



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 768 2012

Grovkrossning och sållning av stubbar på terminal

Coarse grinding of stumps and
sieving of the produced hog fuel

Niklas Fogdestam, Paul Granlund och Lars Eliasson



SKOGFORSK

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 768 2012

I Arbetsrapporter redovisar Skogforsk resultat och slutsatser från aktuella projekt. Här hittar du bakgrundsmaterial, preliminära resultat, slutsatser och färdiga analyser från vår forskning.

Titel:

Grovkrossning och sällning av stubbar på terminal.

Coarse grinding of stumps and sieving of the produced hog fuel.

Bildtext:

Grovkrossning av stubbar.

Ämnesord:

Sönderdelning, Flisning, Krossning, Skogsbränsle. Comminution, Chipping, Grinding, Forest fuel.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2012

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Niklas Fogdestam, Arbetar på Skogforsk huvudsakligen med teknik och metodutveckling inom transport och drivning.



Paul Granlund, Granlund LB teknik, arbetar med bränsleförbrukningsstudier åt Skogforsk.



Lars Eliasson, docent. Arbetar på skogforsk med teknik och metodutveckling inom skogsbränsleområdet.

Abstract

Transport costs are one of the major costs in the supply chain of stumps for fuel. To grind the stumps to a coarse hog fuel on landing gives a possibility for increased pay loads and thus lower transport costs. This is possible since hog fuel is less bulky than stump wood. Skogforsk has studied productivity fuel consumption and fuel quality when grinding stumps to a coarse hog fuel and sieving the produced material to get rid of soil contaminations. The grinder produced 25,8 ton dry matter per effective hour of which 18,7 were acceptable hog fuel after sieving. The drum sieve produced 20,4 ton dry matter of acceptable hog fuel per effective hour. On average the fuel consumption per acceptable ton dry matter were 1,75 l diesel for the grinder and 0,45 l diesel for the drum sieve. The sieving process proved to be an effective way to reduce contaminants in the produced fuel.

Förord

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

Uppsala 2012-03-07

Niklas Fogdestam, Paul Granlund och Lars Eliasson

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	3
Inledning.....	3
Material och metod	3
Resultat	5
Diskussion	6
Referenser.....	7
 Bilaga 1 Momentbeskrivning för studien.....	 9

Sammanfattning

En av de stora kostnadsposterna vid leverans av stubbar till värmeverk är de höga transportkostnaderna. En möjlig lösning för att öka lastvikterna och därmed sänka transportkostnaderna är att grovkrossa stubbarna på avlägg. Skogforsk har studerat prestation, bränsleförbrukning och effekter på kvaliteten hos det producerade bränslet vid grovkrossning och siktning av stubbar medan valskross och en trumsikt. Resultatet visar att grovkrossning kombinerat med siktning är ett effektivt sätt att minska graden föroreningar i stubbränslet.

Inledning

En av de stora kostnadsposterna vid leverans av stubbar till värmeverk är de höga transportkostnaderna. Dessa uppstår på grund av att stubbdelar är ett material som är skrymmande och svårt att komprimera vilket medför att lastkapaciteten på stubbfordonen inte kan utnyttjas fullt ut. von Hofsten och Granlund (2010) visade att grovkrossning på avlägg var en möjlig lösning för att öka lastvikterna vid transporterna. Dessutom kan grovkrossningen kombineras med en siktning för att minska mängden föroreningar i materialet.

I syfte att följa upp den tidigare studien avseende prestation och bränslekvalitet studerades en valskross och en trumsikt vid grovkrossning och siktning av stubbar.

Material och metod

Grovkrossning och siktning av stubbarna gjordes av Norrlandsjord & Miljö på Jämtskrafts terminal i Fyrås. Arbetet utfördes med en Doppstadt DW 3060 valskross som matades av en separatlastare (Figur 1), en Scania lastbil utrustad med en Epsilon 140s kran, och siktningen utfördes med en Doppstadt SM 620 trumsikt som matades med en lastmaskin. Trumsikten hade en sikttrumma med 20 mm hål, det finmaterial som sorterades bort (rejektet) lämnades på terminalen medan flisen som matades ut från trumman (acceptmaterialet) levererades till värmeverket i Östersund (Figur 2). På grund av platsbrist och att det försvårar flytten av krossen ställdes inte krossen och sikten upp i serie efter varandra utan en lastmaskin användes för att förse trumsikten med stubbkross och lasta det siktade materialet i containrar. Lastmaskinen var utrustad med en kalibrerad våg och vägde både acceptmaterialet och det utsiktade rejektet. Acceptmaterialet vägdes sedan en andra gång då det mättes in på värmeverket.

Krossnings- och sällningsarbetet tidsstuderades uppdelat på tre upprepningar. I varje upprepning krossades och sällades ca 20 ton stubbar. Tidsstudien genomfördes som en centiminutstudie, där arbetet delats upp i korta arbetsmoment, momentindelningen framgår av Bilaga 1. Tidsåtgången för arbetsmomenten registrerades för varje krancykel i en Allegro handdator. I analyserna slogs momenten Start, Krossning och Utmatning samman till "Effektiv flisningstid". Som en följd av den begränsade mängden material per upprepning noterades ingen tid på något annat arbetsmoment. Bränsleförbrukningen mättes genom att tanken på maskinen toppfylldes efter varje upprepning.

Från den producerade flisen togs flisprover för bestämning av torrhalt, askhalt och fraktionsfördelning. Hjortens labb i Östersund bestämde torrhalten och askhalten i proverna, sällning av proverna för fraktionsbestämning skedde på Skogforsk i Uppsala. Vid torrhaltsbestämningen torkades proverna enligt SS 187170 till dess att konstant vikt uppnåts. Askhaltsbestämningen skedde enligt SS 187171. Sällning för bestämning av fraktionsfördelning gjordes enligt SIS-CEN/TS 15149-1, vilket är den europeiska standarden för bränsleflis.



Figur 1.
Matning av krossen.



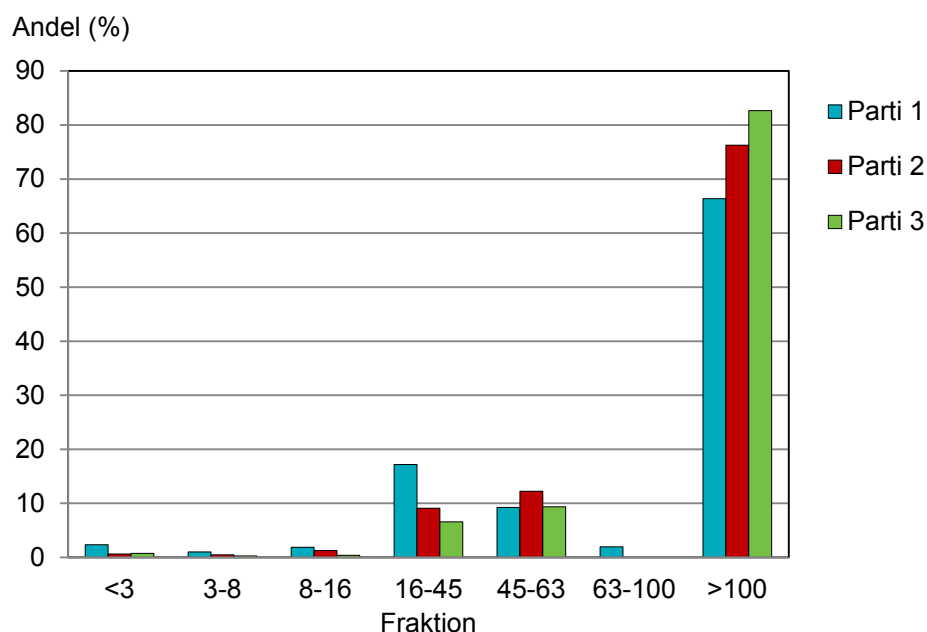
Figur 2.
Sållet sett bakifrån. Acceptmaterialet hamnar i en hög bakom sållet (högen i höger bildkant) medan rejektet hamnar på sidan om sållet (den bakre högen i bilden).

Resultat

De krossade stubbarna var kraftigt förorenade, i medeltal blev 31 procent av torrvikten i högarna utsorterat som rejekt. Askhalten i acceptmaterialet var trots siktningen 7,6 procent och rejektet hade en askhalt på 53,9 procent. Detta ger en total askhalt i materialet på 22 procent innan siktning. Förutom att siktningen minskade askhalten medförde den att fukthalten sänktes i materialet eftersom rejektet var fuktigare än acceptmaterialet. Fukthalten var 41,6 procent i acceptmaterialet och 52,4 procent i rejektet, vilket ger en fukthalt i det osiktade materialet på 45,4 procent.

Krossen producerade 25,8 ton TS per G_0 -timme varav 18,7 ton TS blev acceptmaterial efter siktning. Sikten har en något högre produktion och siktade 30,6 ton stubbkross per G_0 -timme varav 20,4 ton TS blev acceptmaterial och 10,2 ton TS rejekt. Bränsleförbrukningen för de två maskinerna varierade inte mycket under studien och i medeltal var bränsleförbrukningen per ton TS acceptmaterial 1,75 liter för krossen och 0,45 liter för sikten.

Acceptmaterialet bestod till största delen av vedbitar som var längre än 10 cm (Figur 3). Den längsta biten i respektive prov var 37, 62 samt 37 cm från parti 1, 2 respektive 3. I genomsnitt var 1,8 viktprocent av materialet mindre än 8 mm och en stor del av detta utgjordes av mineraljord.



Figur 3.
Flisens fraktionsfördelning i acceptmaterialet efter grovkrossning och siktning.

Diskussion

Den studerade lösningen för grovkrossning är väl lämpad för arbete på terminaler. Det är däremot tveksamt om det kan fungera bra på avlägg då de fyra maskinerna kräver mycket utrymme för att man skall kunna organisera arbetet effektivt. I den tidigare studien (von Hofsten & Granlund 2010) användes samma typ av kross och sikt, men då arbetade de i serie så att materialet från krossens transportband ramlade direkt ner i sållet. Givet den observerade prestationsskillnaden mellan maskinerna skulle det ha fungerat även vid krossningen i Fyrås. Därmed skulle man kunna klara sig utan lastmaskinen. Problemet är att det inte går att koppla ihop krossen och sikten så det blir ett omständligt och tidskrävande arbete att flytta maskinerna till en ny uppställningsplats om de ska stå i serie.

Både den observerade prestationen och bränsleförbrukningen för de studerade maskinerna är i samma storleksordning som i den tidigare studien. Bränsleförbrukningen för grovkrossningen och sällningen är mindre än den tidigare observerade bränsleförbrukningen vid terminalkrossning av stubbar till ett färdigt bränsle (Eliasson & Granlund 2010). Slutkrossningen av materialet kommer att kräva en del ytterligare energi så energiåtgången för grovkrossningsalternativet blir nog något högre än vid terminalkrossning. Totalt sett blir nog energieffektiviteten i systemet trots allt bättre för grovkrossningssystemet i och med att det producerade bränslet får ett högre bränslevärde i och med den lägre askhalten.

Större delen av det producerade krosset bestod av bitar längre än 100 mm och mycket av detta var betydligt längre och i behov av ytterligare sönderdelning innan förbränning. Innan man slutsönderdelar materialet kan det vara en idé att sälla ut den dryga fjärdedel av materialet som redan är fint nog. En sådan sällning innan slutkrossningen minskar mängden material krossen behöver bearbeta och därigenom kan den arbeta effektivare. Dessutom bör mängden finfraktion i det slutliga materialet minska, då man inte riskerar att slå sönder det som redan är acceptflis ytterligare.

Siktningen av stubbkrossen medförde att askhalten i materialet minskades till en nivå där stubbkrosset är ett acceptabelt bränsle och att fukthalten sänktes något. Askhalten efter siktning i denna studie är dock betydligt högre än den som uppmättes i den tidigare studien. Det kan bero på att stubbarna var mer förorenade innan siktning än de stubbar som von Hofsten & Granlund siktade. Det kan inte uteslutas att det regniga vädret som gjorde terminalen lerig medförde att en del jord från terminalen smetades fast på och förorenade stubbkrosset.



Figur 4.
Osiktad stubbkross.

Referenser

- von Hofsten, H. & Granlund, P. 2010. Effektivare transporter om stubbarna grovkrossas på avlägg. Skogforsk, Resultat nr 2.
- Eliasson L. & Granlund P. 2010. Krossning av skogsbränsle med en stor kross. En studie av CBI 8400 hos Skellefteå Kraft. Skogforsk, Arbetsrapport 716.

Momentbeskrivning för studien

Moment	Momentbeskrivning.
Krossning	Separatlastaren har försett krossen med material och krossen är i ingrepp.
Utmatning	Utmatning av den sista flisen, då varken kran eller kross arbetar.
Start	Uppstart av krossen, fram till att den förses med material.
Stopp	Nerstängning av krossen.
Förflyttning	Förberedelse för förflyttning samt flytt av maskinen.
Övrig Verktid	Övrig verktid – arbeten som inte täcks av ovanstående arbetsmoment men är en förutsättning för det egentliga arbetet.
Väntan	Väntan på arbete som någon annan utför – t.ex. väntan på tomma containrar, utlastning av flis.
Avbrott	Avbrott är allt som inte tillhör det egentliga arbetet, t.ex. reparationer, driftsavbrott, underhåll, telefon, lunch etc.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2011

2011

- Nr 733 Rytter, L., Johansson, T. Karačić, A., Weih, M. m.fl. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. 210 s.
- Nr 734 Hannerz, M. & Fries, C. 2011. Användningen av webbtjänsterna Kunskap Direkt och Skogsskötselserien. – En enkätundersökning bland skogsbrukets fältpersonal. 48 s.
- Nr 735 Andersson, M. & Berglund, A. 2011. Test av pekskärmsmobiler. 22 s.
- Nr 736 Löfgren, B., Englund, M., Fogdestam, N., Jönsson, P., Lundström, L. & Wästerlund, I. 2011. Spårddjup och vibrationer för banddrivna skotare Lightlogg C och ProSilva. 32 s.
- Nr 737 Brunberg, T. 2011. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1470D hos SCA Skog hösten 2010. 8 s.
- Nr 738 Fogdestam, N. & Lundström, H. 2011. Studier av Offset Crane Concept, OCC hos Kjellbergs Logistik & Teknik i Hällefors. 15. s.
- Nr 739 Enström, J. & Röhfors, G. 2011. Effektivare järnvägstransporter med större fordon – En förstudie. 28 s.
- Nr 740 Iwarsson Wide, M. & Fogdestam, N. 2011. Jämförande studie av olika uttagsmetoder av massaved och skogsbränsle i klen gallring. – Energived- och massavedsuttag med LOG MAX 4000B, Stora Enso Skog, Dalarna. 36 s.
- Nr 741 Brunberg, T. 2011. Uppföljning av utbildningseffekten hos maskinlag hos SCA Skog AB 2010. 8 s.
- Nr 742 Hannrup, B., Andersson, M., Bhuiyan, N., Wikgren, E., Simu, J. & Skog, J. 2011. Vinnova_Slutrapport_P34138-1_101221. – Slutrapport för projekt ”Beröringsfri diametermätning i skördare – utveckling av mätsystem och tester i produktionsmiljö”. 84 s.
- Nr 743 Åström, H. 2011. Förbättring av arbetsförhållande i skördare. Improvement of working conditions in harvester. 126 s.
- Nr 744 Cheng, C. 2011. Modellering av åkkomforten i en skotare. Modeling the Ride Comfort a Forwarder. 93 s.
- Nr 745 Jonsson, J. 2011. Dynamisk däckmodellering och markinteraktion för skogsmaskiner. Dynamic tire modeling and soil interaction regarding forestry machines. 52 s.
- Nr 746 Grönqvist, D. 2011. Konzeptutveckling av hybriddrivlina för skogsmaskiner. Concept development of a hybrid powertrain for forest machines. 180 s.
- Nr 747 Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller J.J. 2011. Utveckling och utvärdering av en standardiserad metod för volymbestämning och stamräkning vid avverkning med flerträd shanterande skördaraggregat. 34 s.
- Nr 748 Brunberg, T. & Hagos Lundström. 2011. Studier av TimBear Lightlogg C i gallring hos Stora Enso Skog våren 2011. 9 s.
- Nr 749 Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T. & Nati, 2011. Prestation och bränsleförbrukning för tre flishuggar. 15 s.
- Nr 750 Wilhelmsson, L., Arlinger, J., Hannrup, B. & Nordström, M. m.fl. 2011. D3.5-Methods and models for relating wood properties and storage conditions to process efficiency and product quality. 67 s.

- Nr 751 Mohtashami, S. 2011. Planning forest routes for silvicultural activities using GIS based techniques – A case study of Selesjö in Östergötland, Sweden. Bättre planering av avverkning vägar med GIS. 39 p.
- Nr 752 Bergkvist, I. & Fogdestam, N. 2011. Slutrapport – Teknik och metoder vid energiuttag i korridorer. 26 s.
- Nr 753 Westlund, K., Jönsson, P., Flisberg, P. & Rönnqvist, M. 2011. Skotningsplanering – SPORRE- och GROT-sporreprojektet. 23 s.
- Nr 754 Sjöström, L. 2011. Fuktighetsmätning av skogsbränsle – Genomgång av tekniska principer och översikt av marknadsförda utrustningar. 25 s.
- Nr 755 Eliasson, L. & Lundström, H. 2011. Skotning av färsk och hyggestorkad grot variabelt lastutrymme. 10 s.
- Nr 756 Möller, J. J., Arlinger, J., Barth, A., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2011. Ett system för beräkning och återföring av skördarbaserad information till skogliga register och planeringssystem. 56 s.
- Nr 757 Hannrup, B., Bhuiyan, N. & Möller, J.J. 2011. Utvärdering av ett system för beräkning och återföring av skördar baserad information till skogliga register och planeringssystem. 72 s.
- 2012**
- Nr 758 Löfroth, C. & Svenson, G. 2012. ETT – Modulsystem för skogstransporter – En trave Till (ETT) och Större Travar (ST). ETT – Modular system for timber transport One More Stack (ETT) and Bigger Stacks (ST). p. 156.
- Nr 759 von Hofsten, H., Johannesson, T. & Aneryd, E. 2012. Effekter på stubbskördens produktivitet beroende på klippningsgraden. 22 s. – Impact of stump splitting on harvest productivity. 24 s.
- Nr 760 Jönsson, P. & Englund, M. 2012. Air-Hawk-luftkudde. Ergonomiskt hjälpmedel för skogs- och jordbruksmaskiner. – Airhawk Seat Cushion. – Ergonomic aid for forestry and agricultural machinery. 22 s.
- Nr 761 Rosvall, O. & Lindgren, D. 2012. Inbreeding depression in seedling seed orchards. Under bearbetning.
- Nr 762 Hannrup, B. & Lundgren, C. 2012. Utvärdering av Skogforsk's nya barkfunktioner för tall och gran – En uppföljande studie. – Evaluation of Skogforsk's new bark equations for Scots pine and Norway spruce. 26 s.
- Nr 763 Englund, M. 2012. LED-ljus i aggregatet – En pilotstudie. LED lighting on the harvester head. – A pilot study. 6 s.
- Nr 764 Nazmul B., Arlinger J. & Möller, J.J. 2012. Kartunderlag för effektivare grotskotning genom export av shapefiler. – Map support for forwarding of logging residues through export of shape files. 22 s.
- Nr 765 Brunberg, T. & Lundström, H. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1170E hos Holmen Skog vintern 2012. – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1170E together with Holmen Skog in the winter of 2012. 7 s.
- Nr 766 Löfgren, B., Englund, M., Jönsson, P., Wästerlund, I. & Arvidsson, J. 2012. Spårdjup och marktryck för skotare med och utan band samt styrbar boggi. – Rut depth and ground pressure for forwarder with and without tracks. 18 s.
- Nr 767 Eriksson, B. 2012. Utveckling i outsourcad skogsvård. – Improving productivity and quality in outsourced silviculture. 14 s.

- | | | |
|----|-----|--|
| Nr | 768 | Fogdestam, N., Granlund, P. & Eliasson, L. 2012. Grovkrossning och sållning av stubbar på terminal. Coarse grinding of stumps and sieving of the produced hog fuel. 9 s. |
| Nr | 769 | Hannerz, M. 2012. Vem besöker Kunskap Direkt och vad tycker de? – Who visits Knowledge Direct (Kunskap Direkt) and what do they think of it? 38 s. |

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.

Från Skogforsk nr. 768 2012



www.skogforsk.se