



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 782-2012

Effekter av olika inställningar av den eftersträvade flislängden på prestation och bränsleförbrukning för en Bruks 605 trumhugg

Effects of chip-length settings on productivity and fuel consumption of a Bruks 605 drum chipper

Tomas Johannesson, Niklas Fogdestam, Paul Granlund, och Lars Eliasson

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 782-2012

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

Titel:

Effekter av olika inställningar av den eftersträvade flislängden på prestation och bränsleförbrukning för en Bruks 605 trumhugg.

– Effects of chip-length settings on productivity and fuel consumption of a Bruks 605 drum chipper.

Bildtext:

Flisning med Bruks 605/Valtra 213.

Foto:

Janne Lundh, Bruks AB.

Ämnesord:

Sönderdelning, flisning, skogsbränsle, bränsleförbrukning, produktivitet. Comminution, Chipping, Forest Fuel, Fuel Consumption, Productivity.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2012

ISSN 1404-305X



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

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

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Tomas Johannesson, försökstekniker. Arbetar på Skogforsk med studier och skogsbränslerelaterade utbildningar.



Niklas Fogdestam, Arbetar huvudsakligen med teknik- och metodutveckling inom Teknikprogrammet. Sekreterare i APSE-kommittén och projektledare för ETT-demo.



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

Medförfattare

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

Abstract

Studies of disc chippers have shown that productivity and fuel consumption per produced ton decreases when the target chip size is increased. However, when chipping tree sections and logging residues, i.e. materials where there is a risk of the material not being fed in at a correct angle to the disc, disc chippers often produce an unacceptable proportion of oversized chips. These problems do not occur with drum chippers, as they are more suitable for chipping low-diameter, irregular materials. Together with Bruks AB, Skogforsk studied the effects on performance and fuel consumption per produced ton for a small drum chipper when target chip length was increased from 15 to 40 mm. Increasing the target length improved performance and decreased fuel consumption when the chipper was equipped with half-length blades. When using full-length blades, the power of the tractor powering the chipper limited the performance at the 40-mm setting, and the highest performance and lowest fuel consumption occurred at a chip target length of 27 mm. When the chipper was set to produce 40-mm target length chips, a better chip quality was produced when half-length blades were used rather than full-length blades. Based on the study results, full-length blades are recommended when chip target length is 15 or 27 mm, with a switch to half-length blades when chip target length is 40 mm.

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 2012-10-11

Tomas Johannesson, Niklas Fogdestam, Paul Granlund och Lars Eliasson

Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	3
Inledning.....	3
Material och metod.....	5
Resultat.....	7
Detaljerad analys av den effektiva flisningstiden.....	10
Diskussion.....	11
Slutsatser.....	12
Referenser.....	13
Bilaga 1 Momentbeskrivning av studien.....	15

Sammanfattning

Materialet som ska sönderdelas påverkar i hög grad prestation- och bränsleförbrukning vid flisning, vilket även kraven på fraktionsfördelningen i den producerade flisen gör. Tidigare studier visar på att produktiviteten för en skivhugg ökar, då man ökar mållängden för den färdighuggna flisen. Trumhuggar är bättre lämpade för flisning av grot- och klen gallringsved.

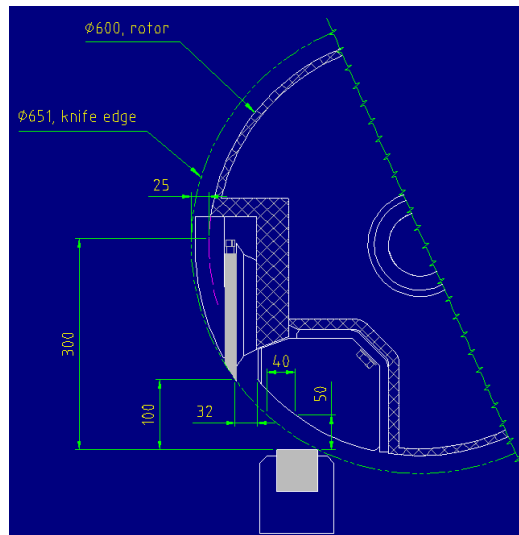
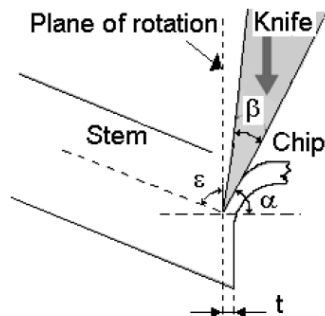
För att belysa effekterna av mållängden för flisen på prestation- och bränsleförbrukning för en trumhugg, har Skogforsk i samarbete med Bruks AB studerat en mindre trumhugg, Bruks 605 PT. Studien har genomförts med både *hel- och halvknivar* för att få två olika belastningsnivåer på huggen. Resultaten visar att en ökad mållängd på flisen ökar prestationen samtidigt som bränsleförbrukningen per producerat ton TS minskar när maskinen är utrustad med *halvknivar*.

Vid användning av *helknivar* begränsade traktorns effekt prestationen vid 40 mm mållängd, vilket medförde att postningen för 27 mm flis resulterade i den högsta prestationen och den lägsta bränsleförbrukningen under studien. Det är fördelaktigt att byta till *halvknivar* då man använder 40 mm postning med den studerade kombinationen av traktor- och flishugg. Man får ut en större andel flis >16 mm, en jämnare belastning på maskinen och en lika hög prestation som med *helknivarna*.

Inledning

Under de senaste åren har flera studier av sönderdelningsutrustning genomförts inom ESS-programmet. Studierna visar att både det material som sönderdelas och kraven på fraktionsfördelning hos den producerade flisen, påverkar prestation- och bränsleförbrukning för den studerade sönderdelningsutrustningen. För att närmare belysa detta krävs, att material från samma parti sönderdelas med samma maskin men med olika inställningar, så att resultatet i minsta möjliga mån påverkas av annat än målfraktionen. Målfraktionen är den fraktionssorlek på flisen som köparna, d.v.s. skogsindustrin och värmeverken vill ha. Vanligtvis utgörs målfraktionen av flis som passerar en sållplåt med 45 mm hål men inte passerar en plåt med 8 eller 16 mm hål. Det man styr mot när man ställer in ”postar” en flishugg är mållängden ”postningen” d.v.s. den eftersträvade längden på flisen i fiberriktningen. En ökad mållängd på flisen kan öka andelen flis i målfraktionen men kan också leda till att andelen flis i nästa grövre fraktionsklass ökar på bekostnad av andelen flis i målfraktionen.

För en skivhugg beror flisens mållängd på knivutsticket och vinkeln mellan huggskivan och den inmatade stocken och kan beräknas som $L=k/\sin(\epsilon)$ (Figur 1a). För en trumhugg varierar längden på flisen beroende på var man mäter i anliggningsytan mellan stocken och huggtrumman (Figur 1b). Den kortaste flisen produceras då knivarna skär i 90 graders vinkel mot stocken och sedan ökar flislängden ju spetsigare vinkeln mellan stocken och kniven blir, till dess att man når motstålet.



Figur 1a & b.

1a Flisens mållängd (L) för en skivhugg blir ca 10 % längre än knivutsticket (k) då man tar hänsyn till vinkeln (ϵ) mellan huggskivan och stocken. 1b Geometrin för den studerade trumhuggen, på 50 mm höjd ovan motstålet produceras flis med 40 mm längd medan flislängden på 300 mm höjd ovan motstålet blir 25 mm.

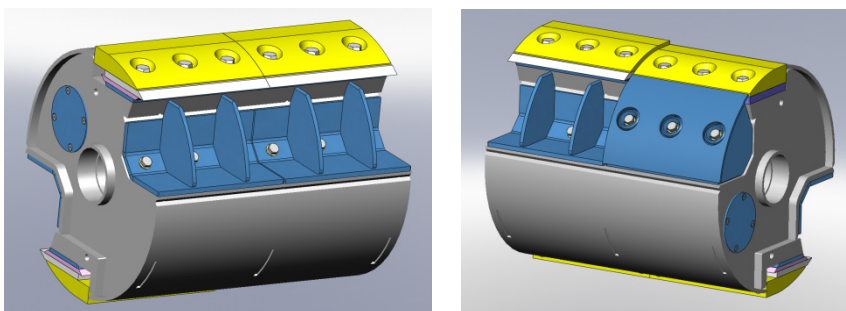
Tidigare studier visar på att produktiviteten för en skivhugg ökar då man ökar mållängden för den färdighuggna flisen, givet att man inte överskrider huggens tekniska begränsningar (Eliasson m.fl., 2012). Detta leder dessutom till att bränsleförbrukningen per flisat ton TS minskar. Prestationsökningen beror på att inmatningshastigheten för en stock i teorin är lika med varvtalet på huggskivan multiplicerat med mållängden på flisen. En längre flisbit ökar den kraft som krävs för att bryta loss den från närliggande ved, vilket gör att effektkravet per skär ökar om man ökar flislängden. Dessutom innebär den ökade inmatningshastigheten större krav på inmatningsutrustning och på borttransporten av den producerade flisen. Sammantaget gör detta att den faktiska prestationsökningen av en ökad mållängd på flisen, blir mindre än den teoretiska.

Skivhuggarna fungerar bra för flisning av energived, men problem med stickor uppstår då klenare delkvistad gallringsved eller grot flisas. För dessa sortiment är en trumhugg bättre lämpad och därför finns det anledning till att göra motsvarande studier på en trumhugg. Det finns två sätt att reglera mållängden på flisen för trumhuggar. För huggar med sluten huggtrumma regleras avståndet mellan huggstålets egg och trummans mantelyta. För huggar med öppen trumma används ett roster i botten på huggen, som förhindrar att ett alltför stort material lämnar trumhuset. För båda typerna av huggar minskar flislängden om inmatningshastigheten minskar. En viss påverkan av flislängden har även den s.k. självmatningen, som uppstår när kniven drar in material som inte hålls emot av inmatningsutrustningen. Detta sker oftast när man flisar en blandning av klenare och grövre material. Benägenheten att självmata påverkas av trumdiametern- och knivarnas slipvinklar.

En finsk studie (Röser m.fl., 2012) indikerar att en ändring av bottenrostret till en mindre maskstorlek minskar prestationen. Därför var det mest angeläget att göra studien på en hugg där man reglerar mållängden genom att reglera avståndet mellan huggstålet och trummans mantelyta. En hugg där denna ändring är relativt enkel att göra är på Bruks AB:s mindre trumhugg 605 PT.

Bruks 605 PT är en trumhugg med två monterade knivuppsättningar som är lika breda som trumman, 704 mm. Knivuppsättningarna sitter diametralt motsatta varandra på trumman (Figur 2a). Den huggna flisen kastas direkt från huggtrummans flisfickor genom ett stickgaller och vidare via en accelerator genom flisröret till en container, som finns monterad på ett lastväxlersystem på vagnen. Flishuggens konstruktion medför att man kan ändra inställningarna för flislängd samt välja att köra med *helknivar*- eller *halvknivar*. *Helknivar* innebär att man täcker rotorerna (huggtrummans) hela bredd med två stycken knivstål monterade bredvid varandra på rotorn (2×352 mm) (Figur 2a). Denna montering innebär således att det sitter fyra knivstål monterade samtidigt på huggtrumman. *Halvknivar* innebär att en kniv i varje par demonteras och ersätts med ett lock (1×352 mm) (Figur 2b), vilket minskar det totala antalet knivstål till två. Detta görs för att minska huggtrummans ”aggressivitet” mot det material som skall flisas, vilket kan vara fördelaktigt vid ett grövre material för att inte motorerna kapacitet skall överskridas.

Huggtrumman sitter monterad på en excentrisk infästning som medger justeringslägen för flislängd på 15, 22, 27, 32 och 40 mm, mätt på 50 mm höjd från motstålet. Justeringen av flislängden sker genom att infästningarna för huggtrumman roteras, därmed ändras avståndet mellan trummans mantelyta och motstålet. Då den studerade huggen är postad för 40 mm flislängd mäts 50 mm ovan motstålet, påverkas flislängden av höjden ovan motstålet enligt följande; på 300 mm höjd blir flislängden 25 mm, 100 mm höjd ger 32 mm flislängd och 50 mm höjd över motstålet ger 40 mm flislängd.



Figur 2a & 2b.
Huggtrumma utrustad med helkniv (t.v) respektive halvkniv med lock (t.h).

I samarbete med Bruks AB har Skogforsk studerat en mindre trumhugg, Bruks 605 PT, i syfte att belysa effekten av den eftersträvade mållängden på prestation och bränsleförbrukning. För att få två olika belastningsnivåer på huggen har studien genomförts med både *hel-* och *halvknivar*.

MATERIAL OCH METOD

Flisningen utfördes på Wallbergs Åkeris biobränsleterminal utanför Ljusdal den 18–19 september 2012. Maskinen som studerades var en trumhugg modell Bruks 605 PT Trailer. För att driva huggen användes en Valtra 213 jordbruks-traktor. Denna har en sexcylindrig dieselmotor med en motortyrka på 157 kW (215 hästkrafter). Förutom att driva flishuggen, så driver traktorn även den Cranab EC53 kran som sitter monterad på trailern. Kranen var försedd med en risgrip med $0,15$ m² griparea. Maskinerna tillhandahölls av Bruks och kördes under studien av Jan Jonasson som vanligtvis kör ett liknade ekipage. Från

Bruks deltog även teknikern Jan Lundh för att sköta maskininställningar- och justeringar under studien.

Under studien flisades delkvistad stamved av främst contortatall, men en mindre mängd gran förekom i partiet. Partiet dominerades av material med en diameter på ca 100 mm, men stockar med en diameter på upp till 200 mm förekom (Figur 3). Genom att virket som flisades endast var delkvistat, så fanns en mindre mängd grenar kvar på stammarna.



Figur 3.
Delar av det material som flisades under studien.

Studien lades upp som ett faktoriellt försök med faktorerna postning (mållängd) och knivtyp, d.v.s. *hel-* eller *halvkniv*. Av de fem möjliga inställningarna av mållängden för flisen studerades tre, 15, 27 och 40 mm. Tre upprepningar gjordes för varje kombination av faktorerna förutom för kombinationen 15 mm postning och *helknivar*, där endast två upprepningar gjordes. En upprepning innebar att föraren flisade tillräckligt med virke för att fylla en 25 m³ container.

Efter varje repetition vägdes den producerade flisen på terminalens fordonsvåg, därefter tippades flisen i en stack. För alla inställningar på huggen användes tillverkarens rekommendationer gällande styrprogram för inmatningshastighet. I en separat studie jämfördes tillverkarens inställningar för 40 mm postning- och *helknivar* med de inställningar föraren ansåg fungerade bäst.

Tidsstudierna genomfördes som en kombinerad prestations- och bränsleförbrukningsstudie. För tidsstudierna användes en Allegro handdator med Skogforsk tidsstudieprogramvara. Arbetet delades upp i arbetsmoment enligt Bilaga 1. Bränsleförbrukningen mättes med hjälp av en krönt bränslepump. Traktorns bränsletank toppfylldes innan varje upprepning påbörjades och efter det att upprepningen hade avslutats. På traktorn fanns även en tank för bränsletillsatsen Add-Blue. Denna sprutas in i avgassystemet efter förbränningen för att minska andelen skadliga ämnen i avgaserna. Detta innebär att man kan öka motorns effekt något utan att överskrida de miljökrav som råder. Denna tank toppfylldes före studien och efter avslutad studie.

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

$$\text{Torrhalt (\%)} = 100 \times \frac{\text{Torrsvikt}}{\text{Råsvikt}}$$

Sållning för bestämning av fraktionsfördelning gjordes enligt SIS-CEN/TS 15149–1:2006, d.v.s. europastandarden för sållning av fasta biobränslen.

För att sammanställa och analysera data från studierna har MS Excel använts tillsammans med statistikprogrammet SAS 9.2.

Resultat

Under studien uppstod inga situationer där föraren inte hann med att mata huggen med material, utan prestationen begränsades av flishuggens kapacitet. Tar man hänsyn till borttransporten av flisen utgjorde det effektiva flisningsarbetet mellan 49 och 66 % av den totala tidsåtgången (Tabell 1). Bränsleförbrukningen per effektiv timme var 32 liter med en variation mellan 30 och 33 liter.

Då huggen är utrustad med *halvknivar*, ökar prestationen samtidigt som bränsleförbrukningen per ton TS minskar då man ökar mållängden för flisen (Tabell 2). *Helknivar* ger en högre prestationsnivå än *halvknivar* vid 15 och 27 mm mållängd på flisen. Vid 40 mm mållängd återfinns ingen säkerställd skillnad mellan knivalternativen. Kombinationen av *helknivar* och 27 mm mållängd på flisen ger den högsta prestationen och lägsta bränsleförbrukningen per ton TS av de studerade alternativen. Vid 40 millimeters postning finns ingen signifikant skillnad mellan *hel-* och *halvknivarna* (Figur 4).

Tabell 1.

Observerad tidsåtgång (centiminuter per ton TS) fördelat på arbetsmoment för de sex försöksleden.

Arbetsmoment	Tidsåtgång, cmin per ton TS					
	15 mm Halvkniv	15 mm Helkniv	27 mm Halvkniv	27 mm Helkniv	40 mm Halvkniv	40 mm Helkniv
Kran ut	106,8	89,0	94,4	80,2	87,5	91,1
Grip	80,9	71,9	67,2	41,9	57,4	35,2
Kran in	113,3	74,4	95,1	87,5	85,9	98,5
Inmatning	62,3	41,5	50,0	32,8	43,2	50,6
Släpp	36,6	18,9	30,7	21,6	19,2	7,9
Justering	162,7	114,9	72,1	30,8	37,6	26,3
Flisning	86,4	80,2	25,7	29,0	37,0	46,4
∑ cmin per tTS effektivt flisningsarbete	649,1	490,7	435,1	323,9	367,8	356,0
Förberedelse transport*	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3
Körning/vågning/tömning*	290,5	290,5	290,5	290,5	290,5	290,5
Förberedelse flisning*	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6	24,6
∑ cmin per tTS transport och tömning*	339,4	339,4	339,4	339,4	339,4	339,4
∑ totalt vid 25 m³ container	988,5	830,1	774,6	663,3	707,2	695,4
Andel effektiv flisning	0,66	0,59	0,56	0,49	0,52	0,51
∑ totalt vid 40 m³ container**	861,2	702,8	647,3	536,0	579,9	568,1

* Medeltider från samtliga upprepningar.

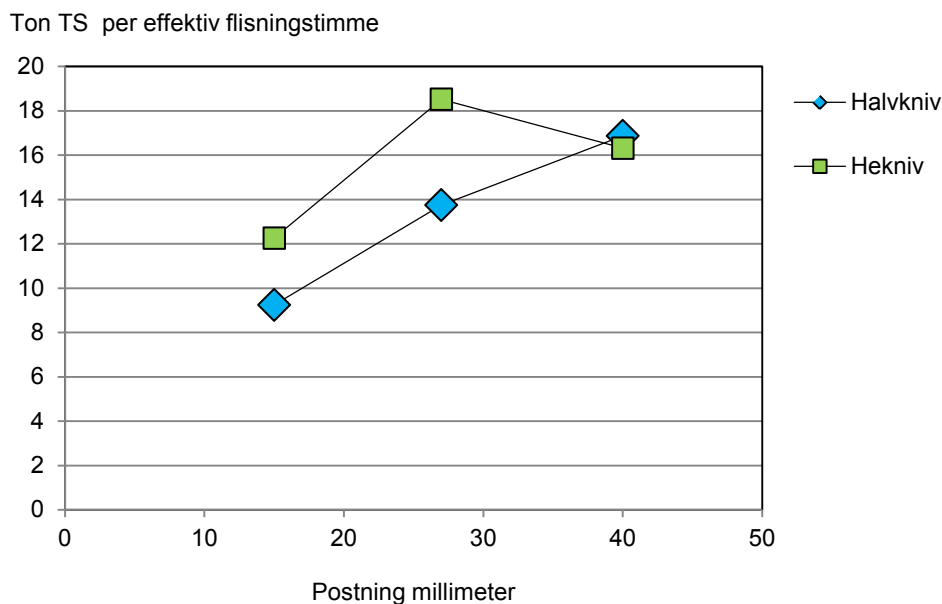
** Omräknat mot den större container som normalt används.

I delstudien där förarens egna inställningar användes studerades enbart *helknivar* med 40 mm postning och analysen visar inte på någon skillnad i prestation mellan dessa inställningar- och fabriksinställningarna. Däremot upplevdes att maskinen fick en mjukare och mer harmonisk gång med förarens inställningar, vilket resulterade i en lägre bränsleförbrukning.

Tabell 2.

visar prestationsskillnader, ton torrsbstans per effektiv flisningstimme, mellan olika inställningar på huggtrumman.

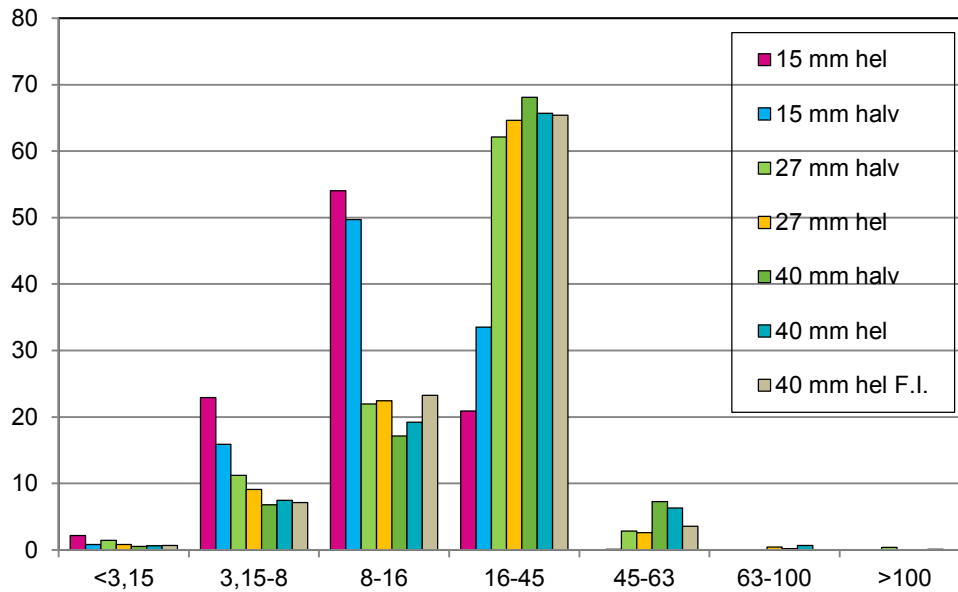
Postning	Prestation, ton TS/effektiv flisningstimme		Bränsleförbrukning, l/ton TS	
	Helkniv	Halvkniv	Helkniv	Halvkniv
15 mm	12,3	9,2	2,66	3,45
27 mm	18,5	13,7	1,73	2,43
40 mm	16,3	16,9	1,83	1,84
40 mm Förarinställning	16,7	–	1,63	



Figur 4.
Postningens- och knivvalets effekt på prestationen, ton TS per effektiv flisningstimme.

Som väntat påverkade valet av postning fraktionsfördelningen. Andelen finfraktion (<3,15 mm) var störst vid inställningen för 15 mm, men samtliga postningar innebar en acceptabel fördelning med majoriteten av flisen i spannet 3–45 mm (Figur 5). Ingen inställning resulterade i några större mängder överstor flis, d.v.s. flis >45 mm. Valet av *halvknivar* eller *helknivar* orsakade inga stora skillnader i fraktionsfördelningen för den producerade flisen. Vid flisning med *halvknivar* blev andelen flis <16 mm signifikant lägre, än för *helknivsalternativet* vid 15 mm postning. Vid 40 mm postning finns det en tendens att *halvknivar* ger mindre flis <16 mm än båda alternativen med *helknivar*, skillnaden är störst i jämförelsen mellan *halvknivar*- och då *helknivar* används med förarens inställningar.

Viktprocent



Figur 5.
Fraktionsfördelning för den producerade flisen fördelat på knivtyp och postning.

DETALJERAD ANALYS AV DEN EFFEKTIVA FLISNINGSTIDEN

Separerar man tiden på de tre momenten *kranarbete*, *matningsarbete* och *flisning* (Tabell 3) och gör en statistisk analys (Tabell 4) framkommer att:

- Momentet *kranarbete* tar signifikant längre tid med *halvknivar* än med *helknivar*. Det finns också en stark tendens att tiden för *kranarbetet* är längre för 15 mm postningen än de övriga postningarna, men även en viss tendens till en samspelseffekt mellan knivvalet och postningen. Det senare innebär att tiden för *kranarbetet* påverkas av kombinationen av knivval och postning, vilket gör det svårt att isolera effekten av endast en av dessa faktorer.
- För momentet *matningsarbete* finns en stark samspelseffekt mellan knivvalet och postningen som gör att vi inte utan vidare kan uttala oss om effekterna av vare sig knivvalet eller postningen.
- Momentet *flisning* tar signifikant längre tid vid 15 mm postning än vid de övriga postningarna. Det finns inga skillnader i tidsåtgång mellan 27 och 40 mm postning eller mellan *hel-* och *halvknivar* i flisningstid. Den höga andelen tid då huggen enbart flisar material och kranen inte arbetar vid 15 mm postning är ett tecken på att huggkapaciteten är begränsande för prestationsnivån.

Ser man enbart till *halvknivarna*, minskar tiden för *kranarbete-* och *matningsarbete* med ökande mållängd för flisen. För *helknivarna* så återfinns de kortaste tiderna för *kranarbete-* och *matningsarbete*, då huggen är postad för 27 mm flislängd. En trolig förklaring till att tiderna inte minskar då man ökar från 27 till 40 mm postning för *helknivarna* är att traktorn som driver huggen inte orkar med den ökade belastningen, utan att föraren tvingas använda kranen för att reglera takten i flisningsarbetet. Det är denna skillnad i beteende mellan *hel-* och *halvknivar* när man ökar postningen från 27 till 40 mm som är förklaringen till samspels-

effekten mellan knivtyp- och postning i den statistiska analysen av dessa två moment.

Den längre tiden för *flisning* vid 15 mm postning beror på att den teoretiska matningshastigheten sjunker då man postar för mindre flis och då man använder *halvknivar* i stället för *helknivar*. Mycket av den tid som en lägre matningshastighet innebär används av föraren för att lugna ner kranarbetet, men vid 15 mm postning tar matningen så lång tid att föraren är tvungen att vänta på att huggen flisat färdigt de stockar som matats in i den föregående krancykeln.

Tabell 3.
Separerade momenttider i analysen.

Arbetsmoment	Halvkniv			Helkniv		
	15	27	40	15	27	40
Kranarbete	301,4	258,5	224,3	235,7	209,6	230,8
Matningsarbete	262,0	152,7	84,8	173,9	85,6	100,1
Flisning	86,2	25,4	46,6	79,8	28,9	36,9
Σ effektivt flisningsarbete	649,5	436,6	355,8	489,3	324,0	367,8

Tabell 4.
p-värden från den statistiska analysen av momenttiderna.

Arbetsmoment	Kniv	Postning	Kniv*Postning
Krancykel	0,019	0,066	0,104
Matning	0,001	<0001	0,004
Flisning	0,579	0,000	0,743

Diskussion

Postningen för 27 mm flis i kombination med *helkniv* resulterade i den högsta prestationen och den lägsta bränsleförbrukningen med maskinens fabriksinställningar. Vid planeringen av studien valdes att inte studera effekterna av postningarna för 22 och 32 mm mållängd. Givet resultaten i studien hade ett studieled med 32 mm postning varit av intresse i kombination med *helknivar*. Resultaten visar också på att det är fördelaktigt att byta till *halvknivar* då man ska använda 40 mm postning med den studerade kombinationen av traktor och hugg. *Halvknivarna* ger en flis med en högre andel material i den eftersträvade fraktionsklassen 16–45 mm samt i klassen 45–63 mm än med *helknivarna*. Dessutom minskar tiden något för kran- och matningsarbete med *halvknivarna* för 40 mm postning, vilket tyder på att föraren inte behöver pressa maskinen lika hårt.

Den lägsta bränsleförbrukningen erhöles vid förarens egna inställningar för inmatningen, då *helknivar* användes och huggen var postad för 40 mm mållängd. Detta illustrerar vikten av att anpassa inställningarna efter det egna körsättet. Man får dock vara försiktig då en ändring av inmatningshastigheten påverkar fraktionsfördelningen för den producerade flisen.

Prestationsnivån för den studerade Valtra 213/Bruks 605 PT-kombinationen är i nivå med prestationen för något större huggar (Bruks 805, Jenz HEM561), vid flisning av grot, och något lägre än dessa då de flisar träddelar (Eliasson m.fl., 2011). Eftersom prestationsnivån i normalfallet är lägre vid flisning av grot än vid flisning av massaved (Eliasson & Granlund, 2010), så tyder det på att den studerade huggen, har en lägre prestationsnivå än dessa större huggar.

Den tillgängliga effekten är en av de viktigaste faktorerna som påverkar prestationsnivån för en flishugg. I en studie av flisning av grot med en annan 605 PT-hugg driven av en kraftfullare Fendttraktor, uppmättes en högre prestationsnivå men också en betydligt högre bränsleförbrukning (Grönlund & Eliasson, 2013), vilket tyder på att effekten på den studerade Valtratraktorn begränsade huggens produktionsförmåga i den här studien.

För 27 och 40 mm postning var huggens bränsleförbrukning förhållandevis låg, jämfört med de bränsleförbrukningar som uppmätts i studierna av de större maskinerna (Eliasson m.fl., 2011). Jämfört med den andra studien av en 605 PT-hugg (Grönlund & Eliasson, 2013), var bränsleförbrukningen per ton TS flisat material betydligt lägre. En större traktor påverkar inte bara prestationen, utan även investerings- och driftskostnader. Studierna visar på att det är viktigt att matcha hugg- och drivkälla för att få en bra balans mellan prestation och produktionskostnader.

Det är relativt enkelt att ställa om huggen mellan de olika postningarna och under studierna varierade tidsåtgången från ca 0,5 timme till 1 timme, för att ändra postning och byta knivuppsättning mellan *hel-* och *halvknivar*, beroende av vilken åtgärd eller kombination av åtgärder som utfördes.

Flisens fraktionsfördelning förändrades enligt förväntningarna under studien. I framtida studier bör ett extra såll med 31,5 mm hålstorlek läggas till vid sällningen. Detta såll krävs inte enligt standarden, men används som ett tillägg vid sällning av flis som ska klara kraven för P16a flis. Ett 31,5 mm såll kommer att tillföra en hel del information om flisens fraktionsfördelning när man producerar flis med liten målfraktion som t.ex. med 17 och 27 mm postningar i den här studien.

Slutsatser

Då maskinen är utrustad med *halvknivar* innebär en ökad mållängd på flisen att prestationen ökar samtidigt som bränsleförbrukningen per producerat ton TS minskar.

Vid användning av *helknivar* begränsar traktorns effekt prestationen vid 40 mm postning, vilket medförde att postningen för 27 mm flis resulterade i den högsta prestationen och den lägsta bränsleförbrukningen under studien.

Det är fördelaktigt att byta till *halvknivar* om man ska använda 40 mm postning med den studerade kombinationen av traktor och flishugg, då det ger en jämnare belastning på maskinen och en kvalitativt bättre flis.

Referenser

- Eliasson, L. & Picchi, G. 2010. Huggbilar med lastväxlare och containrar. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 715, 13 pp. ISSN 1404-305X.
- Eliasson, L. & Granlund, P. 2010. Krossning av skogsbränsle med en stor kross. En studie av CBI 8400 hos Skellefteå kraft. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 716, 6 s. ISSN 1404-305X.
- Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T. & Nati, C. 2011. Prestation och bränsleförbrukning för tre flishuggar. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 749, 17 s. ISSN 1404-305X.
- Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T., von Hofsten, H. & Lundström, H. 2012. Flisstorlekens effekt på en stor skivhuggs bränsleförbrukning och prestation. – Effect of target chip size on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 12 s. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 776, 9 s. ISSN 1404-305X.
- Grönlund, Ö. & Eliasson, L. 2013. Knivslitage vid flisning av grot. – Effects of knife wear on performance and fuel consumption for a small drum chipper. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 786, 11 s. ISSN 1404-305X.
- Röser, D., Mola-Yudego, B., Prinz, R., Emer, B. & Sikanen, L. 2012. Chipping operations and efficiency in different operational environments. *Silva Fennica* 46(2): 275–286.

Bilaga 1

Momentbeskrivning för tidsstudien

Moment	Momentbeskrivning.
Kran ut	Tid för kranens rörelse från maskin till välta.
Grip	Tid för gripen att greppa material i vältan.
Kran in	Tid för kranens rörelse från välta till maskin.
Släpp	Tid för att släppa materialet vid maskinens inmatning.
Ordna	Tid för att justera materialet vid maskinens inmatning.
Förb. Flisning	Tid för förberedelser innan flisningen påbörjas – t.ex. placering av traktor, stödben och start av flishugg
Förb. Transport	Tid för förberedelser då flisningen avslutas – t.ex. placering av kran och stödben i transportläge.
Övrig Verktid	Övrig verktid – arbeten som inte täcks av ovanstående arbetsmoment men är en förutsättning för det egentliga arbetet.
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 produktions”miljö”. 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 Skogforsks 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 sällning 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.
- Nr 770 Iwarsson-Wide, M., Jönsson, P. 2012. Utvärdering av kranhängda vägsystem. Evaluation of crane-mounted weighing systems. 24 s.
- Nr 771 Skutin, S.-G. 2012. Lönsamhet för CTI på virkesfordon. Profitability for CTI on round wood haulage vehicles. – Cost-benefit analysis of using CTI on roundwood haulage vehicles 25 s.
- Nr 772 Sonesson, J., Mohtashami, S., Bergkvist, I., Söderman, U., Barth, A., Jönsson, P., Mörk, A., Jonmeister, T. & Thor, M. 2012. Beslutsstöd och metod för att minimera markpåverkan vid drivning. – Slutrapport från projekt ID 0910/143-10.
- Nr 773 Barth, A., Sonesson, J., Larsson, H., Engström, P., Rydell, J., Holmgren, J., Olofsson, K., Forsman, M. & Thor, M. Beståndsmätning med mobila sensorer i skogsbruket. – Use of mobile sensors in forestry to measure stand properties. 32 s.
- Nr 774 Brunberg, T. & Lundström, H. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med JD 1270E hos SCA Skog hösten 2012 – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1270E together with SCA Skog in the autumn of 2012. 10 s.
- Nr 775 Eliasson, L., Granlund, P., von Hofsten, H. & Björheden, R. 2012. Studie av en lastbils monterad kross– CBI 5800 – Study of a truck-mounted CBI 5800 grinder. 16 s.
- Nr 776 Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T. von Hofsten, H. & Lundström, H. 2012. Flisstorlekens effekt på en stor skivhuggs bränsleförbrukning och prestation. – Effects of target chip size on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 12 s.
- Nr 777 Eliasson, L., Granlund, P. & Lundström, H. 2012. Effekter på bränsleförbrukning, prestation och fliskvalité av klenträd vs bränsleved som råvara vid flisning med en stor skivhugg. – Effects of raw material on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 9 s.
- Nr 778 Friberg, G. & Jönsson, P. 2012. Kontroll av noggrannheten av GPS-positionering hos skördare. – Measuring precision of GPS positioning on a harvester. 9 s.
- Nr 779 Bergkvist, I. & Lundström, H. 2012. Systemet ”Besten med virkeskurir” i praktisk drift – Erfarenheter och Utvecklingsmöjligheter – Slutrapport från utvecklingsprojekt i samarbete med Södra skog och Gremo.– The ‘Besten with forwarders’ unmanned logging system in practical operation – experiences and development potential. Final report from development project in collaboration with Södra skog and Gremo 25 s.
- Nr 780 Nordström, M. 2012. Validering av funktioner för beräkning av kvantitet skogsbränsle vid stubbskörd – en pilotstudie. – Validation of functions for calculating the quantity of forest fuel in stump harvest – a pilot study. 33.
- Nr 781 Fridh, L. 2012. Utvärdering portabla fukthaltsmätare – Evaluation of portable moisture meters. 28 s.

- Nr 782 Johannesson, T., Fogdestam, N., Eliasson, L. & Granlund, P. 2012. Effekter av olika inställningar av den eftersträvade flislängden på prestation och bränsleförbrukning för en Bruks 605 trumhugg. – Effects of chip-length settings on productivity and fuel consumption of a Bruks 605 drum chipper. 16 s.
- Nr 783 Hofsten von, H. & Johannesson, T. 2012. Skörd av brutna eller frästa stubbar – En jämförande tidsstudie. – Harvesting split or ground stumps – a comparative time study. 18 s.
- Nr 784 Arlinger, J., Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. Modern kommunikation med skogsmaskiner. – StanForD 2010. – Modern communication with forest machines. 16 s.
- Nr 785 Arlinger, J., Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. Modern communication with forest machines StanForD 2010. – Modern kommunikation med skogsmaskiner. p. 16.

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. 782-2012



www.skogforsk.se