



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 819–2014

Studie av Fixteri FX15a kenträdsbuntare

Study of Fixteri FX15a
small-tree bundling unit

Rolf Björheden, Skogforsk och Yrjö Nuutinen, Metla



SKOGFORSK

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 819–2014

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

Titel:

Studie av Fixteri FX15a
kenträdsbuntare.

Study of Fixteri FX15a
small-tree bundling unit.

Bildtext:

Fixteri FX15a under arbete i stamtätt, klenkt konfliktbestånd.
(Foto: Yrjö Nuutinen, Metla)
(R. Björheden, Skogforsk).

Ämnesord:

Grot, Skogsbränsle,
Täckning, Lagring, Kvalitet.
Logging residue, energy wood,
coverage, storage, quality.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2014

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



Rolf Björheden. Chef för FoU-programmet Teknik- och virke och ledde tidigare Skogsbränsleprogrammet. Han har främst arbetat med metod- och systemutveckling för drivning och transport.



Yrjö Nuutinen, Metla. Finsk skogsmästare som disputerat inom området tidstudiemetodik. Han har främst genomfört studier av teknik för avverkning av traditionellt rundvirke och av energiråvara.

Abstract

The Fixteri FX15a small-tree bundler fells small trees and feed them into an automatic bundling unit, producing 2.5 m long bundles of 0.5 m³ solid volume.

The machine was studied in three stands, dominated by Scots pine (*Pinus silvestris*). One dense, small-dimension stand with abundant undergrowth, another almost free of undergrowth. The third stand was a 'normal' first thinning stand.

Performance in the stand with undergrowth was 9.7 m³/EOh (the average tree volume was 27 dm³). In the stand with no undergrowth a performance of 11.9 m³/EOh was recorded (44 dm³). In the first thinning stand performance reached 13.8 m³/EOh (84 dm³).

The performance levels recorded in this study for Fixteri FX15a are 1.9 – 2.6 times higher than those reported for a previous version, Fixteri II. The improvement in performance was largest in the dense stands, indicating that tree sizes from 30 to 50 dm³ is close to the relative optimum for the machine. In the first thinning, with trees averaging 84 dm³, handling problems started to occur.

Behind the improved performance is an increased technical potential for multi-tree handling. Analyses show that crane work (felling-feeding the bundling unit) was delimiting. Further development should focus on more efficient crane work, felling, accumulation and feeding.

Förord

Studien har finansierats av programmet ”Effektivare skogsbränslesystem – Program 2011–2014”, vilket ingår i Energimyndighetens temaprogram ”Uthållig tillförsel och förädling av bibränsle”. ”Effektivare skogsbränslesystem” finansieras av Energimyndigheten, skogsbruket, bränsleanvändarna och Skogforsk.

Studien har initierats av Bengt Karlsson och Tommy Nilsson, Sveaskog, och planerats av undertecknad i samråd med dem. Bakgrunden var ett studiebesök hos Fixteri i Jyväskylä, Finland, med Minna Lappalainen som värdinna.

Fixteri och Minna har underlättat studien genom att stå för maskin och förare, ordna lämpliga bestånd enligt våra önskemål m.m. Av praktiska skäl har själva studiearbetet och den grundläggande dataanalysen utförts av Yrjö Nuutinen från Finlands Skogsforskningsinstitut, Metla. Bränsleprogrammet och Skogforsk tackar alla inblandade för gott samarbete, stöd och entusiasm!

Uppsala 2013-05-28

Rolf Björheden

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	3
1. Inledning.....	4
2. Material och metod.....	5
2.1 Den studerade maskinen och dess arbetsätt.....	5
2.2 Tid- och metodstudie av avverkning (Delstudie 1).....	6
2.3 Teknisk funktionsstudie av buntningsenheten (Delstudie 2).....	9
3. Resultat.....	10
3.1 Tidsåtgång och fördelning på arbetsmoment.....	10
3.2 Prestation.....	11
3.3 Teknisk funktionsstudie.....	13
4. Diskussion och slutsatser.....	16
5. Referenser.....	18

Sammanfattning

Studien av klenträdsbuntaren Fixteri FX15a utfördes våren 2013 i mellersta Finland. Maskinen studerades i tre talldominerade provbestånd; ett klent, tätt konfliktbestånd med riklig underväxt och ett likartat konfliktbestånd, men utan underväxt samt i en mera normal förstagallring. Medelstamvolymen i uttaget var 27,44 respektive 84 dm³. Gallringsingreppet utfördes som en konventionell stickvägsbaserad låggallring.

Maskinsystemet består av Logman 811FC basmaskin, med ett Nisula 280E+ ackumulerande fällklipp huvud som matar buntningsenheten Fixteri FX15a. Maskinen faller och ackumulerar hela klenträdet som därefter läggs in i buntningsenheten som automatiskt kapar, kompakterar, lindar, väger, registrerar och matar ut drygt 2,5 m långa helträdsbuntar om ca 0,5 m³f.

Prestationen i konfliktbestånd med riklig underväxt (uttag 3 216 stammar/hektar med medelstamvolym 27 dm³) var 9,7 m³f/G₀h. I konfliktbeståndet utan underväxt var prestationen 11,9 m³f/G₀h (2 019 stammar/hektar och 44 dm³). Högst prestation, 13,8 m³f/G₀h nåddes i förstagallring (1 266 stammar/ha, 84 dm³).

Fixteri FX15a har föregåtts av flera prototyper. Den senaste, Fixteri II, är väl-studerad och resultaten från dessa studier används som jämförelse i denna studie. De prestationer som uppnåddes i denna studie är 1,9 – 2,6 gånger högre än vad som registrerats i tidigare studier.

Den högre prestationen beror i hög grad på en tekniskt ökad förmåga till flerträds hantering. Den nya maskinen är kraftfullare och har ett fällaggregat med högre kapacitet. Den ökade flerträds hanteringen är den starkast förklarande faktorn bakom en minskad tidsåtgång med ca 56 procent per träd jämfört med studier av Fixteri II i liknande bestånd.

Prestationshöjningen var särskilt tydlig i de två klenare bestånden där medelstamvolymen på de avverkade träden var mellan 27 och 44 dm³, vilket antyder att maskinen i nuvarande utförande har sitt optimum i detta diameterregister. Den normala förstagallringens träd (84 dm³) är så stora att det börjar skapa hanteringsproblem. I förstagallringen förekom ackumulering endast i 68 procent av krancyklerna, medan motsvarande andel var 90 respektive 94 procent i de klenare konfliktbestånden, där också fler träd ackumulerades per krancykel.

Den tekniska funktionsstudien som genomfördes, visade att kranarbetet (del-processen fällning-inläggning) utgör flaskhalsen som begränsar systemets produktionskapacitet. Den relativa prestationen i fällning-inläggning utgör endast mellan 11 och 57 % av motsvarande kapacitet för buntningsenheten vid avverkning av träd från 5 till 17 cm i stubbskåret. För att höja systemets prestation bör således arbetet främst inriktas på att förenkla och effektivisera kranarbete, fällning, flerträds hantering och inläggning.

1. Inledning

Omfattningen av tidig förstagallring är lägre än vad som är önskvärd ur ett skogsvårdsperspektiv i både Sverige (Nordfjell & Iwarsson Wide, 2010) och Finland (Peltola & Ihalainen, 2010). Orsaken är främst de höga kostnaderna för avverkning som följer av de små trädvolymerna. Problemet, som i en förlängning leder till sämre beståndsutveckling och högre framtida kostnader är välkänt. Ett flertal tekniska lösningar har prövats under åren (Bergström, 2009). Det hittills mest framgångsrika är tillämpningen av flerträdsteknik med ackumulerande fällhuvuden och skördaraggregat, som fått ett visst genomslag under senare år (Iwarsson Wide, 2010). Det ökande intresset för skogsbränsle har också gjort det möjligt att ekonomiskt avsätta skogsråvara som inte efterfrågas av konventionell skogsindustri, som t.ex. hela träd och träddelar från mycket klena bestånd (Richardson et al., 2000). Helträdsbuntaren Fixteri är också en försök att genom teknisk innovation rationalisera beståndsvårdande utglesning av klen skog. Maskinen har utvecklats av Fixteri AB, Finland, och syftar till att genom flerträdsavverkning och automatiserad buntningsprocess rationalisera uttaget av klena träd, virkesdimensioner och efterföljande transporter. Detta sker genom flerträdsshantering i avverkningen och en parallell, automatiserad buntning som kapar och kompakterar de fällda träden till 2,5 – 2,7 m långa buntar om c:a 0,5 m³f, vilka utgör kostnadseffektiva hanteringsenheter under såväl terräng- som vid vidaretransport. Buntarna utgör en högkvalitativ råvara för skogsflis, men kan också uppdelas i en bränsle- och en massavedsfraktion i massafabrikens renseri (Kärhä et al., 2009; Jylhä et al., 2010).

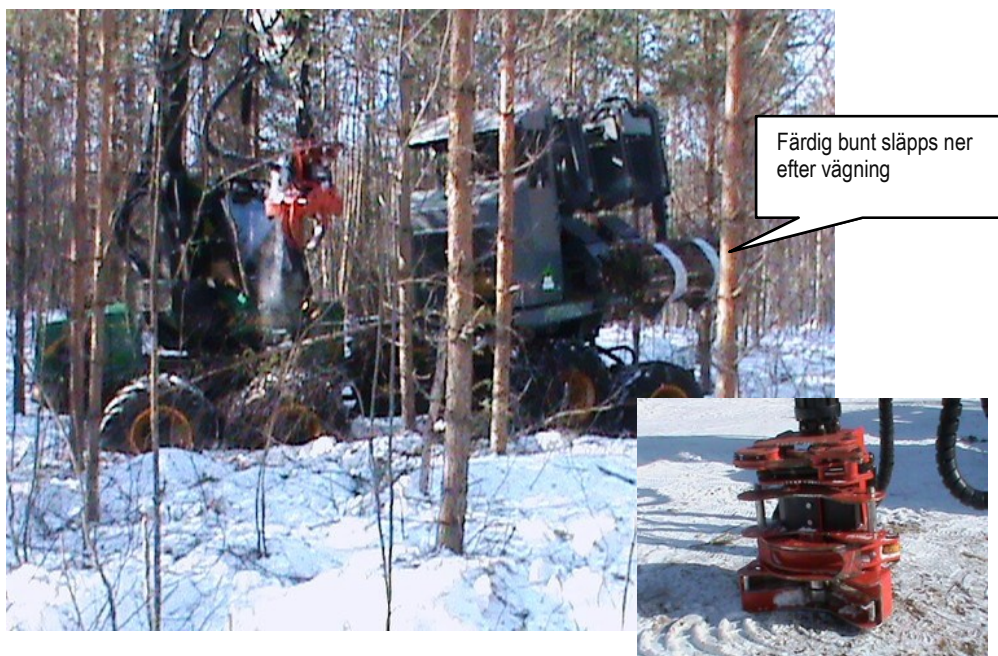
En första prototyp av Fixteri klenträdsbuntare presenterades 2007 av Biotukki AB. Den studerades av Jylhä & Laitila (2007), som fann att prestationen var låg i jämförelse med alternativa, etablerade metoder för helträdsavverkning i klena bestånd. I studien identifierades tekniska möjligheter att höja prestationen (Jylhä et al., 2007). En andra prototyp (Fixteri II) som bl.a. byggde på dessa idéer utvecklades 2007–2009 (Nuutinen et al., 2011) och visade på en väsentligt förbättrad produktivitet med observerade prestationer 38–77 procent över den första prototypen, beroende på beståndsförutsättningar. Den förbättrade prestationen berodde främst på bättre förutsättningar för flerträdsshantering, bättre matning samt en hydraulkapacitet som medgav parallell avverkning och buntning. Trots dessa förbättringar ansågs maskinen inte vara konkurrenskraftig, och ytterligare en teknisk förbättringspotential identifierades (Kärhä et al., 2009; Jylhä et al., 2010, Nuutinen et al., 2011). Under 2012 släpptes en tredje version av maskinen – Fixteri FX15a.

I denna studie utvärderas klenträdsbuntaren, Fixteri FX15a. Utvärderingen har utförts i klena bestånd av typer som är vanliga i Sverige och Finland. Särskilt har belysts inverkan av underväxt, som uppges kunna utgöra ett stort hinder vid utglesning av klen skog (Oikari et al., 2008). Syftet med studien har varit att få en uppfattning om maskinens förväntade produktivitet under olika beståndsförutsättningar samt att finna eventuellt kvarvarande flaskhalsar, särskilt vad gäller fällning-inläggning samt i själva buntningsprocessen, som tidigare varit begränsande (Björheden et al., 2007).

2. Material och metod

2.1 Den studerade maskinen och dess arbetsätt

Klenträdsbuntaren Fixteri FX15a består av basmaskinen Logman 811FC utrustad med ett Nisula 280E+ ackumulerande, klippande fällhuvud och Fixteri FX15a buntningsenhet. Kranarbetet består av fällning samt intagning/matning av de fällda träden i buntningsenheten. Buntningen sker i en nästan helt automatiserad process, vilket möjliggör samtidig avverkning och buntning. Träden matas in i en kompakteringskammare, kapade i längder om 2,6 m. Då kompakteringsenheten är full, i normalfallet då det innehåller ca 500 kg klena träddeklar, matas det kompakterade materialet upp till en buntningsenhet där det omlindas med bindgarn eller nät. Då bunten lindats sidomatas den ut på två vågarmar, buntens vikt registreras och bunten släpps ner vid sidan av maskinen (Figur 1). Buntarna skotas till avlägg där de vältläggs inför vidaretransport till slutkund eller terminal.



Figur 1.

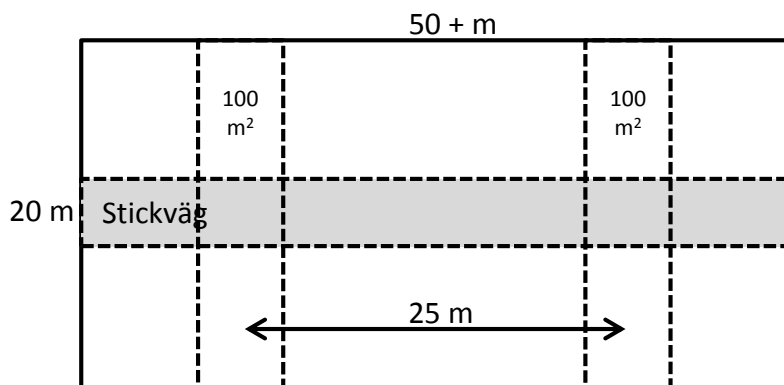
Den nya versionen av Fixteri består av basmaskinen Logman 811FC, Nisula 280E+ ackumulerande fällklipp-huvud och buntningsenheten Fixteri FX15a (Foton Y. Nuutinen, Metla).

2.2 Tid- och metodstudie av avverkning (Delstudie 1)

Studien genomfördes i mellersta Finland (nära Jyväskylä) i mars 2013. Data samlades i tre olika provbestånd, med tre studieytor i varje bestånd. Kriterierna för val av provbestånd, framtaget i samråd med Sveaskog, var:

1. Talldominerat, tätt konfliktbestånd med riklig underväxt och 6–9 cm dbh i uttaget (25–30 år på aktuell ståndort).
2. Talldominerat, tätt konfliktbestånd med ingen eller begränsad underväxt och 6–9 cm dbh i uttaget (25–30 år).
3. Normal, talldominerad förstagallring med 10–14 cm dbh i uttaget (35–40 år).

Tidstudieytorna var minst 50 m långa, 20 m breda och följde stickvägar i bestånden. Beståndsdata inmättes på 100 m² stora, rektangulära provvytor, systematiskt placerade inom tidstudieytan (Figur 2). I Tabell 1 presenteras beståndsdata för de tre typbestånden, baserat på data från beståndsprovvytorna.



Figur 2.
Tidstudieytans utläggning längs stickväg och markerade beståndsprovvytor.



Figur 3.
Försöksyta1, talldominerat, tätt konfliktbestånd med riklig underväxt och 6–9 cm dbh i uttaget.
(Foto: M. Järvinen, Fixteri).



Figur 4.
Försöksyta 2, talldominerat, tätt konfliktbestånd med begränsad underväxt och 6–9 cm dbh i uttaget.
(Foto: M. Järvinen, Fixteri).



Figur 5.
Försöksyta 3, normal, talldominerad förstagallring med 10–14 cm dbh i uttaget (Foto: M. Järvinen, Fixteri).

Mätningen av producerad mängd baserades på maskinens mät- och datasystem, som registrerar tidpunkt och vikt för varje färdig bunt. Från maskindatorn erhöles antal buntar per provyta och deras vikt. Prestationen, $\text{m}^3\text{f}/\text{G}_0\text{h}$, framräknades baserat på uppgiften att 1 m^3f nyavverkade klenträdsbuntar väger 855 kg (Lindblad et al., 2010; Lindblad, 2013).

Prestations- och metodstudien av Fixteri III genomfördes av en tidstudieman med hjälp av en handhållen fältdator (Rufco, 900). Tidsåtgången registrerades genom kontinuitetsmetoden, uppdelat på följande kodade arbetsmoment:

Momentkod	Prioritet	Momentnamn, beskrivning
1	2	Förflyttning, maskinen rör sig mellan uppställningsplatser.
2	1	Kran ut, fällhuvudet förs ut och positioneras för fällning.
3, 33	1	Fällning-ackumulering (3 ≥6 cm dbh, 33 <6 cm dbh och st/krancykel registrerades).
4	1	Kran in, kranen för de ackumulerade träden till buntningsenheten.
5	1	Inläggning, inmatning av buntin i buntningsenheten.
6, 66	1	Plock, 6 = plock och anordning av fällda träd, 66 = plock och anordning av bunt.
7	3	Buntning, alla processer i buntaren.
8	3	Utmatning, utmatning, vägning och nersläpp av färdig bunt.
9	1	Röjning, fällning av besvärande underväxt som ej ackumuleras till trädbunt.
10		Störning, ej hänförlig till arbetet.

Huvudsyftet med denna delstudie var att utvärdera arbetssekvensen kran ut – fällning/ackumulering – matning, vilket varit gränssättande för maskinen i tidigare studier. Vid dataregistrering gavs därför kranarbete högsta prioritet och sågs som överordnad övriga moment. Därefter kom förflyttning och sist buntning, som huvudsakligen sker som en automatiserad process. Detta innebär att om kranarbete äger rum registrerades endast detta, men inte andra, eventuellt samtidigt pågående moment.

Tabell 1.
Beståndsdata från tidsstudieytorna.

		Konfliktbestånd med underväxt	Konfliktbestånd utan underväxt	Normal förstagallring
Före gallring	Stammar/hektar	4 033	2 836	1 999
	Ålder	25–30	25–30	35–40
Uttag (helträd)	Uttag stammar/hektar	3 216	2 019	1 266
	Medelstam uttag, dm ³	27	44	84
Efter gallring	Stammar/hektar	817	817	733
	m ³ sk/ha	57	45	76
	TGL %	73/2/24	100/0/0	86/5/9

*Avser volym biomassa, d.v.s. även medföljande grenar, topp och barr.

Det studerade arbetet bestod av avverkning av helträd samt kapning, kompaktering och buntning av dessa till energiträddelsbuntar. Avverkningen genomfördes som en traditionell stickvägsbaserad låggallring (Figur 2). Røjstammar (fällda träd under ~6 cm dbh) ingick i buntarna, om detta kunde ske utan extra tidsåtgång eller störning av arbetsprocessen, i annat fall lämnades de i beståndet.

2.3 Teknisk funktionsstudie av buntningsenheten (Delstudie 2)

Den tekniska funktionsstudien av buntningsenheten genomfördes med hjälp av tekniska data, tillhandahållna av tillverkaren, stödda med tidmätning i videofilmande buntningssekvenser. Mätningarna genomfördes under praktisk gallring i trakten av Kuhmoinen, i september 2013. Härigenom erhöles ”ideala tider” för buntningssekvensen. Därefter beräknades en teoretiskt maximal prestation för buntning för ett antal trädstorleksklasser. Fällning-inmatning förutsattes kunna ske i samma takt som buntarens maximala produktionstakt, och det ackumulerande fällhuvudet förutsattes ha uppnått maximal fyllnadsgrad för respektive trädstorleksklass. Härigenom kunde buntarens teoretiskt maximala produktionskapacitet och dess beroende av trädstorleken fastställas.

Därefter simulerades en ideal produktionskapacitet i av momentet fällning-inmatning. Detta skedde genom att en tidsåtgångsfunktion för ackumulerande fällning-inmatning konstruerades, baserat på observationerna under den egentliga prestationsstudien, beskriven under avsnitt 2.2. Denna funktion insattes sedan för att simulera avverkning av ideala knippen (d.v.s. som helt fyllde fällhuvudets ackumuleringsutrymme) av träd i samma storleksklasser som studerats för buntning. Så fastställdes en ideal produktionskapacitet även för momentet fällning-intagning.

Efter att de båda delsystemens ideala produktionsnivå undersökts på det sätt som beskrivits ovan, blev det möjligt att jämföra dem och undersöka vilket delsystem som är begränsande för helträdsbuntarens produktionskapacitet och hur välbalanserade de båda delsystemen är, sett över ett diameterregister. Data för valda diameterklasser i den tekniska funktionsstudien framgår av Tabell 2.

Tabell 2.
Antagna data för tr addediameterklasser i teknisk funktionsstudie.

Dbh, cm	Stubbens diameter, cm	Höjd, m	Volym biomassa/träd, l	Antal träd vid full ackumulering
2,4	5	3,9	3,0	11
4,0	7	5,9	7,5	7
5,6	9	7,5	15,4	5
7,2	11	8,8	27,5	3
8,8	13	9,9	44,4	2
10,4	15	10,7	66,3	1
12,0	17	11,5	93,2	1

3. Resultat

3.1 Tidsåtgång och fördelning på arbetsmoment

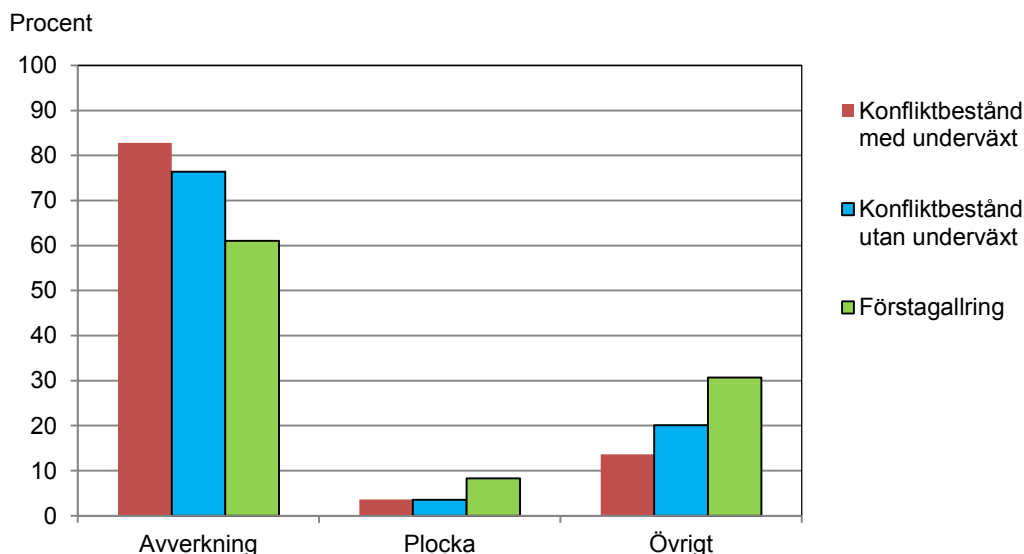
Helträdsbuntarens arbete (Delstudie 1) delades in i tre huvudsekvenser:

- Avverkning – inkluderar kranfunktioner relaterat till avverkning.
- Plock och sortering – kranarbete för hantering av träd och buntar.
- Övrigt arbete (arbete utom kranarbete).

Under tidstudien hade kranarbete högst prioritet och registrerades i sin helhet. Övrigt arbete registrerades endast om kranarbete ej pågick. Överlappande arbete, då flera moment pågår samtidigt, registrerades inte.

- **Avverkning** omfattar fällning, ackumulering samt inläggning av helträd i bunningsenheten (arbetsmoment 2, 3, 33, 4, 5 och 9).
- **Plock och sortering** omfattar tillrättläggande och sortering av träd och buntar (moment 6 och 66).
- **Övrigt arbete** utförs utan att kranen är i funktion, t ex. maskinflyttning inom provytan, samt kapning, kompaktering, lindning, vägning och utmatning av buntar (moment 1, 7 och 8).

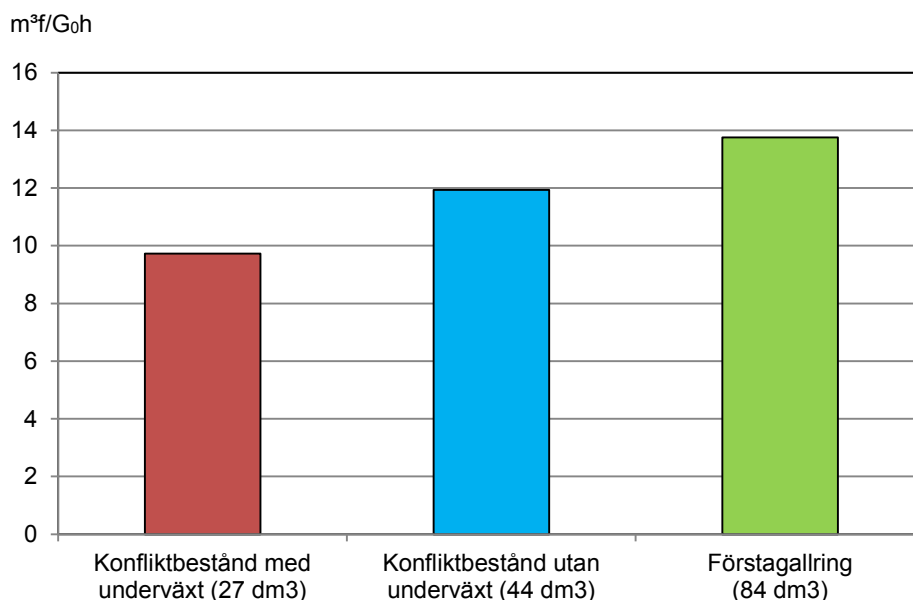
Andelen avverkningsarbete minskade från 83 till 61 procent då medelstammen i uttaget ökade från 27 till 84 dm³ (Figur 6, Tabell 1).



Figur 6.
Relativ tidsförbrukning arbetssekvenserna Avverkning, Plocka och Övrigt.

3.2 Prestation

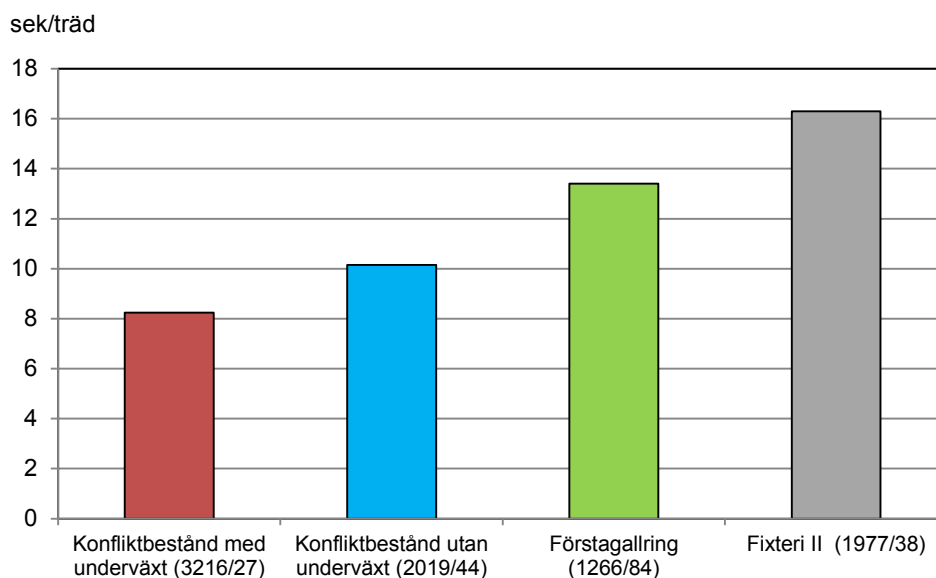
I konfliktbestånd med riklig underväxt (uttag 3 216 stammar/hektar med genomsnittlig trädvolym 27 dm³) registrerades prestationen 9,7 m³f/G₀h. I konfliktbeståndet utan underväxt nådde Fixteri III prestationen 11,9 m³f/G₀h (2 019 stammar/ha och 44 dm³). I förstagallringen (1 266 stammar/hektar, 84 dm³) uppnåddes högst prestation, 13,8 m³f/G₀h (Figur 7).



Figur 7.
Helträdbuntarens prestation i de tre provbestånden, m³f/G₀h (medelvolym i uttaget inom parentes).

Arbetssekvensen avverkning, inkluderande momenten 2, 3, 33, 4 och 5, förbrukade 8,2 sek/träd i konfliktbeståndet med underväxt, 10,1 sek/träd i konfliktbeståndet utan underväxt och 13,4 sek/träd i förstagallringen.

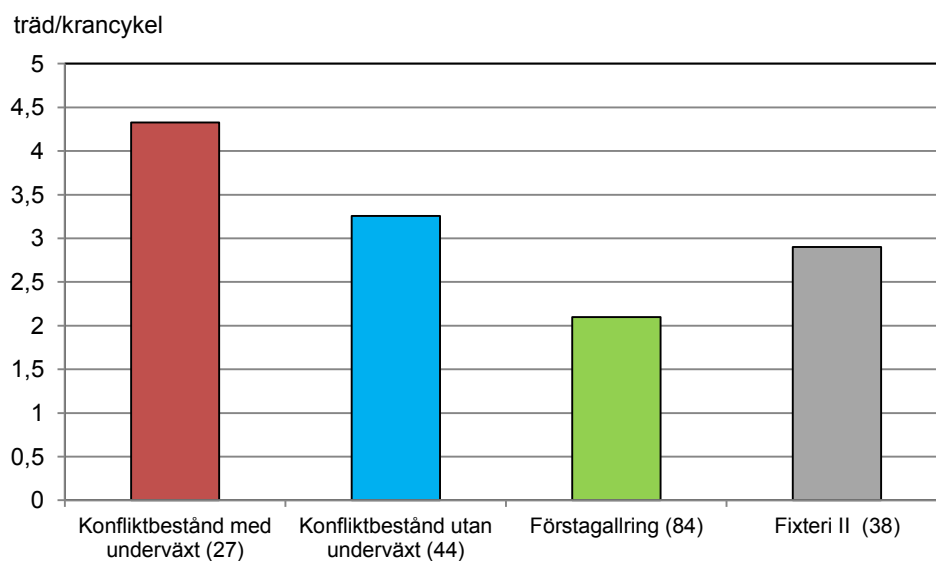
Sekvensen tycks därmed starkt kopplad till trädstorleken. Tidigare studier av den förra prototypen, Fixteri II, (Kärhä et al., 2009 och Nuutinen et al., 2011) skedde med ett uttag av 1977 stammar/hektar med en medelvolym på 38 dm³, d.v.s. i stort sett identiskt med studieledet ”Konfliktbestånd utan underväxt”. I de tidigare studierna fann man att samma arbetssekvens i genomsnitt förbrukade 16,3 sek/träd, att jämföras med 10,1 sekunder i ”Konfliktbestånd utan underväxt” i denna studie, eller 10,6 sekunder som genomsnitt för de tre bestånden i denna studie (Figur 8).



Figur 8.
Genomsnittlig tidsförbrukning, sek/träd, för avverkning (exklusive röjning, d.v.s. moment 2, 3, 33, 4 och 5).
Inom parentes anges stammar/hektar och genomsnittlig trädvolym, dm³, i uttaget.

Iwarsson Wide (2010) uppger att antalet träd per krancykel är en kritisk parameter vid ackumulerande avverkning i klen skog. Belbo (2011) visar genom simulering att optimum för enträdsfällande ackumulerande fällning ligger mellan 4 och 5 träd per krancykel. I denna studie ackumulerades i konfliktbeståndet med underväxt i genomsnitt 4,3 träd/krancykel, i konfliktbeståndet utan underväxt 3,3 träd och i förstagallringen 2,1 träd. Även här ser man ett samband mellan trädstorlek och antalet träd per krancykel.

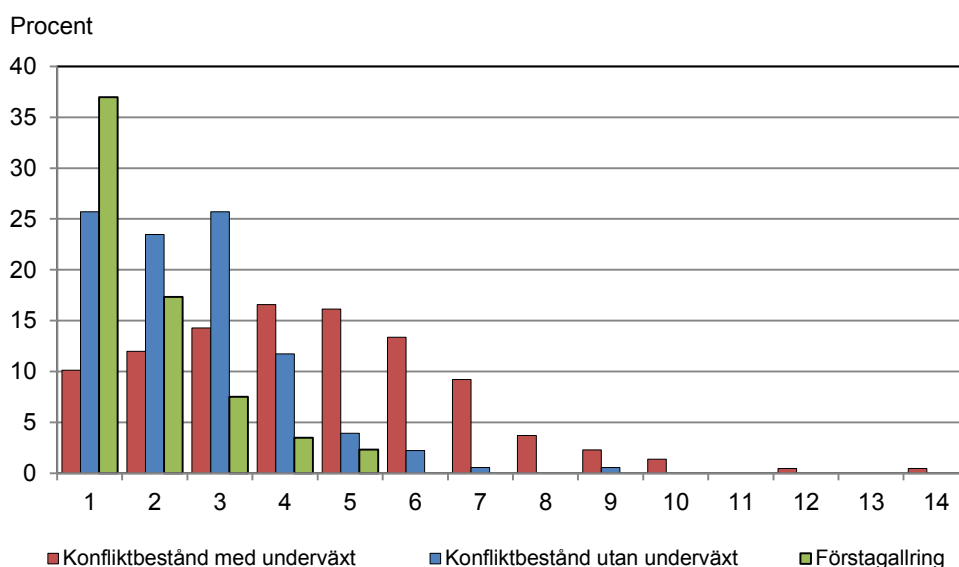
Genomsnittet för de tre provbestånden i denna studie var 3,2 träd/krancykel. I de ovan refererade studierna av prototyp Fixteri II (Kärhä et al., 2009, Nuutinen et al., 2011) var motsvarande siffra 2,9 träd/krancykel (Figur 9).



Figur 9.
Genomsnittligt antal träd per krancykel i denna studie, samt jämfört med tidigare prototyp (genomsnittlig trädvolym, dm³, i uttaget inom parentes).

Andelen krancykler som faktiskt inkluderar ackumulering kan ses som ett sammantaget mått på den tekniska utrustningens lämplighet i aktuellt bestånd och förarens metodskicklighet. I konfliktbeståndet med underväxt ingick ackumulering i 90 procent av krancyklerna, i konfliktbeståndet utan underväxt var andelen 94 procent och i förstagallringen 68 procent. Siffrorna antyder att underväxten ibland varit hindrande för möjligheten att ackumulera.

Motsvarande siffror för andelen krancykler med minst tre träd är 78, 68 respektive 31 procent. Det är logiskt att trädstorleken slår igenom och blir mer avgörande då fler än två träd ackumuleras. I genomsnitt för samtliga tre provbestånd omfattade 84 procent av krancyklerna ackumulering (Figur 10). I tidigare studier av Fixteri II var andelen 80 procent (Kärhä et al., 2009; Nuutinen et al., 2011).



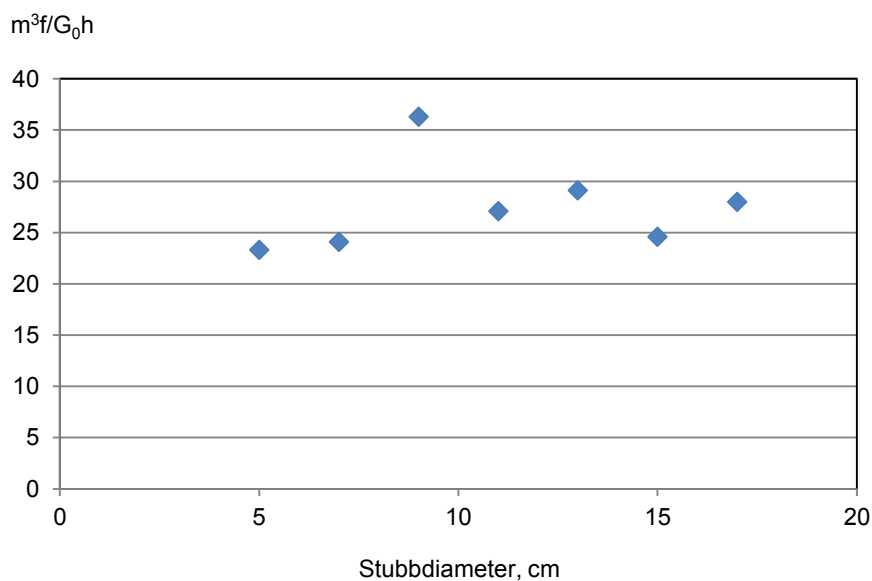
Figur 10. Fördelning av krancykler på olika antal ackumulerade träd för de tre provbestånden.

3.3 Teknisk funktionsstudie

En teknisk funktionsstudie genomfördes för att undersöka hur välbalanserat systemet är med avseende på produktiviteten i de olika delprocesserna.

3.3.4 Buntningseenhet

Den tekniska funktionsstudien av buntningseenheten visade att den ideala produktionskapaciteten varierade mellan 23,3 och 36,3 m³f/G₀h, med ett svagt beroende av trädvolym. Beroendet var något starkare av träd längd, vilken påverkar antalet klipp-inmatningsmoment som måste genomföras innan inläggning av en ny trädknippa kan ske. Målstorleken för buntarna visade sig också vara en viktig parameter där prestationen påverkas positivt, ju större buntar som tillverkas. För den tekniska funktionsstudien bestämdes målstorleken av det antal helt fyllda fällhuvuden (=antal krancykler) som kom närmast 500 kg färskvikt för buntarna, vilket ligger nära maskinens övre begränsning. Resultatet redovisas i Figur 11.



Figur 11.
Ideal produktionskapacitet för buntningsenheten vid maximala ackumulerade trädknippen i utvalda trädstorlekar enligt Tabell 2.

3.3.5 Fällning-inläggning

Baserat på observationerna från tid- och metodstudien konstruerades en funktion för tidsåtgången vid ackumulerande fällning-inläggning:

$$t = 10,982 \times \ln(n) + 20,946 \quad (1)$$

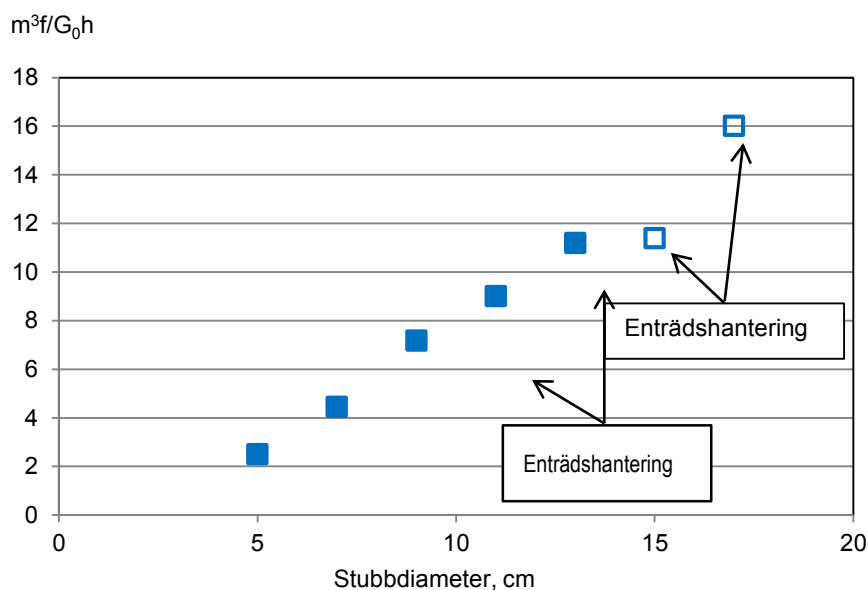
där

t = total tid, sekunder, för fällning-inläggning (arbetsmoment 2, 3, 33, 4, 5).

n = antal ackumulerade träd.

$$R^2 = 0,2519$$

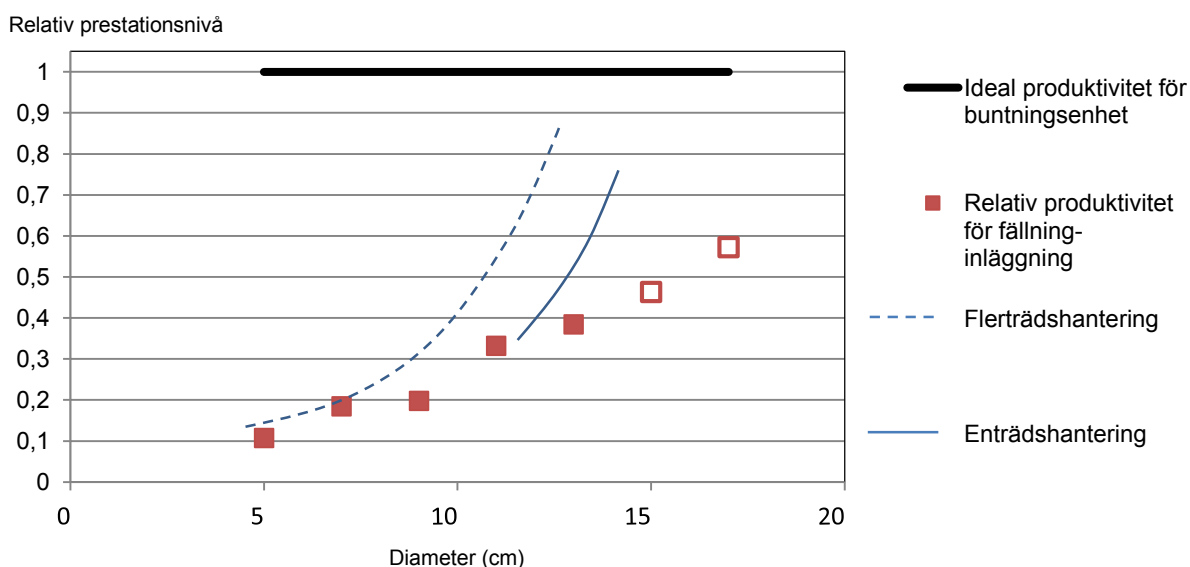
Funktionen lades till grund för simulering av prestationen vid ideal fällning-inläggning. Prestationen visade, som väntat, ett starkt beroende av trädstorlek, där den ideala prestationen vid maximal ackumulering av träd i de valda diameterklasserna steg från 2,5 m³f/G₀h för den klenaste klassen (stubbdiameter 5 cm, dbh 2,4 cm) till 16,0 m³f/G₀h för de grövsta träden (17 cm i stubbskär och dbh 12 cm). Ett hack i kurvan mellan träd i klasserna 13 respektive 15 cm i stubbskåret förklaras av att träd från 15 cm måste hanteras ett och ett, d.v.s. ackumulering av två 15 cm grova träd är inte möjligt. Resultatet åskådliggörs grafiskt i Figur 12.



Figur 12.
Ideal produktionskapacitet för fällning-inläggning vid maximala ackumulerade trädknippen i utvalda trädstorlekar enligt Tabell 2.

3.3.6 Balans mellan bunningsenhet och fällning-inläggning

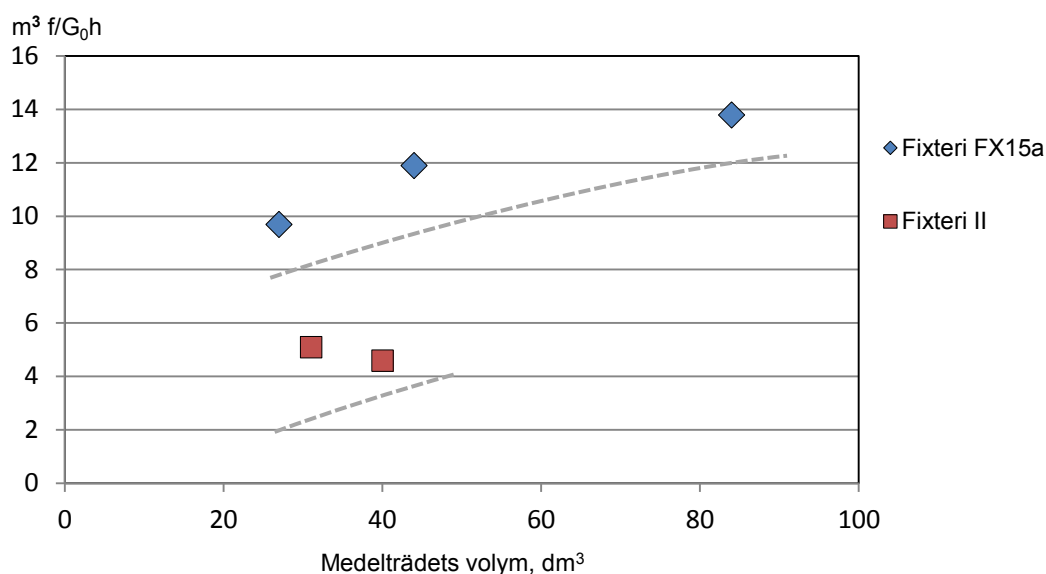
Bunningsenheten har avsevärt högre kapacitet än fällning-inläggning. Balansen mellan de båda delsystemen analyserades genom att sätta bunningsenhetens kapacitet till 1 och därefter jämföra med den motsvarande relativa kapaciteten för fällning-inläggning. Analysen visade att delprocessen fällning-inläggning begränsar produktionen. Den utgör mellan 11 och 57 % av bunningsenhetens motsvarande kapacitet i det undersökta diameterregistret. Resultatet redovisas grafiskt i Figur 13.



Figur 13.
Produktionskapacitet för ideal fällning-inläggning ligger mellan 0,1 – 0,6 av motsvarande kapacitet för bunningsenheten enligt den genomförda tekniska funktionsstudien. Figuren visar att fällning-inläggning är den begränsande av de två delsystem som utgör Fixteri: Fällning-inläggning respektive bunnings. Den visar också tydligt betydelsen av en smidig ackumulering.

4. Diskussion och slutsatser

Den prestation som observerats i denna studie av klenträdsbuntaren Fixteri FX15a är signifikant högre än vad som uppnåtts med den tidigare prototypen, Fixteri II. I konfliktbeståndet med underväxt uppnåddes prestationen $9,7 \text{ m}^3/\text{G}_0\text{h}$ och i konfliktbeståndet utan underväxt $11,9 \text{ m}^3/\text{G}_0\text{h}$ (Figur 7). I de studier av Fixteri II som publicerats av Kärhä et al. (2009) och Nuutinen et al. (2011), registrerades under likartade förhållanden – en genomsnittlig prestation på $4,6 \text{ m}^3/\text{G}_0\text{h}$ (uttag 1 400 stammar/hektar, medelstamvolym 38 dm^3) respektive $5,1 \text{ m}^3/\text{G}_0\text{h}$ (uttag 2 850 stammar/hektar, medelstamvolym 31 dm^3). Den prestationsnivå som uppnåtts i denna studie är således 1,9 – 2,6 gånger högre beroende på stämplingstäthet och medelstamvolym i uttaget (Figur 14).



Figur 14. Uppmätt prestation i de tre provbestånden i denna studie (Fixteri FX15a) plottat mot medelträdetts volym jämfört med data från publicerade studier av Fixteri II (Kärhä et al., 2009; Nuutinen et al., 2011). Manuellt utjämnade prestationskurvor antyds.

Analysen av arbetet och dess fördelning på moment indikerar att den högre prestationsnivån främst är ett resultat av högre andel flerträdshantering. Tidsåtgången per träd är c:a 56 % lägre i denna studie än vad som rapporteras i tidigare studier (Figur 8), vid jämförelser emot likartad medelstam, d.v.s. för de två konfliktbestånden. Kranarbetet, som tidigare identifierats som en flaskhals för systemet har därmed blivit effektivare och klarar bättre av att förse buntningseenheten med virke för buntningsprocessen. I tillägg till detta har fällhuvudet på Fixteri FX15a, Nisula 280E+ större ackumulationsarea och kunde därmed klara inläggning av genomsnittligt större trädbuntar än tidigare prototyper (Figur 9).

Systemet var särskilt produktivt i de två klenare konfliktbestånden som ingått i studien, d.v.s. vid trädstorlekar i uttaget mellan 27 och 44 dm³. I förstagallringen var genomsnittsvolymen för de uttagna träden 84 dm³ och därmed för stora för att kunna flerträdshanteras effektivt. Slutsatsen stöds på observationerna att:

- Tiden för tillrättaläggande av enskilda träd (Moment 6) ökade från nivå 3 procent i konfliktbestånden till över 7 procent i förstagallring.
- Andelen ackumulerande krancykler var endast 68 procent i första gallring jämfört med 90 respektive 94 procent i de klenare bestånden.

Den tekniska funktionsstudien visade att buntningens enhets ideala produktionskapacitet är 2 till 10 gånger högre än vad som är möjligt att uppnå med i fällning-inläggning under de förhållanden och metoder som tillämpades under studien. Funktionsstudien antyder att det nuvarande systemet har sitt optimum i vid genomsnittlig dbh 7–9 cm i uttaget. Träd grövre än så blir svåra att flerträdshandera medan klenare träd blir mycket dyra att avverka.

Fällning-inläggning är alltså flaskhals i det nuvarande systemet och om man önskar höja prestationen bör arbetet inriktas på att höja effektiviteten i momenten i delprocessen fällning-inläggning, t.ex. genom:

- Förenklad krankörning genom bästa möjliga krängeometri, hyttutformning, delautomation etc.
- Förbättrad förmåga hos fällhuvudet att ackumulera, fixera och hantera de fällda träden.
- Förenklad inmatning av de ackumulerande träknippena i buntaren.
- Övergång till fällningsteknik som medger kontinuerlig fällning och ackumulering.

Interaktionen mellan förare, maskin och bestånd har stor betydelse för prestationsnivån i mekaniserade operationer (Väätäinen et al., 2005; Kariniemi, 2006; Ovaskainen, 2009; Palander, 2012). Denna studie utfördes på provytor med mycket likartad terräng. Endast en förare, med stor erfarenhet av Fixteri, studerades. Försöksupplägget stärker resultatens tillförlitlighet avseende beståndstäthets och medelstamvolymens inflytande på prestationen.

Ett flertal studier har visat att maskinföraren har avgörande effekt för prestationsnivån (Sirén, 1998; Rynänen & Rönkkö, 2001; Laamanen, 2004; Väätäinen et al., 2005; Kariniemi, 2006; Purfurst & Erler, 2006). Väätäinen et al. (2005), kunde påvisa förarberoende skillnader i prestation vid mekaniserad gallring på 40 till 55 procent, beroende på trädstorlek. Föraren i denna studie är inte densamme som i studierna av tidigare prototyper (Kärhä et al., 2009 och Nuutinen et al., 2011). Prestationen för Fixteri FX15a jämfört med tidigare prototyper är dock så pass mycket högre (+90–159 %) att det förefaller osannolikt att det helt skulle vara en förareffekt. Maskinsystemets tekniska egenskaper bedöms vara förbättrade på ett sådant sätt att det i hög grad bidragit till den visade högre prestationsnivån.

5. Referenser

- Belbo, H. 2011. Efficiency of Accumulating Felling Heads and Harvesting Heads in Mechanized Thinning of Small Diameter Trees. Linnaeus University Dissertations No. 66/2011.
- Bergström, D. 2009. Techniques and systems for boom corridor thinning in young dense forests. Doctoral thesis No. 2009:87. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forest Sciences. 53 s.
- Iwarsson Wide, M. 2010. Technology and Methods for Logging in Young Stands. In: Efficient forest fuels supply systems (Thorsén, Å., Björheden, R. & Eliasson, L. Eds.) Skogforsk, 2010.
- Jylhä, P., Laitila, J., Kärhä, K. & Björheden, R. 2007. Klenvirkesbuntare – framtidsmaskin i förstagallring? Skogforsk Resultat nr 19–2007
- Fixteri. [Internet site]. Available at: <http://www.fixteri.fi/>. [Cited on 12 June 2013]
- Jylhä, P. & Laitila, J. 2007. Energy wood and pulpwood harvesting from young stands using a prototype whole-tree bundler. *Silva Fennica* 41(4): 763–779.
- Jylhä, P., Dahl, O., Laitila, J. & Kärhä, K. (2010). The effect of supply system on the wood paying capability of a kraft pulp mill using Scots pine harvested from first thinnings. *Silva Fennica*, 44(4), 695–714.
- Kariniemi, A. (2006). Operator-specific model for mechanical harvesting – cognitive approach to work performance. *Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja*, 38, 126 p. (Finska med engelsk sammanfattning.)
- Kärhä, K., Laitila, J., Jylhä, P., Nuutinen, Y. & Keskinen, S. 2009. Kokopuun paalaus – tuotantoketjun tuottavuus ja kustannukset [Productivity and costs of the whole-tree bundling supply chain]. *Metsäteho Report*, 211. ISSN 1459-773X, 60 p. (På finska.)
- Laamanen, V. (2004). Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen simulaattorin ja matemaattisten menetelmien avulla [Describing harvester operator's tacit knowledge by simulator and mathematical models]. *Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Automaatiotyötekniikan koulutusohjelma*. 69 p. (På finska.)
- Lindblad, J. 2013. Energiapuun mittauksen kehittäminen – hankkeen loppuraportti. 12 p.
- Lindblad, J., Äijälä, O. & Koistinen, A. 2010. Energiapuun mittaust. 31 p.
- Lindblad, J., Äijälä, O. & Koistinen, A. 2010. Mätning av energived. 33 p.
- Nordfjell, T. & Iwarsson Wide, M. 2010 Young Stands – a Growing Source of Energy. In: Efficient forest fuels supply systems (Thorsén, Å., Björheden, R. & Eliasson, L. Eds.) Skogforsk, 2010.
- Nuutinen, Y., Kärhä, K., Laitila, J., Jylhä, P. & Keskinen, S. 2011. Productivity of whole-tree bundler in energy wood and pulpwood harvesting from early thinnings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26: 329–338.
- Oikari, M., Kärhä, K., Palander, T., Pajuoja, H. & Ovaskainen, H. 2008. Puunkorjuun tehostaminen nuorista metsistä. *Metsätehon katsaus* 36. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/uploads/Katsaus_36_1.pdf.
- Ovaskainen, H. 2009. Timber harvester operators' working technique in first thinning and the importance of cognitive abilities on work productivity. Doctoral thesis. University of Eastern Finland. *Dissertationes Forestales* 79. 62 p.

- Palander, T., Ovaskainen, H. & Tikkanen, L. 2012. An Adaptive Work Study Method for Identifying the Human Factors that Influence the Performance of a Human-machine System. *Forest Science* 58(4): 377–389.
- Peltola, A. & Ihalainen, A. Metsävarat (Forest resources). In: Finnish Statistical Yearbook of Forestry 2010. Finnish Forest Research Institute: 37–88.
- Purfurst, T. & Erler, J. (2006). The precision of productivity models for the harvester – do we forget the human factor? In: Precision forestry plantations, Semi-natural and natural forests. Proceedings of the international precision forestry symposium. Stellenbosch University, South Africa, 5-10 March 2006, 465–475.
- Repola, J. 2009. Biomass equations for Scots pine and Norway spruce in Finland. *Silva Fennica* 43(4): 625–647.
- Richardson, J., R., Hakkila, P., Lowe, A. T. & Smith, C. T. (2000, eds.). *Bioenergy from Sustainable Forestry – Guiding Principles and Practice*, Kluwer Academic Publishers – Forestry Sciences, volume 71. ISBN 1-4020-0676-4.
- Ryynänen, S. & Rönkkö, E. 2001. Harvennusharvestereiden tuottavuus ja kustannukset [Productivity and expenses associated with thinning harvesters]. Helsinki. Työtehoseuran julkaisuja 381. 67 p. (Finska med engelsk sammanfattning).
- Sirén, M. 1998. Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen [One-grip harvester operation, its silvicultural result and possibilities to predict tree damage]. Doctoral thesis. Finnish Forest Research Institute. Research papers 697. 179 p. (Finska med engelsk sammanfattning).
- Väätäinen, K., Ovaskainen, H., Ranta, P. & Ala-Fossi, A. (2005). Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon merkitys hakkuutulokseen työpistetasolla [The significance of harvester operator's tacit knowledge on cutting with single grip harvester]. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja*, 937. 100 p. (På finska.)

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2013

2013

- Nr 786 Grönlund, Ö. & Eliasson, L. 2013. Knivslitage vid flisning av grot. Effects of knife wear on performance and fuel consumption for a small drum chipper. 12 s.
- Nr 787 Sonesson, J. & von Hofsten, H. 2013. Effektivare fältarbete med nya datakällor för skogsbruksplanering.
- Nr 788 Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller, J.J. 2013. Kvalitetssäkring av beräkningsresultat från hprCM och konvertering av pri- till hpr-filer. – Quality assurance of calculation results from hprCM and conversion of prifiles to hpr files. 24 s.
- Nr 789 Brunberg, T. 2013. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare 2012. – Fuel consumption in forest machines 2012. 12 s.
- Nr 790 Eliasson, L. 2013. Skotning av hyggestorkad grot. 11 s.
- Nr 791 Andersson, G. & Frisk, M. 2013. Skogsbrukets transporter 2010. – Forestry transports in 2010. 91 s.
- Nr 792 Nordström, M. & Möller, J.J. 2013. Kalibrering av skördarens mätsystem. – En kartläggning av nuläge och utvecklingsbehov. A review of current status and development needs. 15 s.
- Nr 793 Lombardini, C., Granlund, P. & Eliasson, L. 2013. Bruks 806 STC. 0150 – Prestation och bränsleförbrukning. 9 s.
- Nr 794 Fridh, L. 2013. Kvalitetssäkrad partsmätning av bränsleved vid terminal. – Quality-assured measurement of energy wood at terminals.
- Nr 795 Hofsten von, H. & Brantholm, M.-Å. 2013. Kostnader och produktivitet i stubbskörd – En fallstudie. 9 s.
- Nr 796 Brunberg, T. & Iwarsson Wide, M. 2013. Underlag för prestationshöjning vid flerträds-hantering i gallring. – Productivity increase after multi-tree handling during thinning. 7 s.
- Nr 797 Spatial distribution of logging residues after final felling. – Comparison between forest fuel adapted final felling and conventional final felling methods. Trädresternas rumsliga fördelning efter slutavverkning. – Jämförelse mellan bränsleanpassad och konventionell avverkningsmetod. 19 s.
- Nr 798 Möller, J.J., Arlinger, J. & Nordström, M. 2013. Test av StanForD 2010 implementation i skördare.
- Nr 799 Björheden, R. 2013. Är det lönsamt att täcka grotten? Effekten av täckpappens bredd på skogsbränslets kvalitet. – Does it pay to cover forest residue piles? The effect of tarpaulin width on the quality of forest chips. 15 s.
- Nr 800 Almqvist, C. 2013. Metoder för tidig blomning hos tall och gran. – Slutrapport av projekt 40:4 finansierat av Föreningen skogsträdsförädling. – Early strobili induction in Scots pine and Norway spruce. – Final report of Project no. 40:4, funded by the Swedish Tree Breeding Association. 26 s.
- Nr 801 Brunberg, T. & Mohtashami, S. 2013. Datoriserad beräkning av terrängtransportavståndet. – Computerised calculation of terrain transport distance. 8 s.
- Nr 802 Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobson, S., Wilhelmsson, L. & Arlinger, J. 2013. Analyses of forest management systems for increased harvest of small trees for energy purposes in Sweden.

- Nr 803 Edlund, J., Jonsson, R. & Asmoarp, V. 2013. Fokusveckor 2013 – Bränsleuppföljning för två fordon inom ETTdemo-projektet, ST-kran och ST-grupp. – Monitoring fuel consumption of two rigs in the ETTdemo project, ST-crane and ST-group. 22 s.
- Nr 804 Iwarsson-Wide, M., Olofsson, K., Wallerman, J., Sjödin, M., Torstensson, P. O., Aasland, T., Barth, A. & Larsson, M. 2013. Effektiv volymuppskattning av biomassa i vägkanter och ungskogar med laserdata. – Effective estimate of biomass volume on roadsides and in young forests using laser data 40 s.
- Nr 805 Iwarsson-Wide, M., L., Bäfver, Renström, C. & SwedPower, P. 2013. Fraktionsfördelning som kvalitetsparameter för skogsbränsle – Kraft- och värmeverkens perspektiv. 38 s.
- Nr 806 Englund, M. & Jönsson, P. 2013. LED-lampor i såglådan – En pilotstudie. – LED lamps in the saw box – A pilot study. 8 s.
- Nr 807 Nordlund, A., Ring, E., Högbom, L. & Bergkvist, I. 2013. Beliefs among Formal Actors in the Swedish Forestry Related to Rutting Caused by Logging Operations. – Attityder och åsikter med koppling till körskador inom olika yrkesgrupper i skogsbruket 18 s.
- Nr 808 Arlinger, J. & Jönsson, P. 2013. Automatiska tidsstudier i skogsmaskinsimulator. – Driftuppföljning och produktionsdata enligt StanFord 2010. Automatic time-studies in forest machine simulators – Operational monitoring and production data according to StanForD 2010. 10 s.
- Nr 809 Englund, M., Mörk, A. & Jönsson, P. 2013. Skotartävling på Elmia – Kran- och motorinställningars påverkan på bränsleförbrukning och tidsåtgång. Forwarder contest at Elmia. – Effect of crane and engine settings on fuel consumption and speed of work. 9 s.
- Nr 810 Eliasson, L., Lombardini, C., Lundstruöm, H. & Granlund, O. 2013. Eschlböck Biber flishugg – Prestation och bränsleförbrukning – Rangering av fliscontainrar med en John Deere 1410 containerskyttel.
- Nr 811 Eliasson, L. 2013. En simulering av en integrerad skördare för förpackad flis vid energiuttag i gallring. – Simulation of an integrated harvester for pre-packaged chips during energy harvest in early thinning. 16 s.
- Nr 812 Englund, M. 2013. Test av stolar och tillbehör med avseende på helkroppsvibrationer. Test of seats and associated equipment in terms of whole-body vibrations. 32 s.
- Nr 813 Enström, J., Athenasiadis, D., Grönlund, Ö. Öhman, M. 2013. Framgångsfaktorer för större skogs bränsleterminaler. – Success factors for larger energy wood terminals. 37 s.
- Nr 814 Wennström, U. 2013. Holmens fröbehov, produktion och genetisk kvalitet 2012-2060. – Holmen's seed requirements: production and genetic quality 2012–2060. 50 s.
- Nr 815 Hannrup, B., Andersson, M., Larsson, J., Sjöberg, J. & Johansson, A. 2013. Slutrapport för projekt "Beröringsfri diametermätning i skördare – Utveckling av skräpreducerande skydd". Final report of the project 'Hands-free measurement of stem diameter in harvesters. – Development of waste-reducing protection'. 71 s.
- Nr 816 Eriksson, E. & Täljeblad, M. 2013. Prekal – Självföryngring före slutavverkning. – Slutrapport Försök 1–6. Prekal. – Natural regeneration before final felling. Final report, Experiments 1–6. 28 s.

2014

- Nr 817 John Arlinger, Torbjörn Brunberg, Hagos Lundström och Johan Möller. 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. 20 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 lastbärarvägar. 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.
- Nr 826 Englund, M. 2014. Mätning av mental arbetsbelastning – En metodstudie. 27.
- Nr 827 Jönsson, P., Björheden, R. & Eliasson, L. 2014. Destinering och lägesbyten för att effektivisera transportererna av skogsflis.
- 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. Asktilförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus – Revision av sex fältförsök. 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.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, 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. 819–2014



www.skogforsk.se