

# ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 716 2010



## Krossning av skogsbränsle med en stor kross

EN STUDIE AV CBI 8400 HOS SKELLEFTEÅ KRAFT

---

Lars Eliasson och Paul Granlund, Granlund LB-Teknik

---

Ämnesord: Sönderdelning, flisning, grot, stubbar, skogsbränsle.

## **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

Förord .....	2
Inledning.....	3
Material och metod .....	3
Resultat .....	4
Diskussion .....	5
Referenser.....	6

## Förord

Studien har finansierats av programmet ”*Effektivare skogsbränslesystem – program 2007–2010*”, vilket ingår i Energimyndighetens temaprogram ”*Uthållig tillförsel och förädling av bibränsle*”. ”*Effektivare skogsbränslesystem*” finansieras av Energimyndigheten, Skogsbruket, Bränsleanvändarna och Skogforsk.

Uppsala 2010-06-21

*Lars Eliasson och Paul Granlund*

## Inledning

Sönderdelning är en av de stora kostnadsposterna i skogsbränslehanteringen, samtidigt är det ett effektivt sätt att förbättra transportekonomin. De olika skogsbränslena ställer olika krav på sönderdelningsutrustningen. Exempelvis går det bra att flisa träddelar och grot men stubbar måste krossas då de är förorenade med mineraljord. Skogforsk driver inom ESS-programmet ett större projekt för att belysa prestationer, bränsleekonomi och kostnader för sönderdelning av olika bränslen både på avlägg och på terminaler. Inom detta projekt har Skogforsk med Skellefteå Kraft som värd företag gjort en bränsleförbruknings- och prestationsstudie av en stor kross (CBI 8400) avsedd för krossning på terminal.

Målet med studien har varit att visa hur prestation och bränsleförbrukning påverkas av det material som krossas.

## Material och metod

Studien genomfördes i samarbete med Skellefteå Kraft på terminalen vid bioenergikombinatet i Hedensbyn. Bioenergikombinatet består av en kraftvärmeanläggning och en pelletsfabrik. Studien utfördes den 29 till den 30 mars 2010 som en kombinerad prestations- och bränsleförbrukningsstudie av den CBI 8400 kross som används för att krossa den bränsleråvara som tas in på terminalen.

### Tre olika material krossades:

1. **Grot.** I huvudsak grandominerad grot som ej torkats innan leverans till terminalen. (Barren var fortfarande gröna och satt kvar på grenarna, vilka fortfarande var mjuka). Cirka 60 cm snö låg på den otäckta vältan, vilket medförde att ganska mycket snö följde med i groten vid krossningen. Detta medförde att fukthalten på det krossade materialet blev så hög som 58,7 %.
2. **Stubbar.** Stubbarna bröts i början av juli 2009 och skotades i slutet av november. Stubbdelarna kördes in till Hedensbyn i mars 2010. Det krossade materialet hade en fukthalt på 49,0 %
3. **Rundvirke.** Lövdominerat importvirke med toppdiametrar mellan 10 och 25 cm. Övervägande asp med inblandning av både al och tall. Rundvirket gav en flis med en fukthalt på 33,0 %.

Studien upprepades tre gånger för varje material. Ursprungligen planerades att varje upprepning skulle omfatta 1 timmes krossning men detta minskades till 45 minuter för groten och till 30 minuter för rundveden. Detta gjordes dels för att undvika att man var tvungen att flytta separatlastaren och/eller krossen under en upprepning, dels för att det skulle vara möjligt att hålla isär flishögarna från de olika delstudierna. Efter varje upprepning toppfylldes tanken till samma nivå som innan försöket med en farmartank med bränslemätare.

CBI-krossen drivs av en 1050 hk Caterpillar 3412E dieselmotor (783 kW) och är utrustad med en smidd krossrotor med 24 hammare. Krossen matades med en separatlastare, Cat M322D MH, utrustad med en HSP virkesgrip med 1 m<sup>2</sup>

griparea. När krossen flyttades längre sträckor på terminalområdet drogs den av en Volvo L120F lastmaskin som också användes för att flytta flisen när flis-högen under krossens bandtransportör blev för hög.

Från den producerade flisen togs flisprover för bestämning av torrhalt och fraktionsfördelning hos flisen. Vid torrhaltsbestämningen torkades proverna i 105°C till dess att konstant vikt uppnåts. Torrhalten beräknades som:

$$\text{Torrhalt \%} = 100 \times \left( \frac{\text{Flisens torra massa}}{\text{Flisens råa massa}} \right)$$

Sällning för bestämning av fraktionsfördelning gjordes av VMF Nords mätstation vid Kappa i Piteå enligt SCAN-CM 40:01, vilket är standarden för cellulosafllis. Skellefteå Kraft har en egen definition av acceptflis och enligt denna accepteras flis där L+B+H ≤200 mm.

## Resultat

Prestationen på krossen var överlag hög (tabell 1) och vid krossning av rundvirke nära den bedömda maxkapaciteten. Vid krossning av grot och av stubbar hann inte separatlastaren och inmatningen på krossen mata tillräckligt med material för att krossvalsen kontinuerligt skulle vara i fullt ingrepp på grund av materialets beskaffenhet (jfr. tabell 2). Detta innebar att prestationen sjönk med ca 29 % vid krossning av grot och med ca 51 % vid krossning av stubbar.

Under studien var det nödvändigt att flytta separatlastaren och oftast krossen efter varje upprepning, d.v.s. när krossen upparbetat ca 40 ton TS för att det inte fanns mer material inom lastarens arbetsområde. Vid krossning av stubbar förekom det att lastaren flyttades någon meter under pågående arbete. Detta samt att det blev mer plock med kranen gjorde att andelen tid då krossen inte arbetade var något högre vid krossning av stubbar (tabell 2).

Tabell 1.  
Prestation och bränsleförbrukning per effektiv timme.

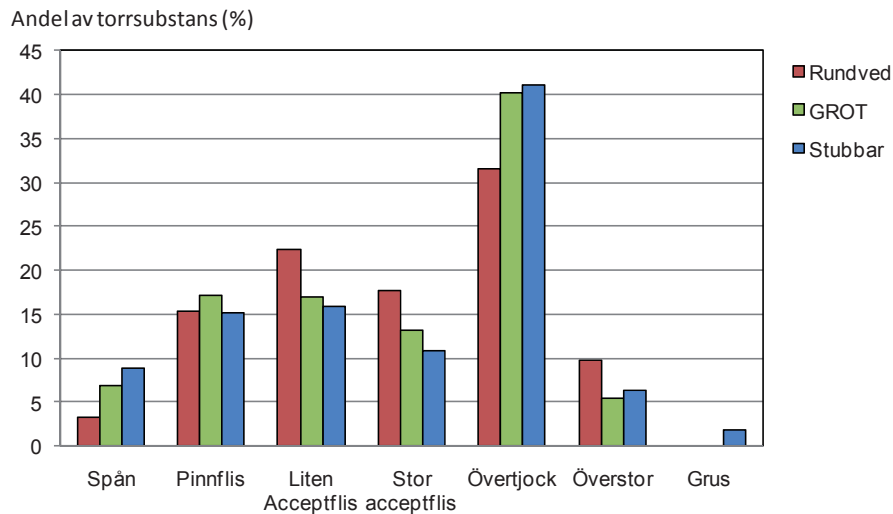
	Prestation		Bränsleförbrukning	
	ton TS/G <sub>0</sub> -timme	I/G <sub>0</sub> -timme	I/G <sub>0</sub> -timme	I/ton TS
GROT	55,9	113		2,0
Stubbar	38,3	99		2,6
Rundved	78,9	186		2,4

Tabell 2.  
Arbetsmomentens andel av den effektiva arbetstiden per uppställningsplats.

	Krossning		Övrigt arbete	
	%		%	
GROT	97,3		2,7	
Stubbar	96,4		3,6	
Rundved	98,4		1,6	

Valet av roster medförde att den producerade flisen var rätt stor (figur 1), men mycket av det som är redovisat som övergrovt eller övertjockt håller sig inom Skellefteå Krafts definition av acceptflis. Fraktionsfördelningen för rundvedsflisen är signifikant skild från fraktionsfördelningarna för stubbar och grot, mellan de två senare materialen finns inga säkerställda skillnader.

Stubbmaterialet var relativt färskt och innehöll en hel del sand och grus, och vid sällning var knappt 2 % av torrvikten grus >8 mm (figur 1). Vid en proveldning visade sig askhalten för partiet vara 9,5 %.



Figur 1. Fraktionsfördelning på flisen beroende på ursprungsmaterial. Det som är redovisat som grus är det grus som återfanns i de två grövsta flisfraktionerna

Den energi som går åt för att krossa de studerade materialen är låg i förhållande till materialets energivärde. För krossning av stamved, grot respektive stubbar med den studerade CBI-krossen åtgår diesel motsvarande 0,44 %, 0,37 % och 0,48 % av det krossade materialets energivärde.

## Diskussion

Prestationen vid krossning av rundvirke får ses som ett riktvärde för vad krossen kan prestera när den har ett kontinuerligt högt inflöde av material. På grund av att både grot och stubbar har en låg volymvikt i löst mått och p.g.a. stubbdelarnas form, är det rimligt att man inte når upp till denna nivå för dessa material. Det går dock att minska skillnaderna mellan materialen. En del av förklaringen till den låga prestationen vid krossning av stubbar beror på att separatlastarens virkesgrip inte fungerade tillfredsställande vid lastning av stubbar. Gripfen fungerade bättre för lastning av grot men en risgrip hade varit effektivare. För lastning av stubbar hade en skrotgrip eller en breddad risgrip med många skänklar varit att föredra. För att fullt ut utnyttja kapaciteten hos krossen vid krossning av grot bör groten kompakteras så att tillräckligt med grot kan matas in i krossen. En tidigare studie (Edman, 2009) av samma kross vid krossning av buntad grot visade på en prestationsnivå på 73–74 ton TS per  $G_0$ -timme, vilket nästan är jämförbart med prestationen för krossning av rundvirke.

Den noterade prestationen för krossning av brun grot är avsevärt högre än de tidigare prestationsnivåerna Skogforsk noterat för liknande krossar (Nordén, 2009). Det finns två anledningar till detta dels att arbetet på terminalen i Hedensbyn var välorganiserat med väl upplagt material, dels på att endast det effektiva krossningsarbetet studerades. Under en arbetsdag måste krossen flyttas ett antal gånger för att separatlastaren skall nå materialet som krossas, tiden för detta arbete ingår inte i studien. Medtar man dessa kringarbeten då prestationen beräknas, sjunker krossens prestationsnivå med uppskattningsvis 20 % baserat på de observationer som gjordes under studien.

Fukthalterna mellan materialen varierade en hel del och delvis orsakades de höga fukthalterna för framför allt groten av den snö som täckte högarna. En snöfri fukthalt för groten bör ha varit ca 50 %. Fukthalten för stubbarna påverkades inte i lika hög grad av snön då mycket av snön föll av vid matningen av krossen. På rundvedstraven låg endast små mängder snö och denna föll av vid lastningen.

Skellefteå Kraft har ett såll och en slutkross i bränsleberedningen som mal ner det material som inte passerar genom siktarna på väg till pannan. Därmed kan man använda något grövre roster i CBI-krossen, vilket har ökat CBI-krossens produktivitet avsevärt enligt de som arbetar med maskinen. Detta medför att huvuddelen av den producerade flisen bestod av stora flisbitar, men bara en liten del av flisen var större än Skellefteå Krafts egen definition på acceptabel storlek och detta kan man hantera i bränsleberedningen.

## Referenser

- Edman, T. 2009. Buntning av grot med lastbilsmonterad utrustning. SLU, Inst. f. Skogshushållning, Arbetsrapport 251.
- Nordén B. 2009. Sammanställning av studier på krossar och flisare 2007–2009. Stencil, Skogforsk.



## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 699	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 avverkade 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.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinkssystem med en traktormonterad flishugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i väggkant med BRACKE C16. 14 s.
Nr 696	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i väggkant med ponsse dual med EH 25. 15 s.

Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
<b>År 2010</b>	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lindström, A. 2010. Förädlings effekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förröjningens påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.
Nr 707	Bergkvist, I. 2010. Utvärdering av radförbandsförsök anlagda mellan 1982-1984. 16 s.
Nr 708	Hannrup, B. & Jönsson, P. 2010. Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie. 28 s.
Nr 709	Iwarsson Wide, M., Belbo, H. 2010. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag i mycket klen skog Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E och Log Max 4000, Mellanskog, Simeå 28 s.
Nr 710	Englund, M., Löfroth, C. & Jönsson, P. 2010. Inblandning av rött ljus i LED-lampor – Laboratoriestudier av hur människor uppfattar tre olika ljusblandningar. 7 s.
Nr 711	Andersson, B. 2010. Using simulation to optimise tree breeding programmes in Europe: an introduction to POPSIM™.
Nr 712	Jönsson, P. 2010. Hydrauliskt dämpad hytt – ett lyft för arbetsmiljön? 14 s.
Nr 713	Eriksson, B. & Sonesson, J. 2010. Tredje generationen skogsbruksplaner – Slutrapport DElproj 4 – Arbetsgång vid planläggning. 23 s.
Nr 714	Sonesson, J. 2010. Nya arbetssätt i skogsbruksplanläggning.
Nr 715	Eliasson, L. 2010. Huggbilar med lastväxlarssystem. 13 s.
Nr 716	Eliasson, L. & Granlund P. 2010. Krossning av skogsbränsle med en stor kross – En studie av CBI 8400 hos Skellefteå Kraft. 6 s.
Nr 717	Stener, L.G. 2010. Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska försök.