



Institutionen för Matematik, naturvetenskap och teknik  
HÖGSKOLAN DALARNA

**Förstudie avseende ny metod för uttag av skogsbränsle**

## **”Långa toppar”**

**Bengt-Olof Danielsson och Jan-Erik Liss**



EU-strukturfond  
Mål 2 Norra

**Projekt Biovärme–UWX**  
**Delrapport nr 5**



**GDE-Net**  
Energikontoret  
Gävleborg/Dalarna

Systemutveckling/ Arbetsvetenskap  
Arbetsdokument nr 3 • 2004  
Garpenberg

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	<b>ii</b>
<b>1. Bakgrund och syfte</b>	<b>1</b>
<b>2. Metodbeskrivning och beståndsval</b>	<b>2</b>
<b>3. Genomförande</b>	<b>3</b>
<b>4. Resultat</b>	<b>5</b>
4.1 Avverkningsuttag	5
4.2 Ekonomi	6
<b>5. Preliminära slutsatser och diskussion</b>	<b>9</b>

## **Bilagor**

- 1. Rörshyttan - Skogsägarens netto vid olika avverkningsalternativ**
- 2. Skenshyttan - Skogsägarens netto vid olika avverkningsalternativ**
- 3. Sundborn - Skogsägarens netto vid olika avverkningsalternativ**

## Sammanfattning

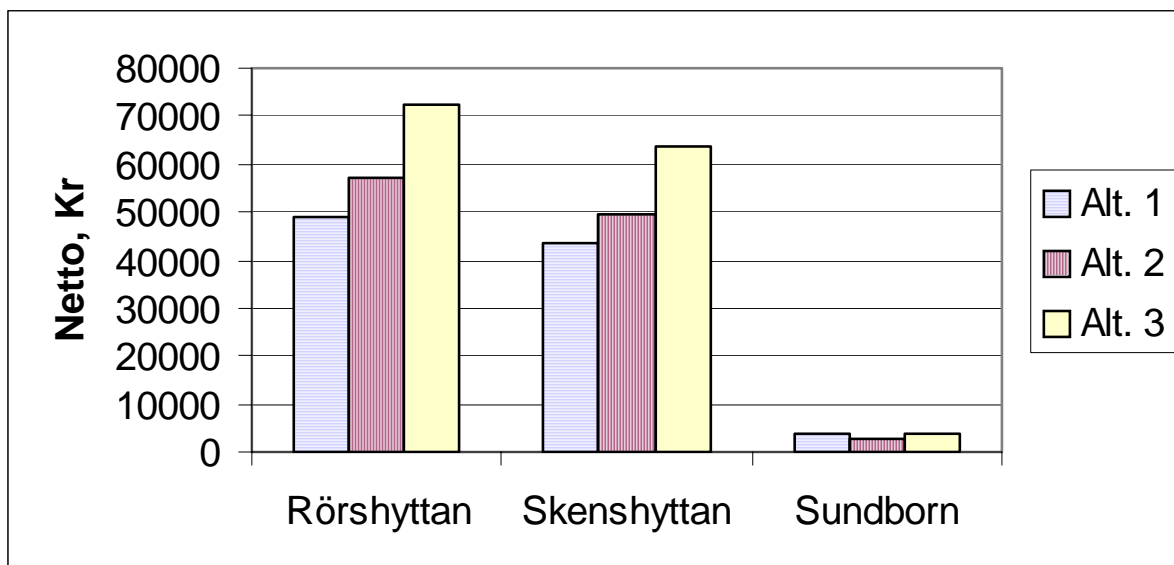
Högskolan Dalarna och projekt Biovärme UWX inom GDE-Net har i samarbete med Mellanskog och Naturbränsle i Mellansverige AB studerat en ny metod för uttag av skogsbränsle från slutavverkningar. Metoden, som har arbetsnamnet "Långa toppar", går ut på att endast timret kapas och transporteras ut som vanligt rundvirke. Resterande del av trädet (topp och grenar) samt klenare träd som inte håller timmerdimension läggs i bränslehögar direkt på hygget. Bränslehögarna upparbetas därefter med mobil flisskördare, varefter transport av flisen till värmeverk sker med containerfordon.

I föreliggande rapport redovisas skogsägaren netto i tre bestånd där avverkningen skett enligt metoden "Långa toppar" (3). Jämförelser har gjorts med ett beräknat netto vid mer traditionella avverkningsmetoder (1-2):

1. Uttag av timmer och massaved (beräknad volym massaved).
2. Uttag av timmer, massaved och flisad GROT (beräknad volym massaved och flis).
3. Uttag av timmer och flisade "Långa toppar" (uppgifter om flisvolym erhålls via mätbesked från värmeverket och uppgifter om antalet avverkade timmerträd och timmervolym erhålls via entreprenörernas produktionsnotor).

Studien har genomförts i två grandominerade bestånd och ett tallbestånd belägna i Dalarna. Volymen massaved har beräknats utifrån mätvärden på ett slumpmässigt urval av toppar och klena träd (under timmerdimension) i respektive bestånd. Beräkningen av skogsägarens netto grundas på aktuella prislister vad gäller massaved och maskinkostnader. Redovisade netton avser enbart toppdelen. Nettot för timret redovisas inte i rapporten.

Kostnads- och intäktsanalysen visar att det sistnämnda alternativet, "Långa toppar", ger högst netto i två av de undersökta bestånden (se nedanstående figur). I det tredje beståndet (Sundborn) blir nettot något högre om enbart massaved tas ut, vilket beror på att flyttkostnaden (fast kostnad) ger en hög produktionskostnad per m<sup>3</sup>s flis.



**Skogsägarens netto vid de olika avverkningsalternativen. 1 = Massavedsalternativet, 2 = Flis- och massavedsalternativet, 3 = "Långa toppar".**

# 1. Bakgrund och syfte

Det för närvarande relativt låga priset på massaved gör det intressant att undersöka huruvida ett bränslesortiment kan vara ett ekonomiskt sett bättre alternativ för skogsägaren. Att göra flis av massaved är dock synnerligen kontroversiellt, eftersom man kan påvisa ett mycket högt förädlingsvärde efter det att veden processats inom massa- och pappersindustrin. Exportvärdet av massa och papper är högt och ger även ett stort ekonomiskt tillskott till samhället i form av skatteintäkter.

Skogsägaren har dock anledning att föra ett annat ekonomiskt resonemang. Sett ur hans synpunkt är skogsekonomin av fundamental betydelse för att kunna göra nödvändiga framtida investeringar i den egna skogen, något som på sikt gynnar såväl industri som samhället i stort. Ett olönsamt skogsbruk har ingen framtid! Därför är det viktigt att skogsägaren undersöker alla tänkbara möjligheter att maximera avkastningen från den egna skogen.

I jämförelse med priset på massaved är betalningen för skogsbränsle relativt högt idag. Ett alternativ för skogsägaren skulle därför kunna vara att endast ta ut timmer och ett bränslesortiment i slutavverkningen. Detta skulle kunna ske genom att hela toppen (inkl. massaveden) flisas. Metoden, som kallas "Långa toppar", har provats i några mindre försök av Skogsägareföreningen Mellanskog och Naturbränsle i Mellansverige AB. Erfarenheterna av försöken är mycket goda.

Syftet med studien har varit att undersöka skogsägarens netto vid avverkning enligt den nya metoden (Långa toppar), samt jämföra detta mot ett beräknat netto i ett par mer traditionella drivningssystem - där antingen timmer och massaved tas ut, eller där timmer, massaved och flisad GROT tas ut.

Studien har utförts av Högskolan Dalarna och projekt Biovärme UWX inom GDE-Net i samarbete med Mellanskog och Naturbränsle i Mellansverige AB.

## 2. Metodbeskrivning och beståndsval

Metoden ”Långa toppar” går ut på att endast timmer och skogsbränsle tas ut ur beståndet. Trädens toppar, inklusive den del som normalt blir massaved, läggs okvistade i en bränslehög för att senare flisas med en beståndsgående flisskördare. Träd som inte håller timmerdimension läggs direkt i bränslehögarna. Efter avverkningen transporteras allt timmer till avlägg med skotare. Därefter flisas bränslehögarna med en mobil flisskördare, varefter flisen körs ut till avlägg och tippas i container.



**Figur 1. Toppar och klenare träd (under timmerdimension) flisas direkt på hygget, varefter flisen transporterades till avlägg och tippas i container.**

Vid försökens genomförande lade skördaren såväl timret som topparna parallellt med stickvägen (arbetstekniska skäl), vilket innebär att flisskördaren fick köra i 90° vinkel mot stickvägarna när bränslehögarna flisades. Detta begränsar metodens tillämpbarhet i brant terräng och kan föranleda problem även i måttliga lutningar, eftersom flisskördaren då får arbeta i sidlut. Vid transporten av flis till avlägget användes samma vägar som vid transport av timret.

Avverkningsmetoden ”Långa toppar” har studerats i tre bestånd, belägna i Rörshyttan (ca 20 km norr om Hedemora), Skenshyttan (ca 10 km väster om Borlänge) och Sundborn (strax norr om Falun). I Rörshyttan och Skenshyttan genomfördes slutavverkningarna i grandominerade blandbestånd och i Sundborn avverkades en skärmställning av tall, varvid ett mindre antal fröträd lämnades. Vid avverkningen i Rörshyttan avverkades även en del rötved (s.k. terminalved) som ansågs vara för grovt för flishuggen.

Beståndens areal var 5,5 hektar i Rörshyttan och 5,0 hektar i Skenshyttan. Arealen i Sundborn var 3,9 hektar, men p.g.a. terrängsvårigheter avverkades dock inte hela beståndet (en grov uppskattning är att ca halva arealen avverkades). Medelstammens volym var 0,50 m<sup>3</sup><sub>fub</sub> i Rörshyttan och 0,40 m<sup>3</sup><sub>fub</sub> i Skenshyttan. I det grövre tallbeståndet i Sundborn låg medelstammen på 0,60 m<sup>3</sup><sub>fub</sub>.

### 3. Genomförande

Efter avverkningen mättes ett slumpat urval av topparna och träden (som inte höll timmerdimension) i bränslehögarna. Målsättningen var att dessa toppar och träd skulle utgöra ett representativt urval för beståndet som helhet. Utgångspunkten vid mätningarna var att massaveden apterades i längder på 4,9 meter, eller i fallande längder upp t.o.m. minsta toppdiameter på 5 cm under bark. De mätvärden som insamlades var diametern (korsklavad) i kapsnittet på toppen, samt därefter diametern för respektive längdmodul, dvs på 4,9 - 9,8 - 14,7 meters längd från toppkapet. Om diametern var klenare än 5 cm på 4,9 meters längd mättes och noterades längden från toppkapet till diametern 5 cm. Om diametern var klenare än 5 cm på 9,8 eller 14,7 meters längd från toppkapet mättes och noterades avståndet från föregående längdmodul till toppdiametern 5 cm. Exempel på de mätvärden som samlades in vid studien framgår av tabell 1 (utdrag ur mätprotokoll).

**Tabell 1. Protokollets utformning samt exempel på mätvärden som samlades in under studien.**

Trädslag	Topp/träd	Diameter i kapsnitt, mm	Standardlängd – massaved			Restlängd, dm (t.o.m. 5 cm i topp)	Noteringar
			4,9 m	9,8 m	14,7 m		
			Diameter, mm	Diameter, mm	Diameter, mm		
Gran	topp	161	88			17	
Gran	träd	146	107	66 <sup>*)</sup>		4	<sup>*)</sup> Vrak (Röta)
Tall	topp	196	129			32	
Löv	topp	136	92			25	

Totalt mättes 230 toppar och träd i Rörshyttan (6,3% av antalet avverkade träd), 163 toppar och träd i Skenshyttan (3,5% av antalet avverkade träd) samt 232 toppar och träd i Sundborn (48,8% av antalet avverkade träd). Större bränslehögar fick delvis rivas isär för att mätningen av toppar och träd skulle kunna genomföras. Efter mätningen lades topparna och träden tillbaka i bränslehögen, dvs högarna återställdes i ursprungligt skick.

**Figur 2. Exempel på en bränslehög (toppar, klenare träd och rötved) vid avverkningen i Rörshyttan.**



De insamlade mätvärdena (enligt exemplet i tabell 1) överfördes till en datafil där beräkningar och analyser på möjliga avverkningsuttag av massaved genomfördes i programmet SAS och där beräkningar av skogsägarens netto (intäkter-kostnader) genomfördes i programmet Exel.

Vid beräkningen av volymen massaved i de inmätta topparna indelades materialet i klasser med avseende på trädslag och antal bitar/topp respektive antal bitar/träd (i de fall träden inte höll timmerdimension).

Möjligt uttag av massaved i respektive bestånd beräknades genom att multiplicera trädantalet per bestånd (enligt entreprenörens produktionsnota) med andelstalet för respektive klass enligt toppmätningen. Till denna volym adderades en beräknad volym massaved från träd som inte höll timmerdimension genom att multiplicera trädantalet per bestånd med andelstalet för respektive klass enligt trädmetningen. Den beräknade volymen massaved kontrollerades mot en av de medverkande entreprenörerna, vilken ansåg att resultatet verkade rimligt utifrån de erfarenheter han hade av liknande objekt.

Beräkningarna av skogsägarens netto genomfördes för de tre avverkningsmetoderna:

1. Uttag av timmer och massaved (beräknad volym massaved).
2. Uttag av timmer, massaved och flisad GROT (beräknad volym massaved och flis).
3. Uttag av timmer och flisade "Långa toppar" (uppgifter om flisvolym erhölls via mätbesked från värmeverket och uppgifter om antalet avverkade timmerträd och timmervolym erhölls via entreprenörernas produktionsnotor).

Vid beräkningen av möjligt uttag av massaved i metod 1 och 2 har antagits att vrakandelen uppgår till 3% (schablonvärde). Timmervolymen är densamma oavsett vilken avverkningsmetoderna som tillämpas.

Uttaget av flis, vid den metod som går under benämningen "Långa toppar" har erhållits via inmättningsbesked från det värmeverk som var mottagare av flisen. Volymen flis i metod 2 beräknades som skillnaden mellan inmätt flisvolym och det beräknade möjliga uttaget av massaved grundad på toppmätningarna. Härvid har antagits att  $1 \text{ m}^3_{\text{fub}}$  massaved motsvarar  $2,7 \text{ m}^3$  flis, samt att 75% av flisen tas tillvara (resten är "spill", dvs grenar och toppar som lämnas kvar i beståndet).

Uppgifter om aktuella maskinkostnader, massaveds-, flispriser och provisioner har erhållits från Mellanskog och Naturbränsle i Mellansverige AB. Prisuppgifter och drivningskostnader framgår av bilagorna 1-3.

**Figur 3. Avverkningsmönstret med timmer och "Långa toppar" parallellt med stickvägen.**



## 4. Resultat

Avverkad timmervolym blir densamma oavsett vilket av de tre avverkningsalternativen man väljer, varför skogsägarens netto enbart redovisas för övriga sortiment (dvs. exklusive timmer).

### 4.1 Avverkningsuttag

Antalet träd av timmerdimension (registrerade i skördarens datasamlare) och det beräknade antalet klena träd (som inte höll timmerdimension) framgår av tabell 2.

**Tabell 2. Avverkade träd av timmerdimension, samt klenare träd fördelade på trädslag.**

Avverkningsobjekt	Antal avverkade träd *)			Trädslagsfördelning, %
	Registrerade	Ej registrerade	Summa	
Rörshyttan				
- tall	181	-	181	5,0
- gran	2 654	405	3 059	84,5
- löv	381	-	381	10,5
Summa:	3 216	405	3 621	100,0
Skenshyttan				
- tall	629	68	697	15,2
- gran	3 033	751	3 784	82,3
- löv	25	91	116	2,5
Summa:	3 687	910	4 597	100,0
Sundborn				
- tall	453	14	467	98,3
- gran	2	6	8	1,7
- löv	-	-	-	0,0
Summa:	455	20	475	100,0

\*) Registrerade timmerträd, samt klenare träd som ej registrerats i skördarens dator.

Vid avverkningsalternativet ”Långa toppar” lades de klena träden direkt i bränslehögarna och vid övriga avverkningsalternativ har ett teoretiskt uttag av massaved gjorts enligt den tidigare redovisade beräkningsprincipen.



Avverkningsvolymen enligt mätbesked för alternativ 3, samt beräknad volym massaved i alternativen 1-2 och beräknad flisvolym i alternativ 2 framgår av tabell 3.

**Tabell 3. Avverkningsuttag i resp. bestånd vid olika avverkningsalternativ.**

Bestånd och avverkningsalternativ (1-3)	Timmer, m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	Massaved, m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	Terminalved, m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	Flis, m <sup>3</sup> s
Rörshyttan:				
1. Timmer och massaved	1210,0	339,4	72,9	-
2. Timmer, massaved och GROT	1210,0	339,4	72,9	1014,5
3. Timmer och "Långa toppar"	1210,0	-	72,9	2314,7
Skenshyttan:				
1. Timmer och massaved	1238,5	314,0	-	-
2. Timmer, massaved och GROT	1238,5	314,0	-	820,5
3. Timmer och "Långa toppar"	1238,5	-	-	1968,0
Sundborn:				
1. Timmer och massaved	283,0	37,0	-	-
2. Timmer, massaved och GROT	283,0	37,0	-	41,2
3. Timmer och "Långa toppar"	283,0	-	-	158,0

Timmervolymen i Rörshyttan fördelade sig på 10,5% tall- och 89,5% grantimmer. I Sundborn var allt timmer av tall och i Skenshyttan fördelade sig timret på 20,6% tall, 78,7% gran och 0,7% löv. Medeldiametern i topp på timret var 14,8 cm i Rörshyttan, 15,9 cm i Skenshyttan och 18,2 cm i Sundborn. I samtliga bestånd var topparna av tall grövre än topparna hos övriga trädslag.

Volymen massaved är beräknad enligt tidigare beskriven metod och avser leveransvolym minus 3% vrakandel (schablonvärde). I Sundborn hade en mycket stor andel av topparna gått av i samband med att träden fälldes. En beräkning, grundad på mätning av topparna, visar att 23% av det totala antalet toppar utgjordes av toppbrott som inte medgav att någon massaved kunde tas ut. Beräknad volym massaved i respektive bestånd, fördelad på trädslag, framgår av bilagorna 1-3.

## 4.2 Ekonomi

Beräkningen av skogsägarens netto grundas på aktuella prislistor vad gäller massaved och maskinkostnader. Beräkningen av nettot i de olika avverkningsalternativen gäller endast för massaved, terminalved och flis. Intäkterna från timmer antas vara desamma oavsett vilket avverkningsalternativ som tillämpas.

**Tabell 4. Gällande prislistor (s.k. ortspriser) för massaved och terminalved.**

Sortiment	kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>		
	Rörshyttan	Skenshyttan	Sundborn
Granmassaved	236	240	
Tallmassaved	196	183	188
Björkmassaved	211	198	
Övr. lövmassaved	151		
Terminalved	110		

Flisen betalas olika beroende på vilken metod som tillämpas. Man anser att flisen från "Långa toppar" har en bättre kvalitet (stor andel "vitflis" och jämn fraktionsfördelning) och betingar därför något högre pris, 83 kr/m<sup>3</sup>s, än flis från GROT, 71 kr/m<sup>3</sup>s.

Kostnaden för flisning är något lägre vid alternativet "Långa toppar", 41 kr/m<sup>3</sup>s, jämfört med det traditionella flissystemet (alt. 2), 55 kr/m<sup>3</sup>s. Detta, i kombination med det högre flispriset, är naturligtvis positivt för ekonomin i alternativet "Långa toppar".

Vid flisning tillkommer en kostnad för förflyttning av flisskördaren till objektet. Kostnaden består av en fast del, 800 kr/objekt, och en avståndsrelaterad del, 30 kr/km. Detta innebär att den totala kostnaden, beräknad per m<sup>3</sup>s flis, blir högre för små objekt än för större objekt och att skillnaden kan bli relativt stor vid längre förflyttningssträckor. Kostnaden för förflyttning mellan olika objekt är dock "neutral" i den meningen att den blir densamma oavsett om den traditionella metoden (alt. 2) eller metoden med "Långa toppar" (alt.3) tillämpas.

Kostnaden för skördare och skotare utgår från aktuella prislistor. Enligt praxis påförs en extra hanteringskostnad i alternativ 2, vilken vid beräkningarna har satts till 1,65 kr per avverkad m<sup>3</sup>f<sub>ub</sub> (timmer + massaved).

Övriga kostnader som tillkommer är kostnader för administration och provision enligt veder-tagen praxis.

Med utgångspunkt från aktuella prislistor och kostnadsposter har skogsägarens netto beräk-nats för de olika avverkningsalternativen. Beräkningen visar att skogsägaren erhåller högst netto i de två grandominerade bestånden om metoden med "Långa toppar" tillämpas. I tallbe-ståndet (Sundborn), där flisvolymen var förhållandevis liten, erhålls högst netto vid uttag av enbart massaved.

I Rörshyttan blev skillnaden mellan bästa (3) och sämsta alternativ (1) 23 571 kr. Skillnaden mellan alternativ 1 och 2 blev 15 192 kr (tabell 5).

**Tabell 5. Skogsägarens netto vid de olika avverkningsalternativen i Rörshyttan.**

Avverkningsalternativ	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
1. Massaved	82 558	33 825	48 733
2. Massaved och flis	154 584	97 472	57 112
3. ”Långa toppar”	200 141	127 837	72 304

Resultatet i Skenshyttan blev ungefär detsamma som i Rörshyttan. Skillnaden mellan bästa alternativ (3) och sämsta alternativ (1) blev 19 775 kr. Nettot vid alternativ 2 blev 14 296 kr lägre än i alternativ 3 (tabell 6.)

**Tabell 6. Skogsägarens netto vid de olika avverkningsalternativen i Skenshyttan.**

Avverkningsalternativ	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Massaved	71 728	27 929	43 799
Massaved och flis	129 984	80 706	49 278
”Långa toppar”	163 344	99 770	63 574

Den avverkade volymen i Sundborn var relativt liten, varför skillnaderna mellan de olika alternativen blev marginell. Uttag av enbart massaved resulterade i ett något högre netto än uttag av ”Långa toppar” (tabell 7).

**Tabell 7. Skogsägarens netto vid de olika avverkningsalternativen i Sundborn.**

Avverkningsalternativ	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Massaved	6 959	2 919	4 040
Massaved och flis	9 887	6 982	2 905
”Långa toppar”	13 144	9 380	3 737

## 5. Preliminära slutsatser och diskussion

Undersökningen är av mycket begränsad omfattning, varför det är vanskligt att dra några säkra slutsatser av den, men den pekar på att ”Långa toppar” kan vara ett mycket intressant alternativ till de mer traditionella avverkningsmetoderna.

Resultatet av undersökningen är till stor del beroende av de faktiska beståndsförutsättningarna och gällande prislister. Att man betalar ett högre pris på flis från ”Långa toppar”, samt att flisningskostnaden är lägre i denna metod jämfört med en traditionell metod påverkar resultatet i hög grad.

Metoden med flisning av ”Långa toppar” har gett skogsägaren ett betydligt högre netto i de två grandominerade bestånden. Mernettot för skogsägaren motsvarar en ökning av massavedspriset på 57 kr/m<sup>3</sup>f<sub>ub</sub> i Rörshyttan och 63 kr/m<sup>3</sup>f<sub>ub</sub> i Skenhyttan, jämfört med uttag av enbart massaved. Tar man hänsyn till att uttag av GROT varit ett lämpligt alternativ i både Rörshyttan och Skenshyttan motsvarar mernettot ändå ca 40 kr/m<sup>3</sup>f<sub>ub</sub> massaved. Sett till hela avverkningsvolymen innebär det en ökning av nettot med 3-5 kr/m<sup>3</sup>f<sub>ub</sub> (timmer + massaved).

Per kubikmeter blir avverkningsnettot för ”Långa toppar” lägre än för massaved av tall, gran eller björk, men klart bättre än för andra bränslesortiment och massaved av ”övrigt löv”. Avverkningsnettot i Rörshyttan och Skenshyttan blir ca 65-70% högre för granmassaved, 5-30% högre för tallmassaved och 20-50% högre för björkmassaved än för flis från långa toppar, per jämförbar volymenhet (m<sup>3</sup>f).

I Sundborn, där volymerna var små, har flyttningskostnaden medfört en hög flisningskostnad, vilket i sin tur medfört att nettot blir cirka 70-75 % högre för tallmassaveden än för bränsleflisen. Räknat per m<sup>3</sup>f<sub>ub</sub> blir nettot ca 1 kr lägre vid flisning av långa toppar, jämfört om enbart massaved tas ut.

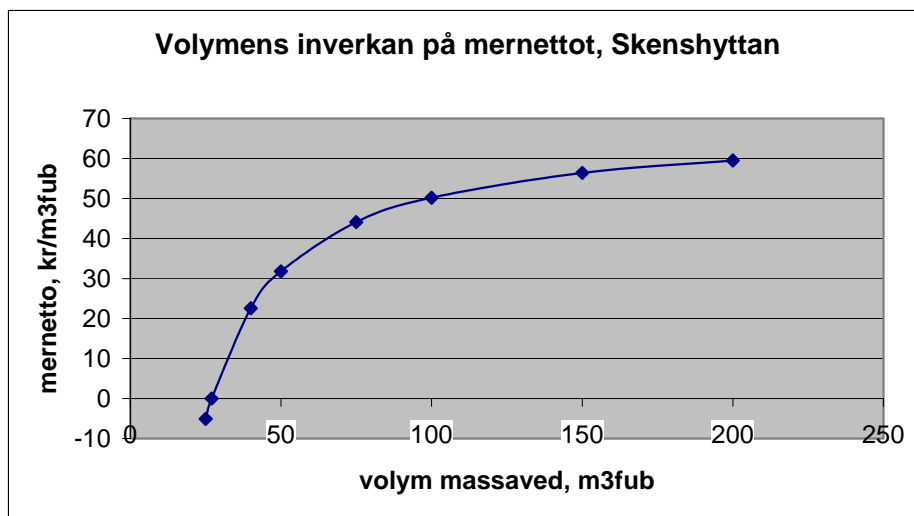
För att ”Långa toppar” ska vara lönsamt krävs därför att volymen blir betydligt större än vid uttag av massaved. Bränslevolymer i Rörshyttan och Skenshyttan är också mer än dubbelt så stora som den teoretiska massavedsvolymer, men bara 60 % högre i Sundborn. Flisning av långa toppar ger alltså i normalfallet mer än väl den volymökning som krävs för att metoden ska vara lönsam.

Eftersom massaved betalas per m<sup>3</sup> under bark består tillskottsvolymer av; barken på massaveddelen (ca 15%), den normala toppen (10-15%) samt grenarna. Hur stor andelen är av grenar i trädens toppar har inte undersökts tidigare, men denna studie pekar på att tillskottsvolymer bör vara i storleksordningen 50-70% i de grandominerade bestånden och cirka 30% i tallbeståndet (räknat på ”långtoppen” inklusive bark). Dessutom kan rötved och övrigt löv tillvaratas med bättre ekonomi än annars.

Bränslevolymer blir avsevärt större med metoden ”Långa toppar” än vid traditionellt uttag av GROT. Enligt studien skulle bränslevolymer bli ungefär dubbelt så stora med ”långa toppar”. Orsaken till att bränslevolymer ökar så mycket kan inte bara vara att mer stamved flisas, utan också att en större andel av grenarna tillvaratas. Metoden skulle alltså innebära ett bättre råvaruutnyttjande, men medför samtidigt att näringsuttaget blir större.

Studien har inte den nödvändiga omfattningen och har inte utformats för att besvara frågan om när metoden med flisning av ”långa toppar” är lämplig. Trots att underlaget är svagt kan ändå följande preliminära riktlinjer ges för när metoden bör vara tillämplig:

- \* Beståndet måste uppfylla Skogsstyrelsens rekommendationer och övriga allmänna krav för bränsleavverkningar. De skogshygieniska kraven måste uppfyllas, vilket innebär att (grövre) toppar måste tas ut relativt färska.
- \* Volymen skogsbränsle bör vara tillräckligt stor, så att flyttningskostnaderna inte får någon avgörande betydelse. I figur 8 visas hur mernettot för ”långa toppar” (uttryckt i kr/m<sup>3</sup>fub massaved) påverkas av uttagsvolymen i ett av de studerade bestånden. Först vid ett uttag av 50-100 m<sup>3</sup>fub massaved är lönsamheten klart positiv. Totalt för hela avverkningen motsvarar det ett uttag på ungefär 300-600 m<sup>3</sup>fub timmer och massaved.



**Figur 4. Exempel på volymens inverkan på lönsamheten för metoden ”Långa toppar”.**

En förutsättning för att metoden skall kunna tillämpas är att terrängförhållandena är någorlunda bra. Den metod som tillämpades under studierna, där flisskördaren arbetade tvärs stickvägarna, innebär bl.a. att markens lutning inte får vara så brant att det finns risk för att säkerheten äventyras. Eftersom containersystem används för transport av flisen bör det finnas tillräckligt stora avläggsutrymmen.

Följande faktorer har en positiv inverkan på skogsägarens ekonomi när metoden tillämpas:

- Stora avverkningsobjekt - flyttkostnaden för flisskördaren, utslagen per m<sup>3</sup>s flis, minskar med ökande avverkningsvolym.
- Korta terrängtransportavstånd - kostnaden för flisning påverkas mer av terrängtransportavståndet än kostnaden för skotning av massaved.
- Stort inslag av ”övrigt löv” - udda sortiment som betalas dåligt ger bättre netto vid flisning.
- Stort inslag av röta/vrak - låg virkeskvalitet sänker inte nettot för flissystemet.
- Högt transportavdrag - transportavdraget ger minskade intäkter för massaveden.
- Små kvantiteter av olika sortiment - fler sortiment i små volymer kan ge högre skot-

- Sänkta massavedspriser
- ningskostnader och större leveransavdrag.
- priset på skogsbränsle är relativt stabilt, vilket innebär att sänkta massavedspriser påverkar nettot i positiv riktning.

Till de faktorer som kan ha negativ inverkan på nettot hör bl.a. olika typer av premier på massaved, t.ex. leveranspremier. Priset på massaved fluktuerar i hög grad – en sänkning av massavedspriset ökar nettot vid uttag av långa toppar, medan en höjning av priset minskar nettot. För att massavedsalternativet skall resultera i ett högre netto än metoden med ”Långa toppar” krävs dock en (mycket) kraftig prishöjning på massaved.

## Behov av fortsatta studier

Undersökningen är av begränsad omfattning (endast tre bestånd har studerats), varför det är vanskligt att uttala sig om metoden med ”Långa toppar” generellt sett kan anses ge ett högre netto. Med de erfarenheter som studien givit kan konstateras att det finns en nedre gräns beträffande objektstorleken för att alternativet ”Långa toppar” skall ge bäst ekonomiskt netto.

Vid avverkningsmetoden med ”Långa toppar” är det möjligt att skördarens prestationsnivå försämras något p.g.a. att det kan vara svårt att hantera de träd som inte håller timmerdimension. Dessa träd drar också ner beståndets medeldiameter. Å andra sidan genomförs ingen kvistning av de klenare träden och inte heller någon kvistning av timmerträdens toppar (den svårkvistade delen av trädet). Detta, tillsammans med att färre sortiment behöver hanteras vid skotningen, talar för att metoden med ”Långa toppar” sannolikt kan betraktas som en konventionell avverkning i samband med bortsättningen av avverkningsuppdraget. Ett stort antal träd under timmerdimension bör dock ha en negativ inverkan på avverkningsentreprenörens inkomst, varför bortsättningen i ett sådant fall troligtvis inte kan göras som en konventionell avverkning. Principen för beräkning av bortsättningen, samt prestationsnivåer för enskilda arbetsmoment bör därför utredas närmare!

Vid den genomförda studien upparbetades träden parallellt med körstråken och såväl timmer som bränslehögarna lades parallellt med körstråken. Resultatet av detta är att bränslehögarna blir långt utdragna och tar relativt stor plats i anspråk, speciellt i bestånd med stor andel långa träd (som inte håller timmerdimension). En alternativ metod skulle kunna vara att man kvistar och kapar en bit på de längre träden i avsikt att dels underlätta hanteringen vid fällning och flisning, och dels minska bränslehögarnas utsträckning i längd. Det bör undersökas närmare om detta är tekniskt möjligt och vilken inverkan det i så fall har på skogsägarens netto.

I Skenshyttan fälldes 910 träd som inte höll timmerdimension, vilket motsvarar 20% av det totala antalet fällda träd. I praktiken har skördarföraren inte fått någon ersättning för detta arbete. Motsvarande andel klena träd i övriga bestånd uppgick till 11% (Rörshyttan) och 4% (Sundborn). Merarbetet vid hanteringen av dessa träd bör undersökas och eventuellt ligga till grund för en annan prissättning av avverkningsarbetet. Samma sak gäller transporten av virket till avlägg där färre sortiment förenklar detta arbetsmoment.

En annan effekt av den arbetsmetod som tillämpades är att flisskördaren måste arbeta tvärs de körstråk som används för transport av timmer. Detta ställer vissa krav på terrängen, framför allt beträffande marklutningen. Även detta bör utredas närmare!

Flisningskostnaden är lägre för "Långa toppar" (41 kr/m<sup>3</sup>s) än för GROT (55 kr/m<sup>3</sup>s), vilket motiveras av att produktionen per tidsenhet är högre i det förstnämnda fallet. Eftersom prestationen vid flisning sannolikt påverkas av beståndsförutsättningarna (uttagsvolym, trädslag, toppdiametrar etc) bör det utredas om det kan finnas skäl att införa en differentierad prissättning vid uttag av "långa toppar". Det bör också undersökas om den prisskillnad som använts i de genomförda studierna kan motiveras av skillnader i prestation.

Flisen betalas olika beroende på vilken metod som tillämpas. Man anser att flisen från "Långa toppar" har en bättre kvalitet (stor andel "vitflis" och jämn fraktionsfördelning) och betingar därför något högre pris, 83 kr/m<sup>3</sup>s, än flis från GROT, 71 kr/m<sup>3</sup>s. Flis från "Långa toppar" har sannolikt en större andel "vitflis" och en jämnare fraktionsfördelning än GROT-flis. Energivärdet däremot bör vara något högre i GROT-flisen, beroende på större andel kvistar och därmed högre densitet. Därför bör det vara intressant att undersöka de faktiska kvalitetsskillnaderna och huruvida prisskillnaden är motiverad eller inte.

Metoden som användes för att beräkna det möjliga uttaget av flis i ett traditionellt flissystem innebär ett "spill" på 25% i förhållande till uttaget i metoden "Långa toppar". Eftersom det även blir spill vid den sistnämnda metoden (osäkert hur stort) kanske 25% är högt räknat. Även detta bör alltså utredas närmare!

Det finns alltså flera osäkerheter i beräkningarna, varför ytterligare studier är nödvändiga. Dock skiljer sig nettona så pass mycket mellan de olika alternativen (undantaget Sundborn), att man med relativt stor säkerhet kan förmoda att alternativet "Långa toppar" ger skogsägaren det högsta nettot även om man justerar beräkningarna till förmån för de andra alternativen.

## Rörshyttan - Skogsägarens netto vid olika avverkningsalternativ

### Massaved

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Björkmassaved, 211 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	88,1	18 596	7 268	11 327
Övr. lövmassaved, 151 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	35,4	5 338	2 916	2 423
Granmassaved, 236 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	207,0	48 860	17 075	31 785
Tallmassaved, 196 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	8,9	1 746	735	1 011
Terminalved, 110 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	72,9	8 018	5 831	2 187
Summa:		82 558	33 825	48 733

1) Avverkad volym minus 3% vrakandel (schablon)

### Flis- och massaved

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Björkmassaved, 211 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	88,1	18 596	7 268	11 327
Övr. lövmassaved, 151 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	35,4	5 338	2 916	2 423
Granmassaved, 236 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	207,0	48 860	17 075	31 785
Tallmassaved, 196 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	8,9	1 746	735	1 011
Terminalved, 110 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	72,9	8 018	5 831	2 187
Flis, 71 kr/m <sup>3</sup> s	1 014,5	72 026	63 647 <sup>1)</sup>	8 379
Summa:		154 584	97 472	57 112

1) Fliskostnad: 55 kr/m<sup>3</sup>s (exkl. flytt- och administrationskostnader)

### ”Långa toppar”

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Terminalved, 110 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	72,9	8 018	5 831	2 187
Flis, 83 kr/m <sup>3</sup> s	2 314,7	192 122	122 006 <sup>1)</sup>	70 117
Summa:		200 141	127 837	72 304

1) Fliskostnad: 41 kr/m<sup>3</sup>s (exkl. flytt- och administrationskostnader)



## Skenshyttan - Skogsägarens netto vid olika avverkningsalternativ

### Massavedsalternativet

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Björkmassaved, 198 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	15,7	3 111	1 397	1 714
Granmassaved, 240 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	246,2	59 085	21 898	37 187
Tallmassaved, 183 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	52,1	9 532	4 633	4 899
Summa:		71 728	27 929	43 799

1) Avverkad volym minus 3% vrakandel (schablon)

### Flis- och massaved

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Björkmassaved, 198 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	15,7	3 111	1 397	1 714
Granmassaved, 240 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	246,2	59 085	21 898	37 187
Tallmassaved, 183 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	52,1	9 532	4 633	4 899
Flis, 71 kr/m <sup>3</sup> s	820,5	58 256	52 778 <sup>1)</sup>	5 478
Summa:		129 984	80 706	49 278

1) Fliskostnad: 55 kr/m<sup>3</sup>s (exkl. flytt- och administrationskostnader)

### ”Långa toppar”

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Flis, 83 kr/m <sup>3</sup> s	1 968,0	163 344	99 770 <sup>1)</sup>	63 574
Summa:		163 344	99 770	63 574

1) Fliskostnad: 41 kr/m<sup>3</sup>s (exkl. flytt- och administrationskostnader)

## Sundborn - Skogsägarens netto vid olika avverkningsalternativ

### Massaved

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Tallmassaved, 188 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	37,0	6 959	2 919	4 040
Summa:		6 959	2 919	4 040

1) Avverkad volym minus 3% vrakandel (schablon)

### Flis- och massaved

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Tallmassaved, 188 kr/m <sup>3</sup> f <sub>ub</sub>	37,0	6 958	2 919	4 039
Flis, 71 kr/m <sup>3</sup> s	41,2	2 928	4 063 <sup>1)</sup>	-1 135
Summa:		9 886	6 982	2 904

1) Fliskostnad: 55 kr/m<sup>3</sup>s (exkl. flytt- och administrationskostnader)

### ”Långa toppar”

Prislista	Betald volym <sup>1)</sup>	Intäkt, kr	Drivningskostnad, kr	Netto, kr
Flis, 83 kr/m <sup>3</sup> s	158,0	13 114	9 380 <sup>1)</sup>	3 734
Summa:		13 144	9 380	3 734

1) Fliskostnad: 41 kr/m<sup>3</sup>s (exkl. flytt- och administrationskostnader)