



Ekonomi vid uttag av långa toppar som skogsbränsle i slutavverkning

Economy when utilizing long tree tops for forest fuel in final fellings



Simon Sallin

Arbetsrapport 217 2008
Examensarbete 30hp D

Handledare:
Iwan Wästerlund

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
S-901 83 UMEÅ
www.srh.slu.se
Tfn: 018-671000



ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR-217-SE

Ekonomi vid uttag av långa toppar som skogsbränsle i slutavverkning

Economy when utilizing long tree tops for forest fuel in final fellings

Simon Sallin

Examensarbete i ämnet skogshushållning med inriktning teknik
Handledare: Iwan Wästerlund
Examinator: Tomas Nordfjell

Förord

Denna studie har utförts som ett examensarbete omfattande 30 högskolepoäng i ämnet skogshushållning. Initiativtagare och uppdragsgivare för examensarbetet har varit Martinsons-koncernen tillsammans med bränslebolaget Rebio.

Under arbetets gång har jag fått hjälp av flera personer och aktörer och jag vill därför tacka dessa här.

Först och främst vill jag rikta min tacksamhet mot mina kontaktpersoner på Martinsons och Rebio, Peter Holmström och Peter Brekke samt min handledare vid SLU, professor Iwan Wästerlund. Utan deras initiativ och hjälp under arbetes gång hade examensarbetet inte gått att genomföra.

De övriga som jag vill tacka är följande:

Skogforsk som gett mig tillgång till dataprogrammet TimAn 2 och framför allt John Arlinger som även bistått med support för programmet.

Johan Möller, Skogforsk, som varit till stor hjälp vid arbetet med skördarfiler i StanForD-format.

Karin Hägg, jägmästarstudent kurs 03/08, som bidragit med oumbärlig hjälp vid fukthaltsmätningarna som utfördes i studien.

Sören Holm, SLU, som hjälpt mig med de statistiska analyserna som utförts i studien.

Simon Sallin
Umeå, april 2008

Sammanfattning

Marknaden för bibränslen från skogen har haft en positiv utveckling och uppdragsgivarna för detta examensarbete ville ha undersökt lönsamheten för en för dem oexploaterad metod för uttag av skogsbränsle, den så kallade ”långa toppar-metoden” (LT-metoden).

LT-metoden går ut på att timmer tas ut som enda rundvirkessortiment medan resten av stammen, som annars skulle ha blivit massaved blir skogsbränsle tillsammans med grenar och topp. Metoden bygger på att hanteringsmässiga fördelar såsom högre lastvikter vid skotningen och lastbilstransporten av bränslematerialet skall uppväga att man får ett lägre pris för massaveden när den tas ut som skogsbränsle.

Målet var att för slutavverkning och på beståndsnivå jämföra lönsamheten för LT-metoden med GROT-metoden och konventionell avverkning samt att försöka identifiera faktorer som påverkar lönsamheten för de olika metoderna.

I studien avverkades ett objekt enligt GROT-metoden och ett objekt enligt LT-metoden. Data från dessa avverkningar kompletterades med data från tidigare avverkade objekt och litteraturstudier. Utifrån dessa data gjordes olika kalkyler för metodernas lönsamhet och känslighetsanalyser för att undersöka olika faktorer påverkan på metodernas lönsamhet.

Med de aktuella massavedspriserna, den gemensamma prissättningen och flisningskostnaden för GROT och långa toppar är LT-metoden inte lönsam jämfört med GROT-metoden. För att LT-metoden skall vara ekonomiskt konkurrenskraftig krävs en högre betalning och en lägre flisningskostnad för långa toppar än för GROT. Högre betalning kan motiveras genom en högre kvalitet, framför allt med avseende på fraktionsfördelning och andel stamved medan den lägre flisningskostnaden kan motiveras med att flishuggens kapacitet kan utnyttjas bättre. Viktiga faktorer för LT-metodens lönsamhet är massavedspris, timmerandel och virkesförråd.

Nyckelord: grot, träddelar, biobränsle, lönsamhet

Summary

The market for biofuels from the forests have had a positive development and the job initiators for this master's thesis wanted to examine the profitability of a method for harvesting forest fuel, which was unfamiliar to them. The method was the "long tree tops-method", here called the LT-method.

The LT-method is characterised by the fact that timber is harvested as the only roundwood assortment while the rest of the stem, which in other cases would become pulpwood, is harvested as forest fuel together with the logging residues. The method is based on the assumption that advantages in handling of the forest fuel assortment such as increased load weights for forest hauling and truck transportation, should compensate for the lower price for pulpwood when sold as forest fuel.

The aim of the study was to compare the profitability of the LT-method with the GROT-method (harvest of timber, pulpwood and logging residues) and conventional logging without any harvest of forest fuel, and also to try to identify factors affecting the profitability of the different methods. All calculations, analysis and comparisons were made on stand level and for final fellings.

In the study one object was logged according to the GROT-method and one object was logged according to the LT-method. Data from these loggings were complemented with data from earlier loggings and literature studies. Based on these data calculations were made for the different methods' profitability and sensitivity analysis were made to study the effects of different factors on the profitability of the different methods.

With the current prices for pulpwood, the mutual pricing and chipping cost for long tree tops and logging residues, the LT-method is not profitable compared to the GROT-method. In order for the LT-method to be financially competitive, a higher price and a lower chipping cost for long tree tops compared to logging residues is required. A higher price can be motivated by a higher quality, especially with concern to distribution of fractions and amount of stemwood, while the lower chipping cost can be motivated by a better utilization of the capacity of the chipper. Important factors for the profitability of the LT-method are price of pulpwood, share of timber and stand density.

Keywords: logging residues, tree parts, biofuel, profitability

Innehållsförteckning

<i>Förord</i>	2
<i>Sammanfattning</i>	3
<i>Summary</i>	4
<i>Bakgrund</i>	6
<i>Mål</i>	7
<i>Material & metoder</i>	7
<i>Systembeskrivningar</i>	7
GROT-metoden	7
LT-metoden	8
<i>Dataunderlag</i>	8
<i>Tillvägagångssätt</i>	9
<i>Resultat</i>	14
<i>Känslighetsanalyser</i>	17
<i>Diskussion</i>	23
<i>Slutsatser & rekommendationer</i>	27
<i>Referenser</i>	28
<i>Personlig kommunikation</i>	28
<i>Bilaga 1. Ekonomiska bruttoutfall objekt 1</i>	30
<i>Bilaga 2. Ekonomiska bruttoutfall objekt 2</i>	31
<i>Bilaga 3. Ekonomiska bruttoutfall objekt 3</i>	32
<i>Bilaga 4. Ekonomiska bruttoutfall objekt 4</i>	33

Bakgrund

Marknaden för biobränslen har haft en positiv utveckling under ett flertal år och i branschen finns aktörer med både betalningsvilja och betalningsförmåga. Detta innebär att virkesmarknadens förutsättningar kan komma att ändras. För energisyftet är inte längre bara de delar av träden som ingen annan vill ha intressanta utan med den ökade efterfrågan på biobränslen ökar nu även förmågan att konkurrera med andra aktörer om råvaran. Hittills har stamved använts till timmer och massaved i den utsträckning det varit möjligt medan endast grenar och toppar utan gagnvirke tagits ut som skogsbränsle. Den ökade efterfrågan och betalningsförmågan på biobränslemarknaden har förändrat förutsättningarna och ytterligare ett alternativ har dykt upp; att låta massaveden bli bränslematerial istället. Den traditionella avverkningsmetoden för uttag av skogsbränslen är GROT-metoden. I dessa avverkningar tas grenar, kvistar och den del av toppen som är för liten för att göra massaved av, ut för bränsleändamål. Andelen rundvirke (timmer och massaved) påverkas inte av denna metod. En nygamal metod kallad ”långa toppar-metoden” (här kallad LT-metoden) går ut på att ta ut timmer som enda rundvirkes Sortiment. Istället för att ta ut massaved så blir all stamved som inte blir timmer, skogsbränsle tillsammans med grenar och kvistar. Bränslematerialet från denna metod klassas som träddelar vilket skiljer sig från GROT genom att det innehåller en hög andel stamved.

I en tidigare studie (Sandberg & Sundvall, 1995) berördes de faktorer som påverkade valet av Sortiment. Man konstruerade en Excel-baserad beräkningsmodell som beräknade avverkningsnetton för olika Sortiment och Sortimentkombinationer. I studien ingick ett Sortiment som kallades ”flisade träddelar”, vilket motsvarade i princip vad vi idag skulle kalla långa toppar. I övrigt handlade studien huvudsakligen om vilka förutsättningar och faktorer som avgjorde om det var lönsamt att ta ut skogsbränsle i kombination med uttag av massaved. De faktorer som visade sig ha störst betydelse för bränsleuttagens lönsamhet var trädslagsblandning, transportavstånd och priset för bränslematerialet. Slutsatsen i studien var att med då aktuella Sortimentpriser, var uttag av massaved mer lönsamt än uttag av skogsbränsle. Under vissa förutsättningar kunde lönsamheten ökas genom att skogsbränsle togs ut i kombination med uttag av massaved, men det var dock inte lönsamt att göra inskränkningar på andelen massaved till förmån för andelen skogsbränsle. Man reserverade sig dock för att resultaten var starkt bundna till den då rådande prisbilden och framhöll metoden ”flisade träddelar” som ett intressant alternativ om prisbilden skulle förändras till förmån för skogsbränslen.

Brunberg et al. (1998) utredde bl.a. möjligheten att öka den ekonomiska vinsten från en bränsleanpassad slutavverkning genom att variera toppkapsdiametern för massaveden. Toppkapsdiametern varierades beroende på prisrelationen mellan massaveden och bränslesortimentet. Resultaten i detta specifika avsnitt i rapporten baserades till stor del på en tidigare studie gjord av Thor et al. (1997). Resultaten visade att det inte var ekonomiskt optimalt att på traditionellt vis göra massaved av all stamved ända ner till 5 cm i toppdiameter. Istället visade det sig att man fick den största ekonomiska vinsten om man istället kapade massaveden vid 9 – 10 cm i toppdiameter och lät resten av stamveden bli skogsbränsle. Man fastslog även att det med en ännu större prisskillnad till skogsbränslets fördel, skulle vara lönsamt att låta ännu mer av massaveden bli skogsbränsle istället.

I en annan studie (Liss, 2005) framhölls LT-metoden som ett intressant och lönsammare alternativ till GROT-metoden. Man varierade också genomförandet av metoderna något, för att kunna utvärdera vilken variant som var mest lönsam. För LT-metoden testades tre

varianter. Den första gick ut på att de långa topparna lades okvistade och okapade i samma högar som grenarna och allt skotades sedan ut till avlägget vid bilväg och flisades där. Den andra varianten genomfördes på samma vis som den första, med undantaget att de långa topparna kapades på mitten för att underlätta skotningen. Den tredje varianten innebar precis som i första varianten att topparna ej kapades, men i den här varianten flisades topparna och grenarna på hygget. För GROT-metoden provade man dels att flisa GROT:en på hygget och dels att skota ut GROT:en till avlägget vid bilväg för flisning. I de fall som flisning skedde på hygget (oavsett om det handlade om GROT eller om långa toppar) provades två olika varianter av lossning vid avlägget. Den ena varianten innebar lossning direkt på marken och den andra innebar lossning i container. Slutsatsen blev att LT-metoden var lönsammare än GROT-metoden för det objekt som studien utfördes på.

LT-metoden var att betrakta som något ”nygammal” då den tidigare använts i viss utsträckning t.ex. vid uttag av träddelar under 1980-talet, och att den med den ökade efterfrågan på biobränslen skulle kunna vara på väg att återuppstå.

Examensarbetet utfördes på uppdrag av Martinsons och Rebio. Martinsons-koncernen försörjer till stor del sina sågverk och industrier med råvara genom att köpa avverkningsposter och ville ha utrett om LT-metoden var ett intressant alternativ vid avverkning. Martinsons äger 40 % av Rebio, som är ett bränslebolag med hantering av såväl restprodukter från sågverk och industri som bränslesortiment från skogen.

Mål

Målet var att för slutavverkning, på bestånds nivå utvärdera och jämföra lönsamheten för LT-metoden med konventionell avverkning och GROT-metoden i norrländska förhållanden samt försöka identifiera faktorer som påverkade lönsamheten för de olika metoderna.

Material & metoder

Systembeskrivningar

Samtliga avverkningsmetoder i studien avsåg slutavverkning och var vedertagna metoder. Mellan GROT-metoden och LT-metoden kan ändå vissa skillnader i utförande och hantering finnas mellan olika utövare. Därför ges här de definitioner som gällde för de båda metoderna i denna studie. Vad gäller den konventionella avverkningsmetoden är skillnaderna i utförandet mindre mellan olika utövare, varför ingen definition ansågs vara nödvändig här.

GROT-metoden

GROT-metoden avsåg i denna studie en avverkningsmetod där timmer och massaved togs ut som rundvirkessortiment och grenar och toppar togs ut som skogsbränsle. Med topp avsågs i den här metoden den del av stammen som återstod som obearbetad när sista massavedsbiten kapats vid 5 cm toppkapsdiameter. I denna metod upparbetades träden så att GROT:en lades i högar längs stickvägskant, och skotades sedan fram till avlägg vid bilväg. Skotaren hade ett lastutrymme anpassat för transport av GROT och var utrustad med risgrip. GROT:en skotades fram medan det fortfarande var färskt med en fukthalt på ca 50 %. GROT:en transporterades sedan som lös-GROT med särskilda lastbilar med

täckta sidor och botten, s.k. GROT-bilar till mottagaren. Denna metod påverkade inte utfallet av rundvirkessortimenten jämfört med en konventionell slutavverkning.

LT-metoden

LT-metoden avsåg i studien en avverkningsmetod där timmer togs ut som enda rundvirkessortiment medan resten av trädet togs ut som skogsbränsle. I denna metod togs alltså ingen massaved ut, utan allt som inte blev timmer blev bränslematerial. Denna metod påverkade med andra ord utfallet av rundvirkessortiment. I LT-metoden upparbetade skördaren träden tills sista timmerbiten kapats av i toppskäret vid 12 cm toppkapsdiameter och resten av stammen blev en lång topp för användning som skogsbränsle. Eftersom GROT-bilarna inte kunde hantera material som var längre än 5,5 meter måste längre toppar kortas genom kapning. Detta gjordes av skördaren eftersom skotaren i studien saknade gripsåg. Det enklaste sättet för att utföra avkortningen var att fortsätta kvistningen ända fram till kapstället och sedan kapa toppdelen. Detta resulterade i en kvistad stamvedsbit som också togs ut som bränslematerial. De långa topparna och grenarna hanterades sedan på samma sätt som GROT:en i GROT-metoden. Bränslematerialet från LT-metoden klassades som träddeklar, men för att undvika förväxling kommer vi här att kalla bränslematerialet från LT-metoden för ”långa toppar”.

Dataunderlag

Under studiens genomförande avverkade uppdragsgivarna ett objekt enligt GROT-metoden och ett objekt enligt LT-metoden. Studien fokuserades på dessa två objekt där information kunde samlas in i anknytning till avverkningarna. För att få ett bredare underlag för studien kompletterades data från de två aktuella objekten med data från tidigare avverkade objekt samt litteraturstudier. Det var framför allt data från två stycken konventionellt avverkade objekt utan bränsleuttag (objekt 1 & 2, tabell 1) och ett ytterligare GROT-objekt (objekt 3, tabell 1) som användes som kompletterande data i studien.

För LT-objektet erhöles produktionsfiler, stamfiler och den prislista som användes vid avverkningen från skördardatorn. Dessa skördarfiler samlades in som underlag för simuleringar och analyser i datorprogrammet TimAn 2. Virkesvolymerna erhöles både via industrins inmätning och från produktionsfilen och den uttagna mängden långa toppar mättes genom vägning av lastbilarna vid inkörningen. Vägningen av lastbilarna gav lastvikter som användes för att beräkna medellastvikt (tabell 7). Även en stämplingslängd där alla gagnvirkesstammar klavats och redovisats fanns tillgänglig. För bränsleskotningen erhöles uppgifter om driftstid och antal framkörda lass. Dessa uppgifter tillsammans med den uttagna mängden långa toppar användes för att beräkna medellastvikten för bränsleskotningen (tabell 4).

För det GROT-objekt som avverkades fanns samma uppgifter och dataunderlag som för LT-objektet bortsett från stämplingslängden.

För de tidigare avverkade objekten fanns samma typ av skördarfiler tillgängliga som för de objekt som avverkades i studien. Även de inmätta virkesvolymerna och drivningskostnaderna fanns tillgängliga för dessa objekt. För GROT-objektet fanns även uppgifter om den uttagna mängden GROT angiven i ton frisk vikt.

Tillvägagångssätt

För att utföra denna studie var två olika tillvägagångssätt möjliga. Det ena tillvägagångssättet hade varit att utföra beräkningar på trädnivå med hjälp av någon slags trädmodell och det andra sättet var att utföra beräkningarna på beståndsnivå. För den aktuella studien togs beslutet att samtliga beräkningar skulle utföras på beståndsnivå.

Studien avsåg slutavverkning. Alla beräkningar som genomförts och alla resultat som framkommit avser alltså slutavverkning.

För att kunna jämföra de olika metodernas ekonomiska utfall behövde beräkningar göras av respektive metods utfall för något eller några gemensamma objekt. För att kunna beräkna vilket ekonomiskt utfall som GROT-metoden eller konventionell avverkning skulle ha gett för LT-objektet, behövdes uppgifter om vilken volym massaved som skulle kunna ha tagits ut. För att få fram dessa uppgifter var tanken från början att använda programmet TimAn 2 som har olika verktyg för analyser och simuleringar av bestånd och virkesutbyten. De verktyg som var relevanta för denna studie var Aptan, Standin, Stambas och Klippsk. Klippsk är ett program som används för att öppna och läsa filer skrivna i StanForD-format (Ogemark, 2000). StanForD är det format som används som standard för t.ex. skördardata. Stambas används för att filtrera bort avvikande stammar ur stamfiler innan dessa används som indata i Standin eller Aptan (Möller, 2000). Standin skapar virtuella bestånd för analyser med hjälp av antingen inventeringsdata eller stamfiler (Ogemark & Arlinger, 2000). Aptan bygger upp virtuella bestånd utifrån antingen stamfiler eller data från Standin och simulerar sedan en avverkning där apteringen sker enligt en valfri prislista (Ogemark et al., 2000). Resultatet från en simulering i Aptan är uppgifter om dimensioner, volymer och värden för de sortiment som apteras.

Syftet var att i Aptan återskapa LT-objektet virtuellt utifrån skördarens stamfiler och sedan simulera en konventionell avverkning enligt samma prislista. För att kvalitetssäkra resultaten från simuleringen i Aptan gjordes simuleringar utifrån stamfilerna från de övriga objekten, för vilka timmer- och massavedsvolymer var kända. En jämförelse av Aptans resultat och skördardata visade att timmervolymerna överensstämde relativt väl medan massavedsvolymerna inte överensstämde. Vad avvikelserna berodde på är okänt och de har inte kunnat härledas till fel i indata eller vid inmatningen och enligt Arlinger (2007, pers. komm.) finns inga kända fel hos programmet. Grundat på resultatet av denna jämförelse gjordes bedömningen att resultaten från Aptan inte hade tillräcklig noggrannhet för att kunna användas i studien.

Eftersom även stämplingslängdens uppgifter bedömdes sakna tillräcklig noggrannhet fattades beslutet att det inte gick att beräkna massavedsvolymer för LT-objektet med tillräcklig noggrannhet. På grund av detta togs beslutet att beräkningar av de olika metodernas ekonomiska utfall skulle göras för de övriga objekten som ingick i studien. För vart och ett av dessa fyra objekt (tabell 1) beräknades det ekonomiska utfall som samtliga tre avverkningsmetoder skulle ha gett om de implementerats på objektet.

Tabell 1. Data för de objekt som beräkningar gjordes för
Table 1. Data for those stands for which calculations were made

Objekt:	1	2	3	4	Enhet:
Avv.metod:	Konv.	Konv.	GROT	GROT	
Skotningsavstånd:	250,00	425,00	200,00	400,00	m
Medelstam:	0,24	0,22	0,24	0,27	m ³ fub
Virkesförråd:	207,78	145,11	219,00	207,75	m ³ fub/ha
Andel timmer:	67,40	60,00	55,40	69,00	%
Andel tall:	11,00	23,00	17,00	19,70	%
Andel gran:	85,00	68,00	69,00	75,00	%
Andel löv:	4,00	9,00	14,00	5,30	%
Transportavst. bränsle:	18,00	60,00	22,00	15,00	km
Transportavst. timmer:	87,00	141,00	90,00	110,00	km
Transportavst. barrmassa:	12,00	65,00	4,00	37,00	km
Transportavst. lövmassa:	88,00	87,00	98,00	109,00	km

Eftersom examensarbetet utfördes för uppdragsgivares räkning, har uppdragsgivarnas siffror och beräkningsunderlag legat till grund för utförda beräkningar i så stor utsträckning som möjligt för att vara jämförbara och tillämpbara enligt uppdragsgivarnas normer. Där uppdragsgivarnas siffror och beräkningsunderlag ansågs vara bristfälliga har de kompletterats med data från litteratur och resultat som framkommit under studiens gång. För att underlätta beräkningarna användes regressionsanalys för att skapa funktioner för olika kostnader utifrån respektive kostnadsmall. Detta gjordes främst för att underlätta känslighetsanalyser där enskilda variabelers påverkan på de ekonomiska utfallen undersöktes.

Kostnadsmallen för rundvirkeskotningen gav skotningskostnaden per m³fub utifrån en matris med virkesförrådet och skotningsavståndet på varsin axel, där ett högre virkesförråd gav en lägre skotningskostnad medan ett ökat skotningsavstånd gav en högre skotningskostnad. Skotningskostnaden ges av funktion (1).

$$(1) \quad \text{Kostnad} = a + b * (1/\text{Virkesförråd}) - c * (1/\text{Virkesförråd})^2 - d * \text{Virkesförråd} + e * \text{Skotningsavstånd}$$

Kostnad anges i kronor, virkesförråd i m³fub/ha, skotningsavstånd i meter.

Kostnadsmallen för skördarkostnaden gav kostnaden per m³fub för olika medelstamsvolymmer. Skördarkostnaden ges av funktion (2), där kostnaden enligt en avtagande trend minskar med ökande medelstam.

$$(2) \quad \text{Kostnad} = f + g * (1/\text{Medelstam}) + h * \text{Medelstam}^2 - i * \text{Medelstam}$$

Kostnad anges i kronor, medelstam i m³fub.

Prislistan för timmerbilstransport var skriven i tabellform och gav ett pris per m³fub för olika transportavstånd. Funktion (3) ger transportkostnaden som en linjär funktion av transportavståndet med en fast initial kostnad. Ju längre transportavstånd, desto högre kostnad.

$$(3) \quad \text{Kostnad} = j + k * \text{Avstånd industri}$$

Kostnad anges i kronor, avstånd industri i km.

Beräkningsunderlaget för lastbilstransport av bränslematerialen gav transportkostnaden per ton frisk vikt som en funktion av transportavstånd, drivmedelspris, lastvikt och kostnader för lossning. Transportkostnaden påverkades till stor del av lastvikten, där en högre lastvikt gav en lägre kostnad. Ingen regressionsanalys var nödvändig för detta beräkningsunderlag eftersom det redan var i digitalt format från början.

Skotningsavstånden har tagits fram via objektsbeskrivningarna. För de två objekt som avverkades i studien har det skotningsavstånd som angivits i objektsbeskrivningarna kontrollerats med hjälp av kartunderlag i GIS-format, vilket gjordes som en kvalitetssäkrande åtgärd.

För att kunna beräkna de ekonomiska utfall som GROT-metoden skulle ha gett för ett objekt som avverkats enligt någon av de andra metoderna behövdes en uppfattning om hur stort GROT-uttaget hade blivit. Enligt uppdragsgivarna borde man föredra att använda sig av siffror baserade på erfarenhet snarare än att använda sig av funktioner eller datorprogram för beräkningar av biomassan. Huvudskälet till detta ansåg man vara att tillvaratagandegraden för GROT:en är svår att uppskatta. Tillvaratagandegraden beror framför allt på hur mycket av avverkningsarealen som i praktiken kan bränslanpassas, vilket i sin tur beror på faktorer som är svåra att förutse, t.ex. vind. Stark vind kan medföra att trädens fällriktning försvårar högläggning av GROT:en. Markens bärighet är också ett stort problem vid GROT-uttag eftersom riset inte kan användas för att risa körvägarna. Ibland kan det ändå vara tvunget att använda en del av avverkningsresterna för att risa stick- och basvägar på vissa partier av avverkningen. Var detta behövs och hur mycket avverkningsrester som behöver användas avgörs av maskinförarna vid avverkningstillfället och är svårt att förutse eftersom det är väderberoende (Brekke, 2007, pers. komm.).

Enligt uppdragsgivarnas erfarenheter var GROT-uttaget per hektar ungefär 40 ton frisk vikt (fukthalt ca 50 %) i genomsnitt. För att kontrollera detta beräknades ett medelvärde för 10 stycken GROT-objekt från föregående års avverkningar, där invägningen av materialet utförts i anslutning till avslutad avverkning (tabell 2). GROT-uttaget hade en viss variation men ett genomsnitt på 40 ton per hektar stämmer överens med uppdragsgivarnas kalkyler (Brekke, 2007, pers. komm.).

Tabell 2. Underlag för beräkning av genomsnittligt grotuttag, fukthalt ca 50 %
Table 2. Basis for calculation of average extraction of logging residues, moisture contents approx. 50 %

Objekt:	Areal (ha):	Grotuttag (ton):	Grotuttag/ha (ton):
1	12	551	45,9
2	5	217	43,4
3	6	214	35,6
4	3	147	49,0
5	6	243	40,5
6	10	394	39,4
7	12	448	37,3
8	4	106	26,5
9	2	57	28,5
10	2,5	99	39,6
Medelvärde:			39,6

Mängden GROT och långa toppar från de objekt som avverkades i studien mättes genom att lastbilarna vägdes in med lastbilsvågar vid inkörningen till lagringsterminalen. Den invägda volymen användes sedan dels för att beräkna de uttagna bränslemängderna för

objekten och dels för att beräkna lastvikterna för skotningen och för lastbilstransporten. För att mängden bränslematerial i ton räknat, skulle vara jämförbar med andra objekt och andra studier mättes fukthalten hos bränslematerialet.

Fuktprover från GROT:en och de långa topparna togs kort efter att inkörningen av bränslematerialet var avslutad. Eftersom inkörningen utfördes i direkt anslutning till skotningen av bränslematerialet antogs fukthalten vid provtagningen vara oförändrad sedan skotningstillfället. Proverna togs genom att en del av bränslematerialet från respektive objekt flisades, varpå flisprover kunde tas. Från vardera metods bränslematerial togs fem stycken flisprover á tre liter styck. Dessa vägdes först i rått tillstånd och sedan igen efter att ha torkat i 24 timmar i 105 ± 2 °C i torkugnar. Viktdifferensen mellan vägningarna (d.v.s. vattnets vikt) dividerades sedan med vikten från den första vägningen för att få fram materialets fukthalt.

När man på Martinsons räknade på avverkningsobjekt som låg ute för försäljning använde man sig av ett medelpris för timmer eftersom det vore ohanterligt att på förhand försöka beräkna utfall av olika längder och diameterklasser. Man använde sig av ett medelpris för talltimmer och ett medelpris för grantimmer vilka sedan multiplicerades med den uppskattade volymen för respektive sortiment. Medelpriserna angavs i kr/m³fub och beräknades subjektivt utifrån den gällande prislistan för respektive träslag. För massaveden användes alltid ett fast pris per m³fub men med separata priser för barr- och lövmassa. Normalt räknade man på 12 cm toppkapsdiameter för timmer och 5 cm för massaved (Holmström, 2007, pers. komm.). Från uppdragsgivarna fanns önskemål om att beräkningssätt och funktioner i studien skulle vara anpassade till deras sätt att räkna, och på så sätt kunna fungera som en mall vid upphandling av framtida objekt. För att tillmötesgå detta önskemål gjordes även beräkningarna i studien utifrån medelpriser för tall- respektive grantimmer som sedan multiplicerades med respektive timmervolym för att ge timmervärdet. De timmervärden som beräknades i studien blev därmed uppskattningar.

Utifrån skördardata och priset per sortiment beräknades virkesintäkterna. Intäkterna för GROT beräknades utifrån GROT-mängden, dess energiinnehåll och priset per MWh. För de objekt där GROT hade tagits ut användes de uppmätta GROT-mängderna och för de övriga objekten antogs uttaget 40 ton frisk vikt per hektar (tabell 2). Intäkterna för långa toppar beräknades på samma sätt som för GROT, men mängden långa toppar beräknades som summan av mängden massaved och mängden GROT. För det GROT-objekt som avverkades i studien användes den fukthalt som uppmättes vid provtagningen (tabell 6) för att beräkna energiinnehållet och för de övriga objekten antogs fukthalten vara 50 % eftersom samtliga beräkningarna gjordes för färskt material. För det GROT-objekt som avverkades i studien användes de medellastvikter som uppmätts för lastbilarna vid bränsletransporterna (tabell 7), men eftersom de ansågs vara något lägre än vad som kunde uppfattas som normalt antogs något högre lastvikter i beräkningarna för de övriga objekten. De medellastvikter som användes för dessa objekt var 15 ton frisk vikt för GROT och 21 ton frisk vikt för långa toppar. Avverkningskostnaderna beräknades med funktion (1) och (2) och för bränsleskotningen användes funktion (4) och (5). För avverkningskostnaderna fanns även ett tillägg för bränsleanpassad avverkning (tabell 3). Transportkostnaderna för virket beräknades med funktion (3) medan transportkostnaderna för bränslematerialen togs fram med Rebios beräkningsunderlag. De enskilda kostnaderna slogs sedan samman för respektive objekt och subtraherades från intäkterna för virke och eventuellt skogsbränsle.

Noggrannheten i skördarmätningen kontrollerades för objekten i studien med uppgifter från industrins inmätningar. Differensen var $\pm 4,5$ % för både totalvolym och volym för olika sortiment. Denna noggrannhet hos skördardata bedömdes vara tillräckligt god för studien och en avvikelse av denna storlek bedömdes heller inte vara tillräckligt stor för att ge upphov till avvikelserna i Aptans resultat.

En prestationsmall för GROT-skotning enligt Brunberg et al. (1994) gav prestationen i frisk vikt per G_{15h} och innehöll olika kurvor för olika lastvikter, där en högre lastvikt gav en högre prestation. Prestationen avtog med ökat skotningsavstånd. För GROT-skotningen i studien användes kurvan för lastvikten 5 ton frisk vikt då den medellastvikt som uppmättes för GROT-skotningen i studien var 5,55 ton frisk vikt (tabell 4). Regressionsanalys av avlästa värden för kurvan gav funktion (4), som är avsedd för skotningsavstånd upp till 700 meter.

$$(4) \quad \text{Prestation} = l - m * \text{Skotningsavstånd} + n * \text{Skotningsavstånd}^2$$

Prestation anges i ton frisk vikt per G_{15h} , skotningsavstånd i meter.

För skotningen av de långa topparna uppmättes i studien medellastvikten 8,4 ton frisk vikt, och därför användes en kurva som beskrev prestationen för 8,3 tons lastvikt. Regressionsanalys av avlästa värden från kurvan gav funktion (5), som är avsedd för skotningsavstånd upp till 700 meter.

$$(5) \quad \text{Prestation} = o - p * \text{Skotningsavstånd} + q * \text{Skotningsavstånd}^2$$

Prestation anges i ton frisk vikt per G_{15h} , skotningsavstånd i meter.

De priser som användes i studien var uppdragsgivarnas bruttopriser, d.v.s. de priser som uppdragsgivarna erhöll från sina köpare och de kostnader som användes var de kostnader som uppdragsgivarna betalade sina entreprenörer. Detta innebar att de ekonomiska utfall som beräknades i studien motsvarade de ekonomiska brutton som uppdragsgivarna erhöll från objekten innan ersättningen till markägaren betalats ut.

Tabell 3. Priser och fasta kostnader som har använts i studien

Table 3. Prices and fixed costs which have been used in the study

	Värde:	Enhet:
Pris talltimmer:	725,00	kr/m ³ fub
Pris grantimmer:	650,00	kr/m ³ fub
Pris barrmassaved:	370,00	kr/m ³ fub
Pris lövmassaved:	370,00	kr/m ³ fub
Pris GROT-flis:	180,00	kr/MWh
Pris LT-flis:	180,00	kr/MWh
Flisningskostnad långa toppar:	100,00	kr/ton
Flisningskostnad GROT:	100,00	kr/ton
Timkostnad skotare:	600,00	kr/ G_{15h}
Tillägg bränsleanpassning:	3,00	kr/m ³ fub
Vrakavdrag timmer:	0,60	%
Vrakavdrag barrmassa:	3,00	%
Vrakavdrag lövmassa:	7,00	%

För att utföra känslighetsanalyser för faktorer som bedömdes ha en betydande inverkan på metodernas ekonomiska utfall valdes ett objekt ut (objekt 1, tabell 1). För detta objekt

varierades olika variabler och de ekonomiska utfallen för respektive avverkningsmetod beräknades enligt de varierande förutsättningarna. De variabler som varierades var skotningsavstånd, timmerandel, virkesförråd, transportavstånd för bränslematerialet samt priserna för massaved och bränslematerial. När studien genomfördes hade uppdragsgivarna samma flispris och flisningskostnad för långa toppar och GROT. Liss (2005) belyste möjligheten till ett högre flispris och en lägre flisningskostnad för långa toppar. För att undersöka hur en sådan pris- och kostnadsdifferentiering skulle påverka resultatet gjordes varje känslighetsanalys dels för ett ursprungsscenario och dels för ett scenario med högre pris och lägre flisningskostnad för långa toppar.

Från Rebio fanns önskemål om en jämförelse av fraktionsfördelningen hos GROT och långa toppar. Eftersom ingen utrustning för sållning av bränslematerialen fanns tillgänglig i studien kunde inte fraktionsfördelningen mätas praktiskt, utan utreddes genom litteraturstudier. I Liss (2005) studie analyserades och jämfördes fraktionsfördelningen hos just GROT och långa toppar under likartade förhållanden som rådde i denna studie, därför användes resultaten från den studien som underlag för denna studie.

Intervjuer gjordes med maskinförarna vid avverkningarna av de två objekten i studien. Det var sammanlagt tre olika förare där en genomförde avverkning och rundvirkesskotning, och de två andra turades om att skota fram bränslematerialen. Den maskin som användes för avverkning och rundvirkesskotning var en Ponsse Dual, utrustad med Ponsses Opti-datasystem. Denna maskin var kombimaskin som efter avverkning konverterades till skotare för skotning av virket. Det var även denna maskin och samma förare som avverkat samtliga tidigare avverkade objekt som ingick i studien. För skotningen av bränslematerialen på båda objekten användes en äldre Kockum 850 som var anpassad för hantering av skogsbränsle genom att lastutrymmet var breddat och förlängt samt att den var utrustad med en öppen risgrip. En intervju gjordes även med en av lastbilschaufförerna som körde in bränslematerialen från de två objekten. De lastbilar som användes var konventionella GROT-bilar med täckta sidor och botten samt egen kran.

I systembeskrivningen beskrevs hur skördaren kortade ned toppar längre än 5,5 meter genom att kvista toppdelen fram till kapstället. I det praktiska genomförandet utfördes dessa avkortningar genom att skördarföraren lät skördardatorn aptera det som skulle motsvara en massavedsbit vid en avverkning enligt konventionell metod eller GROT-metoden. Detta gjordes av två huvudskäl, dels var det enklast för skördarföraren att låta automatiken sköta kvistningen och kapningen av toppdelen, och dels antogs bränsleskotningen bli underlättad när man fick hantera kvistade stamdelar av full längd (Hjalmarsson, 2007, pers. komm.). Detta innebar i praktiken att skördaren kvistade och kapade en stor del av den volym massaved som skulle ha tagits ut om avverkningen skett enligt de andra metoderna. Därför gjordes bedömningen att skördarens arbetsinsats per hektar inte blev signifikant lägre än för GROT-metoden, varför samma skördarkostnad per hektar användes för GROT- och LT-metoden när beräkningar utfördes.

Resultat

Föraren av skördaren och skotaren ansåg att rundvirkesskotningen var ett problem vid bränsleanpassade avverkningar. Inget ris i körvägarna gav djupa spår, gjorde stubbarna höga och att det blev stöttigt att köra på. Rundvirkesskotningen vid LT-metoden borde ha blivit enklare än vid de andra metoderna eftersom bara två sortiment skotades fram, talltimmer och grantimmer, jämfört med GROT-metoden och konventionell avverkning då även barrmassa och lövmassa skotas fram som rundvirke. I praktiken blev dock inte

rundvirkeksskotningen så mycket enklare vid LT-metoden som väntat, då en stor del av de kvistade stamdelarna låg tillsammans med timret i virkeshögarna. Detta innebar att skotarföraren ändå blev tvungen att sortera och hantera dessa kvistade stamdelar vid lastningen av timret. Rent transportmässigt underlättades rundvirkeksskotningen eftersom endast timret transporterades till avlägg (Hjalmarsson, 2007, pers. komm.).

Vid avverkningen av de två objekt som ingick i studien var vinden aldrig något problem för bränsleanpassningen, dock fanns problem med bärigheten på GROT-objektet. Detta medförde att den basväg som användes för huvuddelen av rundvirkeksskotningen risades samt att en smal passage vid ett surdråg också risades genom att en stråkbredd avverkades så att riset hamnade i basvägen. I den smala passagen vid surdråget lades ytterligare ris motsvarande två GROT-las vid GROT-skotningen.

Skotningen av de långa topparna blev effektivare än skotningen av GROT:en. De kvistade stamdelarna var lätta att hantera och bidrog till höga lastvikter dels genom sin egenvikt och dels genom att de kunde användas för att effektivt komprimera det övriga bränslematerialet (grenar, kvistar och små toppdelar). Vid lossning ställde maskinföraren upp skotaren tvärs vältans längdriktning med framhjulen i diket och skotarens front ut mot vägen. Detta gjorde att de långa topparna kunde lossas utan att gripen behövde roteras (Lundström, 2007, pers. komm.). De medellastvikter som uppmättes i studien för GROT respektive långa toppar var 5,6 respektive 8,4 ton (tabell 4).

Tabell 4. Medellastvikter för skotningen av GROT respektive långa toppar, fukthalt ca 50 %
Table 4. Average load weights for forest hauling of logging residues and long tree tops respectively, moisture contents approx. 50 %

Objekt:	GROT-objekt:	LT-objekt:
Invägd mängd bränsle (ton):	260,9	461,3
Antal framkörda lass:	47	55
Medellastvikt (ton):	5,6	8,4

Enligt den intervjuade lastbilsföraren upplevdes hanteringen av de långa topparna som väldigt positiv jämfört med GROT. Materialet var lättare att hantera än GROT, både vid lastning och lossning och den höga andelen kvistad stamved gjorde att varje grip kunde utnyttjas bättre. Vid lossningen på industriplan gick det att göra högre välter av de långa topparna eftersom materialet var mer kompakt och låg stadigare än GROT (Johansson, 2007, pers. komm.).

För GROT-objektet blev den uttagna GROT-mängden per hektar 45,8 ton frisk vikt, vilket var något över det antagna medelvärdet på 40 ton (tabell 2). För LT-objektet blev bränsleuttaget högt, 148,9 ton frisk vikt per hektar. De beräknade bränsleuttagen för de fyra objekten redovisas i tabell 5.

Tabell 5. Beräknad mängd GROT och långa toppar (ton) för respektive objekt, fukthalt ca 50 %
Table 5. Calculated amount of logging residues and long tree tops (tonnes) for each object, moisture contents approx. 50 %

Objekt:	Långa toppar:	GROT:	Extra uttag LT
1	94,2	40,0	54,2
2	86,4	40,0	46,4
3	127,8	49,7	78,1
4	96,5	45,0	51,5

Resultaten från fukthaltsmätningarna (tabell 6) visade att fukthalten i bränslematerialen från båda objekten var drygt 50 % direkt efter skotning och lastbilstransport. Detta innebar att de båda bränslematerialen var färska vid hanteringen, varför beräkningarna kunde göras utifrån friskvikt och enheten ton frisk vikt (f.v.).

Tabell 6. Fukthalt (%) från LT-objektet & GROT-objektet

Table 6. Moisture content (%) of the long tree tops and the logging residues

Prov:	LT-objekt	GROT-objekt
1	55,7	59,5
2	52,1	50,8
3	54,3	57,1
4	55,7	57,4
5	55,8	59,9
Medelvärde:	54,7	56,9

Resultatet av vägningarna av lastbilslasten vid inkörningen av bränslematerialen från de objekt som avverkades i studien redovisas i tabell 7. För GROT-objektet beräknades en medellastvikt utifrån 18 av totalt 19 inkörda lass och för LT-objektet beräknades medellastvikten utifrån 23 av totalt 24 inkörda lass. Det sista lasset från respektive objekt räknades inte med eftersom de inte var fullastade. Om de hade räknats hade de gett en lägre genomsnittlig lastvikt än vad som skulle kunna anses vara representativt. Resultatet blev en medelvikt på 13,8 ton frisk vikt för GROT och 19,8 ton frisk vikt för långa toppar.

Tabell 7. Lastvikter för lastbilstransport av GROT & långa toppar (ton), fukthalt ca 50 %

Table 7. Load weights for the truck transportation of logging residuals and long tree tops, moisture contents approx. 50 %

Lass:	Långa toppar:	GROT:
1	19,4	13,4
2	19,0	13,6
3	17,1	14,3
4	18,8	13,4
5	18,0	12,2
6	19,2	13,8
7	18,9	13,1
8	20,8	13,6
9	20,0	15,4
10	24,6	12,8
11	21,7	14,1
12	20,2	13,6
13	18,4	14,1
14	18,6	13,6
15	19,4	13,4
16	19,9	12,8
17	18,9	14,2
18	19,4	16,3
19	18,5	
20	19,6	
21	19,6	
22	22,3	
23	24,1	
Medel:	19,8	13,8
Stdavv:	1,8	0,9

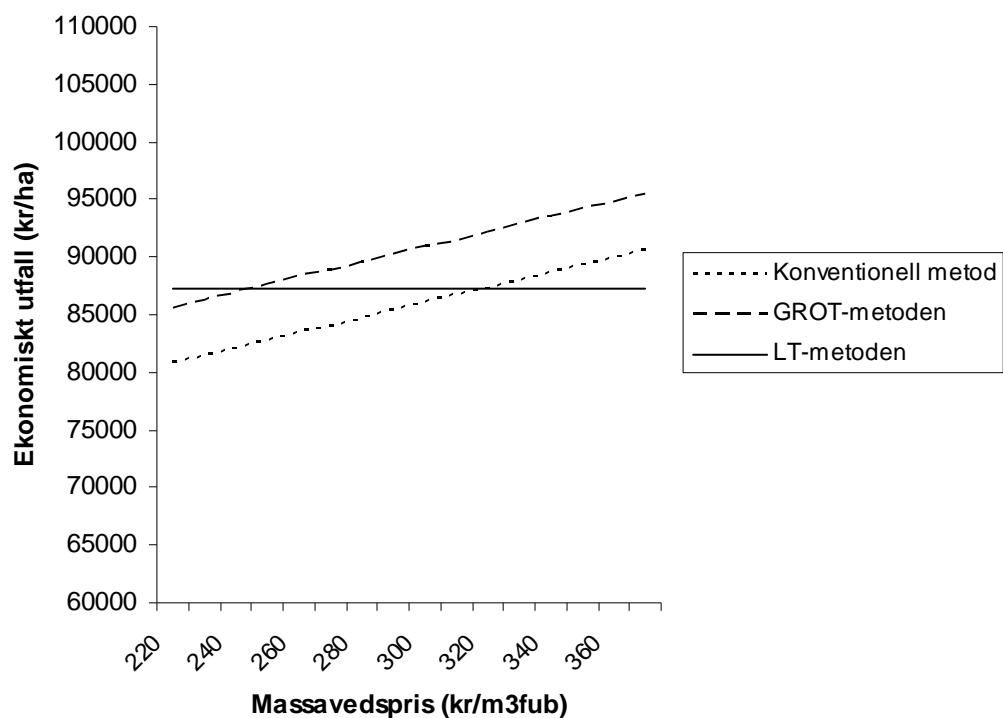
De fullständiga resultaten av beräkningarna för respektive metod och objekt redovisas i bilaga 1, 2, 3 och 4 och en sammanställning visas i tabell 8. För samtliga fyra objekt gav GROT-metoden det största ekonomiska utfallet och LT-metoden det minsta. LT-metoden var alltså inte lönsam jämfört med de andra metoderna för de aktuella objekten och med den gällande prisbilden.

Tabell 8. Ekonomiskt bruttoutfall (kr/ha) från samtliga metoder för objekt 1, 2, 3 och 4
Table 8. *Economic gross outcome (kr/ha) from all methods for objects 1, 2, 3 and 4*

Objekt:	Konventionell metod:	GROT-metoden:	LT-metoden:
1	96 288	101 100	92 176
2	56 482	58 440	52 690
3	89 157	95 329	83 303
4	92 060	93 449	84 295

Känslighetsanalyser

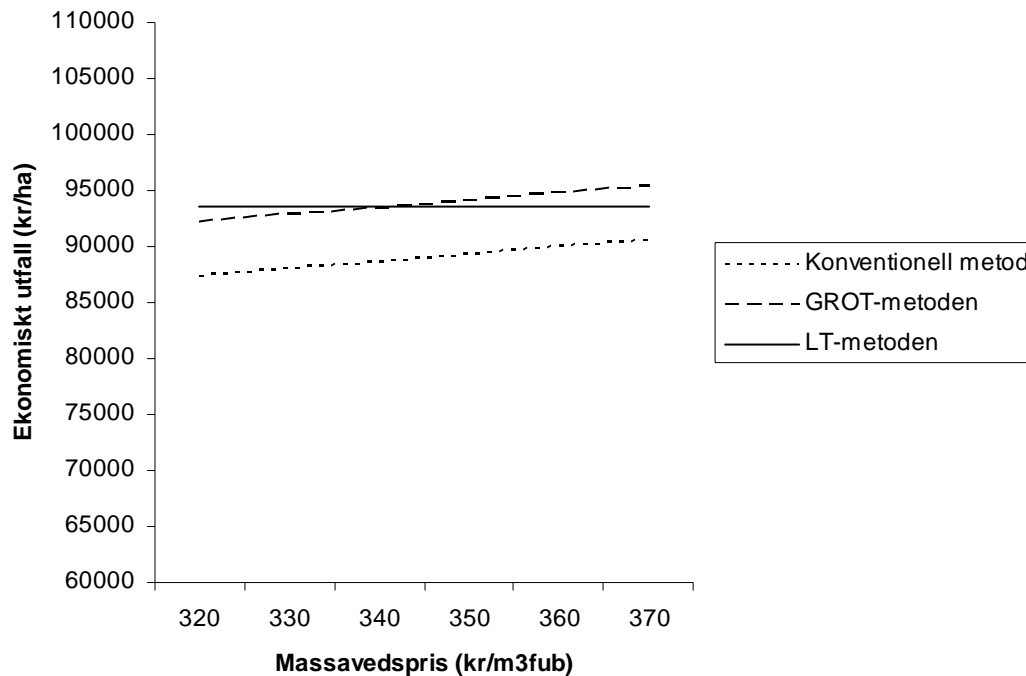
I analys 1 (fig. 1) varierades massavedspriset medan övriga variabler hölls oförändrade från grundvärdena. Precis som i dagsläget antogs att priset var lika för barr- och lövmassa. Eftersom inget massavedsuttag skedde vid LT-metoden påverkades inte den metodens utfall av massavedspriset utan var konstant i analysen medan de ekonomiska utfallen för de andra metoderna sjönk med sjunkande massavedspris. Vid ett massavedpris på ungefär 320 kr per m³fub blev det ekonomiska utfallet större för LT-metoden än för den konventionella metoden, men det var inte förrän vid ett massavedspris på ungefär 240 kr per m³fub som GROT-metodens ekonomiska utfall sjönk under LT-metodens.



Figur 1. Känslighetsanalys 1, ekonomiska bruttoutfall för respektive metod beroende på massavedspriset, med grundvärden för flispriser och flisningskostnader (analys baserad på objekt 1, tabell 1).

Figure 1. Sensitivity analysis 1, economic gross outcomes for each method depending on pulp wood price, for the original values for price of chips and chipping cost (analysis based on object 1, table 1).

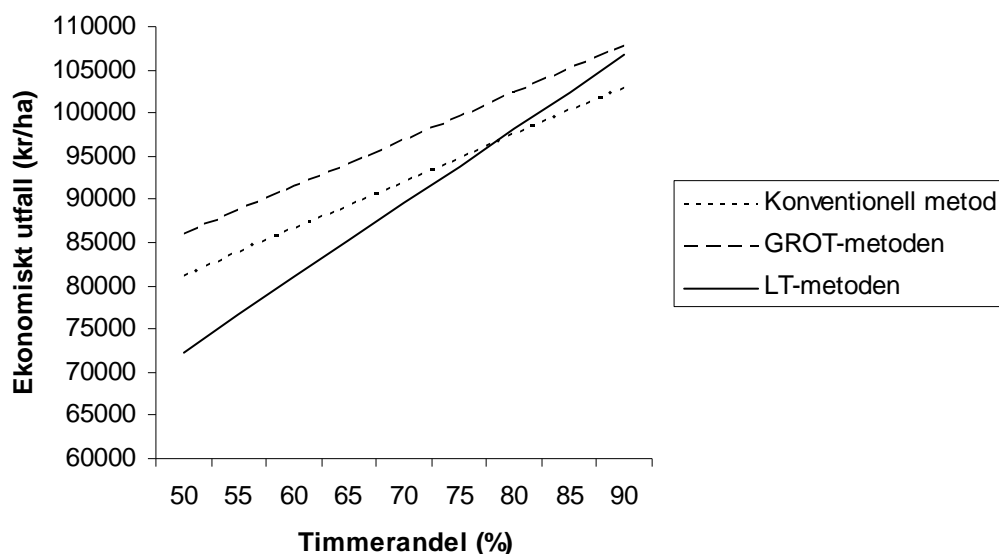
I analys 2 (fig. 2) upprepades analys 1 men med 20 kr högre pris per MWh och 20 kr lägre flisningskostnad per ton för långa toppar än för GROT. Redan vid ursprungspriset 370 kr per m³fub för massaved var då LT-metodens ekonomiska utfall större än den konventionella metodens och vid ett massavedspris på 330 – 340 kr per m³fub gav LT-metoden det största ekonomiska utfallet av alla tre metoderna.



Figur 2. Känslighetsanalys 2, ekonomiska bruttoutfall för respektive metod beroende på massavedspriset och med ett högre pris för flis från långa toppar och en lägre flisningskostnad för långa toppar än i grundfallet (analys baserad på objekt 1, tabell 1).

Figure 2. Sensitivity analysis 2, economic gross outcomes for each method depending on pulpwood price and with a higher price for chips from long tree tops and a lower cost for chipping of long tree tops than in the original case (analysis based on object 1, table 1).

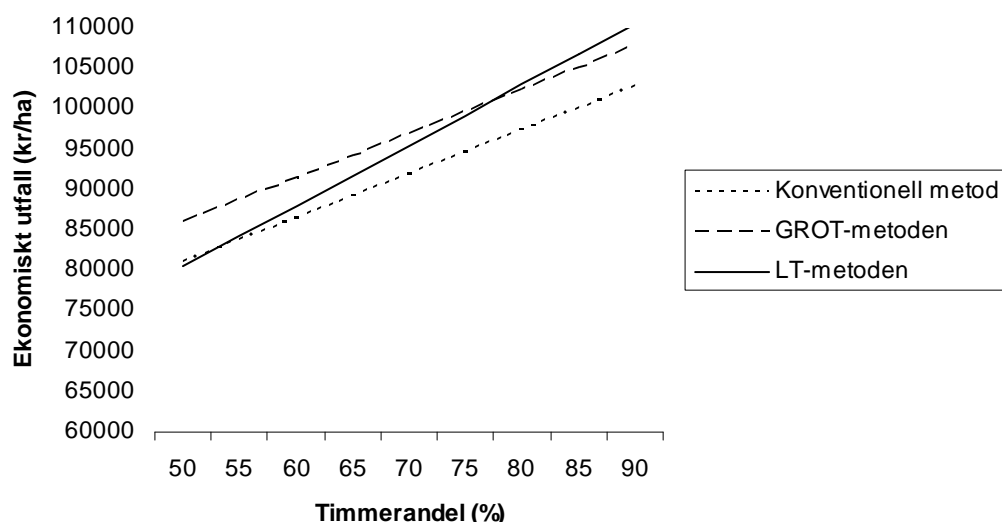
I analys 3 (fig. 3) varierades timmerandelen medan övriga variabler hölls oförändrade från grundvärdena. Vid en timmerandel upp till och med 75 % gav GROT-metoden det största ekonomiska utfallet medan LT-metoden gav det minsta. Vid en timmerandel på 75 – 80 % passerade LT-metodens ekonomiska utfall den konventionella metodens, men upp till och med 90 % timmerandel gav GROT-metoden fortfarande det största ekonomiska utfallet.



Figur 3. Känslighetsanalys 3, ekonomiska bruttoutfall för respektive metod beroende på timmerandel, med grundvärden för flispriser och flisningskostnader (analys baserad på objekt 1, tabell 1).

Figure 3. Sensitivity analysis 3, economic gross outcomes for each method depending on timber share, for the original values for price of chips and chipping price (analysis based on object 1, table 1).

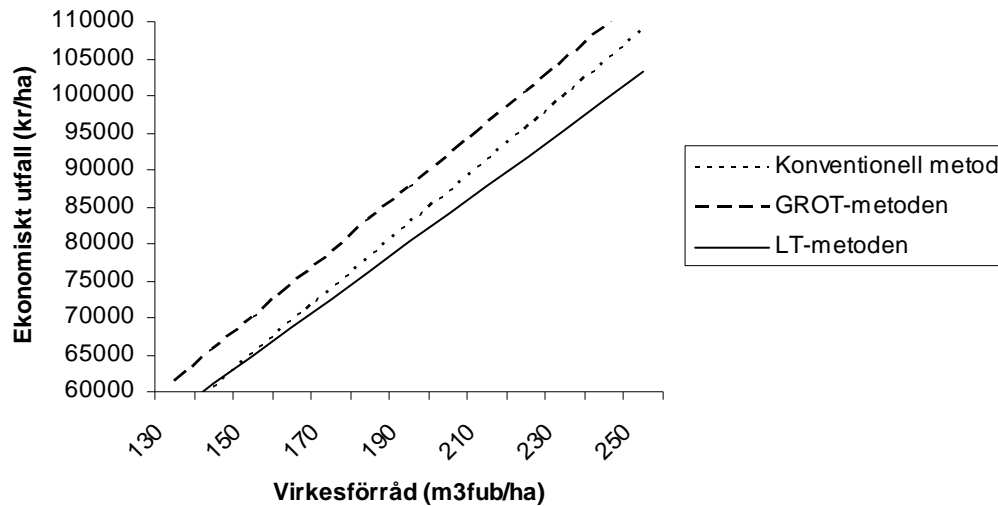
I analys 4 (fig. 4) upprepades analys 3 men med samma priser och flisningskostnader som i analys 2 (jfr. känslighetsanalys 2). Med dessa förutsättningar gav LT-metoden ett större ekonomiskt utfall än den konventionella metoden redan vid 50 – 55 % timmerandel och från ungefär 75 % timmerandel och uppåt gav LT-metoden det största ekonomiska utfallet av samtliga metoder.



Figur 4. Känslighetsanalys 4, ekonomiska bruttoutfall för respektive metod beroende på timmerandelen och med ett högre pris för flis från långa toppar och en lägre flisningskostnad för långa toppar än i grundfallet (analys baserad på objekt 1, tabell 1).

Figure 4. Sensitivity analysis 4, economic gross outcomes for each method depending on timber share and with a higher price for chips from long tree tops and a lower cost for chipping of long tree top than in the original case (analysis based on object 1, table 1).

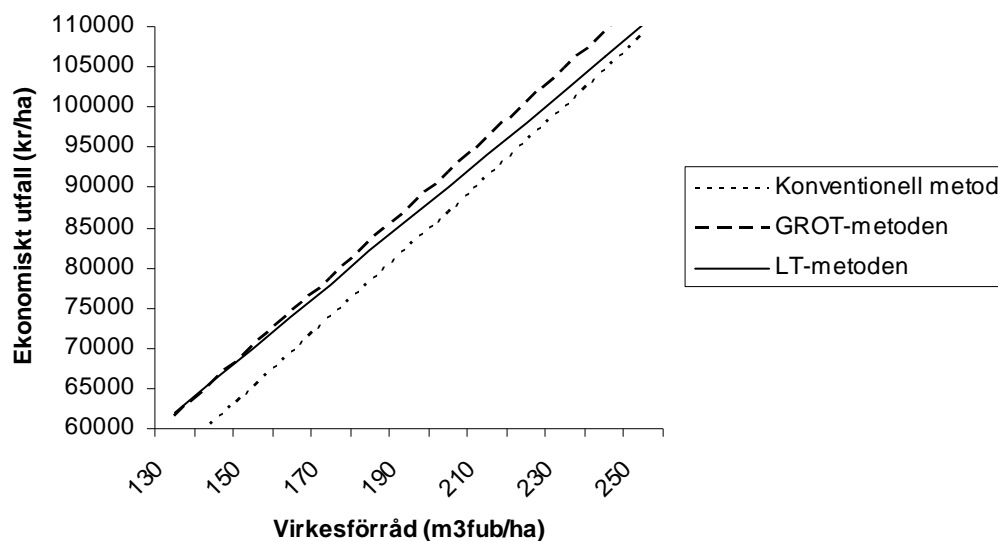
I analys 5 (fig. 5) varierades virkesförrådet medan grundvärdena för övriga variabler hölls oförändrade. Vid ett virkesförråd under 140 m³fub per hektar gav LT-metoden ett större ekonomiskt utfall än den konventionella metoden men GROT-metoden gav dock det största ekonomiska utfallet oavsett virkesförråd.



Figur 5. Känslighetsanalys 5, ekonomiska bruttoutfall för respektive metod beroende på virkesförrådet, med grundvärden för flispriser och flisningskostnader (analys baserad på objekt 1, tabell 1).

Figure 5. Sensitivity analysis 5, economic gross outcomes for each method depending on the stand density, for the original values for price of chips and chipping cost (analysis based on object 1, table 1).

I analys 6 (fig.6) upprepades analys 5, men med samma priser och kostnader som i analys 2 och 4. För virkesförråd under 150 m³fub per hektar var här LT-metoden den metod som gav det största ekonomiska utfallet medan den konventionella metoden gav det minsta. För virkesförråd från 150 m³fub per hektar och uppåt gav GROT-metoden det största ekonomiska utfallet, men LT-metoden var hela tiden lönsammare än den konventionella metoden.



Figur 6. Känslighetsanalys 6, ekonomiska bruttoutfall för respektive metod beroende på virkesförrådet och med ett högre pris för flis från långa toppar och en lägre flisningskostnad för långa toppar än i grundfallet (analys baserad på objekt 1, tabell 1).

Figure 6. Sensitivity analysis 6, economic gross outcomes for each method depending on the stand density and with a higher price for chips from long tree tops and a lower cost for chipping of long tree tops than in the original case (analysis based on object 1, table 1).

Känslighetsanalys av skotningsavståndet visade att förhållandet mellan de olika metodernas ekonomiska utfall var oförändrade när skotningsavståndet varierades mellan 50 och 700 meter, även med samma priser och kostnader som i analys 2, 4 och 6.

För lastbilstransporten av bränslematerialen gav GROT-metoden störst ekonomiskt utfall för alla transportavstånd upp till 99 km. Detta var även resultatet när det högre priset och den lägre flisningskostnaden för långa toppar användes, men då gav LT-metoden ett större ekonomiskt utfall än den konventionella metoden. Inga analyser gjordes för transportavstånd längre än 99 km eftersom uppdragsgivarnas beräkningsunderlag inte hanterade längre transportavstånd.

Känslighetsanalys gjordes även för sortimentspriserna och flisningskostnaderna för bränslematerialen. Med flisningskostnadernas grundvärden (tabell 3) och gemensam prissättning gav GROT-metoden större ekonomiskt utfall än LT-metoden upp till ett pris på ungefär 245 kr per MWh, därefter gav LT-metoden störst utfall. Samma analys men med ett 20 kronor högre pris per MWh för långa toppar visade att brytpunkten då låg vid 215 kronor per MWh för GROT och 235 kronor per MWh för långa toppar. Vid en 20 kronor lägre flisningskostnad per ton för långa toppar och ett 20 kronor högre pris per MWh, infann sig brytpunkten vid 195 kronor per MWh för GROT och 215 kronor för långa toppar.

Diskussion

Anledningen till att beräkningarna gjorts på beståndsnivå var att detta bedömdes motsvara uppdragsgivarnas arbetssätt bäst. Eftersom uppdragsgivarna arbetade med trakthyggesbruk innebar det i praktiken att de använde hela bestånd som behandlingsenheter snarare än enskilda träd.

Beräkningarna har gjorts för uppskattningar av timmervärdena. Detta gjordes för att funktionerna och tillvägagångssättet skulle kunna användas av uppdragsgivarna som mall för beräkningar vid upphandling av framtida objekt. Även känslighetsanalyser av vissa faktorer t.ex. virkesförråd och timmerandel underlättades av detta.

Möjliga alternativ till att använda ett erfarenhetsbaserat medeltal för GROT-uttaget hade varit att med hjälp av funktioner eller dataprogram beräkna biomassan och sedan uppskatta tillvaratagandegraden. Även om beräkningarna av biomassan blivit godtagbara finns risken att uppskattningen av tillvaratagandegraden blivit grov, varför även denna metod kan ha svagheter. En nackdel med att använda ett fixt medeltal för GROT-uttaget är att det inte knyts an till beståndets egenskaper, men i studien har beräkningar gjorts för sådana bestånd som ansågs vara lämpliga för bränsleanpassade avverkningar.

De timmerandelar som använts i beräkningarna (tabell 1) beräknades utifrån de totala virkesvolymerna per hektar, löv inkluderat. Eftersom löv inte togs ut som timmer kunde en hög lövandel ge en låg total timmerandel trots att den trädslagsvisa timmerandelen för gran respektive tall ändå kunde vara hög.

Även om topparna i studien inte blev så långa, stämde mängden material och det faktum att allt utom timret blev bränslematerial överens med vad som var tänkt för LT-metoden, även om hanteringen kan ha påverkats av den annorlunda materialsammansättningen. Bränslesortimentet blir ”träddelar” p.g.a. den höga andelen stamved oavsett om topparna är kvistade och kapade eller inte. Maskinförarnas uppfattning var också att topparna trots avkortning var generellt längre i LT-metoden än i GROT-metoden (Hjalmarsson, 2007, pers. komm.).

Liss (2005) antydde att skördarens arbetsinsats per hektar var lägre för LT-metoden än för GROT-metoden eftersom bara timret upparbetades, varför skördarkostnaden per hektar också borde vara lägre. Skördaren i den här studien upparbetade en stor del av de långa topparna till vad som skulle motsvara massaved i de övriga metoderna. Därför gjordes bedömningen att skördarens arbetsinsats var i princip densamma för GROT- och LT-metoden och samma skördarkostnad användes.

Maskinen som avverkade och skotade virket på de objekt som avverkades i studien var en kombimaskin och samma förare både avverkade och skotade. Detta avvek kanske från vad man skulle kunna kalla normalfallet för avverkningar i storskogsbruket. I de beräkningar som har gjorts för drivningskostnaderna har dock samma kostnadsmallar använts som för traditionella maskingrupper.

Vid rundvirkeskotningen i LT-metoden skotades bara timret fram, vilket innebar färre sortiment och lägre virkesvolym än för de övriga metoderna. Enligt Edin & Forsman (2002) gav färre sortiment en tidsbesparing vid lastning under skotningen p.g.a. av minskad sortering, vilket skulle ha inneburit en fördel för virkeskotningen i LT-metoden. Denna tänkta fördel blev dock liten i studien eftersom en stor mängd kvistade stamdelar

som hamnat i virkeshögarna ändå sorterades vid lastningen (Hjalmarsson, 2007, pers. komm.). Därför togs denna faktor inte med vid beräkningarna. Den lägre virkeskoncentrationen i LT-metoden skulle enligt kostnadsmallen ge en högre skotningskostnad, men samtidigt borde det finnas fördelar med att det virke som skotades enbart utgjordes av timmer. Av dessa anledningar har samma skotningskostnad per m³fub antagits gälla för LT-metoden som för de andra två metoderna.

Den prestationsmall som användes för bränsleskotningen (Brunberg et al., 1994) var egentligen avsedd för skotning av trädrester, d.v.s. GROT. Mallen gav en högre prestation för skotningen av långa toppar än för GROT eftersom långa toppar gav högre lastvikter. Det kan dock misstänkas att skotningen av de långa topparna innebar även andra prestationshöjande fördelar förutom en högre lastvikt. T.ex var skotarförarnas uppfattning att lastningen av de långa topparna gick fortare än lastningen av GROT (Lundström, 2007, pers. komm.), men inget underlag fanns för att ta med detta i beräkningarna. Det är alltså möjligt att prestationen vid skotningen av långa toppar skulle ha varit något högre än vad som har antagits vid beräkningarna.

Den fraktionsfördelningsanalys som gjordes av Liss (2005) utfördes genom sållning av 30 liter flis med 25 % fukthalt från respektive bränslematerial. Sållningen genomfördes i ett skaksåll med 45, 15, 7 och 3 millimeters hålsåll med runda hål. De olika fraktionerna torkades efter sållningen i torkugn (105 ± 2 °C) i ett dygn, varefter vägning skedde och respektive fraktions torrviktsprocent beräknades. Resultatet visade att flis från långa toppar hade en bättre fraktionsfördelning än flis från GROT och innehöll mer stamvedsflis och en mindre mängd finfraktioner (tabell 9). Detta framhölls som en motiverande faktor till en högre betalning för flis från långa toppar, från värmeverkens sida (Liss 2005). Detta resultat borde ingå som en del i ett underlag för uppdragsgivarna vid förhandlingar om sortimentspriser med sina köpare.

Tabell 9. Fraktionsfördelning (%) av flis hos GROT respektive långa toppar (Liss 2005)
Table 9. Chips size distribution (%) for logging residues and long tree tops respectively (Liss 2005)

Fraktion:	Flis från GROT:	Flis från långa toppar:
> 45 mm	1,0	1,5
45 - 15 mm	24,1	50,5
15 - 7 mm	32,0	33,6
7 - 3 mm	28,9	12,1
< 3 mm	14,0	2,2

I Liss studie (2005) visade resultaten att ungefär den dubbla mängden skogsbränsle kunde tas ut vid LT-metoden jämfört med GROT-metoden. Resultaten i den här studien pekar dock mot att uttaget blev något större än det dubbla (tabell 5). Anledningen till denna skillnad kan förmodligen härledas till skillnader i timmerandelen. I Liss studie var timmerandelen 69 – 79 % medan timmerandelen i denna studie varierade mellan 55 och 69 %. Eftersom den extra biomassa som kan tas ut vid LT-metoden utgörs av massaveden är det rimligt att den högre timmerandelen i Liss studie gav ett mindre tillskott av biomassa än i denna studie. Det bränsleuttag som uppmättes från LT-objektet i studien ansågs vara väldigt högt. Ett uttag på 149 ton per hektar skulle ha inneburit ett 3 – 4 gånger större bränsleuttag än vid GROT-metoden om erfarenhetstalet på 40 ton GROT per hektar antogs. Eftersom massavedsvolymen var okänd var även timmerandelen okänd för detta objekt. En låg timmerandel skulle som sagt ha gett upphov till större extra mängd biomassa för LT-metoden. Vanligtvis skulle avvikelser mellan beräknad areal och faktiskt avverkad areal kunna vara en påverkande faktor, men det aktuella beståndet mättes med GPS av

både Skogstyrelsen och uppdragsgivarna och var så tydligt avgränsat att avverkningen inte kunde avvika från den avsedda arealen. Det beräknade erfarenhetstalet för GROT-mängden per hektar var ett medeltal och en viss variation mellan olika objekt är ett faktum. Detta skulle kunna ha inneburit att den faktiska GROT-mängden var större än 40 ton per hektar för objektet. Hanteringsmässigt är det möjligt att en större andel kvistar och grenar kunde tas tillvara vid LT-metoden eftersom längre toppar hanterades okvistade jämfört med GROT-metoden. Förmodligen var det en kombination av olika faktorer som spelade in.

Resultatet i denna studie har i relativt stor utsträckning jämförts med resultatet i en studie gjord av Liss (2005). Eftersom uttag av långa toppar vid slutavverkning inte varit särskilt vanligt i Sverige på senare tid fanns inte särskilt mycket litteratur och studier som berörde den aktuella metoden. Den litteratur och de studier som fanns var emellertid ganska ålderstigna medan Liss studie däremot var nyligen genomförd och med många förutsättningar som liknade de som var aktuella för den här studien.

Medellastvikterna för lastbilstransporten av bränslematerialen uppfattades som något låga. För de GROT-objekt som låg till grund för det beräknade medelvärdet för GROT-uttaget var lastvikterna högre (17 ton). Även dessa lastvikter uppmättes med färskt material, men eftersom inte alla uppgifter om dessa objekt fanns tillgängliga kan det ha funnits vissa skillnader. Exempelvis kan en del av objekten ha körts in på vintern vilket kan ge högre lastvikter på grund av inblandning av snö i materialet. Det kan också ha varit så att materialet legat i välta vid avlägget under så pass kort tid att materialet fortfarande var att betrakta som färskt, men ändå så pass länge att en viss komprimering hade skett (Johansson, 2007, pers. komm). Pettersson et al. (2007) bekräftar att högre lastvikter generellt uppnås vintertid och att lagring i välta ökar bulkdensiteten men redovisar även lastvikter på över 20 ton i genomsnitt över året, vilket bekräftar uppfattningen om att de lastvikter som uppmättes i studien var låga.

I studien gjordes bara kalkyler för objekt där bränslematerialen både skotades fram och kördes in till industri färskt. För GROT-metoden finns dock möjligheten att låta GROT:en ligga kvar antingen på hygget eller i välta vid avlägg för att på så vis få en lägre fukthalt och en mindre mängd barr. För LT-metoden är denna möjlighet begränsad genom begränsningarna för lagring av rått barrvirke.

I Liss studie (2005) visade resultatet att LT-metoden var lönsammare än GROT-metoden för det objekt som ingick i studien. Några väsentliga skillnader fanns dock mellan förutsättningarna för den studien och förutsättningarna för denna studie. I Liss studie var flispriset för långa toppar högre än för GROT. Man räknade också med en lägre flisningskostnad för långa toppar än för GROT. Den lägre flisningskostnaden för långa toppar berodde på att prestationen vid flisningen var högre (Liss, 2005). Den högre betalningen för flisen från långa toppar och den lägre flisningskostnaden framhölls som huvudfaktorer till att LT-metoden blev lönsammare än GROT-metoden. Eftersom långa toppar inte var ett etablerat sortiment för uppdragsgivarna, hade man när studien gjordes, inga särskilda priser eller kostnader för långa toppar. Detta är förmodligen en stor del av förklaringen till att resultatet av beräkningarna i denna studie visade på ett sämre ekonomiskt utfall för LT-metoden än för de andra metoderna. Ytterligare en bidragande orsak till skillnaden i studiernas resultat var att ett lägre massavedspris rådde vid tidpunkten för Liss studie. Eftersom Liss (2005) räknade på markägarens netto medan det i denna studie räknades på uppdragsgivarens brutto var priserna inte direkt jämförbara, men det har här antagits att markägarens netto i den studien speglade virkesköparens brutto.

LT-metoden bygger på att man genom hanteringsmässiga fördelar kan uppväga att man får ett lägre pris för massaveden när den tas ut som skogsbränsle än om den tagits ut som rundvirke. Med dagens förutsättningar för priser och kostnader verkar detta dock inte vara fallet. Även om högre lastvikter kan uppnås vid både bränsleskotningen och lastbilstransporten blir det för dyrt att hantera massaveden som skogsbränsle. Att LT-metodens lönsamhet ökade vid en ökad timmerandel berodde förmodligen på att en högre timmerandel innebar en mindre mängd massaved att hantera som skogsbränsle. Skotningsavståndet och bränslematerialets transportavstånd till industri påverkade inte förhållandet mellan lönsamheten för GROT-metoden och LT-metoden, vilket bör kunna bero på att det i LT-metoden hela tiden var dyrare att transportera massaveden som skogsbränsle, framför allt med lastbil. LT-metodens lönsamhet i förhållande till de övriga metoderna gynnades av ett högre pris för skogsbränsle, även om priset höjdes även för GROT. Detta berodde på att ett stigande pris för bränslematerialet till slut skulle innebära att det vore lönsamt både att hantera massaveden som skogsbränsle och att sälja den som skogsbränsle.

En variant av LT-metoden skulle kunna vara att variera toppkapsdiametern för massaveden beroende på prisrelationen mellan skogsbränslet och massaveden (Brunberg et al., 1998). Vid ett lågt massavedspris skulle en större toppkapsdiameter för massaveden kunna användas, vilket skulle ge ett mindre uttag av massaved och vid ett lågt pris på skogsbränsle skulle en mindre toppkapsdiameter kunna användas för att öka massavedsuttaget. I norra Sverige är det dock vanligt att man använder sig av köpformer där markägaren i efterhand får betalt för de faktiskt avverkade volymerna (Holmström, 2007, pers. komm.). Detta innebär att markägaren måste kompenseras även om virkesköparen vid avverkningen endast väljer att ta ut en del av massaveden som bränslematerial. Även denna variant skulle alltså innebära att köpet måste anpassas liksom vid LT-metoden. Att undersöka möjligheten att variera kapdiametern var dock inte syftet med denna studie utan borde snarare ses som en möjlig utveckling av resultatet från denna studie. För att kunna utföra analyser och beräkningar av detta slag borde tillvägagångssättet att räkna på trädnivå med hjälp av trädmodeller vara att föredra framför den modell som implementerades i denna studie.

I studien utfördes inga tidsstudier för lastnings- och lossningsmomenten vid skotningen och lastbilstransporten av bränslematerialen. Att utföra sådana tidsstudier för att undersöka hanteringsmässiga skillnader mellan bränslematerialen vore en möjlig utveckling av resultatet i den här studien, där skillnaden bara utgjordes av olika lastvikter. Ytterligare en möjlighet till framtida utveckling av studien vore att räkna på olika fukthalter vid transportererna av bränslematerialen, då denna studie avgränsades till att behandla färsk material.

Uppdragsgivarna hade endast avverkat ett tidigare objekt enligt LT-metoden och denna studie genomfördes som pilotstudie för att utreda om man skulle fortsätta att använda LT-metoden även i framtiden. Eftersom LT-metoden alltså var en ny företeelse hade man inget utvecklat system utan anpassade det befintliga GROT-systemet. Detta innebar naturligtvis att det fanns saker i systemet som både skulle kunna förändras och förbättras. Om skördaren liksom i Liss (2005) studie inte hade behövt kvista och kapa de långa topparna hade man fått en lägre arbetsinsats på skördaren och en förenklad sortimentshantering vid lastningen under skotningen. Det enklaste sättet för att åstadkomma detta vore att utrusta bränsleskotaren med en gripsåg och låta den kapa topparna istället för skördaren. Detta skulle i och för sig innebära ett ytterligare moment för skotaren men borde ändå ge en ekonomisk fördel mot skördaren eftersom ingen kvistning vore nödvändig samt att

skotaren har en lägre timkostnad. Okvistade stamdelar skulle förmodligen påverka hanteringen av bränslematerialet både vid skotningen och vid lastbilstransporten. Vid lastbilstransporten förmodades möjligheterna att komprimera lassen bli sämre med okvistade stamdelar (Johansson, 2007, pers. komm.). Att som i Liss studie flisa materialet vid avlägg eller på hygget vore också ett alternativ för att slippa kapa topparna, men detta skulle emellertid innebära ganska stora förändringar för uppdragsgivarnas system. LT-metoden var även relativt obeprövad hos förarna av skogsmaskinerna och lastbilarna. Det är därför rimligt att tro att systemets produktivitet nog skulle kunna ökas med ökad vana.

Slutsatser & rekommendationer

För att LT-metoden skall kunna vara ett konkurrenskraftigt alternativ för uppdragsgivarna behövs en högre betalning och en lägre flisningskostnad för långa toppar jämfört med GROT. Om uppdragsgivarna har intresse av att gå vidare med LT-metoden bör det första steget vara att förhandla om priserna med det köpande värmeverket och om kostnader med den eller de entreprenörer som sköter flisningen.

LT-metodens lönsamhet är starkt korrelerad med massavedspriset. Ett sjunkande pris på massaved inverkar positivt på LT-metodens lönsamhet.

Jämfört med GROT-metoden ökar LT-metodens lönsamhet med stigande timmerandel och lägre virkesförråd. Dessa faktorer bör därför beaktas vid val av avverkningsmetod för ett objekt.

Skotningsavstånd och bränslesortimentens transportavstånd till industri påverkar inte förhållandet mellan GROT- och LT-metodens ekonomiska utfall och är därför mindre viktiga vid val av avverkningsmetod för ett objekt.

Ett alternativ till den metod som studerades i denna studie skulle vara att variera toppkapsdiametern för massaveden istället för att inte ta ut någon massaved alls. För att undersöka om detta vore ett lönsamt alternativ skulle en ytterligare studie kunna vara aktuell.

Referenser

- Brunberg, B., Frohm, S., Nordén, B., Persson, J. & Wigren, C. 1994. Projekt Skogsbränsleteknik – slutrapport. Skogforsk, Uppsala. Redogörelse nr 5, 1994.
- Brunberg, B., Andersson, G., Nordén, B. & Thor, M. 1998. Uppdragsprojekt Skogsbränsle – slutrapport. Skogforsk, Uppsala. Redogörelse nr 6, 1998.
- Edin, A. & Forsman, M. 2002. Produktivitet vid skotning – En jämförelse av nuläget med Holmens bortsättningsunderlag. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå, Skogsteknologi, Studentuppsatser nr 57, 2002.
- Liss, J-E. 2005. Långa toppar eller GROT vid uttag av skogsbränsle från slutavverkningar? Högskolan Dalarna, Matematik, naturvetenskap och teknik, Garpenberg. Arbetsdokument nr 3.
- Möller, J-J. 2000. Stambas i TimAn 2.0 – Användarhandledning. Skogforsk, Uppsala. Stencil.
- Ogemark, T. 2000. Klippsk i TimAn 2.0 – Användarhandledning för Klippsk. Skogforsk, Uppsala. Stencil.
- Ogemark, T. & Arlinger, J. 2000. Standin i TimAn 2.0 – Användarhandledning. Skogforsk, Uppsala. Stencil.
- Ogemark, T., Arlinger, J. & Sondell, J. 2000. Aptan i TimAn 2.0 – Användarhandledning. Skogforsk, Uppsala. Stencil.
- Pettersson, M., Sjöo, C. & Fjeld, D. 2007. Bioenergi från skogen 2003-2007. INFO från projektet 126. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå.
- Sandberg, J. & Sundvall, K. 1995. MASSAVED contra SKOGSBRÄNSLE. En studie av faktorer som påverkar val av sortiment. Sveriges lantbruksuniversitet, Garpenberg. Studentuppsatser nr 3, 1995.
- Thor, M., Lundström, H. & Nordén, B. 1997. Bränsleanpassad slutavverkning vid metoder med normala respektive långa toppar – Studier hos Mellanskog, Västerås. Skogforsk, Uppsala. Arbetsrapport nr 257, 1997.

Personlig kommunikation

Arlinger, J., Skogforsk, 2007.
Uppsala Science Park
SE-751 83 Uppsala

Brekke, P., Rebio, 2007.
Skeppargatan 1
904 03 Umeå

Hjalmarsson, S-E., Örträsk maskintjänst AB, 2007.
Östra Örträsk 608
916 95 Örträsk

Holmström, P., Martinsons, 2007.
Riddaregatan 8
903 36 Umeå

Johansson, L., Martinsons, 2007.
Martinsons Trä AB
937 80 Bygdsiljum

Lundström, C., Christer Lundström AB, 2007.
Mariehemsvägen 29 K
906 52 Umeå

Bilaga 1. Ekonomiska bruttoutfall objekt 1

Utfall konventionell metod:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	97 642
Intäkt massaved	27 018
Skördarkostnad	9 872
Skotningskostnad Ti + Mav	6 792
Kostnad timmerbil Ti	8 518
Kostnad timmerbil Mav barr	1 581
Kostnad timmerbil Mav löv	169
Vrakavdrag Ti	586
Vrakavdrag Mav	854
Summa:	96 288

Utfall GROT-metod:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	97 642
Intäkt massaved	27 018
Intäkt grot	16 396
Skördarkostnad	9 872
Kostnad bränsleavv	664
Skotningskostnad Ti + Mav	6 792
Skotningskostnad grot	2 485
Kostnad timmerbil Ti	8 518
Kostnad timmerbil Mav barr	1 581
Kostnad timmerbil Mav löv	169
Kostnad grot-bil grot	4 435
Kostnad flisning	4 000
Vrakavdrag Ti	586
Vrakavdrag Mav	854
Summa:	101 100

Utfall LT-metod:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	97 642
Intäkt LT	40 341
Skördarkostnad	9 872
Kostnad bränsleavv	664
Skotningskostnad Ti	4 551
Skotningskostnad LT	4 856
Kostnad timmerbil Ti	8 518
Kostnad grot-bil LT	6 918
Kostnad flisning	9 842
Vrakavdrag Ti	586
Summa:	92 176

Bilaga 2. Ekonomiska bruttoutfall objekt 2

Utfall konventionell metod:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	58 243
Intäkt massaved	21 476
Skördarkostnad	6 773
Skotningskostnad Ti + Mav	5 410
Kostnad timmerbil Ti	7 190
Kostnad timmerbil Mav barr	2 494
Kostnad timmerbil Mav löv	300
Vrakavdrag Ti	349
Vrakavdrag Mav	722
Summa:	56 482

Utfall GROT-metod:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	58 243
Intäkt massaved	21 476
Intäkt grot	16 396
Skördarkostnad	6 773
Kostnad bränsleavv	435
Skotningskostnad Ti + Mav	5 410
Skotningskostnad grot	3 417
Kostnad timmerbil Ti	7 190
Kostnad timmerbil Mav barr	2 494
Kostnad timmerbil Mav löv	300
Kostnad grot-bil grot	6 585
Kostnad flisning	4 000
Vrakavdrag Ti	349
Vrakavdrag Mav	722
Summa:	58 440

Utfall LT-metod:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	58 243
Intäkt LT	35 429
Skördarkostnad	6 773
Kostnad bränsleavv	435
Skotningskostnad Ti	3 246
Skotningskostnad LT	5 401
Kostnad timmerbil Ti	7 190
Kostnad grot-bil LT	8 944
Kostnad flisning	8 644
Vrakavdrag Ti	349
Summa:	52 690

Bilaga 3. Ekonomiska bruttoutfall objekt 3

Utfall konventionell metod:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	80 661
Intäkt massaved	36 139
Skördarkostnad	9 877
Skotningskostnad Ti + Mav	6 418
Kostnad timmerbil Ti	7 140
Kostnad timmerbil Mav barr	1 581
Kostnad timmerbil Mav löv	856
Vrakavdrag Ti	484
Vrakavdrag Mav	1 287
Summa:	89 157

Utfall GROT-metoden:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	80 661
Intäkt massaved	36 139
Intäkt grot	20 372
Skördarkostnad	9 877
Kostnad bränsleavv	657
Skotningskostnad Ti + Mav	6 418
Skotningskostnad grot	2 807
Kostnad timmerbil Ti	7 140
Kostnad timmerbil Mav barr	1 581
Kostnad timmerbil Mav löv	856
Kostnad grot-bil grot	5 765
Kostnad flisning	4 970
Vrakavdrag Ti	484
Vrakavdrag Mav	1 287
Summa:	95 329

Utfall LT-metoden:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	80 661
Intäkt LT	52 400
Skördarkostnad	9 877
Kostnad bränsleavv	657
Skotningskostnad Ti	3 556
Skotningskostnad LT	5 869
Kostnad timmerbil Ti	7 140
Kostnad grot-bil LT	9 391
Kostnad flisning	12 784
Vrakavdrag Ti	484
Summa:	83 303

Bilaga 4. Ekonomiska bruttoutfall objekt 4

Utfall konventionell metod:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	95 412
Intäkt massaved	23 829
Skördarkostnad	8 736
Skotningskostnad Ti + Mav	7 309
Kostnad timmerbil Ti	8 436
Kostnad timmerbil Mav barr	1 148
Kostnad timmerbil Mav löv	214
Vrakavdrag Ti	572
Vrakavdrag Mav	765
Summa:	92 060

Utfall GROT-metoden:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	95 412
Intäkt massaved	23 829
Intäkt grot	15 091
Skördarkostnad	8 736
Kostnad bränsleavv	623
Skotningskostnad Ti + Mav	7 309
Skotningskostnad grot	3 683
Kostnad timmerbil Ti	8 436
Kostnad timmerbil Mav barr	1 148
Kostnad timmerbil Mav löv	214
Kostnad grot-bil grot	4 896
Kostnad flisning	4 499
Vrakavdrag Ti	572
Vrakavdrag Mav	765
Summa:	93 449

Utfall LT-metoden:	Värde (kr/ha):
Intäkt timmer	95 412
Intäkt LT	34 426
Skördarkostnad	8 736
Kostnad bränsleavv	623
Skotningskostnad Ti	5 043
Skotningskostnad LT	5 844
Kostnad timmerbil Ti	8 436
Kostnad grot-bil LT	6 637
Kostnad flisning	9 651
Vrakavdrag Ti	572
Summa:	84 295