



RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 14 2009



Flerträdshantering och matarhjul ger effektiv avverkning i klen skog

Mia Iwarsson Wide, Skogforsk

Tel. 018-18 85 99

maria.iwarsson@skogforsk.se

Helmer Belbo

Norsk institutt for skog og landskap

helmer.belbo@skogoglandskap.no

Ett skördaraggregat med sågsvärd och matarhjul gav högst prestation i en avverkning av skogsbränsle. Det hade bättre flerträdshantering än övriga aggregat i studien och tack vare matarhjulen lättare att få ner trädknippena på marken.

I en gallring i tät tallskog jämförde Skogforsk tre olika typer av skördaraggregat för uttag av skogsbränsle. Ett klippte av träden, ett sågade av dem med sågsvärd och det tredje sågade av dem med en klinga.

Alla tre aggregaten hade teknik för flerträdshantering. De avverkade i genomsnitt två till tre träd per kran-cykel och lade ner trädknippena vid stickväg.

Aggregatet med sågsvärd, Log Max 4000B, fick högst prestation. Det beror delvis på att det kunde hantera något fler träd per kran-cykel än de övriga två, men framförallt på att det hade lättare att få ner trädknippena på marken, eftersom det kunde dra ner dem med hjälp av matarhjulen. De två andra aggregaten saknade matarhjul och fick

ofta problem med att få ner träden. Knippena blev ofta hängande i krownorna på kvarlämnade träd.

En ekonomisk jämförelse visade att gallringen med uttag av skogsbränsle gav positiva netton för alla tre aggregaten.

Prestationen är starkt beroende av volymen och tiden per kran-cykel, där fällning och sammanföring stod för 60–70 procent av tidsåtgången. Genom effektiv flerträdshantering och ökad ackumuleringsgrad kan prestationen i kranarbetet ökas med 30–40 procent.



Från forskning till tillämpning



Prestationen i skogsbränsleuttag är starkt beroende av trädstorlek och hur många träd man kan hantera per kran-cykel.

Mia Iwarsson Wide

Studien ingår i ESS-programmet (Effektivare skogsbränslesystem).

Klipp, svärd eller klinga – studie av tre metoder för fällning i klen skog

Det finns stora volymer skogsbränsle i oröjda ungskogar. Därför är intresset stort för att utveckla teknik och metoder för avverkning i klen skog. Som ett led i detta arbete studerade Skogforsk hösten 2008 de tre vanligaste teknikerna för fällning av klena träd; klipp, sågsvärd och sågklinga. Studien gjordes i ett klen tallbestånd i Hälsingland.

Tre aggregat ingick i studien: Naarva Grip 1500-50E, Log Max 4000B och Bracke C16.a. Syftet med studien var att bedöma aggregatens prestation samt eventuella problem, begränsningar och utvecklingsbehov.

Ett av ekipagen i studien, en Cat 550 med en Naarva Grip 1500-50E på en 11,3 meters vikarskran.



Aggregaten



Klippande aggregat

Naarva Grip 1500-50E

Naarva Gripen klipper av träden med en giljotin, som ger ett rakt snitt.

Basmaskinen var en Cat 550 (vikt 17 ton) med en 11,3 meters vikarskran med parallellförling.

Vikt: 560 kg. Ackumuleringsarea*: 0,055 m²
Avstånd från nedre till övre griparmar: 85 cm



Aggregat med sågsvärd

Log Max 4000B

Detta är i grunden ett vanligt skördaraggregat med sågsvärd som extrautrustats med en utrustning för flerträdshantering.

Basmaskin var en Profi 50 (vikt 14 ton) med en 11,3 meter lång Logmer 1011B kran.

Vikt: 680 kg. Ackumuleringsarea*: 0,066 m²
Avstånd från nedre till övre griparmar: 109 cm



Aggregat med sågklinga

Bracke C16.a

Brackeaggregatet har en cirkulär klinga med en självsträckande standard 3/4" sågkedja.

I studien användes två olika Valmet 911 basmaskiner (vikt 15 ton), en med 9,7 meters bomkran och en med 9,7 meters vikarskran.

Vikt: 500 kg. Ackumuleringsarea*: 0,045 m²
Avstånd från nedre till övre griparmar: 53 cm

* Den area som avgränsas av ackumuleringsarmarna när de är spets mot spets.

Beståndet

Studien gjordes i ett talldominerat bestånd med stort lövinslag av främst björk, men även en del al. Den grundtevägda brösthöjdsdiametern var 11,5 cm och den genomsnittliga höjden 11,2 meter.

Genomsnittlig stamvolym i uttaget var 0,018 ton torrsubstans (TS) per träd, vilket motsvarar ca 0,1 m³s, 0,03 m³sk eller 0,04 m³ fast biomassa per avverkat träd. Den avverkade volymen per hektar låg mellan 62,1 och 71,2 ton TS.

Instruktionen var att lämna 1 400 – 1 450 stammar per hektar.

Stammar/ha	Naarva	Logmax	Bracke
Före gallring	5 000	5 250	5 020
Uttag	3 570	4 020	3 600
Efter gallring	1 430	1 230	1 420
Stickvägsavst.	23	22	20,5





Högst prestation för aggregat med svärd och matarhjul

Avverkning

Tidsåtgången varierade mellan 11 och 16 minuter per ton TS (figur 1).

Log Max avverkade 275 träd per timme, mot 210 för Naarva Gripen och 200 för Bracke. Att Log Max hade 20 procent högre prestation förklaras delvis av förarens arbetssätt, men i hög grad också av matarhjulen. Studiebeståndet hade många, långa stammar och sammanföring och tillredning av virket blev enklare när man kunde dra ner trädknippena med hjälp av matarhjulen. Med de andra aggregaten fastnade ofta knippena i kringstående trädskronor. Man kunde därför inte hantera lika många träd per krancykel.

Även tillredningen gick snabbare med Log Max. Detta beror på att aggregatet tillreder trädbuntens samtidigt som den läggs ner. Aggregat med fällhuvud lägger först ned knippena och gör sedan tillredningen i ett separat moment.

Fällning och sammanföring

Kranarbete i form av fällning och sammanföring stod för 60–70 procent av tidsåtgången (figur 1). Därför är det viktigt att arbeta med effektiv flerträdshantering. Figur 2 visar att produktiviteten också är beroende av trädstorleken. Vid trädstorlekar under 15 kg är tidsåtgången per avverkat ton TS mycket hög.

Senare studier har visat att skillnaden

mellan de olika aggregaten vid avverkning av mycket klena träd inte är riktigt så stor som i denna studie. Detta beror på att det här endast avverkades ett fåtal träd som var klenare än 10 kg TS.

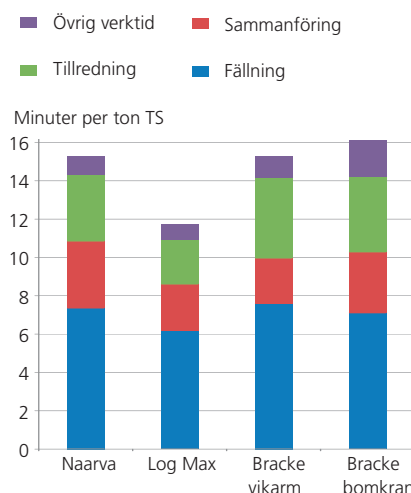
Akkumulering

Naarva-aggregatet ackumulerade färre träd än de övriga, i snitt 2,2 per krancykel, jämfört med 2,7 för Bracke och 3,1 för Log Max. Detta berodde delvis på en teknisk begränsning på Naarva-aggregatet, trädknippen börjar falla ut om man försöker hålla fast fler än 3–4 träd.

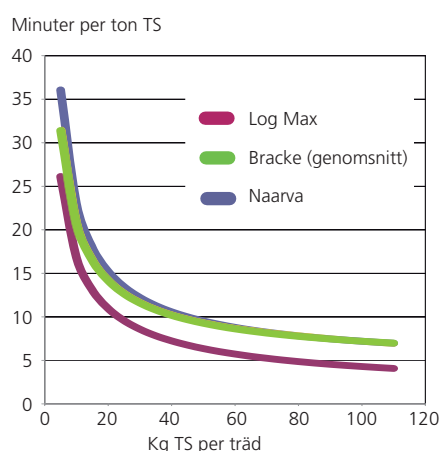
Log Max har en stor öppning på ackumuleringsenheten, större än aggregatets maxöppning. Detta underlättar hanteringen av många och krokiga träd. Jämfört med flera av de klippande aggregaten på marknaden sitter ackumuleringsarmarna dessutom relativt långt ifrån griparna, vilket gör att stammarna står stadigare i aggregatet. Man får därför inte samma problem med att knippena faller isär som i många klippande aggregat.

Skotning

Avverkning med Naarva gav den mest effektiva skotningen, 9,6 ton TS/G₁₅-timme jämfört med 9,2 för Log Max och 8,9 för Bracke. Då detta främst beror av förarnas arbetsmetod har vi i tabell 1 beräknat skotningskostnaden efter den normerade uttagsnivån.



Figur 1. Tidsåtgång för avverkning per ton TS med de olika maskinerna.



Figur 2. Tidsåtgång per avverkat ton TS vid olika trädstorlek.

Ekonomi

En ekonomisk beräkning visar att samtliga studieled gav positiva netton (tabell 1). Anledningen är i första hand det höga uttaget per hektar, vilket i sin tur beror på hög stamräthet, långa stammar och en relativt hög stamvolym i uttaget. Det var dessutom ett kort skotningsavstånd.

Även om timkostnaden var högre och den tekniska utnyttjandegraden något lägre för Log Max, gav detta maskinsystem den lägsta avverkningskostnaden.

Lösamhetsgränsen

Utifrån resultaten i studien har vi beräknat det ekonomiska utfallet vid olika trädstorlekar och stamtäthet.

Vid ett uttag på 2 000 träd per hektar går den ekonomiska noll-gränsen för LogMax vid trädstorleken 17 kg TS per träd. Motsvarande gräns för Bracke är 19 kg och för Naarva 21 kg.

Kalkylen gäller för det stamtäta studiebeståndet, vid mer normala uttag förskjuts sannolikt noll-gränsen uppåt.

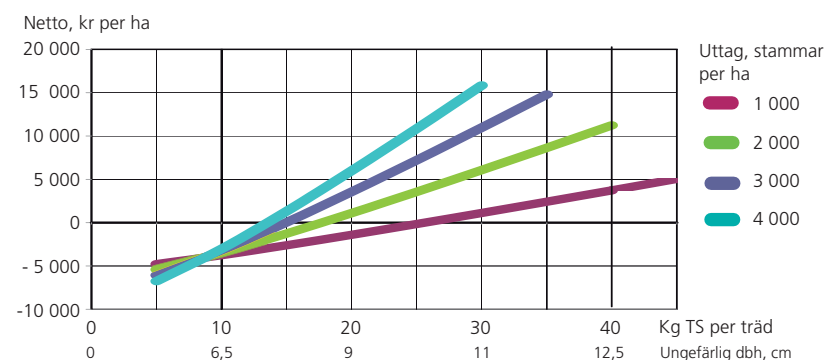
Tabell 1. Kostnader och intäkter (kr per ha) vid skogsbränsleuttag*.

kr per ha	Naarva Gripen	Log Max 4000	Bracke C16 **
KOSTNADER			
Förrojning	2 000	2 000	2 000
Avverkning	15 910	13 460	15 200
Skotning	3 960	3 960	3 960
Flisning	10 990	10 990	10 990
Administration	1 190	1 190	1 190
INTÄKTER	36 070	36 070	36 070
NETTO	2 020	4 470	2 730

* Normerat till ett uttag på 3 500 träd per ha och trädstorlek 18 kg TS (det motsvarar ungefär volymen i en 10 meter hög tall med dbh 7,3 cm).

** De två studieleden med Bracke är här lagts samman då det inte fanns några signifikanta skillnader mellan dem.

Kalkylföresättningar
Kostnader: 850 kr per tim för Naarva och Bracke och 900 kr per tim för Log Max.
Skotare: 600 kr per tim.
Flisning: 32 kr/m³ vid avlägg
Intäkter: 105 kr/m³ vid bilväg



Figur 3. Ekonomiskt netto för Log Max vid olika trädstorlekar och uttagstäthet.

**B**

Slutsatser

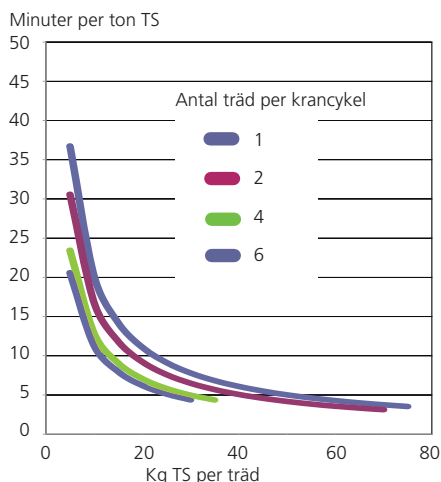
Akkumuleringen central

Prestationen är starkt beroende av volymen per krancykel. Tidsvinsten avtar med stigande antal träd per cykel. Dessutom ökar risken att tappa trädknip-pet för varje gång man öppnar ackumuleringsarmarna. Med dagens teknik klarar man därför inte mer än ca 6 klena stammar per cykel. Ökas ackumuleringsgraden från dagens ca 2–3 stammar i denna typ av bestånd upp till 4–6 stammar, effektiviseras kranarbetet med 30–40 procent (figur 4 och 5). För en effektiv flerträdshantering krävs ett aggregat som klarar av att hantera och hålla fast ett större antal stammar, en stark kran och en stabil basmaskin.

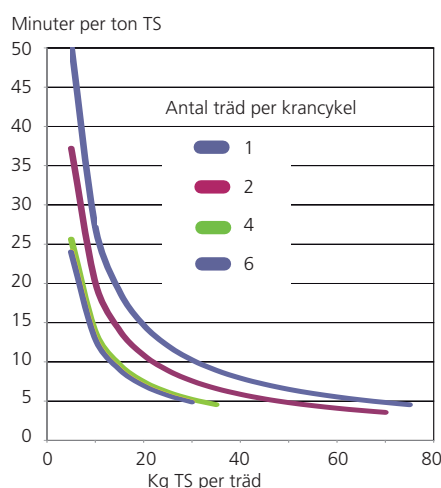
Förbättringsförslag

Geometrisk fällning. Genom att inledningsvis avverka träden i stråk, kan man öppna upp beståndet och skapa ett utrymme att lägga trädhögarna i. Det underlättar ackumulering och sammanföring av träden. Detta borde även leda till större högar, mindre spill och effektivare skotning.

Metodutveckling. Det finns många metoder vid avverkning av klen skog. Det är angeläget att beskriva och vidareutveckla de arbetsmetoder som utvecklats av de duktigaste förarna och sprida dessa till alla som arbetar med bränsleuttag. Då kan inlärningstiden förkortas och ekonomin förbättras.



Figur 4. Sambandet mellan trädstorlek, ackumulering och tidsförbrukning per avverkat ton TS för Log Max.



Figur 5. Sambandet mellan trädstorlek, ackumulering och tidsåtgång per avverkat ton TS, genomsnitt för Naarva och Bracke.

English

Multitree handling with feed rollers makes for efficient logging in small dimension stands

In recent trials, Skogforsk compared three types of harvester unit for energy-wood logging during thinning in dense pine stands. One used shears to fell the trees, one used a chainsaw, and the third a circular saw.

All three units were equipped with multitree-handling devices. On average, two to three trees per boom cycle were logged and discharged onto the ground adjacent to the striproad.

The highest productivity was achieved by the Log Max 4000B, which was equipped with a chainsaw. This was partly because the unit could accumulate a slightly higher number of trees per boom cycle than the other two units, and also because of the feed rollers, which could force the felled trees to ground faster than the others.

Because the two other units were not equipped with feed rollers and, consequently, often had difficulty in grounding the trees — frequent hang-ups occurred in the crowns of residual trees.

A comparison of the costs found that all three of the units returned a profit from thinning for the harvesting of energy wood.

Productivity was greatly influenced by the volume felled and the time taken per boom cycle, with 60–70% of the time being involved in felling and accumulation. Effective multitree handling combined with greater accumulation could increase productivity by as much as 30–40%.

Keywords: Energy wood, thinning, harvester units, multitree handling, feed rollers.

Läs mer

Iwarsson Wide, M. 2009. Klenträdsaggregat för skogsbränsle – en marknadsöversikt. Resultat nr 3 2009. Skogforsk.

Iwarsson Wide, M. 2009. "Knäckkvistning" – en intressant metod för uttag av skogsbränsle i klen skog. Resultat nr 8 2009. Skogforsk.

Ekonomin vid avverkning av klena bestånd beror på teknik, metod, bestånd, aktuella priser för olika sortiment och transportavstånd. Skogforsk har som mål att utveckla ett kalkylverktyg som kan hjälpa till att välja lämpligaste teknik, metod och sortiment.

Mia Iwarsson Wide

Från forskning till tillämpning

Tiden för att avverka träden och lägga dem vid stickväg står för en stor del av kostnaderna vid klenträdsavverkning. Ackumuleringen måste därför bli snabbare och mer tillförlitlig. T.ex. måste man ha ett tillräckligt stort avstånd mellan de nedre griparmarna och ackumuleringsarmarna.

Det är viktigt att man jobbar med en bra arbetsmetod med målsättning att ackumulera mera och dessutom minska krankörningen i avverkningsområdet. Man kan t.ex. arbeta med

geometriskt arbetsmönster, åtminstone för att ta upp fällstråk att lägga materialet i. Vi studerar nu hur detta påverkar produktiviteten och kommer att ta fram arbetsinstruktioner för skogsbränsleuttag i olika typer av bestånd.

Med dagens teknik och metod krävs ett relativt stort uttag, minst 2 000 träd per hektar, och träd som håller minst 15–20 kg TS per träd för att ge ett positivt netto.