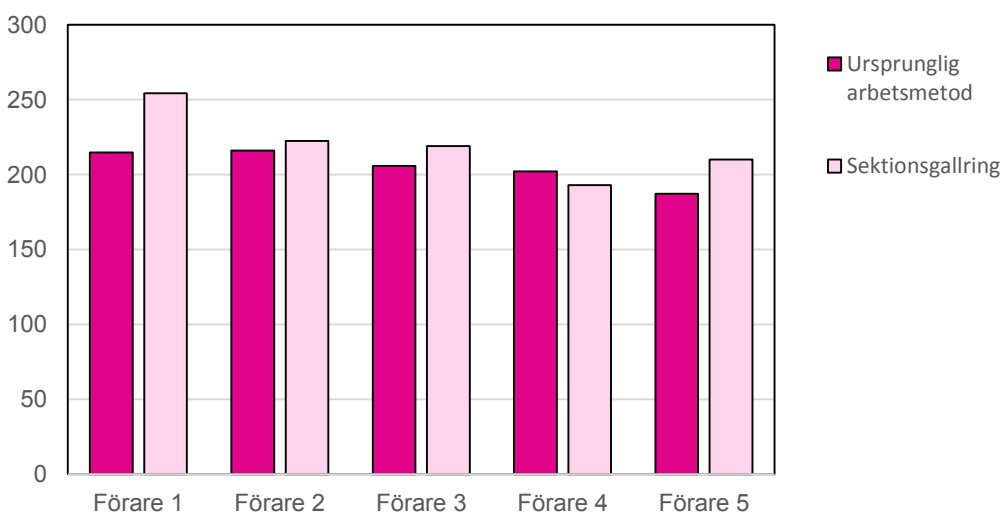
Under studien genomfördes 60 körningar, genomsnittstiden var 16,5 minuter per körning och i medel avverkades 56 träd. Av studiens fem förare bedömdes alla tillämpa sektionsgallring, men i olika grad. Förare 1 och 2 tillämpade metoden fullt ut medan Förare 3 bedömdes göra det i mindre utsträckning. De förare som bedömdes tillämpa sektionsgallring minst var Förare 4 och 5. Gemensamt för alla förare var att de hade en tendens att lämna sektionerna innan de var färdiggallrade. Däremot var förarna noga med att arbeta vinkelrät mot maskinen och därmed undvika att arbeta med kranen snett framför maskinen.

PRESTATION

Observerad prestation låg mellan 187 och 254 avverkade stammar per G_0 -timme. De faktorer som generellt sett signifikant påverkade prestationen var förare, andelen krancykler med flerträdshantering, arbetsmetod, vilken körning i ordningen det var samt interaktionen mellan förare och arbetsmetod. Det fanns en skillnad i prestation mellan bestånden men denna skillnad var inte signifikant ($p = 0,10$). Denna modell förklarar 88,5 % av variationen i prestationen.

Tre förare uppvisade signifikant ökad prestation när de tillämpade sektionsgallring jämfört med initial arbetsmetod; Förare 1 (+18 %), Förare 3 (+6,4 %) och Förare 5 (+12,3 %) (Figur 3). Förare 2 och 4 hade inte signifikant ändrad prestation efter att de bytt arbetsmetod.

Prestation, avverkade stammar/ G_0 h



Figur 3.
Prestation fördelat på förare och arbetsmetod.

Inledningsvis uppvisade Förare 5 en signifikant lägre prestation än de andra. Men efter att förarna ändrat arbetsmetod var denna prestation i nivå med de andra förarna. Förare 1 inledde med en normal prestation men vid uppföljningen var dennes prestation signifikant högre än de andras (Figur 3).

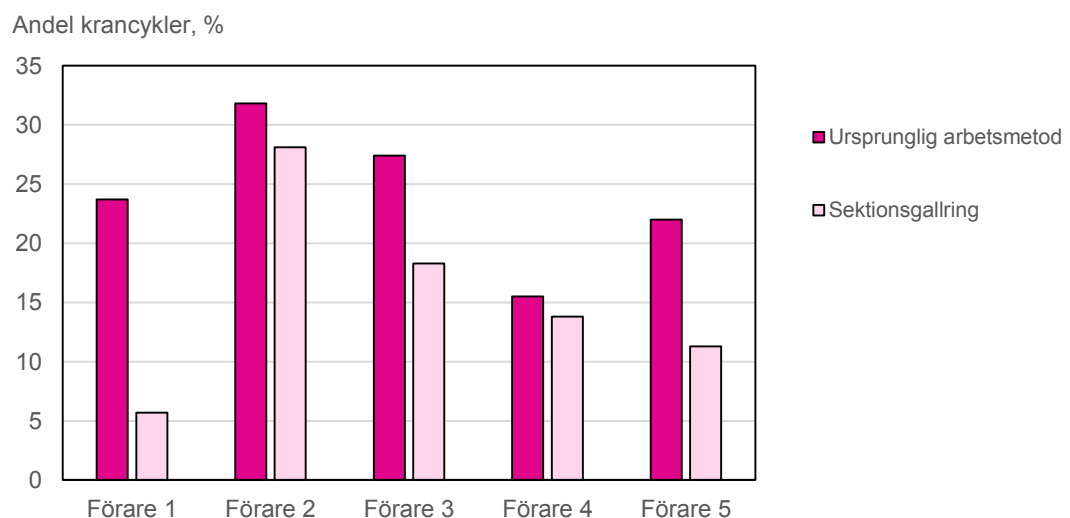
Samtliga förare uppvisade signifikanta inlärningseffekter, vid körning med båda arbetsmetoderna i båda bestånden. Mellan första och andra körningen ökade prestationen i genomsnitt 7,2 %. Inlärningseffekten var dock endast signifikant mellan första och andra körningen av respektive bestånd under de båda studiedagarna.

KRANKÖRNING

Förarna förflyttade kranspetsen i medeltal 11,26 meter per avverkad stam. Medeltalen varierade mellan 10,31 meter per stam (Förare 5) och 12,58 meter per stam (Förare 2). Ingen av förarna förändrade den totala mängden krankörning signifikant vid byte av arbetsmetod. Däremot var det en signifikant mindre mängd krankörning per avverkad stam (4,3 procent) då sektionsgallring tillämpades.

Modellen för minskningen av mängden krankörning bygger på följande variabler; förare, arbetsmetod, interaktionen mellan förare och arbetsmetod, antal avverkade stammar per timme, andel krancykler med flerträdshantering, bestånd samt interaktionen mellan andelen krancykler med flerträdshantering och beståndet. Denna modell förklarar 79 % av variationen i materialet.

Förarna använde flerträdshantering i olika utsträckning men generellt sett tillämpades det i en låg andel av krancyklerna (Figur 4) och andelen sjönk vid sektionsgallring. Förare 1 och 5 minskade signifikant andelen krancykler med flerträdshantering när de tillämpade sektionsgallring. De andra tre förarna ändrade inte andelen flerträdshantering signifikant mellan studietillfällena. I medeltal användes flerträdshantering i 23 procent av krancyklerna vid det första studietillfället medan siffran sjönk till 17 procent vid tillämpning av sektionsgallring.



Figur 4.
Andel krancykler med flerträdshantering uppdelat på förare och arbetsmetod.

ARBETSBELASTNING

Den ackumulerade huvudvridningen hos förarna var i medeltal 1 070 grader per 10 minuter körning, intervallet var 470–2 034 grader per tio minuter.

I genomsnitt avverkade förarna 34,3 träd under dessa tio minuter. Den totala huvudvridningen varierade stort mellan förare men förändrades inte med byte av arbetsmetod.

Den ackumulerade huvudvridningen per avverkad stam var i genomsnitt 32 grader per avverkad stam och sett till individuella körningar var intervallet 12–72 grader per avverkad stam.

Skillnaderna mellan förarna var stora medan förarna över lag inte ändrade sitt beteende när de bytte arbetsmetod. De förare som signifikant ändrade mängden huvudrörelser var Förare 1 som ökade mängden huvudvridningar per avverkad stam och Förare 4 som minskade mängden huvudvridningar efter att ha bytt arbetsmetod. Mängden huvudvridningar per avverkat träd korrelerade, förutom med förare, också positivt med prestationen och mängden krankörning. Detta betyder att vid körningar med högre prestation och mängd krankörningar förekom också ökad mängd huvudvridningar per avverkad stam.

NASA TLX

Genom självskattningsformuläret NASA TLX uppvisade ingen av förarna en ändrad arbetsbelastning vid byte av arbetsmetod. Det registrerades inga signifikanta skillnader varken vid byte av arbetsmetoderna eller vid gallring av olika bestånd. Det fanns inte heller ett samband med förarnas observerade prestation eller mängden huvudrörelser per avverkad stam och den upplevda arbetsbelastningen.

Diskussion

Fem förare ingick i studien och flera olika aspekter av deras arbete i skördarsimulatoren har studerats. Nedan följer en kort sammanfattning av resultaten för respektive förare:

- Förare 1 var den förare som bedömdes tillämpa arbetsmetoden bäst. Inledningsvis hade Förare 1, 2, 3 och 4 en prestation som inte signifikant skiljde sig åt men vid uppföljningen hade Förare 1 i särklass högst prestation. Vid byte av arbetsmetod ökade Förare 1 samtidigt mängden huvudrörelser per avverkad stam och sänkte kraftigt andelen krancykler med flerträdshantering.
- Förare 2 bedömdes tillämpa sektionsgallring i hög grad men uppvisade varken ökad prestation eller ändrad mängd huvudrörelser. Förare 2 var den förare med mest krankörning per avverkad stam.
- Förare 3 tillämpade sektionsgallring i stor utsträckning och ökade sin prestation relativt lite, men förändringen var signifikant då prestationen var jämn mellan körningarna. Förare 3 ändrade inget annat av det som studerades mellan körningarna med undantag för det fanns en antydning ($p = 0,12$) till minskning av andelen krancykler med flerträdshantering efter byte av arbetsmetod.

- Förare 4 var den av de studerade förarna som bedömdes tillämpade sektionsgallring i lägst grad samtidigt som det fanns en antydning till att prestationen sjönk vid ändrad arbetsmetod ($p = 0,12$). Förare 4 uppvisade ingen signifikant ändrad prestation vid sektionsgallring men minskade däremot mängden huvudrörelser per avverkad stam.
- Förare 5 ökade sin prestation utan att tillämpa sektionsgallring i stor utsträckning. Förare 5 utmärkte sig också genom att ha den inledningsvis lägsta prestationen och använda minst kranrörelser per avverkad stam.

Eftersom förarna filmades medan de utförde gallringen, kunde en bedömning göras av i hur stor grad de tillämpade sektionsgallring. Bedömningen var subjektiv men utfördes av en erfaren instruktör som använde tydliga bedömningskriterier. Denna bedömning sammanfaller med författarnas bedömning av förarnas inställning till arbetsmetoden. Några förare ansåg sektionsgallring som en stor förbättring av arbetsmiljö och prestation i både skördare och skotare. Uppföljning av dessa förares maskinlag har även visat att bränsleförbrukningen sänkts i båda maskinerna. Andra ansåg att metoden inte innebar en stor skillnad mot deras arbetsmetod innan och att det mer kunde betraktas som en störning av ett redan fungerande mönster.

Vid alla studier finns en risk att förarna uppfattat vad som är ”rätt” och agerar därefter. Dessa processer sker mer eller mindre omedvetet och vissa agerar för att göra ”rätt” medan andra reagerar tvärtom. Dessa effekter kan inte kvantifieras eller på ett enkelt sätt undersökas. Den möjlighet som finns är att eftersträva ett studieupplägg och ett beteende från de som leder studien som inte allt för tydligt indikerar för förarna vad som är ”rätt” beteende. I denna studie har det genom hela projektet varit klart för förarna varför de deltagit och förhoppningen är att förarna inspirerats till att vara fördomsfria genom öppna diskussioner och stor transparens från försöksledningen. Förarnas inställning till arbetsmetoden kan ha påverkat hur de fyllde i självskattningsformulären. Detta fenomen kan slå i båda riktningar, förare som är positiva till arbetsmetoden kan överdriva framstegen medan de som är negativt inställda kan ha svårare att ta till sig budskapen och utvecklas.

Ovaskainen (2005) konstaterade att skördarförarens prestation inte skiljer sig åt mellan verklig körning och vid körning i en skördarsimulator. Simulatormiljön skiljer sig trots detta från den miljö som skördarförare normalt befinner sig i på flera sätt. I en modern skördare finns stora möjligheter att skraddarsy förarmiljön. Men i den använda skördarsimulatorn finns endast en standardkonfiguration, vilket medför att förarna får vissa skillnader i funktionaliteten mellan simulator och vardagligt arbete. Det är omöjligt att kvantifiera hur skördarsimulatorn skiljer sig från verklig körning men eftersom samtliga jämförelser av förarnas prestation och arbetsbelastning gjordes i simulatormiljön har ingen särskild korrigering gjorts för dessa skillnader.

I studien fanns inga uttalade referensförare som utfört samma uppgifter men med skillnaden att de inte ändrat sin arbetsmetod. Förfarandet ansågs för resurskrävande samt att tidigare studier visat på små skillnader i prestation mellan simulatorkörning och normalt arbete. Funktionen med en referensförare är främst att kunna kvantifiera och kunna korrigera för inlärnings effekter. Eftersom förarna tillämpade sektionsgallring i olika grad där två gjorde det i relativt liten utsträckning kan dessa två till viss del anses ha agerat referensförare. Den inlärnings effekt som observerades var en signifikant ökning av prestationen mellan första och andra körningen av varje bestånd under de två dagarna. Det fanns inte en signifikant skillnad i inlärnings effekter mellan förare eller studietillfälle. De ofrivilliga referensförarna ger därmed belägg för att det inte finns ett tydligt behov av korrigering för inlärnings effekter.

PRESTATION

Mängden krankörning per avverkad stam minskade med ökande prestation och samtidigt minskade andelen krancykler med flerträdshantering. En förklaring till detta kan vara att ökad användning av flerträdshantering kan leda till minskad mängd krankörning då kranen inte behöver föras inåt för uppbyggnad efter varje stam. Detta leder då till minskad tidsåtgång per avverkad stam och ökad prestation. Alternativet till denna förklaring är att förare som inte gallrade långt från maskinen kan få en högre prestation och därmed minskade kranrörelser. Det fanns däremot inget samband mellan mängden kranrörelser och hur många stammar som avverkades, vilket gör att denna hypotes förutsätter att förarna som inte gallrade långt in från stickvägen i stället gallrade hårdare på den gallrade arealen.

KRANKÖRNING

En av grunderna för en effektiv tillämpning av sektionsgallring är en god användning av flerträdshanteringsfunktionen. Trots detta ökade ingen av förarna andelen krancykler med flerträdshantering medan två av dem minskade denna andel vid bytet av arbetsmetod. Det kan finnas flera anledningar till detta. Exempelvis uttryckte förarna att känslan i flerträdsfunktionen i simulatorn var annorlunda mot vad de var vana vid. Inledningsvis uppmanades förarna att tillämpa flerträdshantering i största möjliga mån men vid senare körningar gavs förarna större frihet. När förarna då fick välja själva kan de ha valt att undvika flerträdsfunktionen.

Vid studietillfället då förarna tillämpade sektionsgallring använde de 4,3 procent mindre kranrörelser per avverkad stam. En av de positiva effekterna med sektionsgallring är att krankörningen ska minska. Detta förväntas ske genom mer flerträdshantering, rationell placering av maskinen, en strukturerad ordning för vilken ordning stammar ska avverkas samt principen om att en sektion ska gallras färdigt innan nästa inleds. Inom studien kan extra krankörning ha uppstått då förarna inte var helt bekväma med avståndsbedömningen i skördarsimulatorn och därför greppade efter träd som stod utanför kranens räckvidd. För att undvika förekomsten av dessa felkällor gavs förarna tid att bekanta sig med simulatormiljön så det är rimligt att anta att det förekom i liten utsträckning.

ARBETSBELASTNING

Vid studierna av huvudrörelserna beräknades mängden huvudrörelser per avverkad stam. Om man analyserar arbetssättet mer detaljerat är det möjligt att huvudrörelserna per uppställningsplats skulle kunna ge en mer rättvisande bild. Invändningen är att antalet stammar som avverkas vid varje uppställningsplats skiljer sig åt, samtidigt som mängden huvudrörelser kan förväntas bero på antalet avverkades stammar.

NASA TLX

Att använda självskattningsformuläret NASA TLX är en metod för att fånga hur individer upplever en situation och innehåller därför ett mått av subjektivitet. Det finns en risk att någon som inte är bekant med formuläret använder åtminstone första gången till att testa sig fram och sedan etablerar en nivå. I detta fall var det så länge som sju månader mellan testomgångarna, vilket ytterligare kan ha försvårat förarnas bedömningar. Deltagarna kan även prata ihop sig om hur de upplevde uppgiften, vilket kan påverka resultaten. För dessa kända problem har åtgärder vidtagits, förarna fick en instruktion innan formuläret fylldes i, samtidigt som de uppmanades att fylla i formulären utan att diskutera upplevelsen förrän efteråt. Trots detta uppgav två av förarna större skillnader i sin arbetsbelastning mellan bestånden än mellan de två arbetsmetoderna. Detta kan betyda att de faktiskt upplevde bestånden som väldigt olika eller så hade de inte riktigt hittat formerna för hur formulären skulle fyllas i.

Slutsatser

Studiens slutsatser är att sektionsgallring är en arbetsmetod som har potential att öka prestationen för skördarförare i täta gallringar. I studien observerades prestationsökningar mellan 0 och 18 procent för erfarna förare samtidigt som krankörningen per avverkad stam minskade med i genomsnitt 4,3 procent. Vid undersökning av effekter på arbetsbelastningen konstaterades ingen förändring vid tillämpning av sektionsgallring. Detta kan bero på att den studerade miljön i en skördarsimulator skiljer sig från förarnas vardagliga arbetsmiljö, vilket försämrar möjligheterna att se snabba och tydliga effekter. Vidare tyder resultaten på att förarnas inställning till arbetsmetoden påverkar i vilken grad den tillämpas.

Referenser

- Anon. u.å. NASA Task Load Index (TLX) v 1.0 Pencil and Paper Package. Human Performance Research Group, NASA Ames Research Group.
- Anon. 2014. Sektionsgallring – så här gör du. Thinning in sections – how it's done <http://jobbaiskogen.se/general/sektionsgallring-sa-har-gor-du.html> hämtad [2014-06-10].
- Belbo, H. 2011. Efficiency of accumulating felling heads and harvesting heads in mechanized thinning of small tree diameter trees, Linnaeus University Dissertation 2011:66.
- von Bodelschwingh, E., Pausch, R. 2003. Der Valmet 801 Combi – erster Praxis Einsatz in Deutschland (VALMET 801 combi – first operational test results), AFZ-Der Wald 17:858–860.
- Eliasson, L. 1998. Analyses of Single-Grip Harvester Productivity (Doctoral dissertation, Swedish University of Agricultural Science, 1998). Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestris, 1998:80.
- Fridley, J. L., Garbini, J. L. & Jorgensen, J. E. 1982. Interactive simulation of forest thinning system concepts. 1982 winter meeting of ASAE. Palmer House, Chicago Illinois, American Society of Agricultural Engineers. 16.
- Gellerstedt, S. 1993. Att gallra med skogsmaskin – Det mentala och fysiska arbetet. Thinning with a forestry machine – The mental and physical work (in Swedish, abstract in English). Uppsatser och resultat 244. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsteknik.
- Höllerl, R. 2005. Auf die Grösse kommt es an – oder doch nicht? (The size is important – or not?). Forst & Technik 17(3):16.
- Iwarsson Wide, M. 2012. Bättre flyt och högre produktivitet med sektionsgallring. Skogforsk resultat 2012:4.
- Jack, R. J. & Oliver, M. 2008. A review of factors influencing whole-body vibration injuries in forestry mobile machine operators. International Journal of Forest Engineering, 19(1), 51–65.
- Ovaskainen, H. 2005. Comparison of harvester work in forest and simulator environments. Silva Fennica 39(1): 89–101.
- Purfürst, F. T. 2010. Learning Curves of Harvester Operators. Croatian Journal of Forest Engineering 31(2):89–99.
- Rehn, B., Bergdahl, I. A., Ahlgren, C., From, C., Järholm, B., Lundström, R., Nilsson, T. & Sundelin, G. 2002. Musculoskeletal symptoms among drivers of all-terrain vehicles. Journal of Sound and Vibration, 253(1), 21–29.
- Sirén, M. 2001. Tree damage in single-grip harvester thinning operations. Journal of Forest Engineering 12(1): 29–38.
- Østensvik, T., Veierstedt, K., Cuchet, E., Nilsen, P., Johansson Hansed, J., Carlzone, C. & Winkel, J. 2008. A search for risk factors of upper extremity disorders among forest machine operators: A comparison between France and Norway. International Journal of Industrial Ergonomics, 38 (2008) 1017–1027.

Momentindelning, tidsstudier

Moment	Definition
Kran ut	Börjar när kranen börjar röra sig mot stam som ska avverkas. Avslutas när aggregatet sätts an mot första stam i krancykeln.
Ackumulering/avverkning	Inleds då aggregatet sätter an mot första stam i krancykeln. Avslutas när sista trädet i krancykeln är avskilt från stubben.
Upparbetning/kran in	Inleds då sista trädet i krancykeln är avskild från stubben och avslutas då samtliga stammar upparbetats och kranen stannar alternativt rör sig ut från maskinen för att inleda nästa krancykel.
Förflyttning	Då maskinen rör sig men kranen inte är i rörelse.
Övrigt	Tid som hör till arbetet men ej definierats ovan.
Störning	Tider som ej är normalt arbete, t.ex. telefon, lunch, stillestånd.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2015

År 2015

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

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

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. 877–2015



www.skogforsk.se