



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 759 2012

Effekter på stubbskördens produktivitet beroende på klippningsgraden

Impact of stump splitting on harvest productivity

Henrik von Hofsten, Tomas Johannesson, Skogforsk & Erik Anerud, SLU

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 759 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 på stubbskördens produktivitet beroende på klippningsgraden.

Impact of stump splitting on harvest productivity.

Bildtext

Att grovkrossa och sikta stubbdelar på avlägg kräver gott om plats men kan många gånger löna sig då kostnaderna sjunker.

Ämnesord:

Stubbskörd, produktivitet, kostnader, bränslekvalitet, askhalt.

Stump harvest, productivity, costs, fuel quality, ash content.

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



Henrik von Hofsten, är skogstekniker och har jobbat på Skogforsk i 25 år inom ett flertal olika projekt. Under de senaste sex åren har han ägnats sig åt att utreda bästa teknik- och metod för att ta vara på stubbved som bränsle, från brytning till sönderdelning.



Tomas Johannesson, arbetar med forskning och skogsbränslerelaterad utbildning på Skogforsk sedan 2007. Ämnesområdet består främst av kvalitets- och effektivitetshöjande åtgärder inom produktionskedjan. Tomas arbetar även med planerings- och tillståndsfrågor som rör skogsbränsleavlägg.



Erik Anerud, SLU, är Jägmästare och doktorand vid Sveriges lantbruksuniversitet. I sin avhandling behandlas stubbränslekvalitet och inverkan av olika hanteringsmetoder inom ramen för skogsbränsleprogrammet ESS.

Abstract

The overall aim of this study was to quantify the impact of stump splitting on total productivity and costs, more specifically the number of parts into which the stump was split at harvest. Three approaches were tested in which the stumps were split: i) just once, ii) into 3-4 parts and iii) so that no root-forks were left.

The results showed that reducing the number of splits, and thereby stump pieces, improved the productivity of the stump lifter. Productivity was doubled between treatments i) and iii). Effects on forwarder productivity were not so clear but there were indications of a positive correlation between productivity and stump part size. For the grinder, the stump parts from treatment ii) proved most favourable, but differences were small. When the three treatments were compared in terms of costs, treatments i) and ii) were very similar while treatment iii) was almost 70% more expensive per MWh.

Innehåll

Summary	2
Sammanfattning	2
Bakgrund	3
Material och metod	3
Stubbskörden	4
Skotningen	5
Krossningen	6
Resultat	6
Stubblyftningen	7
Skotningen	10
Lastningsarbete	10
Lossningsarbetet	12
Sammanställning av skotningstider	12
Krossningen	13
Bränslet	14
Systemkedjan	16
Diskussion	18
Bieffekter	18
Stubblyftningen	19
Skotningen	19
Krossningen	20
Bränslet	20
Systemkedjan	21
Referenser	21
Bilaga 1 Stubblyftning	23

Summary

This study focuses on how splitting stumps during harvest affects fuel quality (expressed as dry content and ash content) and the cost of production. As this study was only carried out on a single occasion, the results should not be regarded as generally applicable. However, the study showed that reducing the number of parts into which the stump is split significantly increases stump lifter productivity.

- There was some effect on forwarder productivity, particularly in the unloading procedure where handling a larger number of stump parts increases the unloading time. The loading procedure seems to be primarily affected by the amount of material per hectare. Varying the grapple size can improve productivity, particularly when handling smaller stump parts.
- Waste after forwarding was only marginally affected by the degree of splitting.
- Large stump parts require a large feed opening on grinders. The grapple size on the loader should be chosen according to the size of the stump pieces. The grapple should also be able to angle the stump parts in different directions to facilitate loading, at least for larger pieces.
- Fuel quality in terms of dry content and ash content was not affected by the degree of splitting.
- Overall, small stump pieces are estimated to cost SEK 98/MWh while normal-sized and large pieces cost SEK 57 and 64/MWh respectively. Note that the productivity in these costs is based on effective time.

Sammanfattning

Denna studie har försökt belysa effekterna på bränslekvaliteten i termer av torrhalt och askhalt samt ekonomin vid stubbskörd om stubblyftaren delar stubbarna i större eller mindre grad. Då denna studie endast är genomförd vid ett tillfälle bör resultaten inte betraktas som allmängiltiga men det kan konstateras att:

- Stubblyftarens prestation ökade markant med minskande klippningsgrad.
- Skotarens prestation påverkas i viss mån och då främst vad gäller avlastningen där ökad klippningsgrad ökar avlastningstiden. Lastningsarbetet tycks främst påverkas av mängden material per hektar. Gripens storlek, speciellt vid hantering av de mindre stubbdelarna kan förbättra prestationen för de finklippta stubbdelarna.
- Spillet efter skotning har endast påverkats marginellt av klippningsgraden.
- Grovklippta stubbdelar kräver sönderdelare med stor inmatningsöppning. Den maskin som lastar i sönderdelaren bör ha en gripstorlek vald utifrån materialet samt, åtminstone för grovklivna stubbar, ha möjlighet att vinkla stubbdelarna i olika riktningar för att underlätta ilastningen.
- Bränslekvaliteten i termer av torr- och askhalt har inte påverkats av klippningsgraden.
- Totalt sett har de finklippta stubbarna beräknats kosta 98 kr/MWh medan de Normalklippta och Grovklippta kostade 57 respektive 64 kr/MWh. Observera att prestationerna i dessa kostnader baserar sig på G_0 -tid.

Bakgrund

En ofta förekommande fråga i samband med stubblyftning är hur mycket stubbarna bör delas. Många delningar har fördelen av att föroreningar lättare lossnar, veden torkar fortare och att stubbdelarna blir lättare att lasta på lastbil samt blir lättare att få in i sönderdelningsmaskinerna. I gengäld tar det tid för grävmaskinen att klippa stubbarna samtidigt som många små delar blir svårare att hantera, främst för skotaren men även för lastbilen då det är svårt att få tag på småbitar med gripen. I samband med klippningen blir det dessutom ofta en viss andel ”spisved” som inte kan tas tillvara, mängden spill torde således öka med ökad klippningsgrad.

En låg klippningsgrad borde underlätta för skotaren eftersom det går lättare att väva ihop stubbdelarna till stora lass samtidigt som grävaren sparar en hel del tid. För lastbilen torde det dock vara en nackdel, då stora stubbdelar blir svårare att trycka ihop innanför lastbilens sidoväggar. Det kan även bli problem vid sönderdelningen med stora stubbdelar beroende på hur inmatningen ser ut. En toppmatad maskin har i regel en mycket stor inmatning medan frontmatade maskiner ofta har ett betydligt mindre inmatningshål.

Föreliggande studie har haft som mål att belysa hur olika klippningsgrad påverkar produktiviteten för lyftning, skotning och sönderdelning av stubbdelarna.

Material och metod

Fältarbetet genomfördes vid Gubbhögen på SCAs marker i Jämtland norr om Strömsund. Hygget som avverkades i maj 2011 var i stort sett plant med ett ganska tunt jordlager ovanpå ett mäktigt lager fjällskiffer (G.Y.L. = 2.1.1.). Parallellt, på samma hygge, med fältarbetet för denna studie genomfördes fältarbetet för studien *Validering av stubbiomassa* vilken redovisas separat.

Innan avverkning stakades 12 provytor ut, 10 grandominerade och 2 talldominerade, varav 6 grandominerade användes i denna studie. De övriga ytorna från de ovan nämnda användes till studien *Validering av stubbiomassa*. Ytorna valdes så att de skulle bli jämförbara vad gäller bestockning, antal stammar per hektar och terrängförutsättningar. Storleken anpassades så att varje provyta innehöll ca 100 stammar och formen anpassades så att ytorna skulle kunna avverkas respektive stubbskördas från ett körslag mitt i provytan. I samband med avverkningen samlades pri-data från skördarens dator in för varje provyta. Utifrån pri-datat har sedan mängder och antal beräknats med Marklunds (1988) funktioner, $G26 + G28$ för gran och $T28 + T31$ för tall, Tabell 1. Pri-datat har även legat till grund för arealsuppgifterna.

Tabell 1.

Ingångsdata för provytorna beräknat från skördarens pri-filer. Eventuella lövstubbar ingår ej då de normalt inte lyfts.

Provyta nr	1	2	5	6	7	11
Areal, hektar	0,20	0,18	0,24	0,15	0,18	0,17
Antal stammar	105	107	108	106	103	105
Andel Tall:Gran, %	0:100	2:98	1:99	0:100	2:98	1:99
Medelstam, m ³ fub	0,253	0,329	0,279	0,237	0,254	0,320
Medel DBh, cm	19,9	21,5	20,6	18,6	19,0	21,1
Beräknad stubbmängd, TTV	4,3	5,5	4,7	3,3	3,5	4,9

STUBBSKÖRDEN

Stubblyftning och skotning genomfördes i mitten av september under samma vecka. För stubblyftningen användes en bandgående grävmaskin av typen Hyundai 210LC utrustad med ett Biorex 30 stubbrytningsaggregat. Basmaskinen får anses vara typisk för detta arbete medan aggregatet är mindre vanligt även om entreprenören i fråga har använt aggregattypen i flera år. Ägare till maskinutrustningen var Lars-Erik Brantholm genom TL-Grot AB och förare var Daniel Eliasson. Marken var vid brytningstillfället mycket blöt efter en veckas regnande och regnet fortsatte under större delen av fältarbetet. Detta medförde att en hel del jord och andra föroreningar kletade fast vid stubbdelarna.

Före lyftning och tidsstudier korsklavades stubbarna på varje provyta samt förseddes med id-lappar så att tiderna skulle kunna korreleras med respektive stubbe. Den korsklavade diametern räknades sedan om till brösthöjdsdiameter för att kunna användas i Marklunds funktioner ovan. Omräkningen gjordes med funktionerna $db_s = -1,89 + 0,87 \times db_h$ för tall och $db_s = 0,7 + 0,74 \times db_h$ för gran (Marklund 1988), Tabell 2. Vidare mättes stubbhöjden från det fasta humustäckets ovansida (under mossan) då en stor andel av stubbarna bedömdes ha en höjd överstigande den som Marklund (1988) utgår från i sina funktioner. Vikten för den extra stubbhöjden har lagts till vikten för stubb- rotsystemet med 476 kg/m³ för tall och 394 kg/m³ för gran (Hakkila, 1975).

Stubblyftningen genomfördes sedan enligt tre instruktioner på vardera två provytor under samtidig tidsstudie. I det första försöksledet – Grov – delades stubbarna bara i de fall de lyftes hela och i så fall delades de bara en gång. I det andra försöksledet – Normal – delades stubbarna i högst fyra delar och i det tredje ledet – Fin – delades stubbarna så att inga klykor fanns kvar. Skakning och rensning av stubbdelarna gjordes i begränsad omfattning i enlighet med det körsätt som normalt används inom TL-Grot AB.

Tabell 2.

Grunddata för stubblyftningen baserat på klavdata samt tidstudiedata. Med "överhöga" stubbar avses stubbar som är väsentligt högre än 1 % av trädhöjden.

Provyta nr	7	11	2	6	1	5
Försöksled	Fin		Normal		Grov	
Antal inmätta stubbar	93	90	86	90	87	95
överhöga stubbar	50	56	40	37	40	38
Höjd på överhöga, cm	6,9	7,4	6,3	7,7	6,1	7,7
Vikt överhöga, TTV	0,097	0,125	0,112	0,055	0,092	0,118
Beräknad torrsvikt av inmätta stubbar, TTV	4,3	4,7	5,2	3,9	4,8	5,6
Medeldiameter i stubbskär, cm	28,3	29,3	30,9	27,5	30,2	31,0
Andel Tall/Gran, %	3/97	0/100	2/98	1/99	0/100	3/97
Antal lyfta stubbar	85	85	79	80	84	84
Beräknad torrsvikt av lyfta, TTV ¹	4,0	4,7	4,9	3,5	4,8	5,3
Medeldiameter i stubbskär, cm	28,6	29,9	31,4	27,7	30,5	32,0

¹ Torrsvikten är här beräknad utifrån klavdata till skillnad från Tabell 1 där vikterna är beräknade från pri-data.

Antal stubbar, i tabellen ovan, och dessas totala vikt överensstämmer inte riktigt med mängderna från Tabell 1. Detta beror på två saker; främst att alla stubbar från avverkningen (pri-filen) inte hittades då stubbarna klavades och märktes upp, därav minskade totalvikten en hel del. En motverkande faktor var att stubbhöjden i många fall var hög (överhöga stubbar i Tabell 2). Den extra höjden, och därmed vikten, utöver 1 % av trädhöjden som Marklund (1988) räknar med har lagts till.

SKOTNINGEN

Skotningen och lyftningen genomfördes i mitten av september under samma vecka. För skotningen användes en Valmet 860.3 med 10,5 meters kran samt en fyrfingrad risgrip, Cranab 036. Ägaren till maskinen är Mats Nyborg Skog AB och förare under studien var Per-Olof Månsson. Samma förare hade tidigare även skotat grotvolymerna på avverkningstrakten. Maskinen var utrustad med 4 par bankar, men i övrigt inte anpassad för stubbskotning. Därför försågs maskinen med ett bottenvarv av 6 meters granstockar, som fyllde lastutrymmet till jämnhöjd med bankarna, och lades så att de bildade ett golv på lastbäraren. Skotaren hade således ingen bakgrund att lasta emot, men detta ansågs heller inte nödvändigt eftersom lastvikterna inte påverkar studieresultatet i detta fall, då syftet var att jämföra lastnings- och lossningstider mellan de olika behandlingarna. Dessa tider tidsstuderades som en centiminutstudie och data samlades in med en Allegro handdator. Varje krancykel studerades och momentindelningen framgår av bilaga 1. Varje provyta skotades till separata vältor som numrerades inför den efterkommande krossningen och vägningen. Därefter samlades det spill som fanns kvar efter skotningen manuellt ihop och stoppades i stora armerade plastsäckar utrustade med lyftöglor. Dessa säckar vägdes sedan med en trådtöjningsvåg som hängdes i skotarens kran.

KROSSNINGEN

Sönderdelningen gjordes sista dagarna i oktober med en Doppstadt Büffel DW-3060 långsamtgående valskross ägd av Norrlandsjord AB. Stubbdelarna var således förhållandevis färska, i jämförelse med normaltillståndet vid praktisk drift. Detta kan ha påverkat krossens prestation något, men framför allt påverkades askhalterna. För att kunna väga mängden krossat material krossades stubbarna direkt i containrar, som sedan med hjälp av fordonsvåg kunde vägas i en närbelägen grusgrop. På grund av platsbrist på avlägget beslutades att avstå från att sikta materialet, vilket ursprungligen var tänkt. Matningen av krossen skedde med en gripförsedd kran, som var monterad på en för ändamålet ombyggd timmerbil. Krossningsarbetet tidstuderades med en enkel tidstudie och innefattade momenten *Krossning*, *Övrig verktid* och *Väntan*. Det senare momentet rörde tid då krossen gick i ”tomme” i väntan på att kranföraren skulle hinna få in nytt material.

Krossen var ställd för största möjliga utfraktion (50–60 cm), vilket innebar att rostret, som normalt begränsar utfraktionen, var borttaget. Fraktionen bestämdes alltså enbart av motstålets placering i förhållande till rivtänderna. I samband med att containrarna flyttades något för att fyllas bättre kunde prover av flisen tas, två prover per container om drygt 5 kg/st. Proverna skickades till SLU för analys av ask- och torrhalter. Direkt efter att en hög krossats samlades alla spillbitar in, där högen legat, för vägning. Anledningen till den grova fraktionen var att få ner storleken så pass att fulla lastvikter skulle kunna uppnås för lastbilarna, se även von Hofsten & Granlund, 2010.

Resultat

Under studiens genomförande har mängderna stubbved beräknats och uppmätts vid tre tillfällen och med något olika metoder. Först beräknades stubbmängderna med Marklunds (1988) funktioner utifrån den brösthöjdsdiameter som skördaren mäter in i samband med avverkningen (pri-data), Tabell 1. Därefter klavades stubbarna inför stubbskörden med åtföljande tidstudie. Mängderna beräknades återigen med Marklunds funktioner med den skillnaden att brösthöjdsdiameteren skattades utifrån stubbdiameteren i enlighet med Marklund (1988), Tabell 2. Slutligen vägdes stubbkrosset efter sönderdelning varvid prover togs för fukt- och askhaltsbestämning. Tabell 3 visar resultaten från de olika beräkningarna och vägningarna i kronologisk ordning fördelat per provyta och försöksled.

Tabell 3.

Beräknade och uppmätta stubbvikter fördelat på provyta och försöksled, beroende av mätmetod.

Provyta nr	7	11	2	6	1	5
Försöksled	Fin		Normal		Grov	
PRI – antal	103	105	107	106	105	108
Beräknad vikt, TTV ¹	3,5	4,9	5,5	3,3	4,3	4,7
Klavat – antal	93	90	86	90	87	95
Beräknad vikt, TTV ²	4,3	4,7	5,2	3,9	4,8	5,6
Lyft & skotat – antal	85	85	79	80	84	84
Beräknad vikt, TTV ²	3,9	4,7	4,9	3,5	4,8	5,3
Spill, TTV ³	0,47	0,49	0,60	0,21	0,49	0,35
Krossning – råvikt, ton ⁴	9,68	11,82	22,54	11,06	19,22	19,90
Torrhalt, %	0,52	0,50	0,53	0,52	0,54	0,52
Askhalt, %	3,23	6,49	5,10	2,75	4,28	6,28
Beräknad vikt, TTV	5,00	5,93	11,87	5,70	10,53	10,45
Askfri vikt, TTV	4,84	5,54	11,27	2,75	10,08	9,79
Spill, TTV ³	0,10	0,05	0,37	0,14	0,13	0,05
PRI TTV ¹	8,4		8,8		9,0	
Klavat TTV ²	9,0		9,1		10,4	
Lyft & skotat TTV ²	8,6		8,4		10,0	
Krossat TTV	10,9		17,6		21,0	

¹ Torrvikten beräknad från pri-data.² Torrvikt beräknad utifrån klavdata.³ Spillet råvikt vägdes med trådtöjningsväg. TTV = råvikten · torrhalten.⁴ Vägt med fordonsväg.

Orsaken till de delvis stora viktskillnaderna är inte helt klarlagda och diskuteras närmare under avsnittet *Diskussion*. För att resultaten av föreliggande studie ska kunna jämföras med andra studier har prestationerna för stubblyftning beräknats med utgångspunkt i vikterna för *Lyft & skotat*. Krossningsprestationerna har beräknats med utgångspunkt i de vägda vikterna, *Krossat*.

Resultatredovisningen har delats upp i respektive arbetsled, där tidsdata och eventuella skillnader mellan försöksleden redovisas ur prestationshänseende. Därefter görs en sammanvägning av de olika arbetsleden, i systemkedjan, med hänsyn även till bränslekvaliteten i form av askhalt. I denna del används enbart de vägda vikterna som utgångspunkt.

STUBBLYFTNINGEN

Tidsstudieresultatet för stubblyftningen uppvisar inga överraskande resultat. Det går fortare räknat per TTV (Ton Torrvikt) att lyfta stubbar om man delar dem få gånger i stället för många, Tabell 4.

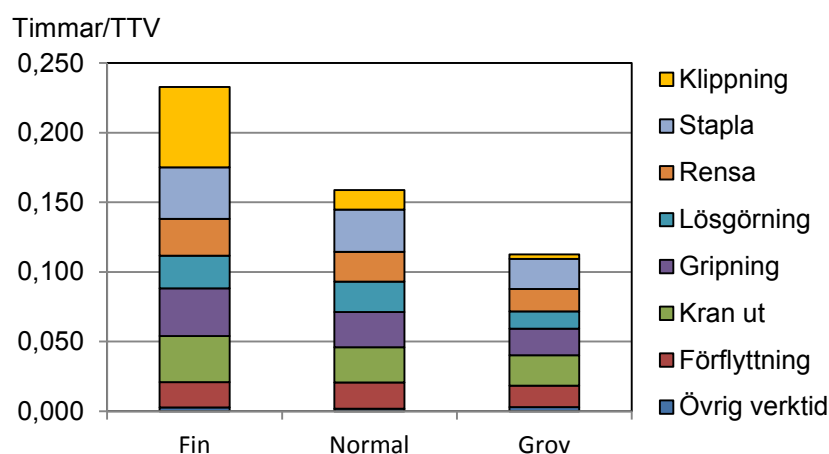
Tabell 4.

Tidsdata från stubblyftningen. Grundtider i cmin (centiminuter). För närmare beskrivning av tidsmomenten, se Bilaga 1.

	Fin	Normal	Grov
Kran ut	1 709	1 273	1 319
Gripning	1 775	1 273	1 155
Lösgörning	1 220	1 099	750
Rensa	1 358	1 083	965
Stapla	1 915	1 527	1 313
Klippning	2 986	703	186
Förflyttning	933	943	921
Återställ mark	5	7	0
Övrig verktid	139	87	180
Summa observationstid	12 040	7 995	6 789
Antal lyfta stubbar	174	161	167
Beräknad mängd, TTV	8,6	8,4	10,0
Stubbar per studietimme	86,7	120,8	147,6
TTV per studietimme	4,3	6,3	8,9

Tidstudiedata från stubblyftning har en tendens att variera mycket kraftigt mellan stubbar, även av likartad storlek. En kondensering av indata är därför nödvändig, för att minska variationen, innan någon egentlig statistisk bearbetning kan utföras. I ett första steg summerades de stubberoende variablerna (Kran ut t.o.m. klippning i Tabell 4) samt de ej stubberoende till upparbetningstid respektive bitid. Därefter beräknades medelvärdena för alla tider per uppställningsplats samt stubbarnas vikt, normalt 1–6 stubbar. I detta läge befanns materialet vara tillräckligt normalfördelat och av den anledningen genomfördes inga vidare transformationer.

Analyserna visar att bitiden (förflyttning, återställning och övrigt) inte har någon som helst korrelation med stubbstorleken i denna studie. För upparbetning däremot finns en tydlig trend mot att tiden per TTV minskar med minskande klippningsgrad. Skillnaderna är signifikanta mellan varje försöksled, Figur 1.



Figur 1.

Prestationen uttryckt som timmar/TTV fördelat på de olika arbetsmomenten och försöksleden. Observera att arbetsmomentet Återställ har i figuren lagts till tiden för övrig verktid då återställningstiden är för liten att urskiljas i figuren, Tabell 4.

Av Figur 1 framgår att skillnaderna i tidsåtgång/ T^*TV mellan försöksleden för de flesta arbetsmoment är begränsad. Undantaget är klippningsmomentet, som avviker mycket tydligt. Om klippningsmomentet tas ur analysen, försvinner de statistiskt signifikanta skillnaderna mellan försöksleden *Grov* och *Normal* helt. Att övriga arbetsmoment ökar i tidsåtgång kan förklaras med att ju fler bitar som skall hanteras desto fler kranrörelser blir det för samma mängd material.

Ur den statistiska analysen kan följande funktion skapas för att beräkna tidsåtgången per stubbe beroende av stubbens storlek i Kg torrsvikt och stubbarnas klippningsgrad;

$$G_{\text{eff}} = T_k / (37,2581 + 1,8225 \cdot \text{Fin} - 8,1034 \cdot \text{Grov} + \text{KgTV} \cdot \text{Fin} \cdot 0,6610 + \text{KgTV} \cdot \text{Normal} \cdot 0,2708 + \text{KgTV} \cdot \text{Grov} \cdot 0,2142)$$

Där:

G_{eff} = Grundtid effektivt arbete för att lyfta, rensa och höglägga stubben.

T_k = Tidskonstant för att räkna om funktionens resultat i centiminuter till exempelvis timmar ($T_k = 6000$) eller sekunder ($T_k = 60$).

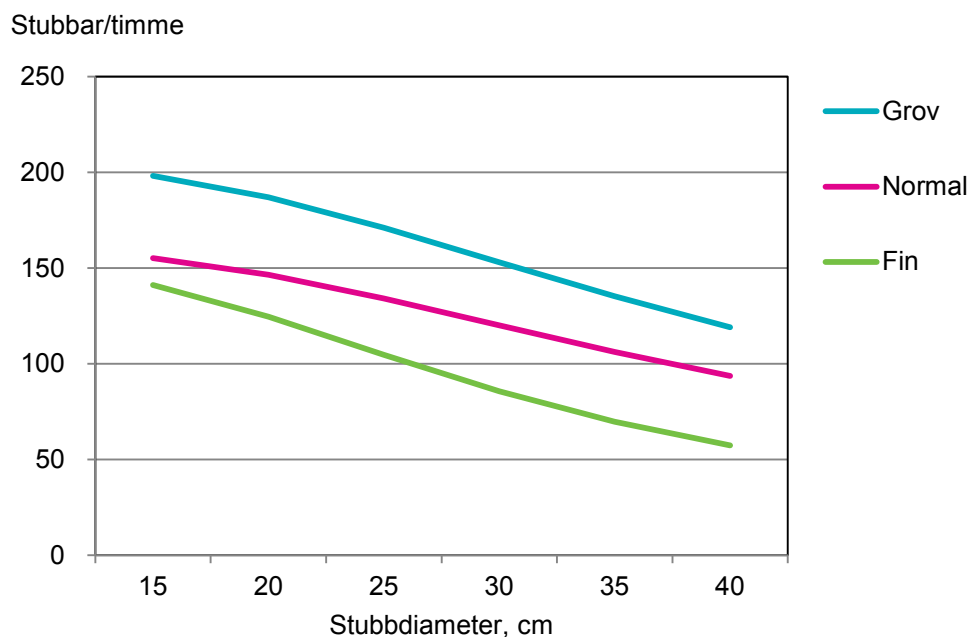
Fin = Dummyvariabel för finklippta stubbar (1 eller 0).

Grov = Dummyvariabel för grovklippta stubbar (1 eller 0).

Normal = Dummyvariabel för normalt klippta stubbar (1 eller 0).

KgTV = Stubbens torrsvikt i Kg.

I funktionen har bitiden (se bilaga 1) om 7,9 cmin lagts till interceptet. Av dummyvariablerna *Fin*, *Normal* och *Grov* kan bara en ha värdet 1 vid användning av funktionen, däremot kan flera ha värdet 0. Resultatet av funktionen visas grafiskt i Figur 2 där stubbarnas storlek i KgTV räknats om till stubbdiameter för att förenkla tolkningen.



Figur 2.
Produktion uttryckt som antal stubbar per effektiv timme vid olika storlek på stubbarna.

SKOTNINGEN

Inte heller tidsstudierna från skotningen påvisar några oväntade resultat. Skotarens produktivitet påverkas främst av två samvarierande faktorer – klippningsgrad samt mängd material per hektar. Resultatet visar att skotningen av de grovt klippta och de normalt klippta stubbarna, till viss del, skiljer sig åt. En större skillnad visar sig i jämförelsen med de finklippta stubbdelarna. Detta beror enligt analysen främst på att mängden material, som skotats per hektar, skiljer sig mellan provytorna. Mängden spill i förhållande till mängden stubbmaterial varierar inte nämnvärt mellan behandlingarna. Det moment som skiljer sig mellan behandlingarna är lossningsarbetet (Tabell 5), som inte påverkas av mängden material per hektar utan endast av klippningsgraden.

Tabell 5.

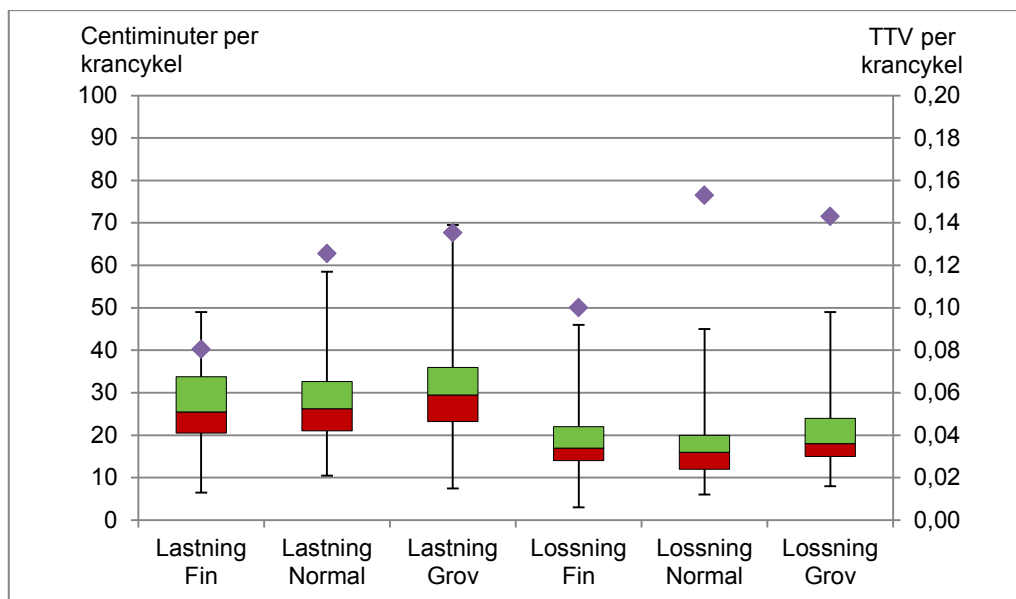
Tidsdata från skotningen. Grundtider i cmin (centiminuter). För närmare beskrivning av tidsmomenten se Bilaga 1.

	Fin	Normal	Grov
Kran ut	1 137	1 161	1 293
Grip	1 434	1 337	1 675
Kran in	998	1 077	1 469
Släpp	183	274	261
Ordna	65	61	48
Körning under lastn.	540	953	767
Σ lastningstid	4 355	4 863	5 513
Σ lossningstid	1 932	2 238	2 936
Medelkörtid*	2 404	2 404	2 404
Σ skotningstid	8 691	9 505	10 853
Antal skotade TTV	10,994	17,697	21,118
TTV per studietimme	7,59	11,17	11,67

* Körtiden normerad till 250 m skotningsavstånd.

Lastningsarbete

Analysen av lastningsarbetet visar på relativt små skillnader i medeltid för kran-cyklerna mellan provytorna (Figur 3) även om variationerna mellan enskilda kran-cykler var stora. Skillnaderna i gripvikt (Tabell 6) beror främst på skillnader i mängden material per hektar och har ett antaget samband med att materialhögar innehåller en mindre volym i takt med att mängden material per hektar sjunker och således ger färre möjligheter till fyllda gripar.



Figur 3.
"Box & whisker plot" visande tider i centiminuter per krancykel för lastnings och lossningsarbetet. Boxen visar första, andra, och tredje kvartilerna medan linjerna visar max och min-värdena. Punkterna visar mängden material per grip i TTV.

Den genomsnittliga gripvikten i ton torrsvikt per krancykel påverkades till viss del av klippningsgraden, (Figur 3, Tabell 6). Ett Tukey-test påvisar dock inte någon signifikant skillnad mellan gripvikterna för de olika klippningsgraderna. Klippningsgraden har även en liten inverkan på mängden materialförluster i form av spill (Tabell 6) Mängden spill avser det vägda materialet efter att skotaren avslutat arbetet och det mesta spillet är material som blivit kvar efter lastningen. Inget betydande spill av material, som föll från maskinen under transport, upptäcktes oavsett klippningsgrad.

I analysen framkom att klippningsgradens påverkan på skotningens produktivitet inte går att säkerställa statistiskt, då antalet lass per behandling var för lågt.

Tabell 6.
Mängden skotade stubbar, mängden spill samt genomsnittliga gripvikter för lastning och lossning

	Fin	Normal	Grov
TTV per hektar	31,27	45,38	55,57
Antal gripar per hektar	388,57	361,54	410,53
Medelgripvikt TTV lastning	0,080	0,126	0,135
Medelgripvikt TTV lossning	0,100	0,153	0,143
Spill TTV/ha	1,40	0,74	1,55
Procentuell andel spill, %	4,47	2,41	2,16

Analysen visar att mängden material per hektar har en tydlig inverkan på skotarens produktivitet där lastningstiden minskar med ökad mängd material/ha.

Lossningsarbetet

Tiderna för lossningsarbetet skiljer sig inte nämnvärt mellan den normala och den grova fraktionen (Tabell 7). Tidsbehovet för lossningsarbetet för den finklippta fraktionen ökar däremot.

Tabell 7.

Tidsdata från studien. Produktiviteten mätt som cmin per TTV för summa lastningstid och summa lossningstid.

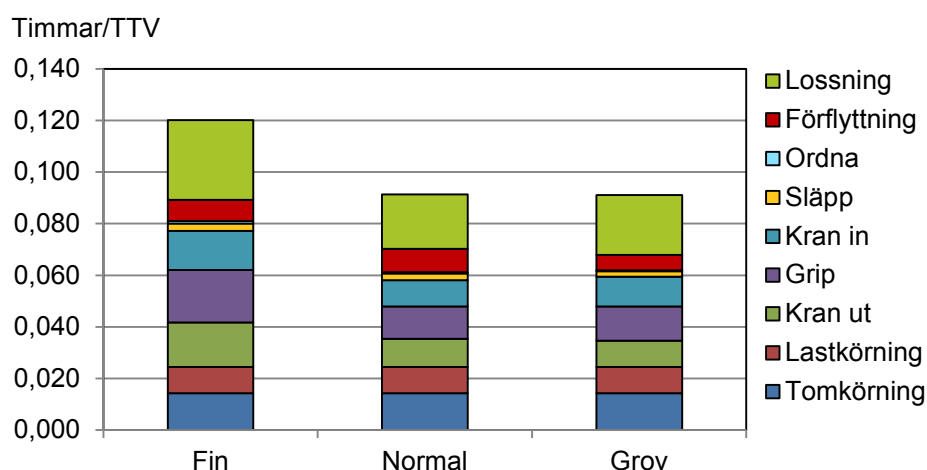
	Fin	Normal	Grov
Lastning cmin per TTV	388,99	274,79	261,06
Lossning cmin per TTV	185,50	126,46	139,03
S:a terminaltider cmin per TTV	574,49	401,25	400,09
Antal krancykler/TTV			
Lastning	14,25	9,21	8,38
Lossning	9,96	6,55	7,01

Tidsskillnaderna per krancykel är relativt små, men den avgörande skillnaden i produktivitet förklaras av en ökad gripvikt för de grövre fraktionerna (Figur 3). Resultatet tyder på att det finklippta materialet blev svårare att greppa varför lossningsarbetet hämmades något.

Av Figur 3 framgår att ingen större skillnad finns mellan studieleden *Normal* och *Grov*. Analysen visar inte heller på någon signifikant skillnad mot studieledet *Fin*. Tidsskillnaderna i figuren förklaras främst med skillnader i mängden material per hektar.

Sammanställning av skotningstider

Studieresultaten fördelat på respektive delmoment (Figur 4) (momentindelning i Bilaga 1) visar på större tidsbehov per TTV för de finklippta stubbdelarna jämfört med de normalklippta och grovklippta stubbdelarna.



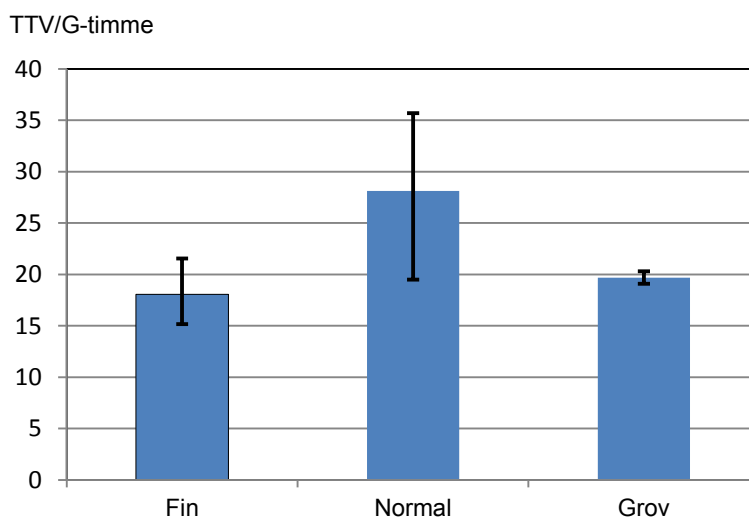
Figur 4.

Prestationen uttryckt som timmar/TTV fördelat på de olika arbetsmomenten och försöksleden.

Körtiderna i Figur 7 är normerade tider. Detta pga. att ingen avståndsmätning gjordes under studien och att körsträckan i förhållande till lastvikt är utan betydelse för resultatet, då inget lass nådde maximal lastvikt. Vikterna per lass mättes inte utan kommer från respektive provytas totalvikt efter krossning.

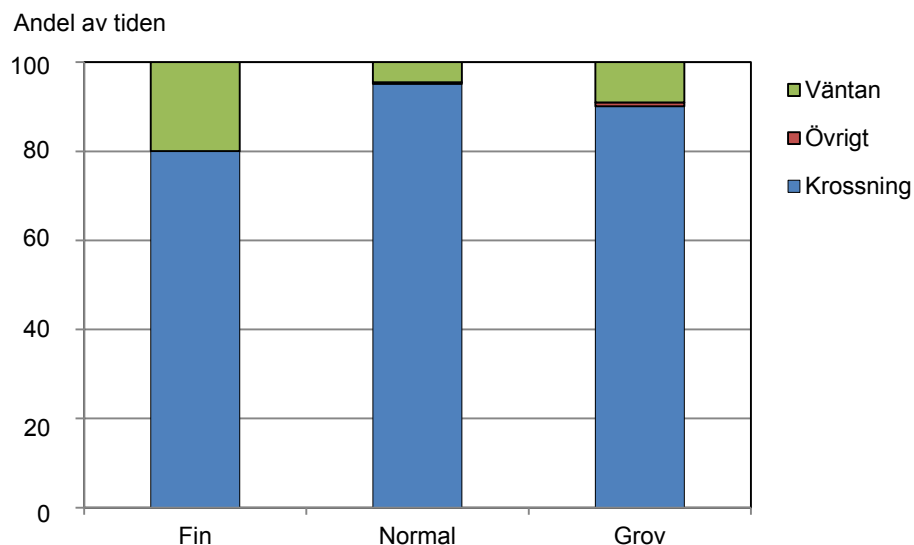
KROSSNINGEN

Lösningen med att krossa direkt i container visade sig vara mindre lyckad med det material krossen producerade. Anledningen var att krosset inte ville rinna ut. Det var tvunget att stoppa krossen och flytta containern vid minst ett tillfälle per container, vilket kan ha påverkat tiderna. Figur 5 visar den genomsnittliga tidsåtgången per ton torrvikt för de två provytor, som ingår i varje försöksled. Felstaplarna anger de bägge provytornas respektive värden.



Figur 5.
Krossens produktion som TTV/G-timme för respektive försöksled. Felstaplarna anger värdet för respektive provyta inom försöksled.

Materialet är inte tillräckligt stort för att det ska vara meningsfullt att göra någon närmare statistisk analys. Det torde vara uppenbart att normalkluvna stubbar går fortare att köra igenom krossen än finkluvna. Tyvärr gjordes ingen notering i tidstudiedatat som kan ge ett säkert underlag varför grovkluvna stubbar tog så lång tid. Minnesbilden är dock att kranföraren fick lite problem med att få ner de stora stubbdelarna i krossen. I flera fall fick stubbdelarna plockas upp och vändas eller på annat sätt stickas ner i krossen. Därmed ökade tidsmomentet *Väntan*, Figur 6.



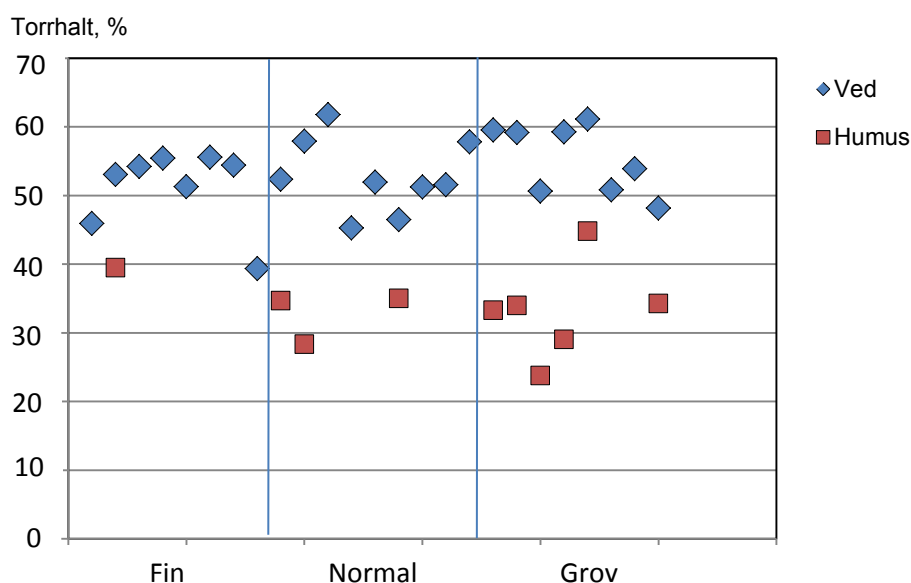
Figur 6.
Krossningstidens fördelning på de olika arbetsmomenten och försöksleden.

Den höga andelen väntan för finkluvna stubbar kan sannolikt förklaras med att de många små bitarna gick mycket fort igenom krossen. Det blev nästan omöjligt att hinna med att hålla den fylld, särskilt inte som stubbhögarna från respektive provyta var förhållandevis små och att man därför ganska fort kom ner till att plocka ihop bottensatsen med en mängd små, svårgripbara stubbdelar.

BRÄNSLET

Från varje container togs två prover för att bestämma torr- och askhalter, de senare genomfördes av SLU. Flisbitarna blev mycket stora, ofta mer än 50 mm i diameter och 400–500 mm långa, p.g.a. att krossen var ställd för största möjliga utfraktion. Andelen bitar mindre än 50 mm bedömdes som så litet att det inte var meningsfullt att göra en sällning med fraktionsbestämningar, då det grövsta sållet är 63 mm och det där på följande 45 mm enligt SIS-CEN/TS 15149-1:2006.

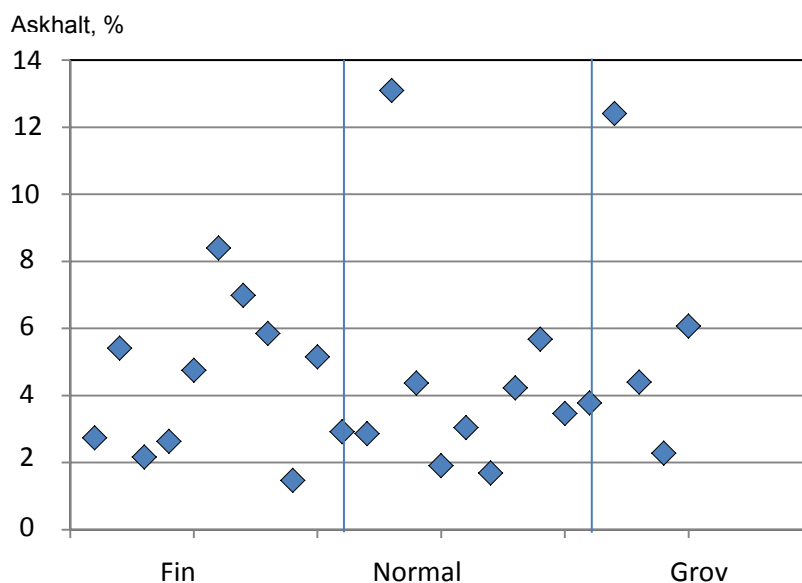
Fukthalterna skattades genom att torka ca 0,5 kg från varje prov i torkskåp vid 102°C i överensstämmelse med Svensk standard SIS SS 18 71 70: 1997. I de fall det fanns mycket mossor och humus med i provet torkades den separat, Figur 7.



Figur 7.
Torrhalter per prov och försöksled. Med humus avses mest mossor och en del halvt nedbruten humus.

I genomsnitt var torrhalten $53,12\% \pm 5,44$ (SD) för veden och $33,66\% \pm 5,85$ (SD) för humusen. Det finns ingen säkerställd skillnad i torrhalt mellan försöksleden för varken vedproverna eller humusproverna, vilket heller inte var väntat då all upptagning, skotning och krossning skedde inom loppet av några dagar.

Inför askhaltsbestämningarna flisades först varje prov (ca 5 kg) i en kompostkvarn av märket KLIPPO PRO K 310. Det flisade materialet blandades väl varefter ett generalprov om ca 0,5 kg togs. Dessa maldes sedan i en Retch-kvarn, till ett pulver med en partikelstorlek understigande 0,25 mm. Askhalten på pulvret bestämdes sedan i enlighet med Svensk standard SIS SS 18 71 71; 1984, varefter andelen aska redovisas som medelvärde av ett dubblett prov från generalprovet för att säkerställa kvaliteten på analysen, Figur 8.



Figur 8.
Askhalten i procent baserat på vikten, per prov och försöksled.

Inte heller askhalten som i genomsnitt var $4,7 \% \pm 2,98(\text{SD})$ för hela materialet uppvisade någon säkerställd skillnad mellan försöksleden. I detta fall hölls inte humusen isär från veden utan allt samkördes. Askhalten härstammar, till största delen, från oorganiska föroreningar vilket därmed indikerar att stubbdelarna i genomsnitt var lika förorenade oavsett klippningsgrad. De två extremvärdena i försöksled *Normal* och *Grov* kan troligen härledas till fastvuxna föroreningar i form av stenar eller annat oorganiskt material.

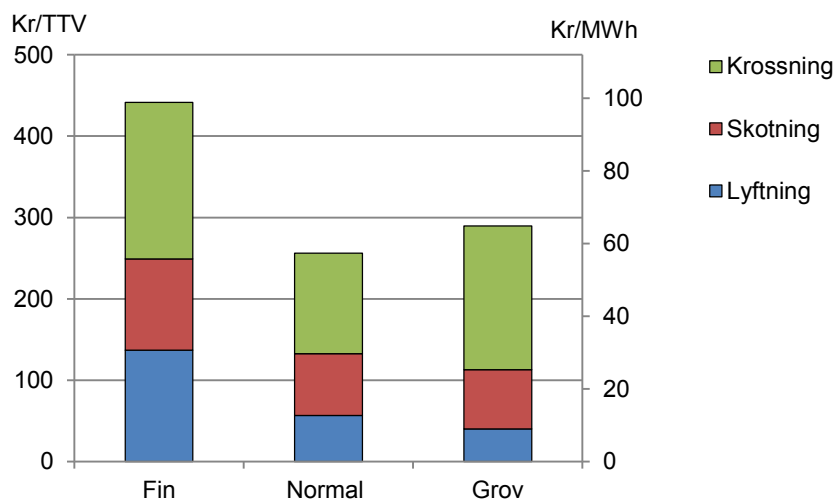
SYSTEMKEDJAN

Resultaten ovan har enbart, var för sig, berört respektive länk i systemkedjan. Oftast är det dock produktionen och kostnaderna för hela systemkedjan som är det intressanta. I Tabell 8 redovisas summatiderna för respektive systemlänk samt den invägda mängden flis för respektive försöksled. De därav framräknade prestationerna för stubblyftaren stämmer således inte med de i Tabell 3 där prestationerna baseras på den beräknade mängden utifrån klavdata.

Tabell 8.
Sammanställning av grundtider i cmin (centiminuter) samt mängden material för respektive länk i systemkedjan fördelat på försöksled.

	Fin	Normal	Grov
Stubblyftning	12 040	7 995	6 789
Skotning	8 691	9 505	10 853
Krossning	3 628	3 749	6 395
Mängd stubbmaterial, TTV	10,994	17,697	21,118
Lyftning, TTV/G ₀ -h	5,48	13,28	18,66
Skotning, TTV/G ₀ -h	7,59	11,17	11,67
Krossning, TTV/G ₀ -h	18,18	28,32	19,81

Timkostnaden för stubblyftaren har beräknats till 750 kr/G₀-h och skotaren till 850 kr/G₀-h. Krossen inklusive separatlastare har satts till 3 500 kr/G₀-h. Till dessa kostnader kommer rangering av containrar samt transporter vilka inte är med i denna kalkyl. Med prestationerna från Tabell 8 kan en total kostnad beräknas enligt Figur 9.



Figur 9.

Kostnaden per TTV och MWh för hela systemkedjan. Observera att de prestationer som ligger till grund för diagrammet baserar sig på G₀-tid.

Som jämförelse har kostnaderna även räknats om till Kr/MWh vid 4,5 MWh/TTV.

Spillet som vägdes efter de olika operationerna var mindre än förväntat. Detta kan vara en effekt av studiesituationen, som gjorde förarna mer noggranna än normalt. Spridningen i mängden spill mellan provytor är ganska stor (0,7 – 1,5 TTV/ha). Av andelen tillgängligt material rör det sig om ca 5 % varav skotningen står för två tredjedelar, Tabell 9.

Tabell 9.

Vägda spillvikter som procentuell andel av mängden material per försöksled.

	Fin	Normal	Grov
Efter skotning, %	4,47	2,41	2,16
Efter krossning, %	1,40	2,88	0,88
Totalt, %	5,88	5,29	3,03

Diskussion

Vid analysen av detta försök har en del oförutsedda resultat kommit fram. Vi fann bieffekter, vilka inte var tänkta att analyseras i försöket, men även effekter som uteblev vilka antogs skulle finnas.

BIEFFEKTER

En bieffekt var svårigheten att bestämma mängden vedmaterial i stubb- och rot-systemen. Denna hade i och för sig förutsetts men uppstod i betydligt större skala än väntat. Eftersom dessa skillnader i hög grad kan påverka nivån på de redovisade prestationerna behandlas orsakerna till skillnaderna först.

Under studiens gång uppskattades vikten som TTV vid tre tillfällen. Först med utgångspunkt i skördardata (pri-filerna) sedan efter klavning av stubbarna på provytorna och slutligen genom vägning av krossat material. Mellan de två förstnämnda uppskattningarna finns det en skillnad i mätmetod som kan vara en del-förklaring.

I pri-filen finns den skördarmätta brösthöjdsdiametern för varje stam lagrad. Utifrån den kan stubb- och rotmängden beräknas med Marklunds funktioner (se material och metod), Tabell 1. Eftersom det inte finns något rimligt sätt att id-märka varje stubbe vid avverkningen, så att den kan korreleras med pri-filen, märktes alla stubbar på nytt och klavades inför tidstudien, Stubbdiametern räknades sedan om till brösthöjdsdiamater, Tabell 2. Här finns två felkällor varav den ena är tydligt identifierad. Trots att pri-filerna angav hur många stubbar som borde finnas på respektive provyta hittades bara ca 85 % av stubbarna vid klavningen varav ca 8 % inte lyftes av olika skäl, Tabell 3. Det finns även en viss risk att smärre felmätningar, från skördarens eller klavarens sida, genererar ganska stora fel. Medeldiametern i beståndet var enligt pri-data 20 cm (Tabell 1) då bör den genomsnittliga stubbdiametern ha varit 27 cm, vilket är något lägre än vad som klavades in, Tabell 2. Viktskillnaden mellan en 27 cm stubbe och en 30 cm stubbe (medeldiameter i Tabell 2) är 36 %. (0,03474 TTV respektive 0,09609 TTV). Om någotdera mätsystemet tenderat att över eller underskatta, kan det slå hårt på slutresultatet. Det är samtidigt inte orimligt att anta att de stubbar, som missades vid lyftningen till en större del var de klenaste stubbarna, vilket borde innebära att medeldiametern på de lyfta stubbarna ökat.

Den största viktskillnaden finns dock mellan de beräknade vikterna och den invägda vikten. Anledningen till det kan nog inte sökas i mät- eller räknefel. Där- emot finns en indikation i de videofilmer och bilder som togs under studiens gång. Där syns tydligt hur stora sjok med sammanväxt mossa och bärris följer med stubbdelarna ner i krossen. Då det regnat mycket tiden före lyftningen och även under lyftningens gång vägde sannolikt denna extra humus mycket och har dragit upp flisvikterna betydligt. Storleken av denna troliga viktökning kan inte bedömas annat än okulärt från filmerna varför sådana siffror utelämnas här. Det som styrker teorin är att skillnaden mellan beräknad vikt och uppmätt vikt ökar med minskande klippningsgrad, d.v.s. för de finklippta delarna är skillnaden bara 10 % medan för de grovklippta är skillnaden 48 %.

STUBBLYFTNINGEN

Resultaten från stubbskörden är relativt jämförbara med tidigare resultat från olika aggregat, von Hofsten 2011. Den genomsnittliga produktionen i de tidigare studierna skulle hamna mellan linjerna för Fin och Normal i Figur 2. Det kan betraktas som naturligt då de flesta förare delar stubbarna som i försöksledet *Normal*, men oftast rensas stubbarna mer än vad som gjordes i denna studie. Intrycket under studiens genomförande var att det var, en för stubbrytning mycket lätt mark. Granrötterna gick bara i undantagsfall ner i den underliggande skiffern och då marken ovanpå mest bestod av en svartjordsliknande finjord satt inte stubbarna nämnvärt fast. Ett presumtivt problem som ändå visade sig gå bra var att marken var extremt blöt efter långvarigt regnande med påföljd att mycket jord kletade sig fast på stubbar och rötter. Bärigheten var däremot inte något större problem eftersom, det fanns fast mark (skiffer) bara ett par decimeter under markytan.

Skillnaderna mellan de tre försöksleden stämmer väl med förväntningarna. Om stubbarna klipps i många delar blir det mer hantering och fler kranrörelser för varje stubbe. Speciellt tiden för klippning stiger naturligtvis kraftigt, inte bara för att fler klippningar sker utan också därför att det blir fler besvärliga klippningar, där föraren får sitta och lirka med stubben för att få den i rätt läge.

Sammanfattningsvis kan konstateras att stubblyftningen inte uppvisade några oväntade eller på annat sätt anmärkningsvärda resultat.

SKOTNINGEN

Eftersom mängderna stubbmateriel per hektar varierade stort mellan provytorna så går det inte att med säkerhet säga att analysen lyckats fånga alla effekter av de olika klippningsgraderna. Lossningen av det grovklippta materialet går betydligt snabbare jämfört med det finklippta och normalklippta materialet. Det är rimligt att tro att motsvarande effekt skulle skönjas även på lastningsarbetet om mängderna på provytorna vore mer lika.

Det som förvånade var att skillnaderna i spill mellan behandlingarna var relativt små. Detta kan vara en studieeffekt då föraren visade stor skicklighet i att fånga samtliga stubbdelar, samtidigt som studiesituationen som sådan ofta får förarna att skärpa sig påtagligt. Det är således rimligt att anta att mängden spill i denna studie var betydligt lägre än vad som är normalt, vilket också styrks av 'TL-GROT', som räknar med nivåer kring 10 %. Samtidigt måste ett visst svinn av de minsta stubbdelarna accepteras för att inte behäfta hanteringen med orimliga kostnader.

Den produktivitet som redogörs i resultatet bör tas med stor försiktighet vad gäller körtiderna per TTV. Skotaren var inte utrustad med ett anpassat rede för stubbskotning, lastvikterna relativt små, samtidigt som att ett flertal "halvlass" kördes i några av försöksleden. Med ett bättre anpassat rede är det rimligt att tro att lastvikterna skulle öka betydligt och därmed ge körtiderna en mindre andel av totaltiden givet samma transportavstånd.

En sak som noterades men som inte framgår av resultaten, är att skotningsarbetet troligen skulle effektiviseras påtagligt med en större grip. Inte i något av studiesleden erhöles särskild höga gripvikter, och inga som ligger i närheten av maskinens kapacitet. En större gripstorlek skulle, åtminstone vid de större klyvningsgraderna, minska antalet krancykler vid både lastning och lossning.

KROSSNINGEN

För att uppnå maximal produktion på krossningsarbetet är det viktigt att inte bara krossen producerar bra utan även den maskin som fyller krossen med material måste kunna hålla krossen i arbete. I många fall hamnar man i en situation där den ena enheten får vänta på den andra. Tyvärr är det inte helt lätt att fånga detta i en tidstudie då det inte finns någon självklar gräns för när krossen arbetar respektive går tom. Det kan komma flis på utmatningsbandet i flera minuter efter det att kranföraren slutat fylla på. Problemet blir ännu mer accentuerat vid användning av toppmatade krossar, som i denna studie, då studiemannen inte har någon möjlighet att se ner i krossen för att på så sätt avgöra om krossen går tom eller ej.

Av Figur 5 framgår en tydlig skillnad i produktion mellan försöksleden där *Normal* framstår som mest effektivt. Även om förhållandet inte kan bevisas i statistiska termer är det inte helt ologiskt att det förhåller sig så. Då krossen var ställd för extremt stor utfraktion rann de finklippta stubbdelarna nästan utan motstånd igenom krossen, vilket också påpekades av förarna som en stor fördel då de upplevde att de presterade mer eftersom kranen aldrig behövde vänta på krossen; ”Det är bara att ösa på”. Med grovklippta stubbar blev förhållandet det omvända. Materialet var mycket lätt att greppa med kranen och de fick ofta med sig mer än vad som var möjligt att stoppa in i ett tag. Det blev samtidigt viktigt med de stora stubbdelarna att få in bitarna på rätt ledd för att krossen skulle få tag. Därmed blev det en del extra krankörning med påföljd att krossen ”hann ikapp” kranföraren. Gissningsvis kunde detta problem ha minskats om kranföraren fått experimentera lite mer med hur mycket material han skulle ta per grip för att optimera arbetet.

BRÄNSLET

I vanliga fall förklaras en hög klippningsgrad med att stubbarna rensas bättre än om de inte klipps så mycket. I studien kunde inte dessa skillnader belysas, vilket kan bero på flera orsaker. Det är troligt att de finklippta stubbdelarna inte har rensats i den önskvärda utsträckningen på grund av de rådande väderleksförhållandena. De finfördelade stubbdelarna kan även i större grad ha blivit kontaminerade, på grund av den högre procentuella kontaktytan med marken.

Då stubbar normalt sett lagras en tid på eller vid hygget för att reducera fukt- och askhalter, är antalet askhaltsstudier på färskbrutna stubbar begränsat. Jämfört med de studier som genomförts, är den genomsnittliga askhalten i denna studie ($4,7 \% \pm 2,98$ (SD)) på inget sett exceptionell och kan anses vara i paritet med de askhalter på $3,4 \% \pm 1,7$ (SD) och $7,0 \% \pm 2,9$ (SD), som rapporterats för krossat material från färska granstubbar i bergslagen och Västernorrland (Anerud & Jirjis, 2011). Det bör dock nämnas att jordarten, vilken är direkt avgörande för föroreningsgraden, i dessa försök var en sandig moig morän och väderleksförhållandena var både före och under stubbskörd och skotning, på det område som genererade den lägre askhalten, extremt gynnsamma. Ur lagringssynpunkt är det högst troligt att såväl fukt- som aska reduceras snabbare om stubbarna klipps i fler delar.

SYSTEMKEDJAN

Huvudsyftet med försöket har varit att studera totalkostnaden för lyftning, skotning och krossning fritt avlägg för att klarlägga om det kan vara värt att dra på sig något större kostnader i en länk för att sedan kunna ta igen kostnaden i nästa länk. Den stora vinnaren på att klyva stubbarna få gånger är tveklöst stubblyftaren, vilket var förväntat, mer tveksamt var hur en låg klippningsgrad skulle påverka skotningen och krossningen. För skotningens del tycks Grov- och Normalkluvna stubbar inte spela någon större roll, medan finkluvna stubbar sänker prestationen, mest som ett resultat av fler kranrörelser, Figur 7. För krossningen är bilden inte lika klar då normalkluvna stubbar tycks gå fortast medan fin- och grovklippta går lite långsammare, Figur 5.

Sammantaget är det dock ganska klart att man vinner ingenting på att klyva stubbarna i många små bitar. Även om upplevelsen, främst för sönderdelaren, är att det går fortare med finkluvna stubbar tyder inget i denna studie på att det är så, tvärtom. Totalkostnaden fritt avlägg är ca 60 % högre än genomsnittet för *Normal* och *Grov*. Skillnaden mellan de senare är endast 13 %, en skillnad som det är tveksamt om den skulle kunna beläggas statistiskt. För det behövs ett större material.

I denna Studie har heller inte framkommit något annat som skulle tala emot att klyva stubbarna så lite som möjligt. Askhalterna ligger på fullt rimliga nivåer och har inte ändrats beroende på klippningsgrad. Mängden spill skiljer sig något mellan försöksleden till grovklyvningens fördel (Tabell 9), men skillnaden är liten och kan inte beläggas. Det som inte studerades här, som skulle kunna ändra synen på resultaten är hur grovkluvna stubbar torkar i de fall de inte sönderdelas omgående. Gissningsvis borde det gå bra, bara de är delade en gång, men här saknas ingående kunskaper.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att utifrån föreliggande studie bör stubbarna inte delas mer än nödvändigt, annat än om de är mycket stora. Två till tre delar per stubbe räcker. Resultaten bör dock verifieras med fler försök på andra marktyper.

Referenser

- Anerud, E. & Jirjis, R. 2011. Fuel quality of Norway spruce stumps – influence of harvesting technique and storage method. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 26: 257–266.
- Hakkila, P. 1975. Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root wood. *Folia Forestalia* 224.
- Marklund, L-G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Rapport 45. SLU.
- von Hofsten, H. & Granlund, P. 2010. Effektivare transporter om stubbarna grovkrossas på avlägg. Skogforsk. Resultat nr. 2.
- von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. Skogforsk. Arbetsrapport nr. 703.

Bilaga 1

Stubblyftning

Upparbetning	
Kran ut	Kranrörelse med tom grip mot ny stubbe eller stubbdel.
Gripning	Gripning eller plockning av stubbe eller stubbdel.
Lösgörning	Lösgörning av stubbe eller rotben från marken.
Rensa	Rensning av stubbdelar genom skakning eller på annat sätt.
Stapla	Stapling av stubbdelar inklusive kranrörelsen till högen.
Klippning	Delning av stubbe. Momentet ingår ofta i ”Stapla” då förarna klipper isär stubben över högen i stället för att släppa den, momentet går då så snabbt att det inte kan klockas.
Bitid	
Förflyttning	Förflyttning mellan uppställningsplatser.
Återställning	Igenläggning av större gropar eller liknande.
Övrig verktid	Arbetsmoment som ingår i arbetet men inte täcks av något av de ovanstående momenten. Exempelvis flyttning av framkomlighetshinder.
Skotning	
Kran ut	Kranrörelse med tom grip mot ny stubbhög eller stubbdel.
Gripning	Gripning eller plockning av stubbhög eller stubbdel.
Kran in	Kranrörelse från marken mot lastutrymmet.
Släpp	Gripens öppningsmoment.
Körning under lastning	De förflyttningar som maskinen gör utan att kranen är i produktionsrörelse.
Ordna	Eventuella justeringar av stubbmaterialet, på lastbäraren eller i vältan.
Bitid	
Tomkörning	Körning utan last från avlägg till dess lastning påbörjas.
Lastkörning	Körning med lass från hygge till avlägg.
Övrig verktid	Arbetsmoment som ingår i arbetet men inte täcks av något av de ovanstående momenten. Exempelvis flyttning av framkomlighetshinder.
Störning	Tid för avbrott och reparationer.

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. Fukthaltsmätning 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 skördar baserad 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). 151 s. 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 klipningsgraden. 24 s.
- Nr 760 Jönsson, P. & Englund, M. 2012. Air-Hawk-luftkudde. Ergonomiskt hjälpmedel för skogs- och jordbruksmaskiner. 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. 26 s.
- Nr 763 Englund, M. 2012. LED-ljus i aggregatet – En pilotstudie. 5 s.
- Nr 764 Bhuiyan, N., 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. 15 s. – 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.

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. 759 2012



www.skogforsk.se