



**SKOGSMÄSTARPROGRAMMET**  
Examensarbete 2010:11

## **Träddelsuttag eller massavedsuttag i förstagallring?**

*Energy extraction or pulpwood in first thinning?*



**Jonas Sandström**

---

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp  
Skogsmästarprogrammet 2010:11  
SLU-Skogsmästaraskolan  
Box 43  
739 21 SKINNSKATTEBERG  
Tel: 0222-349 50



# FÖRORD

Denna studie har genomförts som ett examensarbetet omfattande 15 högskolepoäng på C-nivå, vilket motsvarar 10 veckors heltidsstudier. Uppdragsgivare var Harg AB. Arbetet har genomförts under våren 2010.

Ett speciellt stort tack till Harg AB som har låtit mig göra arbetet hos dem, min handledare Staffan Stenhag SLU- Skogsmästarskolan, skogsbränslespecialisten Mia Iwarsson Wide Skogforsk samt Fredrik Landström kontaktperson på Hargs bruk AB vilka samtliga har varit till stor hjälp för mig.

Tack även till Sven Eriksson och Jan Wallin som körde maskinerna under studien.



# INNEHÅLL

FÖRORD .....	1
INNEHÅLL.....	3
1 ABSTRACT.....	5
2 INLEDNING.....	7
2.1 Kompensationsåtgärder vid uttag av skogsbränsle .....	7
2.2 Grot .....	8
2.3 Långa toppar.....	10
2.4 Buntning av skogsbränsle .....	11
2.5 Skogsbränsleuttag i ungskog/gallring .....	11
2.6 Olika metoder för gallring.....	11
2.7 Skogsbränsle eller massaved i tidig gallring? .....	13
2.8 Klenvirkesbuntare .....	13
2.9 Syfte .....	14
3 MATERIAL OCH METODER .....	15
3.1 Genomförande.....	15
3.2 Beståndsbeskrivning vid gallring.....	15
3.3 Material .....	16
4 RESULTAT .....	17
5 DISKUSSION .....	21
6 SAMMANFATTNING.....	23
7 KÄLLFÖRTECKNING.....	25
7.1 Publikationer .....	25
7.2 Internetdokument .....	25



# 1 ABSTRACT

The purpose of this study is to compare the economic differences between withdraw of forest fuel and withdraw of pulpwood in first thinning, to see which method gives the maximum profitability (income - cost). Another purpose is to investigate the economic impact of the thicket cleaning.

The study compares four different methods: i) pulpwood output with thicket cleaning, ii) pulpwood output without thicket cleaning, iii) forest fuel output with thicket cleaning and iv) forest fuel output without thicket cleaning. The study was conducted in a 30-years old stand, dominated by spruce, outside Harg in Uppland.

The method that generated the best economic net income was pulpwood without thicket cleaning. It generated a positive net of 1,383 SEK per hectare. Forest fuel output without thicket cleaning also generated a positive net in 720 kronor per hectare. On the other hand both methods with thicket cleaning generated a negative net.

The results of this study show that the costs of the first thinning have a great importance for the economic result, and also that the brushing is quite expensive. In conclusion pulpwood thinning is still the best option in the first thinning and thicket cleaning may not always be a given action before thinning.





## 2 INLEDNING

Eftersom skogsbränsle blir allt mer populärt, har jag valt att bredda mina kunskaper inom detta område. I den följande inledningen kommer jag att referera till några liknande försök som mitt, men även beskriva andra sätt att ta ut skogsbränsle som ger förutsättningar för uthålligt användande av marken efter gjorda uttag.

### 2.1 Kompensationsåtgärder vid uttag av skogsbränsle

#### Försurnings- och näringsutarmning

I dagens skogsbruk har det blivit mycket vanligt att ta ut skogsbränsle med olika metoder. När uttag av skogsbränsle sker är det också viktiga mineraler från skogen som försvinner, och det kan då bli intressant att antingen återföra dessa eller lämna en del i skogen för att inte urlaka markerna eller försura dem.

Den största delen av trädens näringsinnehåll finns i dess barr, grenar och toppar. När ett grotuttag görs så försvinner ca: 1,5 - 5 gånger mer av näringsämnen jämfört med vid konventionell avverkning (Samuelsson, 2001, Länk E). Genom att lämna kvar grothögarna ute på hyggarna så att de kan barra av sig, begränsas näringsuttaget betydligt. Man bör alltså inte ta tillvara på alla toppar och grenar, utan lämna kvar en viss procent så att det motsvarar det man tar ut i barr.

Genom att tillämpa någon av metoderna reduceras också behovet av att tillsätta näringsämnen genom kompensationsgödning. Om barr, grenar eller toppar ligger kvar och man dessutom väljer att kompensationsgödsla så förhindras näringsförluster och risken att försura marken helt (Samuelsson, 2001, Länk E). Ett grotuttag per omloppstid kan ske utan kompensationsgödning, om råden följs att lämna kvar en del material i skogen. Det bör dock påpekas att det då kommer att bli vissa tillväxtförluster de första 15 åren beroende på att tillgången på kväve minskar (Enander, 2008, Länk D).

När röjning och gallring används för uttag av skogsbränsle är näringsbortförseln relativt låg på grund av de låga volymerna. I ungskogar görs uttag av skogsbränsle som innefattar barren, men där behövs inte kompensationsgödning (Enander, 2008, Länk D). Detta eftersom uttagen är så små och man då slipper onödigt slitage på marken.

#### Askåterföring

Där det görs betydande uttag av avverkningsrester under hela omloppstiden och där inte barr lämnas jämnt utspridda över hygget, bör marken kompenseras med återföring av aska.

Vid uttag av skogsbränsle som motsvarar mer än ett halvt ton torrsubstans (TS) ren ohärdad aska per hektar och omloppstid sker en alltför stor försurande effekt och näringsutarmning för att kunna definieras som uthållig markanvändning (Enander, 2008, Länk D). Undantag kan göras på mindre områden som inte lämpar sig för askspridning även om uttaget överstiger 0,5 ton. Se nedanstående tabell.

**Tabell 2.1** Skattat innehåll av ren, ohärdad aska (ton TS aska per hektar) i skördad grot från objekt med olika virkesuttag, vid 40 respektive 80 % skörd av den totala mängden grenar och toppar. Uttag i blandbestånd kan beräknas genom att lägga ihop virkesförråd för tall och gran.

	Grot- uttag (%)	Virkesuttag (m <sup>3</sup> sk/ha)							
		50	100	150	200	250	300	350	400
Tall	40	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
	80	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
Gran	40	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
	80	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1

Källa: Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring, Skogsstyrelsen 2008.

När spridningen utförs så skall en så jämn spridning försöka fås över marken och spridningen skall inte göras omlott för mycket. Avstånd till känsliga områden skall också hållas, såsom vatten, marker med höga naturvärden, tomter, annans mark, vägar och kulturlämningar (Enander, 2008, Länk D).

Askspridningen är väldigt begränsad idag. Av den spridningsbara askan som kommer från massa- och pappersindustrin och som håller den kvalitén som krävs för att få spridas i skogen, är det en oerhört liten del som används till kompensationsgödsling i dag.

## 2.2 Grot

Grot är grenar och toppar, som kan väljas att ta ut i samband med avverkning, för att sedan flisa och elda.

### Arbetsmetod vid grotanpassad avverkning

Den största skillnaden, när man gör en grotanpassad avverkning, är att skördare och skotare inte kör på riset (Stora Enso, 2010, Länk A). Därför måste också upparbetningen ske på ett annat sätt än vid vanlig konventionell avverkning. Med vanlig uppabetning menas att kvistningen sker framför skördaren och att man använder riset att köra på.

Vid grotanpassad avverkning sker uppabetningen av träden parallellt på båda sidorna om skördaren. Träden fälls rakt framåt och uppabetas på lämplig sida av maskinen. Grotens ”kvistar och toppar” bildar högar eftersom skördaren har stått still med kranen under kvistningsmomentet där också toppen placeras. Eftersom

riset inte används till att öka bärigheten medför det att skotarföraren kan bli tvungen att planera sin körning bättre nu när marken inte bär maskinen lika bra. Annars är det ingen speciell utmaning att gå från konventionell avverkning till grotanpassad avverkning.

Efter avverkningen ligger riset oftast kvar på hygget ett tag, med den gröna barrmassan. Det görs för att få kvar lite av näringen som bortförts från marken. Vid skotning bör ca 20 procent ris lämnas kvar (Stora Enso, 2010, Länk). Risskotningen sker med en vanlig skotare, helst en större modell för att uppnå bästa ekonomi. Skillnaden är att den har försetts med en risgrip, som klarar sig bättre ifrån att få med sig sten från hygget. Riset körs ut till lämplig plats, där det lastas av i stora vältor på torr och fast mark med bra bärighet. Vältorna täcks med papp som läggs upp på riset för att skydda mot nederbörd. För att få ännu bättre torkning kan vältorna läggas under trädstammar för att undvika fukt underifrån. Vältan bör ligga och torka ca 6 - 12 månader. Det är viktigt att skogsbränslat torkar ordentligt, eftersom betalning görs utifrån energinnehåll mätt i megawattimmar.

### **Lämpliga objekt**

Mindre lämpliga marker för uttag av grot är torvmarker och magra marker (Stora Enso, 2010, Länk A). På marker av lavmarkstyp är det inte alls lämpligt att göra uttag. Detta gör att det inte är lika aktuellt på alla ställen i Sverige. Vid en grotanpassad avverkning är det extra viktigt att göra en underröjning före avverkningen för att ta bort alla träd som inte uppfyller kraven för att bli timmer eller massaved. Detta underlättar avsevärt arbetet för maskinerna, men det som är speciellt när grot körs är att det är mycket större risk att få med sten och jord i samband med skotningen, om det inte görs en röjning innan. På grund av att maskinerna inte ska köra på riset, när syftet är att ta tillvara på det, krävs det relativt bäriga marker (Stora Enso, 2010, Länk A)

Objekt som inte kan vara ekonomiskt försvarbara är mindre avverkningar som inte kommer upp i mer än 100 kubikmeter stjälp (m<sup>3</sup>s). Men om det kan samköras med något annat objekt i närheten, går det även då att få ett positivt netto. Långa skotningsavstånd är också något som kan slå hårt på ekonomin. Maxavstånd enligt Stora Enso är 500 m. Bra vägar förenklar det mesta inom skogsbruket, men kanske blir det allt mer viktigt nu när det blir mer transporter på grund av att grot tas ut på de flesta marker där det är lämpligt. Efter att groten är bortförd från hygget har förutsättningarna blivit bättre för att markbereda och plantera, vilket medför lägre kostnad (Stora Enso, 2010 Länk A).

### **Energi i grot**

På en normal grandominerad slutavverkning brukar flisvolymen blir någonstans mellan 0,4 och 0,6 gånger den avverkade volymen i m<sup>3</sup>fub. Givetvis går det inte alltid att räkna med dessa siffror, men de kan utgöra en bra tumregel. Ett tallbestånd skulle förmodligen inte ge lika mycket. Beroende på bestånd så kan det skilja och då får siffrorna korrigeras upp eller ner. Energinnehållet kan

variera ganska mycket beroende på vad det är för träslag och beroende på vad fliset håller för fukthalt (Stora Enso, 2010, Länk A). Det brukar ligga mellan 0,7 och 0,95 MWh per kubikmeter grotflis.

## 2.3 Långa toppar

### Arbetsmetod

Långa toppar är en relativt ny avverkningsmetod. Syftet med långa toppar är att ta ut mer flis vid slutavverkning (Liss, 2006, Länk B). Istället för gammeldags slutavverkning med timmer, massaved och eventuell grot, så apterar skördarföraren bara timmerdelen. Resten av trädet, samt träd som inte håller måtten för att göra timmer av, går då till flisning istället för till massaved. Med denna metod räknar man med att höja flismassan så att den blir dubbelt så stor i ett granbestånd och 1,5 gånger så stor i ett tallbestånd.

Arbets sättet skiljer sig inte så mycket från den avverkningsmetod som skördaren använder när den tar ut grot (Liss, 2006, Länk B). Avverkning enligt metoden ”långa toppar” går något fortare per hektar, men uttryckt i G15-tim/m<sup>3</sup>f rundvirke blir arbetstiden något lägre. Det kan förklaras med att det blir mindre m<sup>3</sup>fub/träd när inte massaveden tas ut. Det kan också bli svårt att avgöra hur betalningen för skördaren skall ske, där betalningssättet oftast beräknas per m<sup>3</sup>fub.

Skotaren höjer sin prestation med metoden ”långa toppar” och arbetstiden blir kortare jämfört med konventionell avverkning. Detta kan förklaras med att det blir färre sortiment och att skotaren slipper massaveden i de lägre dimensionerna. Arbetstiden för bränslesortimenten blir också lägre, jämfört med grotskotning (Liss, 2006, Länk B).

Kostnaden för flisningen av långa toppar blir lägre jämfört med flisning av grot, vilket beror på att prestationen höjs vid flisning av långa toppar (Liss, 2006, Länk B). Värmeverken betalar lite mer för den flis som kommer från avverkning med långa toppar än den flis som kommer från grot. Detta eftersom flisen från långa toppar håller en bättre kvalitet med mindre grus och sten än grot.

Faktorer som gynnar uttag av långa toppar skiljer inte heller mycket från grotuttag. Dock med den viktiga skillnaden att hänsyn beträffande marker måste tas. Vid korta terrängtransportavstånd, stora uttagsvolymerna och bestånd med udda sortiment som betalas dåligt på rundvirkesmarknaden, kan det vara mer gynnsamt att ta ut långa toppar än att sälja uttaget som massaved.

Långa toppar är ett mycket intressant alternativ vid slutavverkning. I en studie som har gjorts 2006 av Jan-Erik Liss och Mellanskog gav avverkning med långa toppar ett högre netto än vanlig avverkning. Det går att utläsa av resultatet att det inte spelar någon större roll hur träslagsblandningen ser ut (Liss, 2006, Länk B).

## 2.4 Buntning av skogsbränsle

Det finns flera olika modeller av buntningsutrustning som det går bra att komplettera en vanlig skotare med. Skogsbränslet komprimeras på hygget till cylinderformade buntar på drygt tre meters längd och med en diameter på 0,75 meter. Vikten ligger mellan 400 och 600 kg beroende på fukthalten.

Buntarna skotas sedan ut från skogen på samma sätt som rundvirke med en vanlig skotare. När buntning har jämförts med vanlig utskotning av ris från slutavverkning har kostnaden bara varit hälften så stor för den buntade groten jämfört med lösgröten (Andersson, 2000).

Buntarna transporteras sedan med en vanlig lastbil från avlägg till stället där flisning skall ske. Flisningen kan också göras i skogen om det finns utrymme. En nackdel med denna metod är att en vanlig flisbil kan ha problem att flisa buntarna, eftersom de har en ganska stor diameter. Rekommendationen är att använda en större flisare, eftersom detta då kommer att bli mycket billigare än vid lösflisning. En liten studie som gjordes av Skogforsk (2000) visar att kostnaden för flisningen endast blir en tredjedel av kostnaden för lösgröt. I denna studie användes 1004 CT, som är en större mobil flisare. Tiden för lastbilen att fylla bil och släp är ungefär densamma som för vanligt rundvirke. Buntningen påverkar inte själva torkningen av fliset. Ett annat problem som kan uppstå är att buntarna kan bli mycket tunga vid en hög fukthalt och då blir det svårt för lastbilarna att köra fulla lass.

## 2.5 Skogsbränsleuttag i ungskog/gallring

Det stora röjningsberg (Sveaskog, 2007, Länk F) som byggts upp och ständigt blir större i Sverige kräver nya tekniska avverkningsmetoder. Täta ungskogor innehåller mycket stora volymer biomassa, som kan ge stora volymer bioenergi. De bestånd som är mest intressanta är de som har utvecklats så långt att de med vanlig röjning med röjsåg skulle vara dyra att åtgärda. Många drar sig då från att utföra den åtgärden. Istället skulle lösningen vara att gå in med maskiner och göra samma åtgärd, men ta ut bioenergi, allt för att få en bättre ekonomi på åtgärden. Även i vanliga gallringar kan det vara mycket ekonomiskt intressant att göra uttag av skogsbränsle istället för traditionellt uttag av massaved. Att ta ut skogsbränsle istället för att göra konventionell röjning är mer ekonomiskt för markägaren, men vi i Sverige kommer också att nya kubikmeter på detta sätt. Något som kan hjälpa oss att gå mot ett miljövänligare skogsbruk.

## 2.6 Olika metoder för gallring

I en studie har Mia Iwarsson Wide (2009) jämfört fyra olika metoder att gallra en klen tallskog. De fyra metoderna som ingick i studien är:

- *Helträdsuttag*, skördaren avverkar träden men apterar inte upp dem.

- *Traditionell gallring*, där det endast görs uttag av massaved.
- *Kombinerad gallring*, stammarna flerträdshanteras och massaveden och skogsbränslet läggs i separata högar.
- *Knäckkvistning*, träden avverkas som vid helträdsuttag, men vid nerläggningen av träd som skördaren har i aggregatet sker kvistning med slöa kvistknivar och lite utåtknackade (Iwarsson Wide, 2009). Med denna metod renkvistas inte stammarna på samma sätt som vid konventionell avverkning. Klenare kvistar och barr faller av, men de grövre tas ut och hjälper till att dryga ut uttaget. Det skall också ses som positivt att barr och klenare kvistar blir kvar i skogen, som minskar bortförandet av näringsämnen från skogen, jämfört med helträds uttag. Sortimentet kan flisas till energiflis eller blandas med normal massavedsflis i industrins renseri.

I studien gav knäckkvistning det högsta ekonomiska nettot. Drivningskostnaden var också lägre än vid helträdsmetoden, trots att det ingår fler moment i knäckkvistning. Detta kan förklaras med att hanteringen blev lättare på grund av att när uttag görs av helträd kan det bli svårt att hålla ihop knippena, och även svårigheter att lägga dessa intill stickvägen utan att de fastnar i de kvarstående träden. Även skotaren presterar bättre på grund av att träden var mer komprimerade när de hade knäckkvistats.

När finare kvistar och barr tas ut i gallring kommer det att resultera i en viss tillväxtförlust. Med knäckkvistningen faller barr och klena kvistar bort från trädet och blir kvar i skogen, vilket reducerar tillväxtförlusten (Iwarsson Wide, 2009). Vissa träd kan även kvistas upp för att få kvistar och toppar kvar i skogen och på så sätt mer näring för marken. Som tidigare nämnts, passar inte metoden att ta ut skogsbränsle på alla marker. Marker med svag bärighet kan få problem med själva drivningen, när det blir omöjligt att köra på riset.

## **Beståndsbeskrivning**

Skogforsks studie gjordes i ett 25-årigt tallbestånd i norra Östergötland. Beståndet var ungskogsrojt. Före gallring utfördes underväxtröjning och gränsen för att spara träd var då att de skulle ha en diameter över 4 cm. Beståndets medeldiameter ( $D_{brh}$ ) före gallringen var 9,2 cm och genomsnittlig höjd före gallring var 8,5 m. Antalet stammar per ha var 2 590. Torrsubstans före gallring var 53,62 ton TS/ha (Torrsubstans per hektar) och trädslagsblandningen var 9.1.1 före gallring. Maskinerna som användes i studien var av märket Timberjack och modellerna var skördare 1270 B och skotare 810 D.

## 2.7 Skogsbränsle eller massaved i tidig gallring?

En studie på lönsamhet att ta ut skogsbränsle istället för massaved har gjorts av Jan-Erik Liss, med hjälp av Weda Skog AB och Biobränsle i MellanSverige AB (Liss, 2004, Länk C).

### Beståndsbeskrivning

Beståndets storlek i försöket var 3,8 hektar och låg 10 km norr om Falun. Innan maskiner gick in för att gallra, så hade underväxtröjning utförts så att lämnade träd hade en brösthöjdsdiameter på minst 6 cm (Liss, 2004, Länk C). Beståndets medeldiameter (Dbrh) före gallringen var 10,5 cm och efter 10,9 cm. Uttaget skulle vara 44 %. Totalt på försöket avverkades 6 460 träd varav 5240 träd höll massavedsmått. 1220 träd höll inte måtten för att kunna bli massaved, men kunde tas till vara till skogsbränsle. Trädslagsfördelningen på objektet var 3.1.6.

### Maskiner och arbetsmetoder

Skördaren som användes var Rottne årsmodell 2004 med ett vanligt rundvirkesaggregat och skotaren var en Gremo 950 R. Skördaren gallrade skogen på samma sätt som vanligt, men apterade träden och la topparna som inte gav massaved ovanpå massaveden för uttag av all biomassa. Även träd som inte höll massavedsmått fälldes och lades i bränslehögarna. Flisningen skedde med mobiflistugg och transporten till värmeverk med containerbil, enkel resa, var 20 km.

### Resultat

Den inmätta volymen flis var 770 m<sup>3</sup>s (ca 146,5 ton) och per hektar blir det ca 200 m<sup>3</sup>s. Den inmätta volymen massaved hos skördaren var 250 m<sup>3</sup>fub, och per hektar blir det 67 m<sup>3</sup>fub. Denna gallring genererade i båda fallen ett negativt netto. Här hade det varit mest ekonomiskt att gallra konventionellt, eftersom ett uttag av enbart massaved hade gett ett negativt netto på 1 500 kr istället för 6 000 kr vid uttag av flis. Priser på massaveden var vid detta tillfälle 200 kr/m<sup>3</sup>fub för tall, 250 kr för gran och 215 kr för björk. Flisen betalades med 85 kr per m<sup>3</sup>s.

Saker att ta hänsyn till i denna studie är att maskinföraren inte hade någon tidigare erfarenhet av uttag av skogsbränsle (Liss, 2004, Länk C). Vidare finns det mycket mer lämpade maskiner för sådana här objekt. En maskin med ett flerträdsackumulerande fällaggregat, hade kunnat öka prestationen.

## 2.8 Klenvirkesbuntare

I Finland har komplettering av en Valmet 801 combidrivare med ett buntningsaggregat gjorts. Den buntar ihop så kallade massa- och bränslebuntar, för körningar i bestånd med klenta träd (Jylhä, Laitila, Kärhä & Björheden, 2007).

Buntarna skotas ut som vanligt virke men prestationen för drivaren anses vara oacceptabelt låg. Exemplet visar ändå att konceptet är intressant, om en fortsatt teknisk utveckling sker.

Buntarna som skördaren tillverkar är tänkta att köras till industrin, som vanlig massaved även om det är kvist inblandat i buntarna. Vid de försök som gjordes blandades det buntade virket med vanlig massaved. Vid första försöket var 8 procent buntat virke inblandat och ett ytterligare försök gjordes med 16 procent. Inga problem uppstod i renseriet vid industri, och barkandelen i massaflisen gick inte upp.

## 2.9 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att jämföra olika varianter av uttag av massaved och skogsbränsle vid förstagallring för att se vilken metod som ger största lönsamhet. Ett annat syfte är att se hur underväxtröjningen påverkar resultatet. Studien går ut på att jämföra fyra olika metoder med varandra. De olika metoderna är:

- Gallring med uttag av massaved utan underväxtröjning
- Gallring med uttag av massaved med underväxtröjning
- Gallring med uttag av skogsbränsle utan underväxtröjning
- Gallring med uttag av skogsbränsle med underväxtröjning

På grund av begränsade tidsmässiga resurser läggs försöket upp som en pilotstudie, där påvisade skillnader inte kan ses som absoluta sanningar, utan enbart som indikationer på vilken metod som ger bäst lönsamhet.

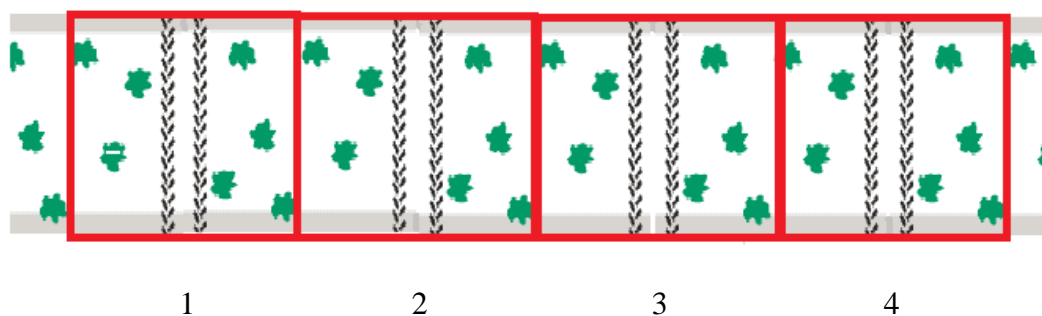


## 3 MATERIAL OCH METODER

### 3.1 Genomförande

För att få fram kostnaden för skördare och skotare har en enklare tidsstudie gjorts där tiden på den effektiva maskintiden uppmätts. Tidsstudien har gjorts på en sträcka på 115 meter i stickväg där tiden har klockats och sedan multiplicerats med timkostnaden. Körning i stickväg och avlastning har också omfattats i tidsstudien.

Utläggningen av ytorna beskrivs nedan (se figur 3.1). Stickvägsträckan är 115 meter lång och stickvägsavståndet är 16 meter. Skördaren jobbar på båda sidorna om maskinen som vanligt. Skulle det bli smalare mellan någon stickväg kompenseras det med stickväglängden, så ytorna får så lika total storlek som möjligt. Samma förare kör maskinerna under studien, för att få bästa möjlighet att jämföra resultaten.



**Figur 3.1** Principen för utläggning av de fyra parcellerna.

Massaveden mäts in av skördaren och multipliceras sedan med det aktuella massavedspriset för att få fram intäkten av de ytorna där massaved ska tas ut. För att få fram intäkten för skogsbränsle har skotaren utrustats med en våg som väger uttaget. Sen tas olika träddelar från skogsbränsleuttaget som sedan torkas och vägs både före och efter, för att få fukthalten. När fukthalten är bestämd multipliceras den med vikten och på det viset räknas intäkten för biomassan fram.

### 3.2 Beståndsbeskrivning vid gallring

#### Yta 1. Massavedsuttag med underväxtröjning (MU)

Innan gallring: ett stamantal på 1 283 stam, med en medelstam på 0,066 m<sup>3</sup>sk, en trädslagsfördelning på 84 % gran, 16 % löv och en volym på 85 m<sup>3</sup>sk per hektar, plus 560 stam med en diameter under < 8 cm i diameter. Ett gallringsuttag gjordes på 39 % av volymen på ytan.

## **Yta 2. Massavedsuttag utan underväxtröjning (MEU)**

Innan gallring, ett stamantal på 1 100 stammar, med en medelstam på 0,068 m<sup>3</sup>sk, en träslagsfördelning på 100 % gran och en volym på 75 m<sup>3</sup>sk per hektar, plus 366 stammar med en diameter under 8 cm i diameter. Ett gallringsuttag gjordes på 33 % av volymen på ytan.

## **Yta 3. Träddelsuttag med underväxtröjning (TU)**

Innan gallring, ett stamantal på 1 217 stammar, med en medelstam på 0,078 m<sup>3</sup>sk, en träslagsfördelning på 89 % gran, 11 % löv och en volym på 95 m<sup>3</sup>sk per hektar, plus 199 stammar med en diameter under 8 cm i diameter. Ett gallringsuttag gjordes på 32 % av volymen på ytan.

## **Yta 4. Träddelsuttag utan underväxtröjning (TEU)**

Innan gallring, ett stamantal på 1 117 stammar, med en medelstam på 0,064 m<sup>3</sup>sk, en träslagsfördelning på 99 % gran, 1 % löv och en volym på 72 m<sup>3</sup>sk per hektar, plus 150 stammar med en diameter under 8 cm i diameter. Ett gallringsuttag gjordes på 33 % av volymen på ytan.

## **3.3 Material**

### **Maskiner**

I studien har en skördare av märket Timberjack, modell 1070 D med en tiometers kran med ett 745 aggregat och flerträdshanteringsutrustning använts. Skotaren var också av märket Timberjack, modell 810 D.

### **Verktyg**

Vågen som var monterad på skotaren var av märket Intermercato, modell XW5L. SLU:s räknedurra (SLU, 2010, länk G) användes för att räkna om ton till m<sup>3</sup>s. För volymberäkningar har Göran Brandels formel för södra Sverige använts.

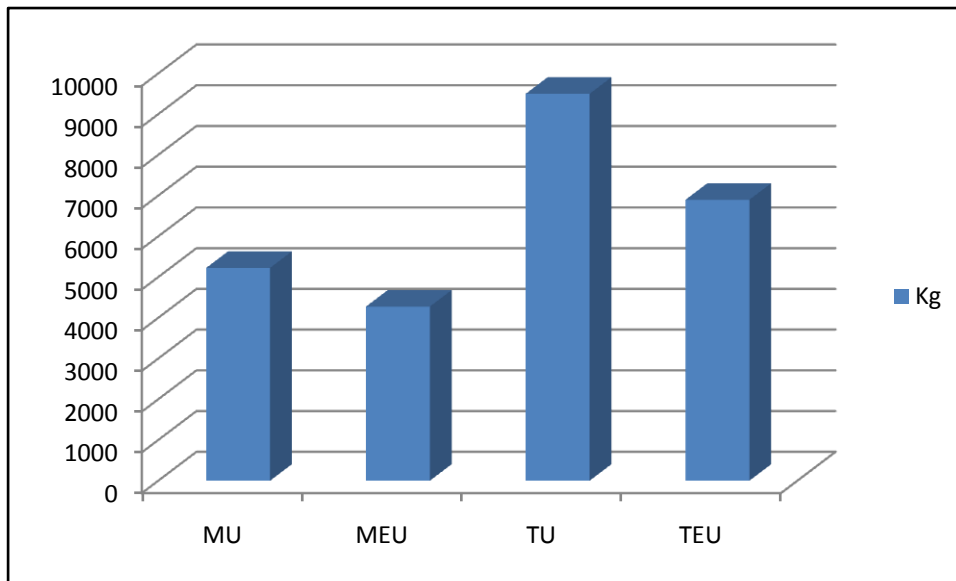
## 4 RESULTAT

Harg AB:s netto (intäkter-kostnader) på det aktuella objektet visas i tabell 4.1 vid uttag av massaved och träddelar. Skördare och skotare är räknat på G<sub>0</sub>-h. Skördaren kostar per timme 1 050 kronor, skotaren 700 kronor. Granmassaveden betalas med 290 kronor och björk med 275 kronor. Skogsflisen betalas med 70 kronor per m<sup>3</sup>s inklusive flisning. Båda försöken där underväxtröjning utfördes gick med ett negativt netto, medan ytorna där det inte var underväxtröjt genererade ett positivt netto. Underväxtröjningen utgör en stor kostnad och slår hårt på nettot.

**Tabell 4.1** De jämförda metoderna massaved underväxtröjd (MU), massaved ej underväxtröjd (MEU), trädelsuttag underväxtröjd (TU) och trädelsuttag ej underväxtröjd (TEU)

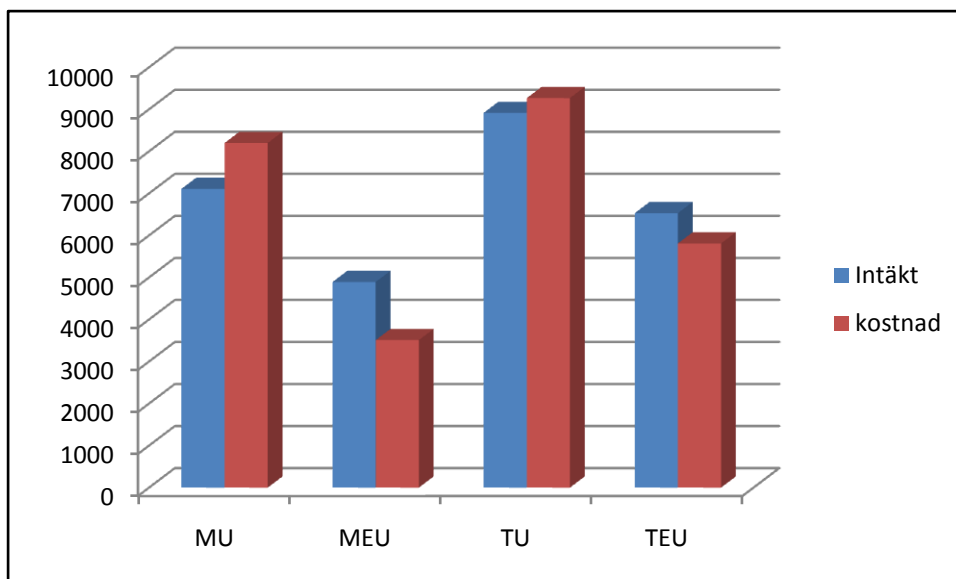
Yta	metod	Uttag (m <sup>3</sup> fub/ha)	Uttag (råton kg/ha)	Intäkt (kr/ha)	Kostnad Skördare (kr/ha)	Kostnad Skotning (kr/ha)	Underväxtröjning (kr/ha)	Netto (kr/ha)
1	MU	24,7	-	7 107	4 715	1 984	1 500	-1 092
2	MEU	16,8	-	4 892	2 464	1 045	-	1 383
3	TU	-	9 543	8 915	5 725	2 042	1 500	-1 852
4	TEU	-	6 989	6 530	3 986	1 823	-	720

I figur 4.1 jämförs de olika metoderna massaved underväxtröjd (MU), massaved ej underväxtröjd (MEU), trädelsuttag underväxtröjd (TU) och trädelsuttag ej underväxtröjd (TEU) där uttaget redovisat i råkilogram per hektar. Där massaved var metoden är volymen multiplicerad med 950 kg/m<sup>3</sup>fub, för att få den i kilogram. Flisen är våginmätt ute i fält. I uttaget av träddelar fås ett mycket större uttag i kilogram jämfört med massavedsuttag. Det finns alltså en outnyttjad potential jämfört med när det bara görs uttag av massaved. Studien visar att massaveden lönar sig lite bättre. Ett kombinerat uttag av massaved och träddelar kanske vore det mest lönsamma.



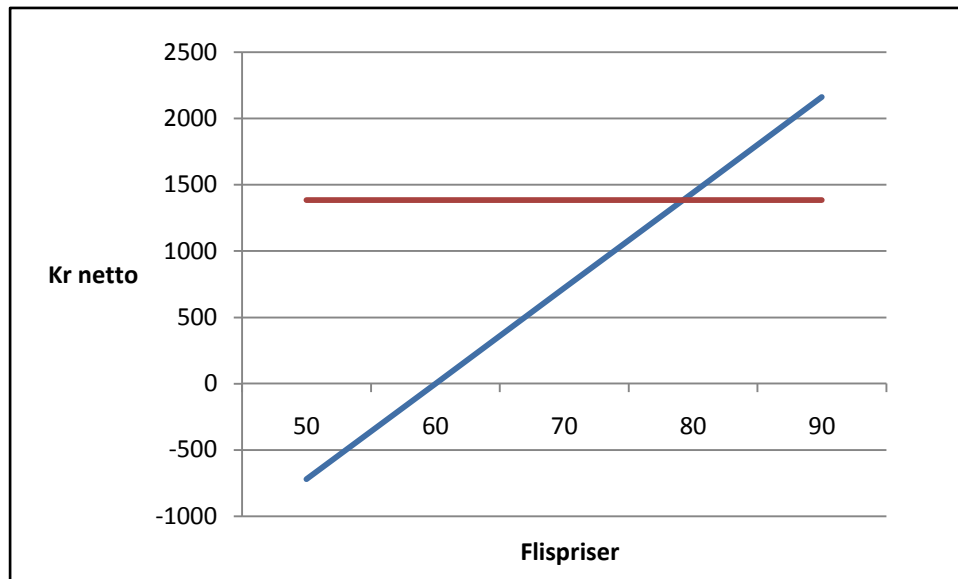
**Figur 4.1** Uttaget för parcellerna MU, MEU ,TU och TEU i kilogram per hektar.

I figur 4.2 nedan visas kostnader och intäkter för de olika metoderna. Båda ytorna MU och TU som var underväxtröjda har fått ett negativt resultat medan de ytor som inte har underväxtröjts har genererat ett positivt resultat. Kostnaden för underväxtröjningen slår hårt på resultatet i förstagallring. På ytorna MU och TU stod det mer skogskubikmeter och det tog längre tid för maskinerna att upparbeta skogen på de parcellerna vilket också hade inverkan på resultatet. Yta MEU, som hade den lägsta avverkningskostnaden, var skogen glesare och här gjordes det i princip bara uttag av gran vilket kunde hålla ner kostnaden för avverkningen.



**Figur 4.2** Kostnader och intäkter för de olika metoderna; massaved underväxtröjd (MU), massaved ej underväxtröjd (MEU), träddelesuttag underväxtröjd (TU) och träddelesuttag ej underväxtröjd (TEU).

I figur 4.3 visas på vilken nivå flispriset hade behövt ligga på för att ha kommit upp i samma netto som MEU, då är det träddeleytan TEU som det jämförs med, eftersom den gav det bästa nettot av träddeleyförsöken. För att träddeleyuttaget skulle ha gett samma resultat som massavedsuttaget utan underväxtröjning gjorde, hade flispriset behövt ligga på 77,1 kronor per m<sup>3</sup>s, istället för nuvarande 70 kronor. Skulle priset ha varit på 90 kronor per m<sup>3</sup>s, skulle det ha gett ett positivt netto på 2 586 kronor och hade då varit ett lönsammare alternativ med 1 203 kronor per hektar än massaveduttaget utan underväxtröjning.



**Figur 4.3** X-axeln visar flispriset och y-axeln visar gallringsnettot. Skräningspunkten hamnar där träddeleyuttaget skulle ha gett samma netto som massaved utan underväxtröjning, räknat på yta TEU som gav det bästa resultatet av träddeleyuttagen (ej underväxtröjd).



## 5 DISKUSSION

Den metod som i denna studie gav det bästa nettot var ”massavedsuttag utan underväxtröjning”, vilken gav ett positivt netto på 1 383 kronor per hektar. Metoden hade den lägsta kostnaden, men även den lägsta intäkten. Metoden ”träddelsuttag utan underväxtröjning” gav också ett positivt netto, medan de båda ytorna med underväxtröjning genererade negativa nettoresultat. Detta visar att röjningskostnaden har stor betydelse vid en förstagallring och att underväxtröjningen slår hårt på totalkostnaden.

För att få ett mer tillförlitligt resultat behövs en mer omfattande studie om massaved kontra träddelar genomföras. Även huruvida underväxtröjningen skall göras eller inte behöver utredas mer i detalj. Utifrån resultatet i den här studien blir slutsatsen att flispriset måste stiga, för att träddelsuttag ska komma upp i samma lönsamhet som massavedsgallringen gav. Det finns en stor outnyttjad resurs i form av toppar och ris som blir kvar i skogen när bara massaved tas ut vid gallring. En studie där ett kombinerat uttag av massaved och träddelar genomförs, skulle vara intressant att se resultatet av. En konkret slutsats av detta arbete blir därför att rekommendera en fortsatt studie om det.

Massavedsuttag utan underväxtröjning, som gav det bästa nettot, gjordes på en parcell som i princip bara innehöll gran och där skogen var lite glesare jämfört med de andra parcellerna. Möjligen kan detta ha påverkat resultaten. På de övriga parcellerna stod det mer kubikmeter och dessa hade också ett större inslag av löv. Medelstammen för de olika parcellerna skilde sig inte så mycket åt att det ska ha påverkat resultatet. Massavedsuttag utan underväxtröjning fick betydligt lägre avverkningskostnad vilket i sin tur hade en avgörande betydelse för att den genererade ett positivt netto. Jan-Erik Liss studie (2004) pekar i samma riktning, att det är mer lönsamt med uttag av massaved än träddelar.

Underväxtröjningen utgör en relativt stor kostnad i en förstagallring. Där tror jag att det bara skall utföras i bestånd med riklig underväxt och inte utföras generellt i alla bestånd. Andra saker som talar för att man skall fortsätta med underväxtröjning är att maskinföraren får bättre sikt vilket är en förutsättning för att det skall bli bra gallrat. Han får lättare att hålla stickvägsavståndet och gallra bort rätt träd. Arbetsmiljön för föraren blir också bättre.

För att kunna gallra och gå med vinst skall, enligt min mening, en satsning på en ganska hård ungskogsröjning göras. Trädslagsblandningen har betydelse, ett trädslag är mer gynnsamt än när det finns flera. Ett problem som skulle kunna dyka upp på grund av den hårda ungskogsröjningen, är uppslag av sly, vilket kan medföra att en underväxtröjning ändå måste utföras innan gallring.

För att försöket skulle ha gett en högre avkastning borde gallringen ha utförts några år senare. Ur skötselsynpunkt skedde dock ingreppet i rätt tid. Resultaten i denna studie ska dock tolkas med försiktighet. För att få ett mer tillförlitligt resultat hade skogen behövt vara jämnare så att jämförelsen mellan metoderna kunnat ske på mer lika villkor, men skog ser sällan likadan ut.





## 6 SAMMANFATTNING

Syftet med studien har varit att jämföra olika varianter av uttag av massaved och skogsbränsle vid förstagallring för att se vilken metod som ger störst lönsamhet (kostnader-intäkter). I studien jämfördes fyra olika metoder med varandra, massavedsuttag med underväxtröjning, massavedsuttag utan underväxtröjning, träddelesuttag med underväxtröjning och träddelesuttag utan underväxtröjning. I ett bestånd lades fyra parceller ut på ca 0,23 ha vardera. De fyra metoderna tilldelades var sin parcell och där gjordes tidstudier på maskinerna, för att få fram avverkningskostnaden för de olika metoderna. Beståndet där parcellerna lades ut var 30 år, grandominerat och låg i Harg i Uppland.

Maskintiden är i undersökningen räknad på  $G_0$ -h. I studien användes en skördare av märket Timberjack, modell 1070 D med en tiometers kran med ett 745 aggregat och flerträdshanteringsutrustning. Skotaren var också av märket Timberjack, modell 810 D.

Massaveden mättes in av skördaren och multiplicerades sedan med det aktuella massavedspriset för att få fram en intäkt. Skogsbränsleuttaget räknades fram genom att skotaren utrustades med en våg, som vägde uttaget av biomassan. Därefter användes omräkningstabeller för att översätta vikten till  $m^3$ s vilken är den enhet som används vid betalning här.

Den metod som gav det bästa nettot var massavedsuttag utan underväxtröjning, som gav ett positivt netto på 1 383 kronor per hektar. Metoden hade den lägsta kostnaden, men även den lägsta intäkten. Träddelesuttag utan underväxtröjning gav också ett positivt netto, medan de båda ytorna med underväxtröjning genererade negativa netton.

Detta visar att kostnaden har stor betydelse vid en förstagallring och att underväxtröjningen slår hårt på kostnaden. Slutsatsen blir att underväxtröjning kanske inte alltid skall vara en given insats innan gallring, utan att röjning bara bör användas i bestånd med rik underväxt där denna utgör stora hinder för skördaren.

För att metoden *Träddeles utan underväxtröjning* som gav det bästa resultatet av träddelesförsöken, skulle ha kommit upp i samma netto hade priset per  $m^3$ s behövt ligga på 77,1 kronor istället för nuvarande 70 kronor per  $m^3$ s, alltså tio procent högre än idag. Allt tyder på att massavedsgallring, givet den typ av skog och maskinsystem som använts här, fortfarande det mest konkurrenskraftiga alternativet vid förstagallring.



# 7 KÄLLFÖRTECKNING

## 7.1 Publikationer

Iwarsson Wide, Mia (2009): *Skogforsk resultat nr 8 2009*  
Uppsala: Skogforsk.

Andersson, Gert, Norden, Berndt , Åstrand Cecilia, Raida Jirjis (2000): *Skogforsk resultat nr 8 2000*.

Jylhä, Paula, Laittla, Juha, Kärhä, Kalle, Björnheden, Rolf (2007): *Skogforsk resultat nr 19 2007*.

## 7.2 Internetdokument

Länk A:

Stora Enso, (2010)

<http://www.storaenso.com/wood-forest/stora-enso-skog/stora-enso-bioenergi/foretaget/trycksaker/Documents/Grothandbok%20jan%202010.pdf>

Länk B:

Liss, Jan-Erik (2006), Långa toppar – metod för uttag av skogsbränsle i slutavverkning,

<http://dalea.du.se/research/archive/9544af4a-9321-4947-99d1-b33ea69b0332/522aa6b9-232a-4e26-8d94-5e7e922aafb4.pdf>

Länk C:

Liss, Jan-Erik (2004), Avverkningsvolym och netto i tidig gallring vid alternativen skogsbränsle eller massaved.

<http://dalea.du.se/research/archive/132e41e5-e76b-40fe-9be8-2accd0a9b899/5ad165fd-b8be-4ddb-9f9d-08410fa70fd8.pdf>

Länk D:

Enander, Göran (2008), Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring,

<http://www.askungenvital.se/rek2008.pdf>

Länk E:

Samuelsson, Hans (2001). Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling,

<http://www.svo.se/forlag/meddelande/1518.pdf>

Länk F:

Sveaskog, (2007),

[http://www.sveaskog.se/Documents/Om%20Sveaskog/Best%C3%A4ll%20informationsmaterial/forum\\_sveaskog0307.pdf](http://www.sveaskog.se/Documents/Om%20Sveaskog/Best%C3%A4ll%20informationsmaterial/forum_sveaskog0307.pdf)

Länk G:

SLU, (2010),

<http://http://www.biofuelcalc.sites.djangouope.com/>