

# RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 19 2007



## Klenvirkesbuntare – framtidsmaskin i förstagallring?

**Paula Jylhä** Metla, Kannus, Finland  
[paula.jylha@metla.fi](mailto:paula.jylha@metla.fi)

**Juha Laitila** Metla, Joensuu, Finland  
[juha.laitila@metla.fi](mailto:juha.laitila@metla.fi)

**Kalle Kärhä** Metsäteho Oy, Helsinki, Finland  
[kalle.karha@metsateho.fi](mailto:kalle.karha@metsateho.fi)

**Rolf Björheden** Skogforsk, Sverige  
[rolf.bjorheden@skogforsk.se](mailto:rolf.bjorheden@skogforsk.se)

Detta Resultat kommer från Skogforsks Skogsbränsleprogram, **ESS** (Effektivare SkogsbränsleSystem). Det finansieras av skogs- och energibranscherna tillsammans med Energimyndigheten.

Den finska klenvirkesbuntaren Fixteri är en maskin som fäller, kapar, komprimerar och buntar hela klenta träd. Metoden kan ge integrerade flöden av massa- och energived från tidiga gallringar.

Fixteri, som är en prototyp, producerar s.k. massa-bränslebuntar (MBB). De kan hanteras som vanlig massaved vid skotning och transport till massa-industrin. I renseriet separeras stamved och energifraktion. Maskinen kan även utnyttjas för ren energivedsavverkning.

I en finsk studie testades inblandning med upp till 16 procent MBB i renseriet och de orsakade inga driftstörningar. Vid provkokning hade massan samma egenskaper som massa gjord av traditionell massaved.

Tidsstudier visar dock att prestationen är oacceptabelt låg. Om tekniska förbättringar kan ge en kraftigt ökad prestation finns det en stor potential för konceptet.

### Om maskinen

Klenvirkesbuntaren Fixteri har utvecklats av Biotukki Oy. Det är en prototyp som är byggd på en Valmet 801 Combi drivare som basmaskin. Ett bunningsaggregat har monterats på lastbärens svängkrans. Det kan vinklas för att underlätta matningen av de fällda träden.

Prototypen var vid studierna försedd med ett Naarva-Grip 1500-40E ackumulerande fällhuvud med giljotinklipp. Det klarar upp till 30 cm grova träd. Maskinen har senare utrustats med ett Nisula 280E (20 cm).

### Arbetsätt

Då träden fällts matas de okvistade in i en komprimerings- och kapningskammare. I denna finns sensorer som känner av när kammaren är full. Då matas buntan upp till en bindningskammare, där den surras med sex varv bindgarn på fyra ställen. Därefter matas den i sidled ut mot stickvägskanten.

**Fortsatt utveckling**  
Läs mer på sista sidan!

**Rolf Björheden**

Vi måste lösa klenkogspörelmet och Fixteri är tekniskt intressant. Men prestationen är ännu för låg.





## Studie av Fixteri

Det finska skogsforskningsinstitutet Metla gjorde sen vintern 2006 en studie av Fixteri i tre olika bestånd (se tabell 1). Studierna genomfördes i dagsljus och snödjupet var 40 cm. Maskinen kördes av en van skördarförare som hade arbetat med klenvirkesbuntaren i tre månader.

I bestånd 1 gjordes endast massa-bränslebuntar, MBB, i bestånd 2 endast energibuntar, EB, och i bestånd 3 gjordes både MBB och EB. De rena energibuntarna i bestånd 3 bestod av lövträd och barrträd som var klenare än sju centimeter i brösthöjd.

### Välgallrat men med låg prestation

Skogsvårdsmässigt bedömdes arbetet som utmärkt. Inga skador noterades efter avverkning.

Uttag per ha och andel energived respektive konventionell massaved framgår av tabell 1.

Buntarna var 2,6 m långa och hade ungefär samma volym. Virkesinnehållet varierade mellan 0,35 och 0,51 m<sup>3</sup>f, främst beroende på trädens diameter. MBB-buntarna vägde i genomsnitt 453 kg. Energibuntarna, som gjordes av de klenaste träden, hade en genomsnittlig råvikt på 325 kg.

Prestationen var 2,8 – 3,7 m<sup>3</sup>/G<sub>0</sub>h, vilket är lågt jämfört med en skördare eller fällare-buntare i motsvarande bestånd.

Tabell 1. Studiebestånd och gallringsuttag.

	Bestånd 1		Bestånd 2		Bestånd 3	
	Före gallring	Uttag	Före gallring	Uttag	Före gallring	Uttag
Stammar per ha	3 950	2 850	2 750	1 400	2 650	1 800
därav tall	2 400	1 550	0	0	1 200	650
därav gran	300	300	1 650	800	750	600
därav björk	1 250	1 000	1 100	600	700	550
DBH, mm	92	78	98	85	100	83
Tall	114	98	-	-	120	95
Gran	54	54	92	74	94	85
Björk	59	54	107	99	71	66
Uttag, m <sup>3</sup> f/ha		98		42		57
varav mav, pb		76		-		36
energi i MBB		22		-		10
energi i EB		-		42		11



## Hur fungerar massa-bränslebuntar i industrin?

Fraktionsmässigt påminner massa-bränslebuntar (MBB) om sortimentet träddeklar, som det i Sverige finns stor erfarenhet av.

Tanken är att buntarna ska matas in i renseriets barktrumma tillsammans med konventionell massaved. Bark, grenar och bräckage faller ut som en energifraktion och den rensade massaveden går vidare till flisning.

I en finsk studie testades inblandning med 8 respektive 16 procent buntar tillsammans med vanlig massaved av tall. Det blev inga störningar i renseriet, och vid en provkokning blev det inga skillnader i barkhalt och övriga kvalitetsegenskaper jämfört med massa kokad på normal massaved av motsvarande kvalitet.

Med buntarna tillvaratogs nära 100 procent av den skördade volymen. Massavedsutfallet blev något lägre än med konventionell massaved, sannolikt på grund av något högre bräckage.

Renseriesteget är mycket betydelsefullt

för de fortsatta processerna i en massa-industri. Olika renserier har olika teknik, och det är därför nödvändigt att testa ett nytt sortiment som massa-bränslebuntar i olika typer av renserier.

En massa-bränslebunt vid stickväg.





## Fortsatt utveckling

De finska studierna visar att konceptet är intressant:

- Maskinen kan göra en skogsvårds-mässigt god avverkning.
- Transport och hantering av buntar kan ske rationellt och kostnadseffektivt.
- Tillskottet av biobränsle är betydande.
- Buntarna kan tas om hand i renseriet utan att äventyra massans kvalitet.

Prestationen är dock för närvarande alltför låg (se figur 1). Studierna gav emellertid uppslag till flera tänkbara förbättringar:

- Prototypen kunde inte direkt mata buntaren utan var tvungen att först lägga ner de fällda träden på marken och ta omtag.
- Det fanns inte tillräcklig effekt i hydraulsystemet för att parallellt kunna köra fällning-matning och kompaktering-buntning. Funktionerna kördes därför nästan uteslutande i serie.

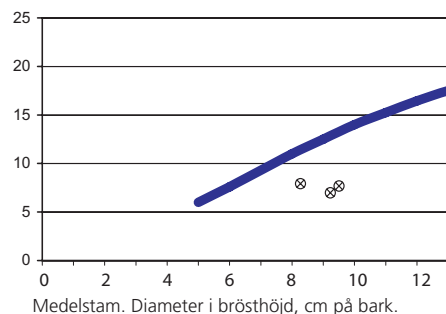
Sammantaget visar studien att systemet har många intressanta egenskaper (se figur 2). Men kostnaderna i avverkningen måste sänkas för att systemet ska kunna slå igenom.

I Finland byggs nu en förbättrad buntare på en kraftfullare basmaskin och med nytt fällaggregat, där dessa och andra "barnsjukdomar" åtgärdas. Om detta kan ske utan att maskinen blir väsentligt dyrare, så bedöms systemet ha en nisch.



**Figur 1.** Linjen visar den beräknade prestation som krävs för att MBB-systemet ska vara lönsamt. Ringarna visar de prestationer som uppnåddes vid studierna av prototypen.

Buntar per G<sub>h</sub>. Varje bunt är på 0,5 m<sup>3</sup>



	Fixteri MBB	Skördare	Trädflisning	Träddeklar
Flerträdshantering	Ja	På gång?	Ja	Ja
Avverkningskostnad	Högst	Hög	Hög	Lägst
Massavedsförsörjning	God	Lägre	Nej	God
Energivedsförsörjning	God	Nej	Högst	God
Antal sortiment	1– (2)	1–4	1	1
Terrängtransport	Lägst	Låg	Hög	Högst
Vidaretransport	Låg	Låg	Låg	Högst
Renserikostnad massaved	Hög	Lägst		Högst
Kostnad energiberedning	Låg		Hög	Låg

**Figur 2.** Grönt ljus för massabränslebuntning? Några för- och nackdelar med olika system för gallring i klena bestånd.

Grönt ljus = Fördel för systemet. Gult ljus = Mellanklass. Rött ljus = Svaghet med systemet.

## Principiell analys av Fixteri-systemet

Fixteri "angriper klenskogsproblemet" på fyra intressanta sätt:

- 1. Ackumulerande fällhuvud** ger sänkt avverkningskostnad, eftersom fler än ett träd kan fällas per krancykel. Men Fixteri fäller i princip fortfarande träden ett och ett. Därmed kvarstår det starka beroendet av trädstorleken. Ett bredavverkande fällhuvud, som avskiljer träden under framryckning som en slätterbalk, skulle minska beroendet av stamvolymen. Men det måste utföras på ett skogsvårdsmässigt acceptabelt sätt.
- 2. Buntning** effektiviserar efterföljande operationer och gör dem mindre känsliga för de enskilda trädens volym. Men

buntningen är dyr och prestationen måste ökas väsentligt för att systemets totalkostnad ska bli konkurrenskraftig.

- 3. Högt uttag av biobränsle.** I klena bestånd kan Fixteri-systemet ge en stor tillskottsvolym av biomassa, ofta blir det en fördubbling jämfört med uttag av enbart massaved. Med dagens stora efterfrågan på energived ger detta ökade intäkter. Men samtidigt påverkas beståndets tillväxt negativt, eftersom viktig växtnäring försvinner med barr och fina kvistar. Metoder med "slarv- och knäckkvistning" är intressanta alternativ, eftersom de finaste fraktionerna då blir kvar i skogen, samtidigt som

huvuddelen av de grövre grenarna följer med massaveden till industrin. Fixteri skulle kunna utrustas med ett aggregat som medger slarvkvistning.

- 4. Full integration av skogsbränsle- och massavedsskörd** ger tydliga kostnadsbesparingar. Denna effekt är särskilt tydlig i klen skog, där ekonomin är hårt pressad. Genom Fixteris fullständiga integration bär de båda sortimenten gemensamt kostnaderna för alla maskinoperationer i försörjningskedjan. Metoden ger också handlingsfrihet; då massaindustrins efterfrågan är hög kan man ta ut maximalt med massaved, och vice versa.

### The bundle harvester – a future solution for first thinnings

Fixteri is a prototype machine developed by Biotukki Oy, for felling and bundling whole, small trees from thinnings.

Through use of the accumulating shear felling head and subsequent automated standard length bundling, the costs of logging and handling small trees is reduced. But the prototype's productivity is still far too low.

The bundles may be processed at the mill together with conventional pulpwood into an energy fraction and a pulpwood fraction. Preliminary results indicate that pulp quality can be maintained.

The silvicultural performance of the prototype was good, but its productivity must be doubled in order to be economically attractive at current price levels of pulpwood and energywood.

An improved prototype is under development in Finland.

**Keywords:** Small tree harvesting, forest energy, pulpwood, bundling.

#### Läs mer

Jylhä, P. & Keskinen, N. 2006. Properties of bundled tree sections of young Scots pine in debarking, chipping, and pulping. *Forest Products Journal* 56(7/8): 39–45.

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., Laitila, J. & Kärhä, K. 2007. Integrated harvesting of pulpwood and energy wood from first thinnings using the bundling method. In: *Proceedings of the 3rd International Bioenergy Conference and Exhibition, 3rd to 6th September 2007, Jyväskylä, Finland.*

Kärhä, K. 2007. Towards more cost-efficient harvesting of energy wood and pulp wood in early thinnings. In: *Proceedings of the 3rd International Bioenergy Conference and Exhibition, 3rd to 6th September 2007, Jyväskylä, Finland.*

Kärhä, K., Jylhä, P. & Laitila, J. 2007. Integrated procurement of pulpwood and energy wood from early thinnings using whole-tree bundling. Manuscript. 34 p.

Nordfjell, T. 2007. Biomassa i unga täta skogsbestånd. *Pers comm – Öpubl. manus.*

## Vi behöver metoder för avverkning i klen skog

Det finns en ökande areal s.k. konfliktbestånd i Sverige. Det är oröjda skogar med en stor andel klena stammar som börjar växa in i gallringsålder. Sådan skog är dyr att avverka, men ju längre man väntar med gallringen, desto mer negativt påverkas beståndsutvecklingen. Beståndet blir också känsligare för skador i form av vindfällning och snöbrott när det väl gallras. Av skogsvårdsskäl behövs därför effektiva och skonsamma metoder att gallra de klena bestånden.

### Klenskog – mer virke än man tror!

Nu ökar efterfrågan på biomassa för energiproduktion kraftigt, samtidigt som behovet av massaved också ökar. Dessa behov kan delvis täckas med biomassa från de klena ungskogs-

bestånden. Tabell 2 bygger på en analys av Riksskogstaxeringens material. Den visar att det i de tätare ungskogsbestånden, de med mer än 30 ton torrsubbstans (TS) per ha, finns ett uppsparat förråd av biomassa på nära 150 miljoner ton TS. Sannolikt bör omkring halva förrådet i dessa täta ungskogar avverkas av skogsvårdsskäl. Om så mycket som hälften av det avverkade virket kan nyttiggöras som massaved så återstår ändå en betydande potential för energiproduktion, det handlar om ett uppdämt förråd på 30–40 miljoner ton TS. Det kan jämföras med det årliga uttaget av primärt skogsbränsle i Sverige i dag, som ligger i storleksordningen tre miljoner ton TS. Det är då framförallt GROT i slutavverkning som tas ut.

**Tabell 2.** Skogsmarksareal i huggningsklasserna B3 och C1 < 12 m samt areal med virkesförråd, över 30 ton TS per ha. Tabellen är baserad på Nordfjell, 2007.

	Huggningsklass		
	B3*	C1<12 m**	Totalt
Areal, miljoner ha	2,9	2,8	5,7
Areal med mer än 30 ton TS/ha, miljoner ha	0,7	2,0	2,7
Totalt virkesförråd i dessa, miljoner ton TS	33	116	149

\* över 3 m medelhöjd, men under 10 cm medeldiameter

\*\* ogallrad skog med över 10 cm medeldiameter och lägre än 12 m medelhöjd

## Inget drömsystem – ännu ...

Fixteri kan vara en lösning på en del av problemen med klenskogsavverkning. Buntaren är en rationell hanteringsenhet som gör att sortimenten kan samhanteras efter fällningen och delas upp i önskade fraktioner hos förbrukaren.

Men mycket talar för att själva fällningsmomentet är den kritiska punkten. Där när Fixteri inte längre än andra ackumulerande fällare. Fixteri med ett bredavverkande aggregat skulle vara ett stort tekniskprång.

För att nå status som drömsystem borde också en betydande andel av de näringsrika finfraktionerna avskiljas och lämnas i det växande beståndet. En hög andel finfraktioner och mineralnäringsämnen är dessutom ett problem för bränsleanvändaren. Det skapar problem vid förbränning bl.a. genom höga askhalter och risk för påslag i pannan.

Rolf Björheden

