

# ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 679 2009



Skogsbränsleuttag i klen gallring.

## Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag

SKOGSBRÄNSLEUTTAG MED NAARVA-GRIPEN 1500-40E, BRACKE C16.A OCH LOG MAX 4000, MELLANSKOG, FÄRILA

Maria Iwarsson Wide & Helmer Belbo

Ämnesord: Ackumulering, energigallring, flerträdshantering, klenträd, matarhjul, skogsbränse.

---

## **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.

# Innehåll

Sammanfattning.....	2
Bakgrund .....	4
Ungskogsproblemet.....	4
Efterfrågan på bränsle.....	5
Potentialer & möjligheter .....	5
Mål och syfte.....	6
Genomförande .....	6
Maskin och förare.....	6
Klippande aggregat – Naarva Gripen 1500–50E .....	7
Flerträdshanterande aggregat med sågsvärd – Log Max 4000B.....	7
Aggregat med sågklinga – Bracke C16.a .....	9
Skotning.....	10
Studievärd, Tid och väder.....	10
Bestånd och yttre förhållande .....	10
Metod .....	11
Tidstudie .....	11
Inmätningar.....	11
Resultat .....	12
Avverkning .....	12
Grundtider och prestationer.....	12
Ackumulering.....	13
Skotning .....	14
Beståndet efter skogsbränsleuttag .....	15
Analys av resultaten .....	17
Avverkning .....	17
Fällning-sammanföring .....	18
Tillredning av virket.....	20
Övrig kranarbetstid; plock, röjning och fastfällning.....	20
Maskinförflyttning mellan uppställningsplatser.....	21
Ackumulering.....	22
Skotning .....	23
Kostnad och intäktskalkyler .....	24
Avverkningstid och avverkningskostnader .....	25
Slutsatser och frågeställningar .....	28
Hur kommer vi vidare?.....	28
På kort sikt .....	28
På lite längre sikt.....	29
Referens .....	29
Bilaga 1 Momentindelning, Flerträdshantering .....	31
Bilaga 2 Omvandlingstal skogsbränsle .....	33
Bilaga 3 Bracke C16.a .....	35
Bilaga 4 LogMax.....	37
Bilaga 5 Naarva-Grip.....	39

## Sammanfattning

I dagsläget finns i Sverige ca 1 miljon hektar skogsmark i mer eller mindre akut behov av röjning, det s.k. röjningsberget. Av dessa är ca 470 000 hektar bestånd med en medelhöjd mellan 5 och 9 meter, en diameter klenare än 10 cm i brösthöjd samt en genomsnittlig mängd biomassa på ca 50 ton TS/ha, d.v.s. arealer som skulle kunna vara lämpliga för uttag av skogsbränsle.

Avverkning av klena träd är väldigt kostsamt. Genom att göra uttaget i form av skogsbränsle i stället för massaved, ökar uttagsvolymen med ca 70–80 %, då stora delar av biomassan i unga klena träd återfinns i grenar och toppar. Dessutom leder hantering av endast ett sortiment till lägre hanteringskostnader jämfört med ett flertal massavedssortiment. Kostnaden för avverkning i klena bestånd varierar mycket beroende av diameter, medelhöjd, underväxt samt antal stammar och därmed uttag per hektar, m.m. Ett möjligt alternativ för att få intäkter och därmed en viss kostnadstäckning för en utglesande åtgärd i dessa s.k. konfliktbestånd är att utföra någon form av bioenergiuttag.

Under hösten 2008 studerades de tre vanligaste teknikerna för fällning vid avverkning av klena träd; sågsvärd, sågklinga och klipp, under samma yttre förutsättningar. De studerade aggregaten var; Naarva Grip 1500-50E, Log Max 4000B och Bracke C16.a. Uttaget gjordes i form av skogsbränsleuttag. Studien avsåg teknik och metod för avverkning av klenträdd och studerade aggregatens prestation, potentialer, begränsningar och utvecklingsbehov.

Studien genomfördes i ett talldominerat bestånd med stort lövinslag av främst björk, men i beståndet finns även en del al. Stamantalet före skogsbränsleuttaget var drygt 5 000 stammar per hektar. Volymen torrsubstans varierade från 112 till 135 ton TS/ha, och den grundtyvägda brösthöjdsdiametern var 11,5 cm. Den genomsnittliga höjden var 11,2 meter.

Genomsnittlig stamvolym i uttaget var 0,018 ton/träd, vilket motsvarar ca 0,1 m<sup>3</sup>s, 0,03 m<sup>3</sup>sk eller 0,04 m<sup>3</sup> fast biomassa per avverkat träd. Den avverkade volymen per hektar låg mellan 62,1 och 71,2 ton TS. Prestationen i studien varierade mellan 3,14 och 4,59 ton TS per produktiv timme.

Prestationen vid skotningen varierade från 7,71 till 9,59 ton TS/G<sub>15</sub>-timme. Det effektiva uttaget, d.v.s. hur stor andel av de avverkade volymerna som skotades ut och till vara, varierade från 83,7 % till 94,8 %.

Två av fyra studieled gav positiva netton vid skogsbränsleuttag. Anledningen är i första hand det extremt höga uttaget per hektar, p.g.a. hög stamtäthet, långa stammar och relativt stor stamvolym i uttaget.

Avverkningsprestationen var 30 % högre med Log Max-aggregatet jämfört med de övriga. Med så många långa stammar blev sammanföring och kapning av virket mycket enklare med Log Max, och man sparade ungefär två minuter per ton torrsubstans i just dessa två arbetsmoment. Främsta anledningen är att aggregatet gynnades av möjligheten att dra ner stammarna med hjälp av matarhjul. På detta sätt fastnade inte trädknippena i omkringstående trädkronor, även om man avverkade ett relativt stort antal träd. Aggregatet har även en bra och stabil ackumulering, vilket möjliggör att avverka många träd i samma kran-cykel.

Naarva-aggregatet ackumulerade färre träd per avverkningscykel än de övriga aggregaten, i snitt 2,2 träd per krancykel, jämfört med 2,7 för Bracke och 3,1 för Log Max. Detta beror dels av den direkt tekniska begränsningen att trädbuketten börjar falla ut om man försöker hålla fast många träd i aggregatet. Dessutom begränsas klippen och sågklingan ur arbetsmetodssynpunkt av att de inte kan mata ut och därmed dra ned stammarna. Har man många träd i aggregatet fastnar ofta kronorna i omkringstående trädskronor.

Aggregaten visade ungefär samma kapacitet för ackumulering, men Log Max hade högst genomsnittlig ackumulering för de flesta trädstorlekar. Anledningen tros vara förarens arbetssätt, de tekniska fördelarna med matarhjul och att uttagstätheten var högst för denna maskin. Tidsvinsten vid ackumulering är något större för fällhuvudena (Naarva och Bracke). Vinsten stagnerar vid ca 4 träd per avverkningscykel för fällhuvudena och vid ca 6 träd för Log Max. Detta beror bl.a. på att vinsten att fördela tiden på fler stammar avtar med stigande antal stammar per krancykel. En annan förklaring är den rent tekniska begränsningen i ackumuleringen. Aggregaten kan bara hantera och hålla fast ett visst antal stammar, sedan får man problem med stabiliteten i trädknippen som faller isär, vilket gör att kranen inte klarar av att lyfta större vikt.

Fällning – sammanföring stod för 60–70 % av tidsåtgången vid avverkning, och tog 8,5 – 11,0 minuter per avverkad ton torrsbstans. Prestationen i kranarbetet är mycket beroende av den totala volymen per krancykel. Man är även starkt beroende av trädstorleken för att få acceptabel produktivitet. Log Max hade lägst tidsåtgång för alla trädstorlekar. Den relativa skillnaden i tidsåtgång per ton mellan fällhuvudena och Log Max minskar med sjunkande trädstorlek.

Även skotningen studerades. En anledning till den effektiva skotningen efter avverkningen med Naarva, 9,59 ton TS/G<sub>15</sub>-timme jämfört med 9,19 efter Log Max och 8,93 efter Bracke, är att föraren lade mer tid och arbete på att lägga upp stora och prydliga högar. En annan förklaring är att han jobbade med drygt 10 % större gallringsdjup, och därmed fick en högre koncentration av biomassa längs stickvägen. Detta gav en tidseffektiv skotning som ledde framför allt till ett mycket lite spill, d.v.s. material som avverkats men inte tagits tillvara vid skotning. Spillet i studieledet med Bracke med bomkran var 16,3 %, medan spillet efter Naarva Gripen bara var 5,2 %.

Även om timkostnaden var högre och den tekniska utnyttjandegraden något lägre för Log Max, blev avverkningskostnaden lägre för detta maskinsystem. Vid en uttagstäthet på 2 000 träd per hektar går gränsen för positiva netton vid trädstorleken 17 kg TS per träd för Log Max. Motsvarande gräns för Bracke är 19 kg TS per träd, och för Naarva 21 kg TS per träd. Det är viktigt att påpeka att det gäller för denna studie, och att det är sannolikt att vid mer normala uttagstätheter förskjuts gränsen för positiva netton mot större trädstorlekar.

Genom att titta på hur trädstorlek och uttagstäthet påverkar nettot per hektar, ser man tydligt att trädstorleken avgör om nettot blir positivt eller negativt, medan uttagstätheten påverkar hur stort nettot blir.

### Frågeställningar att arbeta vidare med:

- Genom att fälla träden i geometriska stråk kan man underlätta ackumulering och sammanföring av träden. Ökas ackumuleringsgraden från 2–3 stammar per krancykel upp till 4–6 träd, skulle kranarbetet effektiviseras med 30–40 %. Se figur 15 och 16. Detta arbetssätt borde även leda till större högar, vilket i sin tur ger mindre spill, effektivare skotning och därmed ett bättre netto i åtgärden.
- Kapning av de klena träden tar ca 4 minuter/ton TS, vilket motsvarar 60 kr per ton torrsbstans, se figur 12. Genom att utföra denna åtgärd med en skotare utrustad med gripsåg borde kostnaden kunna sänkas avsevärt.
- Metod och förare är ofta viktigare för prestationen än vilket aggregat man använder. Genom att ta lärdom av hur de mest erfarna och duktiga förarna lägger upp sitt arbete kan man göra stora effektiviseringar.
- Genom förrojning kan man höja medelvolymen på de uttagna stammarna och därmed förbättra prestationen. Det är angeläget att studera under vilka förutsättningar detta är en lönsam åtgärd, och när det endast medför en extra kostnad.

Vi hoppas även kunna utveckla någon form av matris för smart allokering av maskinsystem, kopplat till ett kalkylverktyg för att prediktera nettot beroende av olika uttag.

## Bakgrund

### UNGSKOGSPROBLEMET

Röjning är ett första viktigt steg mot en väl växande och värdefull skog. I och med den nya Skogsvårdslagen från 1994 togs röjningsplikten bort. Detta har lett till att röjningen minskat markant, vilket i förlängningen kan komma att leda till sämre virkeskvaliteter och vitalitet i svenska skogar. Aktiv och anpassad skötsel av unga bestånd ökar och styr tillväxten till de s.k. framtidsstammarna, minskar skaderisken i beståndet samt skapar förutsättningar för lägre avverkningskostnader i framtida gallringar.

I dag uppskattas det årliga röjningsbehovet till ca 275 000 hektar. Endast 150 000–200 000 hektar av dessa beräknas bli röjda (Skogsstyrelsens hemsida, sidan 5, 2008). I dagsläget har vi därför ca 1 miljon hektar i mer eller mindre akut behov av röjning, det s.k. röjningsberget.



Figur 1.  
Ungskog i akut behov av utglesning.

## EFTERFRÅGAN PÅ BRÄNSLE

Förnyelsebara energikällor är i dag mer efterfrågade än tidigare, detta till stor del på grund av ökande priser på energi samtidigt som det finns ett behov och en strävan att minska andelen fossila bränslen i energisektorn (Energimyndigheten, 2007). Detta har lett till att skogsbruket har fått en allt större roll som energiproducent. I kombination med problematiken kring lönsamheten i över slutna röjningsbestånd efterfrågas i dag nya metoder för att kunna ta tillvara biomassa från skogen på ett ekonomiskt och biologiskt hållbart sätt.

I dag står skogsbränslen för ca 30 TWh av Sveriges energiförsörjning, d.v.s. ca 6 %. Av dessa kommer ca 11 TWh från GROT och ca 1 TWh från klena stammar, vilka avverkas i klena bestånd, längs vägkanter eller i beten.

Vi sitter nu på ett mycket stort röjningsberg, och det är hög tid att hitta lösningar för att minska detta. Parallellt med detta scenario har behovet och intresset för att ta till vara bioenergi från skogen växt sig allt större under de senare under. Hur kan vi då kombinera dessa två problem till en tilltalande lösning för alla berörda?

## POTENTIALER & MÖJLIGHETER

Av de ca 1 miljon hektar som är i akut behov av röjning är ca 470 000 hektar bestånd med en medelhöjd mellan 5 och 9 meter, och med diametrar klenare än 10 cm i brösthöjd (Riksskogstaxeringen, 2007), samt med en total genomsnittlig mängd biomassa på ca 50 ton TS/ha, d.v.s. arealer som skulle vara lämpliga för uttag av skogsbränsle (Nordfjell, 2008). Låt säga att man igenomsnitt skulle kunna ta ut 30 ton TS/ha så skulle detta ackumulerande röjningsberg innehålla 14 miljoner ton TS, vilket motsvarar 64 TWh.

Uthålligt skulle en årlig potential för uttag av skogsbränsle i klena bestånd vara ca 100 000 hektar (den areal som inte röjs i dagsläget). Av dessa kan antas att ca hälften är arealer som är lämpliga för skogsbränsleuttag, vilket skulle motsvara 5,7 TWh/år. Dessutom finns en avsevärd potential längs våra skogsbilvägar och en ny marknad för träduktag för skogsbränsle har uppdagats i alla beten och hagar med EU-bidrag, som nu är i behov av utglesning och röjning för att kunna få fortsatta stöd.

Kostnaden för röjning varierar med stamtäthet och medelhöjd, men hamnar i normalfallet mellan 3 000 och 4 500 kr per hektar. Har inte röjning utförts i tid, d.v.s. innan beståndsmedelhöjden överstiger ca 5–6 meter har man skapat sig ett s.k. konfliktbestånd. En röjning i ett sådant bestånd kostar betydligt mer, kanske 6 000–8 000 kr för en motormanuell röjning.

Ett möjligt alternativ för att få viss kostnadstäckning för en utglesande åtgärd i dessa s.k. konfliktbestånd är att utföra någon form av bioenergiuttag. I dagsläget kostar denna typ av åtgärd allt mellan 0 och 2 500 kr/ha, d.v.s. vid ett bioenergiuttag kan man räkna med en betydligt lägre kostnad än vid konventionell röjning.

Anledningen till dessa dystra beståndskalkyler, sett ur skogsägarens vinkel, är att det kostar nästan lika mycket att avverka ett mycket litet träd som ett stort. Dessutom är det kostsammare att skota ut ett skogsbränslesortiment eftersom grenarna till stora delar är kvar på stammarna, man får därmed en lägre lassvikt på skotaren eftersom materialet inte är så kompakt jämfört med t.ex. massaved.

Bestånd med 4 000–10 000 stammar per hektar, en medelhöjd på 5–11 meter och en medelstam på 0,015 – 0,04 m<sup>3</sup>f i uttaget kan bedömas vara lämpliga för denna typ av åtgärd (Norra Skogsägarna et al., 2007).

## Mål och syfte

Genom att studera de tre vanligaste teknikerna för skogsbränsleuttag; sågsvärd, sågklinga och klipp, i ett och samma bestånd, kan tekniker och metoder för avverkning av klenträd jämföras och ge en bild av aggregatens prestation, potentialer och begränsningar under samma yttre förutsättningar.

Att genom studien kartlägga och sammanställa aktuella prestationer samt uppskatta möjlig prestationspotential och eventuella problem, begränsningar och utvecklingsbehov för de olika teknikerna.

## Genomförande

### MASKIN OCH FÖRARE

Avverkningsstudierna utfördes med tre skördare utrustade med olika avverkningsaggregat avsedda och anpassade för skogsbränsleuttag. Aggregaten valdes för att representera de tre dominerande teknikerna för avskiljning av små träd vid uttag av skogsbränsle i klena bestånd; sågsvärd, sågklinga och klipp (Iwarsson Wide, 2009).



## Klippande aggregat – Naarva Gripen 1500–50E

Det klippande aggregatet, Naarva Grip 1500–50E 2008, kördes av Mellanskogs entreprenör Henrik Norgren. Han har haft aggregatet sedan våren 2008 och hade vid studien kört drygt 500 timmar med det. Basmaskinen var en Cat 550-99, vilken vägde 17 ton, hade gått 18 000 timmar och var utrustad med en 11,3 meter vikarmskran med hydraulisk parallellföring.

De klippande aggregaten kan delas in i två olika tekniker; antingen sker avskiljningen med knivar eller med giljotin. Giljotinen skär av stammen med ett rakt snitt, här behövs ett relativt stort hydrauliskt tryck för att avverka lite grövre stammar. Naarva Gripen använder giljotin.

De aggregat som använder knivar vid avskiljningen kan antingen ha två motgående knivar som går lite omlott, eller en kniv med ett mothåll.

- + De mindre modellerna är relativt billiga i inköp.
- + Enkel konstruktion, billig i drift och underhåll.
- Något långsammare avskiljning i jämförelse med andra tekniker.
- Kräver relativt mycket kraft.
- Kan inte avverka under körning.



Figur 2.  
Naarva Gripen 1500–50E. Entreprenören har gjort vissa modifieringar av aggregatet.

## Flerträdshanterande aggregat med sågsvärd – Log Max 4000B

Log Max 4000B är ett vanligt skördaraggregat med sågsvärd. Skillnaden är möjligheten till flerträdshantering genom ackumuleringsutrustning som monterats på i efterhand. Ackumuleringsenheten öppnar större än aggregatets maxöppning, vilket underlättar hantering av många eller krokiga träd. Jämfört med flera av de klippande aggregaten på marknaden sitter ackumuleringsarmarna relativt långt ifrån griparna, vilket ger att stammarna står stadigare i aggregatet. Man får därför inte samma problem med att träden i knippena faller isär som i många fall med klippande aggregat.

Aggregatet i studien hade utrustats med ackumulerande tilläggsutrustning och satt monterat på en Profi 50, årsmodell 2008. Skördaren vägde ca 14 ton och hade vid studien gått ca 250 timmar, med en 11,3 meter lång Logmer 1011B kran. Skördaren kördes av Mellanskogs entreprenör Peter Larsson.

- + Flexibelt – kan avverka både massaved och skogsbränsle p.g.a. möjligheten att kvista och aptera.
- + Snabb avskiljning av stammen.
- + Hög tillgänglighet.
- + Kan avverka under körning.
- Kräver relativt stor effekt.
- Kan i vissa fall innebära problem med att kedjan kränger eller nyper vid avverkning av små träd eller buskar. Detta beror mest på förarens arbetsmetod och kan undvikas med rätt ansättning mot stammen.
- Ett dyrare aggregat än övriga alternativ.



Figur 3.  
Log Max 4000B med ackumulerande tilläggsutrustning, monterat på en Profi-skördare, så som det kördes i försöket.

## Aggregat med sågklinga – Bracke C16.a

Bracke-aggregatet bygger på en cirkulär klinga på vilken man monterat en självsträckande standardsågkedja, 3/4". Klingan roterar med ca 1 200 varv/minut och kan såga av flera stammar i samma rörelse.

Vid första studien kördes aggregatet monterat på en Valmet skördare 911, årsmodell 1994, med en 9,7 meters bomkran. Vid andra studietillfället användes ett nymonterat maskinsystem bestående av en Valmetskördare 911.1, årsmodell 2000, med en 9,7 meter vikarmskran Ch14.

Vid båda studietillfällena kördes skördarna av Örjan Larses, entreprenör från Östersund. Örjan kör i normalfallet längs järnvägsbankar och vägkanter, och var relativt ovan att avverka inne i bestånd.

- + Snabb avskiljning av stammen.
- + Kan även användas för att röja bort små stammar som man inte vill ta tillvara.
- + Kan avverka under körning.
- Problem i kuperad eller stenig terräng och i granbestånd med gröna grenar ända ner till stambasen. Där kan det vara svårt att se sten m.m. som kan skada klingan.
- Aggregatet är ganska stort och utrymmeskrävande vilket kan leda till problem och mer skador i täta skogar.



Figur 4.  
Bracke C16.a, ackumulerande aggregat med sågklinga.

## Skotning

Skotningen utfördes med en Timberjack 1110D, årsmodell 2003 med en Hassela standardgrip, 0,28 m<sup>2</sup>. Skotaren var vid studien utrustad med en kranvåg Intermercato XW 50L, med vilken varje griparlass vägdes vid lossningen.

## STUDIEVÄRD, TID OCH VÄDER

Värd för studien var Mellanskog, med Jonas Olinder som kontaktperson. Studien utfördes hos en privat markägare, ca 1 mil söder om Färila i Hälsingland. Tre av fyra studieled i avverkning utfördes i början av oktober 2009. Den sista avverkningen, Bracke med parallellförd kran samt skotning av samtliga studieled utfördes första veckan i november 2008.

Vid båda studietillfällena var vädret soligt. I oktober låg temperaturen kring fem plusgrader. I november låg det lite snö och temperaturen var ett par minusgrader.

## BESTÅND OCH YTTRE FÖRHÅLLANDE

Studien genomfördes i fyra studieled i ett talldominerat bestånd med stort lövinslag av främst björk, men även en del al.

Varje studieled bestod av en eller två delstickvägar, ca 120 meter per studieled. Studieleden omfattade ca 0,25 hektar, förutom Bracke 2 (med bomkran), där endast 0,15 hektar studerades.

Stamantalet före skogsbränsleuttaget varierade mellan 5 000 och 5 533 stammar per hektar. Grundytan inom de olika studieleden varierade från 30,9 till 36,1 och volymen torrs substans varierade mellan 112 och 135 ton TS/ha. Den genomsnittliga brösthöjdsdiametern var 8,5 cm medan den grundtyvägda brösthöjdsdiametern var 11,5 cm. Den genomsnittliga höjden var 11,2 meter.

Tabell 1.  
Beskrivning av beståndet före skogsbränsleuttag.

	Naarva	Bracke1	Log Max	Bracke2
Avverkad areal, ha	0,25	0,23	0,27	0,15
Stamantal (st / ha)	5 000	5 410	5 250	5 533
Grundyta (m <sup>2</sup> / ha)	30,9	35,5	36,1	35,2
Torrs substans (Ton TS / ha)	112	135,1	130,9	134
Volym (m <sup>3</sup> f / ha)	268	311	311	300
Volym (m <sup>3</sup> sk / ha)	207	237	245	235
Dbh genomsnitt	8,5	8,5	8,4	8,3
GY-vägd dbh	11,5	11,5	11,5	11,4
Höjd genomsnitt	11,2	11,2	11,2	11
m <sup>3</sup> sk per träd	0,045	0,045	0,045	0,044
m <sup>3</sup> f per träd	0,057	0,057	0,056	0,055
kg TS per träd	24,1	24,1	24,5	24,8
T / G / L, % TS	52 / 20 / 28	52 / 20 / 28	31 / 20 / 49	32 / 15 / 53

## METOD

### Tidstudie

Varje studieled omfattade en stickväg, ca 120 meter vardera. Tidsstudierna gjordes som kontinuitetsstudier med en Allegrodator/datasamlare med tidsstudieprogrammet STS. Momentindelningen framgår av bilaga 1. Studieleden avseende avverkning studerades av Mia Iwarsson Wide, Skogforsk.

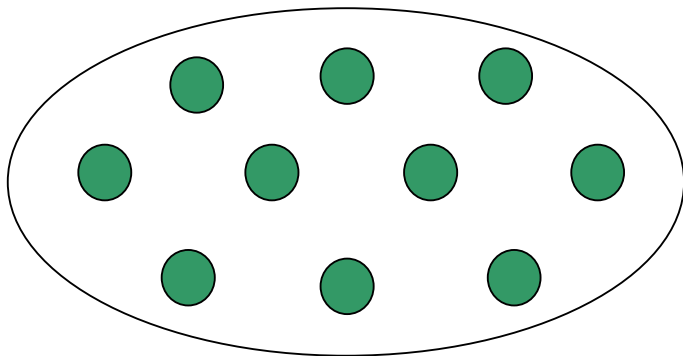
Under avverkningsstudien noterades förutom tidsåtgång för varje moment även trädens diametrar och trädslag. Dessa uppgifter låg sedan tillgrund för volymsuppskattningarna, vilka beräknades med kubering enligt Marklunds funktioner.

Skotningen tidsstuderades vid ett senare studietillfälle. Skotaren var då utrustad med en kranvåg Intermercato XW 50L. Varje skotarlass, (varje griplass för sig) vägdes vid lossningen. Skotningsavstånden registrerades. Skotningen studerades av Helmer Belbo, Norsk Institutt for Skog og Landskap.

### Inmätningar

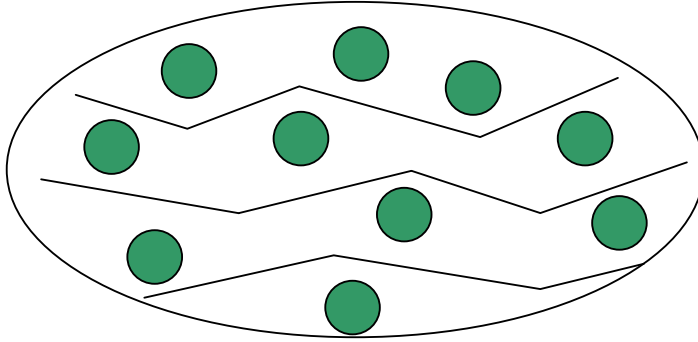
Inmätningarna av beståndet före och efter skogsbränsleuttaget utfördes av Helmer Belbo och Mia Iwarsson Wide. Provytor, 5,64/3,99 meters radie lades ut slumpmässigt. I provytorna klavades samtliga stammar och diametrar och trädslag registrerades med dataklave. Höjder och grundytor mättes och noterades. För att få fram en höjdkurva kompletterades höjdmätningarna så att samtliga diametrar fanns representerade i materialet. Speciella data om markförhållanden eller annat noterades i de fall det var motiverat.

När provytorna var inmätta påbörjades tidstudien. Under studien angavs trädslaget på de avverkade stammarna och diametrarna uppskattades. Dessa uppgifter låg sedan till grund för volymuppskattningarna.



Figur 5.  
Utläggning av provytor före skogsbränsleuttag.

Efter genomfört skogsbränsleuttag lades nya provytor ut mellan stickvägarna i beståndet. I provytorna klavades samtliga stammar, diameter och trädslag noterades. Grundytan beräknades. Dessutom registrerades stickvägslängd, -bredd och gallringsdjup, utifrån vilka stickvägsareal och stickvägsandel beräknades.



Figur 6.  
Utläggning av provytor efter skogsbränsleuttag.

## Resultat

### AVVERKNING

#### Grundtider och prestationer

Den genomsnittliga trädbiomassan i uttaget var 0,018 ton TS/träd, vilket motsvarar en trädvolym på ca 0,1 m<sup>3</sup>s eller 0,04 m<sup>3</sup>f biomassa, eller en stamvedsvolym på 0,03 m<sup>3</sup>sk per avverkat träd. Den avverkade biomassan per hektar låg mellan 63 och 71 ton TS.

I studieledet med Log Max avverkades 305 träd per timme, medan motsvarande prestation för Naarva Gripen var 208 träd och för Bracke med vikarmskran 198 träd per timme.

Prestationerna i studien varierade från 3,1 till 4,6 ton TS per produktiv timme (med ett omräkningstal på 0,85 G<sub>0</sub>-h/G<sub>15</sub>-h).

Tabell 2.

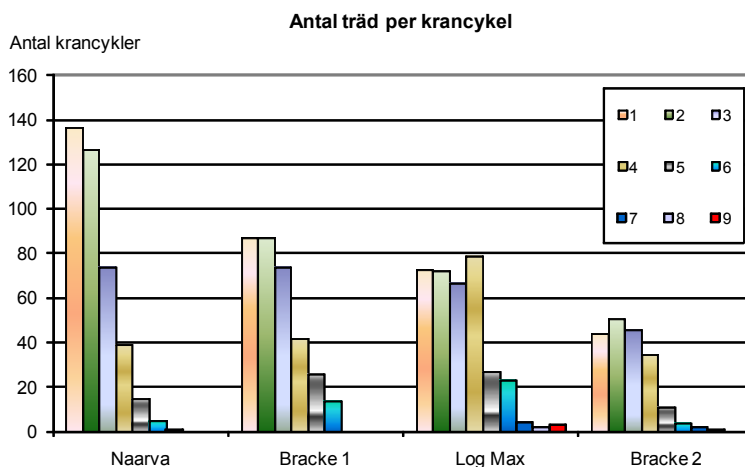
Grundtider från tidsstudier, Naarva Gripen 1500-40E, Log Max 4000B och Bracke C16.

	Naarva Gripen	Bracke C16	Log Max 4000	Bracke C16 med bomkran
Fällning	12 213	7 944	11 754	11 022
Sammanföring	5 798	2 447	4 561	4 932
Tillredning	5 706	4 337	4 345	6 074
Maskinförflyttning	1 054	489	116	2 152
Röjning	0	139	41	203
Tillrättläggning	586	551	192	822
Övrig verktid	0	0	171	90
Total studietid	25 357	15 907	21 180	25 295
Antal krancykler	417	199	350	347
Total antal avverkade träd	878	525	1078	862
Totalt avverkad volym ton TS	15,62	10,45	19,08	15,73
Antal träd/krancykel	2,2	2,7	3,1	2,6
cmin/krancykel	61	80	61	73
cmin/träd	28,9	30,3	19,7	29,3
ton TS/stam	0,018	0,02	0,018	0,018
<b>PRESTATION</b>				
Träd/G <sub>0</sub> -h	207,8	198,0	305,4	204,5
Avverkning ton TS/G <sub>0</sub> -h	3,7	3,9	5,4	3,7
Avverkning ton TS/G <sub>15</sub> -h	3,1	3,4	4,6	3,2
Uppskattad areal (ha)	0,25	0,15	0,27	0,23
Avverkat ton TS/ha	63,4	68,3	71,2	69,7

## Akkumulering

Antal avverkade träd per krancykel varierade mellan 2,2 stammar för Naarva Gripen upp till 3,1 träd per krancykel för Log Max. Av figur 7 framgår under hur många krancykler de olika aggregaten ackumulerade olika antal träd.

Av totalt 398 avverkningscykler avverkade Naarva Gripen endast ett träd i 137 fall, och 2 träd i 127 av cyklerna. I Log Max fall var antalet krancykler med ett till fyra träd relativt lika. Bracke 1 (med bomkran) har en fördelning av antal träd liknande Naarva, medan föraren vid andra studietillfället aktivt eftersträvar att öka antalet ackumulerade träd, vilket framgår av figur 7.



Figur 7.  
Antal träd per krancykel.



## SKOTNING

Prestationen vid skotningen varierade från 7,7 till 9,6 ton TS/G<sub>15</sub>-timme. De genomsnittliga lassvikterna i studieleden spände mellan 7 977 kg och 6 548 kg.

Tabell 3.  
Prestationer och effektiva uttag vid skotning.

	Naarva Gripen	Bracke C16	Log Max 4000	Bracke C16 med bomkran
Kran ut	797	1 265	1 185	478
Grip	1 437	1 683	1 453	911
Lasta	2 037	2 512	2 887	1 267
Tillrättaläggning	594	267	583	255
Maskinflyttning	425	821	595	331
Lasskörning	1 428	1 239	1 523	1 169
Lossning	1 160	922	960	680
Effektiv cykeltid	7 878	8 709	9 186	5 091
Antal lass	3,9	3,2	4,0	2,6
Genomsnittlig lassvikt (kg)	7 427	7 977	7 961	6 548
Total skotat				
volym ton råvikt	28,7	25,1	31,8	17,0
ton TS	14,8	13,2	16,6	8,9
<b>PRESTATION</b>				
råton/G <sub>0</sub> -h	21,8	17,3	20,8	20,1
råton/G <sub>15</sub> -h	18,6	14,7	17,7	17,1
ton TS/G <sub>0</sub> -h	11,3	9,1	10,8	10,5
ton TS/G <sub>15</sub> -h	9,6	7,7	9,2	8,9

Totalt skotades 17 lass. Antal lass per studieled varierade mellan 2,6 och 4. Vid ett normerat skotningsavstånd på 150 meter framgår att skotningen efter avverkningsledet med Naarva var 30 % tidseffektivare per ton TS än den genomsnittliga skotningen i studien, tabell 4.



Tabell 4.  
Tidsåtgång för lastning och skotning.

	Minuter per ton		
	Lastning totalt	50 m skotning	150 m skotning
Alla lass	2,13	0,47	1,42
Naarva	1,80	0,36	1,08
Bracke1	2,63	0,56	1,69
Log Max	2,06	0,42	1,26
Bracke 2	2,08	0,62	1,85

Skotningen var effektivast efter Naarva och minst effektiv i studieledet med Bracke med bomkran. De utskotade volymerna ton torrs substans per hektar varierade från 58,3 upp till 61,8.

Tillvaratagandegraden, d.v.s. hur stor andel av de avverkade volymerna som skotades ut och togs till vara, varierade från 83,7 % till 94,8 %. Spillet i studieledet med Bracke med bomkran var 16,3 %, medan spillet efter Naarva Gripen bara var 5,2 %, tabell 5. Förklaringen till den låga effektiviteten efter Bracke är dels att materialet inte hamnade i särskilt ordnade högar, delvis beroende på bomkranens begränsade rörlighet, medan Naarvaföraren samlade materialet i betydligt större högar.

Tabell 5.  
Prestationer och tillvaratagandegrad vid skotning.

	Naarva Gripen	Bracke C16	Log Max 4000	Bracke C16 med bomkran
<b>PRESTATION</b>				
Skotning ton TS/G <sub>15</sub> -h	9,6	8,9	9,2	7,7
Avverkat ton TS/ha	63,4	68,3	71,2	69,7
Utskotat ton TS/ha	60,1	58,3	61,8	58,3
Tillvaratagandegrad %	94,8	85,3	86,8	83,7

## BESTÅNDET EFTER SKOGSBRÄNSLEUTTAG

Uttaget var relativt stort i samtliga studieled. Det största uttaget hade Log Max, 70,7 ton TS per hektar, jämfört med 68 ton TS och 61,5 ton TS per hektar för Bracke respektive Naarva.

Bracke-aggregatet med parallellkran (Bracke 2) hade en något högre medelstamvolym i uttaget, 0,02 ton TS/träd jämfört med ca 0,018 i övriga studieled. I studieledet med Naarva beräknades den lägsta torrs substansen per hektar efter gallring, 50,5 ton TS/ha jämfört med 60,2 efter Log Max. Samtidigt hade 1 430 stammar per hektar lämnats efter Naarva jämfört med endast 1 230 stammar per hektar i Log Max fall. En förklaring till den lägre volymen, uttryckt i ton TS, både i uttaget och i det kvarstående beståndet i studieledet med Naarva är den lägre andelen löv än i övriga studieled. Dessutom har klenare stammar lämnats kvar i detta fall, den grundtyevägda brösthöjdsdiametern är 12,8 cm, jämfört med 14,8 efter Log Max.

Instruktionen vid ingreppet var att lämna 1 800–1 900 stammar per hektar mellan stickvägarna. Det största uttaget gjordes med Log Max, där lämnades endast 1 575 stammar per hektar i mellanzonerna.

Gallringsstyrkan (grundytan) varierade från 51 % till 56 %, vilket indikerar klassiska läggallringar i samtliga studieled. Se tabell 6 nedan.

Stickvägsbredden var 4,2 meter i samtliga studieled utom vid Bracke med parallellförd kran (Bracke 2), där bredden var hela 5 meter. Även gallringsdjupet, d.v.s. längsta utlägg från stickvägsnitt, mättes. Naarvaföraren hade de största gallringsdjupen, 10,25 meter medan Bracke med vikarmskran låg på 8,75 meter i snitt.

Tabell 6.  
Beskrivning av uttaget och beståndet efter skogsbränsleuttaget.

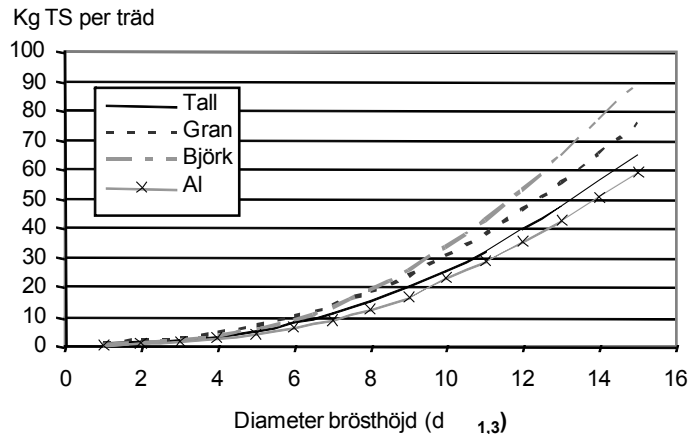
	Naarva	Bracke1	LogMax	Bracke2
Uttag (st/ha)	3 570	3 820	4 020	3 420
Uttag Grundyta (m <sup>2</sup> /ha)	17,3	18,7	19,6	18
Uttag Torrsubstans (Ton TS / ha)	61,5	68,6	70,7	61,9
Uttag volym (m <sup>3</sup> f / ha)	144	155	162	154
Uttag volym (m <sup>3</sup> sk / ha)	112	119	127	118
Dbh genomsnitt uttag	7,2	7,3	7,3	7,7
GY-vägd dbh uttag	10,1	10	9,9	9,9
Höjd genomsnitt i uttag	10,3	10,5	10,5	10,8
m <sup>3</sup> sk per träd i uttaget	0,031	0,031	0,031	0,034
m <sup>3</sup> f per träd i uttaget	0,04	0,041	0,04	0,045
kg TS per träd i uttaget	17,3	18	17,6	19,9
T,G,L, % TS	42 / 25 / 33	25 / 27 / 48	35 / 24 / 41	21 / 31 / 48
Stamantal (st / ha)	1 430	1 590	1 230	1 210
Grundyta (m <sup>2</sup> / ha)	13,6	16,8	16,5	14,4
Torrsubstans (Ton TS / ha)	50,5	66,5	60,2	56,5
Volym (m <sup>3</sup> f / ha)	124	156	149	134
Volym (m <sup>3</sup> sk / ha)	95	118	118	102
Dbh genomsnitt	10,4	11,1	12,5	11,7
GY-vägd dbh	12,8	13,2	14,8	14
Höjd genomsnitt i uttag	12,3	12,8	13,3	13
m <sup>3</sup> sk per träd	0,066	0,074	0,096	0,084
m <sup>3</sup> f per träd	0,087	0,098	0,121	0,11
kg TS per träd	35,3	41,7	49	46,6
T,G,L, % TS	56 / 37 / 07	39 / 31 / 30	85 / 09 / 06	45 / 27 / 28
Gallringsstyrka, träd (%)	71	71	77	62
Gallringsstyrka, grundyta (%)	56	53	54	51
Gallringsstyrka, volym (%)	55	51	54	51
d/D	0,69	0,66	0,58	0,66
Gallringsdjup (m)	20,5	17,5	19,1	18,0
Stickvägsbredd (m)	4,2	4,2	4,2	5,0

## Analys av resultaten

### AVVERKNING

Alla analyser är gjorda med biomassan räknat i kg eller ton torrsubstans per träd som utgångspunkt. Detta på grund av att mängden torrsubstans är det mått som ger minst fel vid omvandling till MWh och m<sup>3</sup>f.

Utifrån höjdkurvor och biomassafunktioner beräknades biomassan i varje träd.



Figur 8.  
Biomassan för varje trädslag vid ökande diameter i brösthöjd.

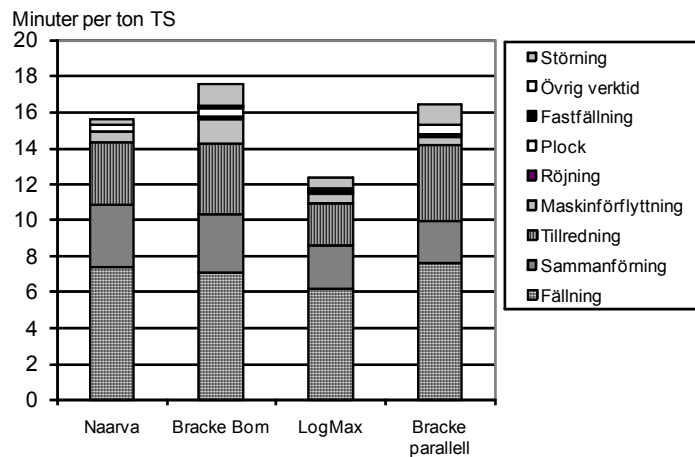
Skillnaderna i biomassa per trädslag gör att det totala volymsuttaget, uttryckt som ton torrsubstans, blev något lägre i studieledet med Naarva jämfört med de övriga då man i det studieledet hade en avsevärt lägre andel björk, se tabell 7.

Tabell 7.  
Tidsåtgång, minuter per ton torrsubstans.

	Naarva	Bracke Bom	LogMax	Bracke parallell
Fällning	7,36	7,11	6,2	7,62
Sammanförning	3,49	3,18	2,41	2,35
Tillredning	3,44	3,92	2,29	4,16
Maskinförflyttning	0,64	1,39	0,61	0,47
Röjning	0	0,13	0,02	0,13
Plock	0,35	0,53	0,1	0,53
Fastfällning	0	0,02	0	0
Övrig verktid	0	0,04	0,09	0
G <sub>0</sub> -tid Totalt	15,28	16,33	11,73	15,26
Störning	0,28	1,26	0,61	1,16
Träd per avvcykel	2,2	2,6	3,1	2,7
Träd per kapcykel	9,8	5,4	3,7	4,3
Träd pr timme	217	224	310	204

Prestationen i avverkningsarbetet är mycket beroende av den totala volymen per krancykel. Tidsförbrukningen per avverkat ton torrsubstans för Logmax var 11,73 jämfört med 15,28 respektive 15,26 för Naarva och Bracke. Avverkningsprestationen var alltså 30 % högre med Log Max-aggregatet jämfört med de övriga.

Man kan också lägga märke till den stora skillnaden i antal träd per kapcykel, se tabell 7. Med kapcykel avses här de träd som tillreds och kapas i samma knippe. Naarvaföraren gjorde stora högar innan han kapade och tillredde materialet, 9,8 träd per kapcykel, medan Brackeföraren gjorde mindre högar och kapade hälften så många träd i varje kapcykel. Detta kan vara orsaken till att Naarva hade en något högre tidsåtgång för sammanföring, men lägre tidsåtgång för kapningen jämfört med Bracke-aggregatet. Totalt hade de två aggregatstyperna samma tidsåtgång för fällning, sammanföring och tillredning, medan de större högarna efter Naarva var gynnsamma för skotningen.



Figur 9.  
Tidsåtgång per ton torrs substans för varje maskin.

Figur 9 och tabell 7 visar tydligt vad som skiljer aggregatet med matarhjul från de övriga. I detta bestånd med så många långa stammar blev sammanföring och tillredning av virket mycket enklare med aggregatet med matarhjul, och man sparade ungefär två minuter per ton torrs substans i just dessa båda arbetsmoment.

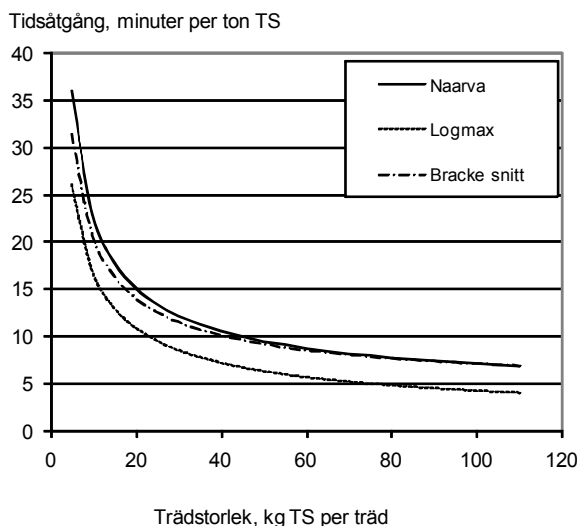
Aggregatet gynnades av möjligheten att dra ner stammarna med hjälp av matarhjulen. På detta sätt fastnade de inte i omkringstående träd kronor även om man avverkade ett relativt stort antal träd. Aggregatet har även en bra och stabil ackumulering vilket även det möjliggör att avverka många träd i samma avverkningscykel.

Fällningen gick också något fortare med det sågande aggregatet, utan att vi kunde se någon egentlig förklaring till detta. Sannolikt beror det av skillnader i förarens arbetsmetod och skicklighet.

### Fällning-sammanföring

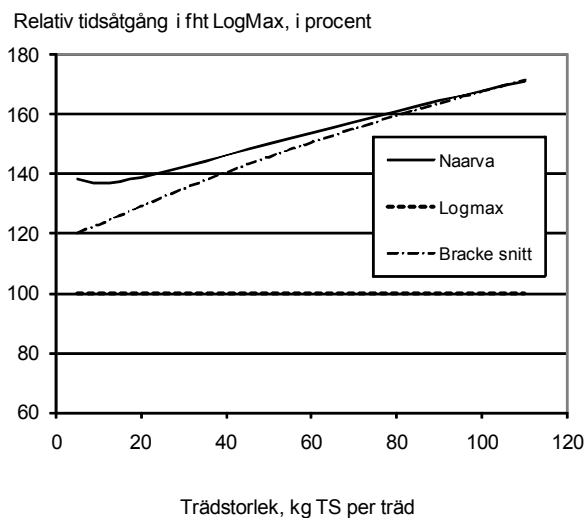
Fällning-sammanföring stod för 60–70 % av tidsåtgången vid avverkning, och tog 8,5 – 11,0 minuter per avverkat ton torrs substans.

Tidsförbrukning för fällning och sammanföring mättes och antal träd noterades för varje trädstorlek. Tidsåtgång per träd och ton torrs substans kunde därför analyseras.



Figur 10.  
Tidsåtgången uttryckt som minuter per ton TS är starkt beroende av trädstorleken.

Figur 10 visar hur beroende man är av trädstorleken för att få en acceptabel produktivitet. Vid trädstorlekar under 15 kg är tidsåtgången per avverkade ton torrsbstans mycket hög. Log Max hade lägst tidsåtgång i samtliga trädstorleksklasser. Den relativa skillnaden i tidsåtgång per ton mellan fällhuvudena (Naarva och Bracke) och Log Max ökar med ökande trädstorlek.



Figur 11.  
Figuren visar tidsåtgången för fällning, sammanföring och tillredning för ökande trädstorlek.

I figur 11 visas Naarvas och Brackes relativa tidsåtgång jämfört med Log Max. I detta ingår tiderna för fällning, sammanföring och tillredning av högarna. Man kan se att Brackes sågklinga är effektivare än Naarvas klipp vid mindre trädstorlekar, medan de båda fällhuvudena är mer jämförbara ju större träden blir. Klippen missgynnas av riktigt klena stammar, medan klingaggregatet har möjlighet att använda sveptekniken i täta klena bestånd, och kan därmed avverka klena stammar mer effektivt.

## Tillredning av virket

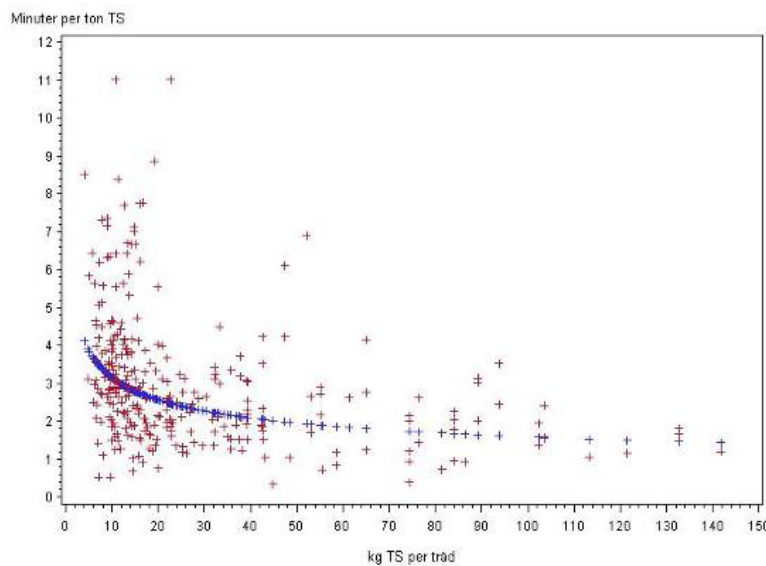
Man kan inte visa på något tydligt samband mellan vare sig trädstorlek, uttags-täthet eller tidsåtgången per ton för kapning av virket. Detta beror sannolikt på att ett eventuellt samband är svagt, och att variationen i trädstorlek och uttags-täthet i studiematerialet var för liten. Tidsåtgången för detta arbetsmoment varierade från 3,8 till 4,2 minuter per ton TS, och i genomsnitt gick det åt 4 minuter per ton TS.

För Log Max-aggregatet kunde man härleda tidsåtgången för tillredning och kapning till varje krancykel, vilket ger möjligheten att analysera materialet på krancykelnivå. Här hittades ett svagt men tydligt samband mellan tidsåtgången per ton TS för kapning och trädstorlek.

Modellen för kaptiden i minuter per ton torrs substans blev:

$$\text{Log}_{10}(T_{\text{kapa, per ton ts}}) = 0.79676 - 0.29796 \times \text{Log}_{10}(\text{kgTS/Träd})$$

Modellens förklaringsförmåga ( $R^2$ ) var bara 0,17, vilket beror av att det var stor variation i tidsåtgången och att endast en liten andel av denna variation förklarades av trädstorleken. Likväl är det mer rätt att använda modellen i stället för att bara använda medelvärdet för hela studiematerialet.



Figur 12.  
Tidsåtgång för tillredning med Log Max. Figuren visar observationer (röda kross) och modellens prediktion (blå kross).

## Övrig kranarbetstid; plock, röjning och fastfällning

Tidsåtgången för dessa moment var relativt låg, endast 0,1 till 0,5 minuter per ton torrs substans. Resultatet indikerar en tendens till att tidsåtgången för dessa moment var högre för Naarva och Bracke än vad det var för Log Max. Detta kan bero på att Log Max sällan släpper materialet innan det är färdigkapat, medan klipparna måste släppa virket och ta omtag. Detta innebär att virket i vissa fall hamnar i ogynnsamma lägen för kapningen. För att kunna bekräfta eller dementera dessa indikationer krävs ytterligare tidsstudier.

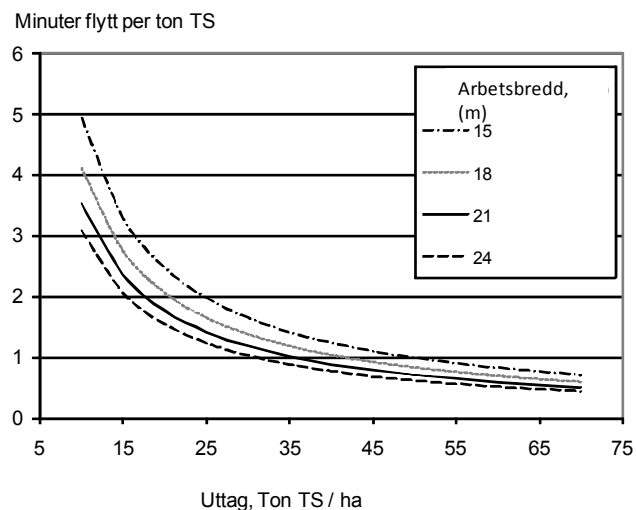
## Maskinförflyttning mellan uppställningsplatser

Om man bortser från ett av delfälten med Bracke, där tidsåtgången för framförflyttningar mellan uppställningsplatser (fmup) var extremt hög, får man följande samband mellan tidsåtgång för förflyttning och stickvägslängd:

$$FMUP \text{ (cmin)} = 143 + 5.98356 \times \text{stickvägslängd, m.}$$

Vid 100 meters stickvägslängd blir det 0,074 min/m. Tidsåtgång per ton TS kan då härledas från tidsåtgång per meter och uttag per meter. Tidsåtgång per hektar kan härledas från tidsåtgång per meter och antal meter stickväg per hektar.

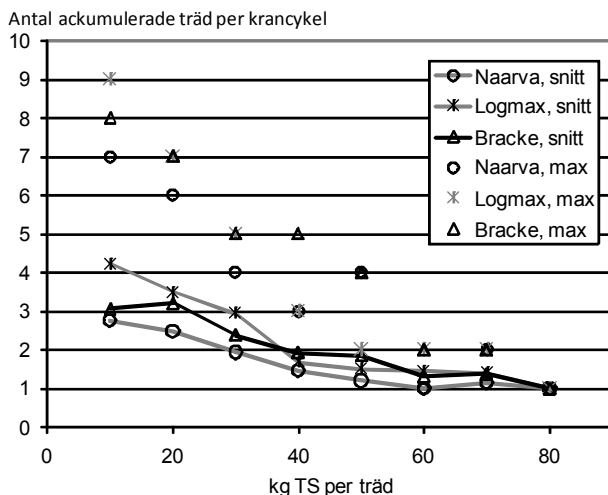
Arbetsbredden påverkar antalet uppställningsplatser per 100 meter. Vid arbetsbredder över 20–22 meter krävs ofta instick, vilket i sin tur påverkar prestationen och tiden för maskinförflyttningar.



Figur 13.  
Tidsåtgång per ton torrs substans för maskinförflyttning vid avverkning, beroende på gallringsdjup och gallringsuttag.

Enligt figur 13 är tidsåtgången för maskinförflyttning relativt låg om uttaget och gallringsdjupet inte blir för litet.

## Akkumulering

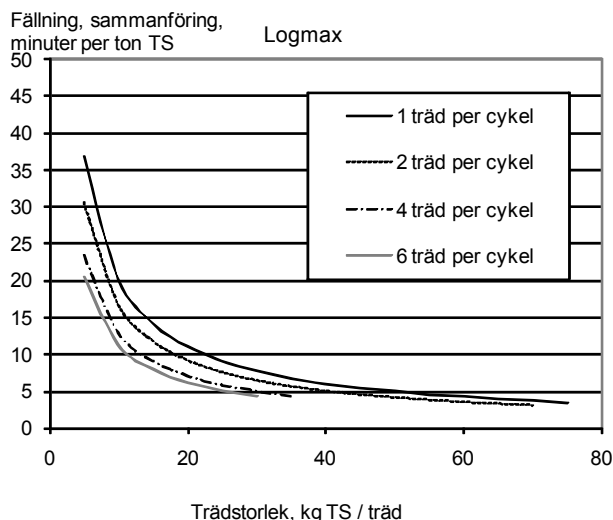


Figur 14.  
Antal ackumulerade träd per krancykel.

I figur 14 framgår hur många träd de olika aggregaten ackumulerade per krancykel. Främsta anledningarna till att Naarvan ackumulerade färre träd per krancykel är den direkt tekniska begränsningen att trädbuketten började falla ut om man försökte hålla fast fler än 3–4 träd i aggregatet. Dessutom begränsades klippen och sågklingan ur arbetsmetodssynpunkt av, att de inte kan mata ut och därmed dra ned stammarna. Hade man många träd i aggregatet fastnade ofta kronorna i omkringstående trädkronor.

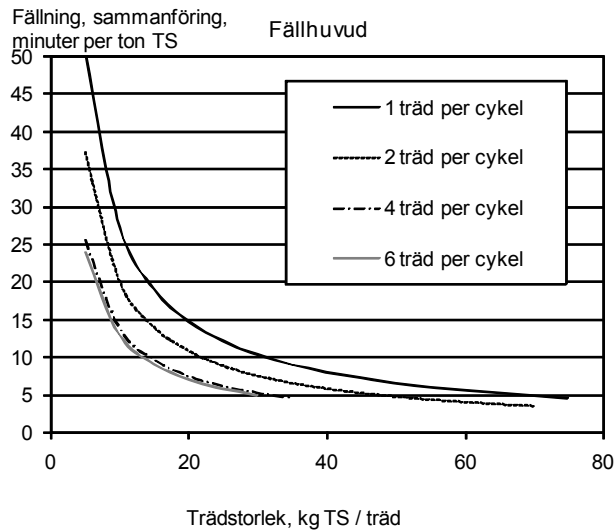
Brackeaggregatets ackumuleringsarmar stabiliserar träden något bättre jämfört med Naarva-aggregatet, varför Bracke bättre kan hantera fler träd i samma krancykel.

Enligt figur 14 har aggregaten visat ungefär samma kapacitet för ackumulering, i och med att det varierar vilket aggregat som har ackumulerat flest träd vid olika trädstorlekar. Log Max hade högst genomsnittlig ackumulering för de flesta trädstorlekar. Detta kan bero på förarens arbetssätt och på att uttagstäteten var högst för denna maskin.



Figur 15.  
Log Max. Sambandet mellan trädstorlek, ackumulering och tidsförbrukning per ton torrs substans.





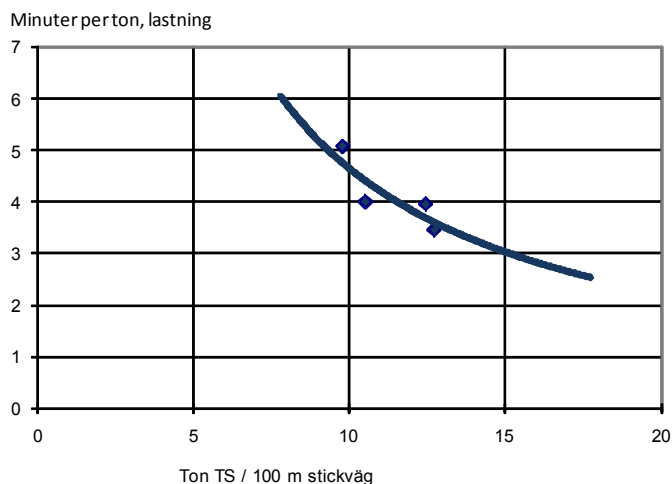
Figur 16. FH-gruppen (Naarva + Bracke). Sambandet mellan trädstorlek, ackumulering och tidsåtgång per ton torrs substans.

Som framgick av figur 10 är tidsåtgången per avverkade ton torrs substans relativt lika för Naarva och Bracke, varför vi här lagt samman dem som fällhuvud, figur 16. Tidsvinsten vid ackumulering är något större för fällhuvudena, jämfört med Log Max. Vinsten stagnerar dock vid ca 4 träd per avverkningssykel för fällhuvudena och först vid ca 6 träd för Log Max.

## SKOTNING

En anledningen till den effektiva skotningen efter avverkningen med Naarva är att föraren lade mer tid och arbete på att lägga upp stora och prydliga högar, vilket underlättar och effektiviserar skotningen, (Laitila et al., 2007). En annan förklaring är att han jobbade med drygt 10 % större gallringsdjup och därmed fick en högre koncentration av biomassa längs stickvägen. Detta gav en tids-effektiv skotning och ledde framför allt till ett mycket lågt spill, å andra sidan påverkade det krantiden då det åtgår mer krantid att hantera träd längre ut från stickvägen. Spillet i studieledet med Bracke med bomkran var 16,3 %, medan spillet efter Naarva Gripen endast var 5,2 %, se tabell 5.

Man kan alltså konstatera att den extra tid föraren lade på tillredning och upp-läggning av stora högar betalade sig vid skotningen. Detta är en viktig notering i detta material, samtidigt som man väcker frågan om huruvida skördaren verkligen skall lägga tid på detta. Troligen kan avverkning och skotning effektiviseras ytterligare, om man i stället bara avverkar med skördaren och sedan utför tillredningen av rishögar och skotningen med en skotare försedd med gripsåg.



Figur 17.  
Tidsåtgång för lastning vid ökande biomassakoncentration längs stickvägen.

Tidsåtgången för lastning per ton torrsubstans minskar vid ökande biomassakoncentration längs stickvägen. Tidsåtgången för maskinförflyttning under lastning varierade från 0,14 min/ton till 0,33 min/ton. Körhastigheten vid skotning och tomkörning i stickvägarna var i genomsnitt ca 2,1 km/h, och varierade från 1,9 km/h till 2,3 km/h.

### Kostnad och intäktskalkyler

I detta fall betalas Mellanskog 105 kr/m<sup>3</sup>s flisat virke vid väggkant. Detta motsvarar 571 kr/ton TS eller 126 kr/MWh vid bilväg. Mellanskogs kostnad för administration är 3,5 kr/m<sup>3</sup>s, d.v.s. 19 kr/ton TS eller 4,2 kr/MWh. Kostnaden för flisning beräknas till 32 kr/m<sup>3</sup>s, d.v.s. 174 kr/ton TS eller 38,3 kr/MWh.

Kostnaden för förröjningen i beståndet var 2 000 kr per hektar. Timkostnaderna för Log Max är 888 kr/timme, för Naarva 850 kr/timme, för skotaren 600 kr/timme, och kostnaden för Bracke har satts till 850 kr/timme.

Avverkningskostnaderna spände från 19 510 kr/ha för Bracke med bomkran ner till 13 763 kr/ha för Log Max. Den höga kostnaden och relativt låga prestationen för Bracke-aggregatet beror i stor utsträckning på att bomkranen begränsade kranarbetet. I dagsläget används normalt inte bomkran vid gallring, och bör inte heller göra det.

De avverkade volymerna varierade mellan 58,3 och 61,8 ton torrsubstans. I normalfallet är utfallet 25–35 ton torrsubstans. Det extrema uttaget beror av det mycket stamtäta beståndet, drygt 5 000 stammar per hektar efter förröjning av stammar upp till och med 5 centimeter i brösthöjdsdiameter. Dessutom hade beståndet en hög medelhöjd, 11,2 meter, och många av stammarna över 12 centimeter var upp till 14–15 meter höga.

Intäkterna varierade från 33 000 till 35 400 kr per hektar. De totala nettoerna varierar från –4 220 kr per hektar för Bracke med bomkran och uppgår till 3 636 kr per hektar för Log Max, tabell 8. En effektiv avverkning och ett något större uttag per hektar gör att Log Max har det bästa nettot i denna studie.

Två av fyra studieled gav alltså positiva netton+ vid skogsbränsleuttag. Detta är inte ett typiskt resultat och anledningen är i första hand det höga uttaget per hektar.

Även diametrarna låg relativt högt, den grundtyvägda medeldiametern före skogsbränsleuttaget var 11,5 cm. I uttaget var den grundtyvägda brösthöjdsdiametern ca 10 centimeter, tabell 6.

De korta skotningsavstånden bidrog även det till de goda nettoerna i åtgärden.

Tabell 8.  
Kostnads – intäktskalkyler vid skogsbränsleuttag i de olika studieleden.

	Naarva Gripen	Bracke C16	Log Max 4000	Bracke C16 med bomkran
<b>KOSTNADER</b>				
Avverkning Skr/ton TS	270,52	259,68	193,26	279,98
Skotning Skr/ton TS	62,6	67,2	65,27	77,83
Avverkning Skr/ha	17 148	17 736	13 763	19510
Skotning Skr/ha	3 761	3 915	4 033	4539
Avverkning m <sup>3</sup> s/G <sub>15</sub> -h	17,91	18,96	26,1	17,89
Avverkningskostnad Skr/m <sup>3</sup> s	47,46	45,88	39,21	59,31
Skotning m <sup>3</sup> s/G <sub>15</sub> -h	54,64	50,54	52,22	43,48
Skotningskostnad Skr/m <sup>3</sup> s	10,98	11,87	11,49	13,8
<b>INTÄKTER &amp; NETTO</b>				
Intäkter Skr/ha	34 879	33 066	35 383	32 983
Netto Skr/ha	13 970	11 415	17 587	8 934
Kostnad förröjning Skr/ha	2000	2 000	2 000	2 000
Kostnad flisning Skr/ha	10 630	10 077	10 783	10 052
Administrationskostnader Skr/ha	1136	1 101	1 168	1 102
<b>TOTALT NETTO kr/ha</b>	<b>205</b>	<b>-1 763</b>	<b>3 636</b>	<b>-4 220</b>

### Avverkningstid och avverkningskostnader

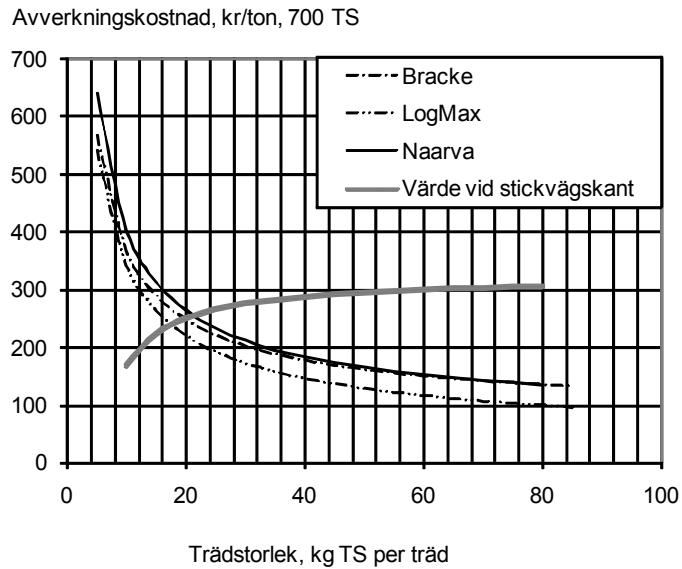
Den totala tidsåtgången för avverkning är summan av tidsåtgången för varje moment;

$$T_{\text{Avverkning}} = (G_{15} / G_0) \times (T_{\text{fällning-sammanföring}} + T_{\text{kapa}} + T_{\text{övrig krantid}} + T_{\text{maskinflytt}} + T_{\text{övrig verktid}})$$

Timkostnaden för Naarva och Bracke var SEK 850/G<sub>15</sub>h, medan timkostnaden är en vanlig skotare. Bracke-aggregatet ligger sannolikt någonstans där i mellan.

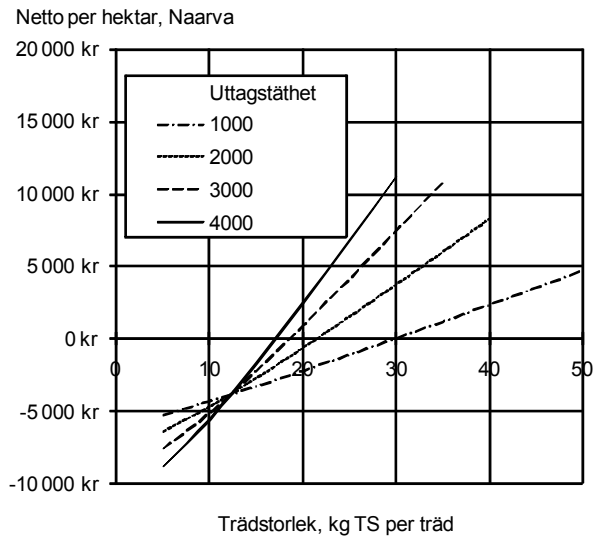
Tidsåtgången för skotning härleds på samma sett;

$$T_{\text{Skotning}} = (G_{15} / G_0) \times (T_{\text{Lastning}} + T_{\text{maskinflytt}} + T_{\text{skotning}} + T_{\text{övrig verktid}})$$

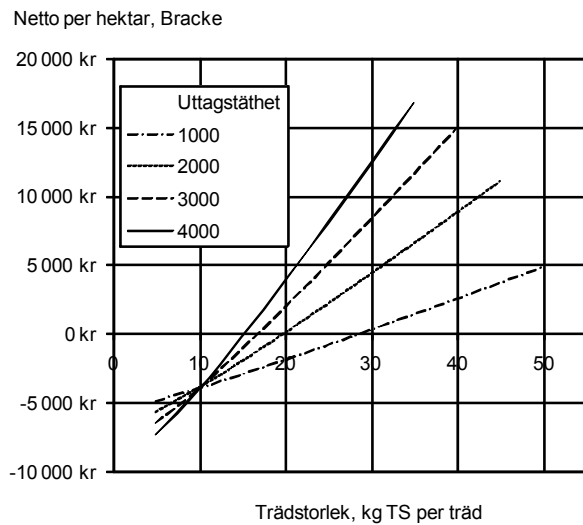


Figur 18.  
 Avverkningskostnaden i kronor per ton torrsbstans. Uttaget är satt till 2000 stam/hektar.  
 Värde vid stickvägskants sjunker med minkande trädstorlek pga ökande skotningskostnad.

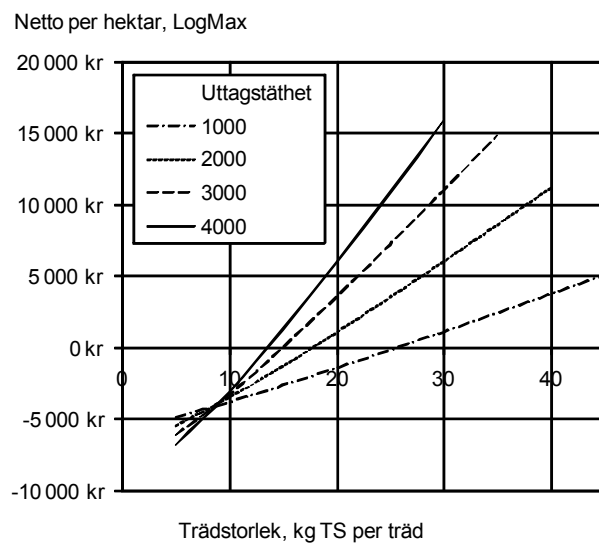
Även om timkostnaden är högre och den tekniska utnyttjandegraden något lägre för Log Max, blir avverkningskostnaden lägre för detta maskinsystem. I detta fall, med en uttagstäthet på ca 3 500 träd per hektar, var det alltså olönsamt att avverka träd under 18 kg TS med Naarva och under 16 kg för Bracke. För Log Max går gränsen vid ca 14,5 kg TS per träd.



Figur 19.  
Figuren visar hur nettot vid avverkning med Naarva Gripen 1500-50E påverkas av trädstorlek och uttagstäthet. Skotningsavståndet är här satt till 150 meter.



Figur 20.  
Figuren visar hur nettot vid avverkning med Bracke C16 påverkas av trädstorlek och uttagstäthet. Skotningsavståndet är här satt till 150 meter.



Figur 21.  
Figuren visar hur nettot vid avverkning med Log Max 4000B påverkas av trädstorlek och uttagstäthet. Skotningsavståndet är här satt till 150 meter.

Genom att titta på hur trädstorlek och uttagstäthet påverkar nettot per hektar, ser man tydligt att trädstorleken avgör om nettot blir positivt eller negativt, medan uttagstätheten påverkar hur stort nettot blir.

Vid en uttagstäthet på 2 000 träd per hektar går gränsen för positiva netton vid trädstorleken drygt 17 kg TS per träd för Log Max. Motsvarande gräns för Bracke är 20 kg TS per träd, och drygt 21 kg TS per träd för Naarva.

## Slutsatser och frågeställningar

### HUR KOMMER VI VIDARE?

Den stora mängden aggregat och olika metoder som tillämpas vid uttag av skogsbränsle från klena bestånd tyder på en marknad under utveckling. Samtidigt vet vi att tekniker och metoder i denna fas ofta har en stor potential att utvecklas. Potentialerna att utnyttja tekniken finns även vad gäller tillgängligt material i klena bestånd, längs vägar, åkerkanter och beten.

### På kort sikt

- Genom att förändra arbetsmetod så att man inledningsvis avverkar träden i stråk, kan man öppna upp beståndet och skapa ett utrymme att lägga trädhögar i. Detta underlättar ackumulering och sammanföring av träden. Därigenom ges möjligheter att öka ackumuleringsgraden från 2–3 stammar per krancykel upp till 4–6 träd, vilket skulle effektivisera kranarbetet med 30–40 %, se figur 15 och figur 16. Det torde även leda till större högar, vilket i sin tur ger mindre spill, effektivare skotning och därmed ett bättre netto.
- Kapning av de klena träden tar ca 4 minuter/ton TS, vilket motsvarar 60 kr per ton torrs substans, se figur 12. Denna kostnad borde kunna sänkas avsevärt, om kapning i stället utförs av en skotare utrustad med gripsåg. Skotaren har en lägre timkostnad, och utför redan ett visst kapningsarbete.
- I många fall spelar metod och förare större roll för prestationen än vilket aggregat man använder. Det finns vinster att göra genom att ta fram någon form av best-practice och ta lärdom av hur de mest erfarna och duktigaste förarna tänker och lägger upp sitt arbete och sedan förmedla detta till övriga förare.
- Denna studie utfördes i ett relativt grovt bestånd med ett mycket stort uttag. Det skulle vara önskvärt att upprepa studien i ett klenare och mindre stamtätt bestånd för att se hur resultatet påverkas av trädstorleken och uttagstätheten. Det skulle även vara intressant att se hur väl resultatet i ett klenare bestånd stämmer överens med de prediktioner som gjorts utifrån data i denna studie.
- Genom förröjning av beståndet kan man höja medelvolymen på de uttagna stammarna och därmed förbättra prestationen. Det är angeläget att studera under vilka förutsättningar förröjning är en lönsam åtgärd, och när det endast medför en extra kostnad.

Genom att vid avverkningen lämna stammar med en medeldiameter under ca 5 centimeter, kan prestationen ökas ytterligare. Det kostar lika mycket att avverka ett litet träd som ett stort.

### **På lite längre sikt**

Genom fortsatta studier hoppas vi kunna utveckla någon form av matris för allokering av maskinsystem. Genom att ange medeldiameter, medelhöjd och stamantal per hektar kan man sedan hitta det eller de system som är mest konkurrenskraftiga i respektive beståndstyp.

Varierande priser på olika sortiment, skogsbränsle och massaved, samt dimensionsfördelningen i beståndet påverkar nettot beroende på vad man tar ut. Det skulle vara önskvärt att ta fram ett kalkylverktyg för att prediktera nettot beroende av olika uttag; massaved, skogsbränsle eller kombinerat uttag.

Tiden för att avverka träden och lägga dem vid stickväg står för en mycket stor del av kostnaderna om man ser till hela systemet kring klenträdsavverkning. Ackumuleringen måste bli snabbare och mer tillförlitlig – ackumulering under framryckning vore önskvärt. I viss mån är detta möjligt i dag med de aggregat som avverkar stammarna med sågande klinga, men bara i riktigt klena och täta skogar. Vi skulle vilja undersöka möjligheterna med flera armar som arbetar parallellt och studera hur stora knippen som är hanterbara i en klen tät skog utan riskera att skada omkringstående stammar.

## **Referens**

- Energimyndigheten, 2007. Statistik biobränslen, Energimyndighetens hemsida.
- Iwarsson Wide, M. 2009. Klenträdsaggregat för skogsbränsle – en marknadsöversikt, Resultat nr 3, 2009. Skogforsk.
- Laitila, J., Asikainen, A. & Nuutinen, Y. 2007. Forwarding of whole trees after manual and mechanized felling bunching in pre-commercial thinnings. International Journal of Forest Engineering, Vol. 18, No.2 p. 29–39, 2007.
- Nordfjell, T. 2008. Unutilized biomass resources in Swedish young dense forests. Department of Forest Resource Management, SLU, Sweden.
- Norra Skogsägarna et al. 2007. Ökad produktion av biobränsleråvara – minskat oljeberoende, Slutrapport 2006/2007.
- Skogsstyrelsens hemsida sidan 5, 2008.





## Momentindelning, Flerträdshantering

<b>Moment</b>	<b>Momentbeskrivning</b>
Fällning:	Börjar när kranen börjar röra sig ut mot lämplig stam. Avslutas när sista trädet i krancykeln är avskilt från stubben.
Sammanföring:	Börjar när aggregatet avverkat sista trädet i krancykeln och avslutas när kranen placerat stammarna på marken släppt dem helt.
Tillredning:	Momentet påbörjas när senast avverkade trädknippet (utan matarhjul) släppts och kranen går ut för att påbörja tillredningen av högen.
Tillredning:	Momentet påbörjas när sista trädet i krancykeln (med matarhjul) avverkats och stammarna börjar matas ut för att tillredas och läggas i hög. Avslutas då aggregatet släpper den färdiga högen.
Maskinförflyttning:	Körning mellan uppställningsplatser. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannat.
Röjning:	Tid som går åt för rensning av stammar som inte kan nyttjas som gagnvirke.
Tillrättläggning:	Tid som går åt för att plocka i ordning högen.
Fastfällning:	Tid som går åt till att få loss eventuellt fastfällda stammar alternativt aggregatet vid fastfällningar.
Övrig verktid:	Tid som ingår i arbetet, men som inte kan hänföras till något av ovanstående moment.
Störning:	Tid som inte ingår i avverkningsarbetet.



## Omvandlingstal skogsbränsle

Trädrester av barrträd						
– torr-rådensitet 430 kg/m <sup>3</sup> f						
– 2,5 m <sup>3</sup> s/m <sup>3</sup> f						
– 5,8 m <sup>3</sup> s/tTs						
Fukthalt %	Kg/m <sup>3</sup> f	M <sup>3</sup> f/ton	M <sup>3</sup> s/ton	MWh/m <sup>3</sup> f	MWh/m <sup>3</sup> s	MWh/ton
55	955	1,05	2,62	1,88	0,75	1,97
50	860	1,16	2,9	1,96	0,78	2,27
45	782	1,28	3,2	2,01	0,8	2,57
40	717	1,39	3,47	2,06	0,82	2,86
35	662	1,51	3,77	2,09	0,84	3,15
30	614	1,63	4,07	2,12	0,85	3,45
Bark						
					0,65	
Trädrester av löv						
– torr-rådensitet 500 kg/m <sup>3</sup> f						
– 2,5 m <sup>3</sup> s/m <sup>3</sup> f						
– 5,0 m <sup>3</sup> s/tTs						
Fukthalt %	Kg/m <sup>3</sup> f	M <sup>3</sup> f/ton	M <sup>3</sup> s/ton	MWh/m <sup>3</sup> f	MWh/m <sup>3</sup> s	MWh/ton
55	1 111	0,9	2,25	2,19	0,88	1,97
50	1 000	1	2,5	2,27	0,91	2,27
45	909	1,1	2,75	2,34	0,93	2,57
40	833	1,2	3	2,38	0,95	2,86
35	769	1,3	3,25	2,42	0,97	3,15
30	714	1,4	3,5	2,46	0,99	3,45



## Bracke C16.a



### ALLMÄNT MARKNADSLÄGE

Bracke Forest (f.d. Robur Maskin) har tillverkat skogsbruksredskap och maskiner sedan 1922. Bracke tillverkar huvudsakligen maskiner för skogsföryngring. Deras marknad ligger i huvudsak utanför Sverige, de största utländska kunderna finns i norra barrskogsbältet, företrädesvis Kanada och Finland.

### TEKNISKA DATA

Basmaskin	Skördare, grävmaskiner, skotare och andra kranförsedda basmaskiner.
Vikt	500 kg
Klingdiameter	800 mm
Kapacitet	0–260 mm
Sågkedja	3/4" kedja
Hydraulbehov	Ansluts till basmaskinens hydraul- och manöversystem.
Tryck	160 bar
Flöde	65 l/min
Styrsystem	PLC-baserat
Tillbehör	GPS-system: FC-GIS

## ÖVRIGA KOMMENTARER

Bracke C16.a är utvecklat för samtidig röjning och uttag av biomassa. Bracke C16.a är försett med ackumulerande griparmar som gör det möjligt att enkelt samla värdefullt sortiment i högar för vidare behandling som biomassa. Detta gör aggregatet lämpligt för all slags röjning; ungskogsröjning, stråkröjning, röjningsgallring, gallring i konfliktbestånd samt röjning utefter vägar och i ledningsgator. C16.a kan monteras på skördare, skotare och andra kranförsedda maskiner.

Kaplösningen består av en självsträckande standardsågkedja monterad på en cirkulär klinga, som klarar dimensioner från 1–26 centimeter. Rekommenderad rotationshastighet på klingan; 1 200 varv/minut.

Sågkedjan monteras enkelt och sträcks automatiskt utan rörliga delar.

Det finns även ett mindre aggregat C12.a som är ett mindre röjningsaggregat utan ackumulering. Vikt 160 kg, klingdiameter 800 mm och som kan kapa upp till 16 cm.

## Kontaktinfo

### **Bracke Forest AB**

Box 150, Riksvägen 5  
840 60 Bräcke

Tfn: 0693-105 75

Fax: 0693-101 09

[www.brackeforest.com](http://www.brackeforest.com)

## Log Max



### ALLMÄNT MARKNADSLÄGE

Log Max har utvecklat en ackumuleringsutrustning som kan eftermonteras på befintliga Log Max-aggregat. Med hjälp av ackumuleringsutrustningen kan aggregatet användas som kombinationsaggregat, både för konventionell avverkning såväl som för flerträdshantering av eftersatta objekt eller ren energiskog.

### TEKNISKA DATA

Akkumuleringsutrustningen eftermonteras på befintliga Log Max-aggregat. Akkumuleringsutrustningen är tillgänglig för aggregaten Log Max 3000/4000B, Log Max 5000, Log Max 6000 och Log Max 7000.

Med hjälp av ackumuleringsutrustningen kan aggregatet användas som kombinationsaggregat, både för konventionell avverkning såväl som för flerträdshantering av eftersatta objekt eller ren energiskog. Akkumuleringsenheten öppnar större än aggregatets maxöppning, vilket underlättar ackumulering även med krokiga träd.

Log Max 3000/4000B	Log Max 5000	Log Max 6000/7000
Min öppning 30 mm	Min öppning 56 mm	Min öppning 87 mm
Max öppning 552 mm	Max öppning 700 mm	Max öppning 850 mm
Vikt 60 kg	Vikt 78 kg	Vikt 128 kg

Log Max ackumuleringsutrustning kan köras med styrsystemen Log Mate 402, Motomit, CabsWin, Valmet Maxi, John Deere TM300/3000 och Dasa 380.

<b>Log Max 3000/4000</b> Min öppning Max öppning Vikt	30 mm 552 mm 60 kg
<b>Log Max 5000</b> Min öppning Max öppning Vikt	56 mm 700 mm 78 kg
<b>Log Max 6000/7000</b> Min öppning Max öppning Vikt	87 mm 850 mm 128 kg

## ÖVRIGA KOMMENTARER

De rekommenderar själva entreprenörer att köpa ett av Log Max aggregaten och sedan eftermontera ackumuleringsutrustningen. På detta sätt är skördaren mer flexibel, ofta kör man ju både konventionell avverkning och klenare objekt där det är en fördel att ha ett flerträdshanterande aggregat.

## Kontaktinfo

Log Max AB  
Stationsvägen 12, 770 13 Grangärde  
0240-59 11 00  
<http://www.LogMax.se>

Gunnar Bäck  
070-391 97 50



## Naarva-Grip



### ALLMÄNT MARKNADSLÄGE

Naarva-Grip är ett ackumulerande fällhuvud för skördare, kombimaskiner och grävmaskiner. Den samlande griparen möjliggör hantering av även stora vertikala trädbuntar. Konstruktionen blir stabil genom att tyngdpunkten koncentrerad till griparens kapningshuvud. Upp till 10–15 träd kan ackumuleras i samma arbetscykel. Det finns i dag 3 olika modeller, Naarva-Grip 1500-25E, Naarva-Grip 1500-40E samt Naarva-Grip 1600-40. Modell 1500-40E är särskilt plane-rad för skotare eller kombimaskiner.

### TEKNISKA DATA

Naarva-Grip 1500-40E samt Naarva-Grip 1600-40		
	1600-40	1500-40E
Vikt utan rotator (kg)	580	550
Kapnings diameter för enskilt träd (cm)	28–32	28–32
Kapningsdiameter för trädbunt (cm)	40–50	40–50
Greppavstånd samlingsklo/gripare (cm)	100	60
Bredd med griparen i öppet läge (cm)	93	93
Bredd med giljotin i öppet läge (cm)	70	70
Bredd med samlingsklor i öppet läge (cm)	94	94
Höjd i fällningsläge (cm)	190	130
Kapkraft (kN)	120 (150 bar)	140 (200 bar)
Rekommenderad pumpkapacitet (l/min)	100–160	100–160
Arbetstryck (Mpa)	20(200 bar)	20(200 bar)

### Kontaktinfo

#### PENTIN PAJA Oy

Pamilonkatu 30

FIN 80130 Joensuu

Tel. +358 13 825051

Fax. +358 13 825053

[www.pentinpaja.fi](http://www.pentinpaja.fi)



## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2008

<b>År 2008</b>	
Nr 652	Löfgren, B., Nordén, B. & Lundström H. 2008. Fidelitystudie av en skogsmaskin-simulator. 30 s.
Nr 653	Norén J., Rosca, C. & Rosengren, P. 2008. Riktlinjer för presentation av apterings-information i skogsskördare. 70 s.
Nr 654	Sonesson, J. 2008. Analys av potentiella mervärden i kedjan skog-industri vid användning av pulsintensiv laserscanning.
Nr 655	Jönsson, P. & Nordén B. 2008. Skotare med ALS och tredelade stöttor – Studier av prestation och helkroppsvibrationer i galling. 14 s.
Nr 656	Persson, T., Almqvist, C., Andersson, B., Ericsson, T., Högberg, K.-A., Jansson, G., Karlsson, B., Rosvall, O., Sonesson, J., Stener, L.-G. & Westin, J. 2008. Lägesrapport 2007-12-31 för förädlingspopulationer av tall, gran, björk och contortatall. 21 s.
Nr 657	Stener, L.G. 2008. Study of survival, height growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in southern Sweden. 11 s.
Nr 658	Almqvist, C. & Eriksson, M. Ökad produktion i plantage 501 Bredinge – försök med rotbeskärning och gibberellinbehandling. 13 s.
Nr 659	Rytter, R.M. 2008. Detektion av röta i bok med 4-punkters mätning av resistivitet. 14 s.
Nr 660	Bergkvist, I., Iwarsson Wide, M., Nordén, B. & Löfroth, C. 2008. Jämförande prestationsstudier – Röjsåg med klinga kontra kedjeröjsåg. 21 s.
Nr 661	Johansson, K. Snytbaggen – kunskapsläget 2008. 18 s.
Nr 662	Österman. Öd. D., Rimquist, L. & Hanson, M. 2008. Geststyrning för engreppsskördare – en första undersökning – Projektarbete Ergonomi och Design VT-2008. 64 s.
Nr 663	Westlund, K. & Andersson, G. 2008 Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete. 58 s.
Nr 664	Hannrup, B. 2008. Slutrapport för projekt ”Mätteknik för avverkningsrester”. 52 s.
Nr 665	Rosvall, Ola., Wennström, U. 2008. Förädlings effekter för simulering med Hugin i SKA 08. 38 s.
Nr 666	Barth, A., Hannrup, B., Möller J. J. & Wilhelmsson, L. 2008. Validering av FORAN SingleTree® Method. 44 s.
Nr 667	Baez, J. 2008. Vibrationsdämpning av skotare. 67 s.
Nr 668	Björklund, N., Hannrup, B. & Jönsson, P. 2008. Effekter av förhöjt knivtryck i skördar-aggregat på barkskadorna hos massaved och földeffekter på produktionen av granbarkbollar. 34 s.
<b>År 2009</b>	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverknings kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.

Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009 Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.