

## Maskinell underväxtröjning med Timberjack 770/720 innan slutavverkning

Studier av en bränsleanpassad metod hos  
Mellanskog, Månkarbo

Isabelle Bergkvist och Berndt Nordén



**Omslag:** Timberjack 770/720 (ej det bestånd som beskrivs i studien)

**Foto:** Tillverkaren

**Ämnesord:** Maskinell underväxtröjning, skogsbränsle, slutavverkning

---

#### **SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut**

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plant-skolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktions effektivitet. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

**SkogForsk-Nytt:** Nyheter, sammanfattningar, översikter.

**Resultat:** Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

**Redogörelse:** Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

**Report:** Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

**Handledningar:** Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

---

# Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	4
Bakgrund.....	4
Syfte.....	4
Förutsättningar .....	4
Studievård, maskiner och förare .....	4
Bestånd .....	4
Metoder .....	5
Upplägg och genomförande .....	5
Förberedande fältarbete .....	6
Tidsstudien.....	6
Underväxtröjningsstudier .....	6
Skördarstudier .....	6
Resultat .....	6
Uttag och beståndsdata .....	6
Avverkning.....	7
Underväxt .....	7
Slutavverkning.....	8
Analys .....	9
Underväxt.....	9
Normering.....	10
Kostnader.....	11
Förutsättningar.....	11
Jämförelse kostnad/intäkt avverkningen .....	11
Drivningsnetto .....	12
Kostnadsutrymme .....	12
Diskussion .....	13
Allmänt .....	13
Avverkning/skotning .....	13
Drivningsnetto.....	14
Slutsatser.....	14
Referenser.....	15
Bilaga 1:1    Momentindelning, skördare underväxt.....	17
Bilaga 1:2    Momentindelning, skördare rundvirke.....	18
Bilaga 2    Regressionssamband.....	19



# Sammanfattning

Denna studie genomfördes i huvudsak under november–december 2001 i form av ett delfinansierat uppdrag åt Mellanskog ek för. Syftet var att utvärdera lönsamheten av att förröja bränsleanpassade slutavverkningsbestånd maskinellt med ett flerträdshanterande aggregat. Till skillnad från manuell underväxt-röjning har man genom flerträdshanteringen möjlighet att lägga röjstammarna i högar och på så vis utnyttja underväxten i skogsbränslesortimentet.

Förröjningen utfördes med en Timberjack 770/720. Skotning av skogsbränsle och rundvirke gjordes med hjälp av en Mini Bruunett FMG 678 och en Rottne SMV stod för slutavverkningen av beståndet.

Studien omfattade två studieled, röjt och oröjt. Studieledet ”Röjt” förröjdes enligt ovan nämnda metod. Röjstammarna skotades ut innan slutavverkningen och lades i välda. Förröjning och slutavverkning tidsstuderades i en centiminut-studie. I det oröjda studieledet gjordes en normal bränsleanpassad slutavverkning som tidsstuderades.

Engreppsskördarens prestation ökade något i det röjda studieledet. Drivningsnettot minskade dock vid förröjning på grund av ökade maskinkostnader som orsakades av att ytterligare en maskin i systemet, tillsammans med de ökade kostnaderna för skogsbränslehantering och dessutom en låg intäkt för sortimentet, se tabell 1.

Möjlig finns det en effektiviseringspotential i metoden med förröjning, men vid nuvarande skogsbränslepriser och vid den prestationsökning som kunde påvisas vid studien kan metoden med maskinell förröjning inte anses lönsam.

Tabell 1.  
Jämförelse av kostnader, intäkter och netto vid avverkning av förröjt respektive oröjt bestånd.

Metod	Röjt	Oröjt				
<b>Volym</b>						
Timmer m <sup>3</sup> fub/ha	429	429				
Massaved m <sup>3</sup> fub/ha	48	48				
Skogsbränsle m <sup>3</sup> s/ha	191	161	<b>Differens</b>	<b>Röjd</b>	<b>Oröjd</b>	<b>Differens</b>
<b>Rundv.volym totalt</b>	<b>477,5</b>	<b>477,5</b>	<b>röjd–oröjd</b>			<b>röjd–oröjd</b>
<b>Kostnader</b>	<b>kr/ha</b>	<b>kr/ha</b>	<b>Kr/ha</b>	<b>kr/m<sup>3</sup>fub</b>	<b>kr/m<sup>3</sup>fub</b>	<b>kr/m<sup>3</sup>fub</b>
Avverkning underväxt	4 215	0	4 215	9	0	9
Skotning underväxt	1 235	0	1 235	3	0	3
Skotning trädrester	3 213	3 213	0	7	7	0
Avverkning rundvirke	11 184	12 147	-962	23	25	-2
Skotning rundvirke	11 937	11 937	0	25	25	0
Flisning	7 630	6 426	1 203	1,5	0	1,5
<b>Summa kostnader</b>	<b>39 416</b>	<b>33 724</b>	<b>5 692</b>	<b>68</b>	<b>57</b>	<b>11</b>
<b>Intäkter</b>						
Timmer	208 700	208 700	0	437	437	0
Massaved	10 185	10 185	0	21	21	0
Skogsbränsle	10 870	9 160	1 710	23	19	4
<b>Summa intäkter</b>	<b>229 770</b>	<b>228 050</b>	<b>1 710</b>	<b>480</b>	<b>477</b>	<b>3</b>
<b>Netto</b>	<b>190 350</b>	<b>194 330</b>	<b>-3 980</b>	<b>412</b>	<b>420</b>	<b>-8</b>

# Inledning

## **Bakgrund**

Tät underväxt sänker prestationen vid slutavverkning (Eickhoff, 1991) och leder därigenom till dyrare avverkningskostnader och lägre netto. Dessutom försämras sikten i beståndet av underväxten, vilket bland annat kan försvåra aptering, samt öka andelen toppbrott på grund av felfällning. Även skogsbränslehanteringen försvåras av underväxtbeståndet eftersom risken är stor att man vid skotningen av riset rycker upp kvarstående underväxt med hela rotklumpen. Rotklumpen innehåller sten och jord som sedan förstör knivstål och förorenar materialet vid flisningen.

Motormanuell förröjning används vid tät underväxt, men detta är tidsödande och man befarar en kommande brist på arbetskraft. Vidare kan röstammarna vid manuell röjning ej utnyttjas som skogsbränsle på grund av att de ligger alltför utspridda i beståndet för att det skulle vara ekonomiskt och tekniskt möjligt att skota ihop dem. På Mellanskog ville man därför utvärdera en maskinell röjningsmetod där man utnyttjar röjningsstammarna i skogsbränslesortimentet och därigenom får en intäkt från röjningen. Målsättningen var att röjningen med denna metod skulle ge ett nollresultat. Metoden studerades av SkogForsk med avseende på prestation och kostnader som ett delfinansierat uppdrag åt Mellanskog.

## **Syfte**

Syftet med studien var att studera prestation, kostnader och lönsamhet av maskinell underväxtröjning, där underväxten tillvaratogs som skogsbränsle.

# Förutsättningar

## **Studievärd, maskiner och förare**

Studien genomfördes på Tierps häradsallmänning 26 november – 18 december 2001 (förröjning och avverkning). Ansvarig för avverkningen var Mellanskog ek för, Tierp–Skärplinge sbo.

Den maskinella förröjningen utfördes av en Timberjack 770 med ett Timberjack 720-aggregat. Aggregatet är utrustat med ett klippaggregat samt en ackumuleringsenhet som gör det möjligt att plocka och hantera ett flertal stammar per krancykel. Förare var Dan Lagerberg. Dan har arbetat som testförare hos Timberjack och bedömdes vara en skicklig förare. Till slutavverkningen användes en Rottne SMV och till skotningen en Mini Bruunett FMG 678. Förare var Fredrik Torstensson respektive Bengt Larsson, båda har lång erfarenhet av maskinell avverkning. Kvalitetsmässigt bedömdes förarna i slutavverkningslaget vara mycket skickliga, vilket dock möjligen medförde att prestationen var något lägre än normalt vid motsvarande beståndsförutsättningar.

## **Bestånd**

Studien genomfördes i ett tvåskiktat bestånd med grandominerad underväxt och ett talldominerat huvudbestånd. Genom beståndet löper en nyanlagd skogsbilväg vilken slutar i en vändplan ungefär mitt i beståndet. Terrängför-

hållandena var mycket goda i den delen av beståndet som ingick i studien. Underväxten var utpräglat gruppställd med ca 2 000 stammar/ha och en medelhöjd på ca 4 m. Medelstamvolymen i huvudbeståndet låg på drygt 1,4 m<sup>3</sup>fub och stamantalet var ca 350 stammar per ha. Slutavverkning skedde på totalt ca 5 ha, varav ca 2 ha ingick i studien i form av två studieled à 1 ha. Stamantal och medelstamvolym skiljde sig marginellt mellan studieleden (tabell 3 i resultatavsnittet). I studieleden sparades 17 respektive 43 tallar per ha för senare avverkning till ett stolpsortiment. Dessutom sparades ett mindre antal granar, vilka ansågs för grova för skördaren. Även en kantzon mot en del av landsvägen sparades vid slutavverkningen på grund av att det började blåsa hårt mot slutet av studien. De kvarvarande träden ansågs inte hindra avverkning eller skotning nämnvärt och de bedömdes därför inte påverka studien. De kvarvarande stammarna har tagits med vid beräkningar av sortimentsutfall, kostnader och intäkter.

## **Metoder**

Studien gjordes i två studieled, ”röjt” och ”oröjt”. I studieledet ”röjt” avverkades underväxten maskinellt innan slutavverkningen. Vid avverkningen av underväxten tillämpades flerträdshantering av röstammarna. Detta gjordes genom att flera stammar greppades och kapades samtidigt med hjälp av aggregatets klipp. Stammarna hölls fast i ackumuleringsenheten vilket möjliggjorde ett antal på varandra följande kap innan stammarna lades ner i högar. I studien gjordes som mest 7 kap med upp till 35 stammar i samma krancykel. Högarna med röstammar skotades ut till en vält vid skogsbilvägen. Skotningen skedde innan slutavverkningen påbörjades, eftersom högarna med röstammar ansågs hindra drivningen av beståndet. I studieledet ”oröjt” skedde ingen underväxt-röjning innan slutavverkningen. Slutavverkningen skedde i båda studieleden enligt normal avverkningsmetod med bränsleanpassning. Rundvirket skotades ut till avlägg längs skogsbilvägen. Skogsbränslet skotades och lades i vält. Skotningen av rundvirke skedde i samband med avverkningen av beståndet, medan grenar och toppar skotades efter att avverkningen och rundvirkes-skotningen avslutats. Metoderna jämfördes med avseende på prestationer, kostnader och intäkter.

## **Upplägg och genomförande**

Studieupplägg framgår av tabell 2. Tidsstudier i form av centiminutstudier genomfördes på förröjningsarbetet, samt på skördaren. Skotningen av röstammarna gjordes enligt en okonventionell arbetsmetod som inte möjliggjorde en regelrätt tidsstudie och prestationen skattades därför. Prestationerna för skotning av rundvirke och ris ansågs ej påverkas av de olika metoderna och normer för skotningsarbete vid motsvarande volymer, medelstam och stamantal användes. Även för flisningen gjordes en skattning av kostnaden.

Tabell 2.

Studieupplägg: Studien omfattade två studieled, där avverkningen studerades i båda leden. Underväxtröjningen studerades i det studieled som röjdes. Skotningen och flisningen ansågs ej påverkas nämnvärt av behandlingen och studerades därför inte. • = tidsstudie.

Studieled/Maskin	Röjt	Oröjt
Timberjack 770/720	•	
Engreppsskördare	•	•
Skotare ris		
Skotare rundvirke		
Flisare		

## Förberedande fältarbete

Två studieytor om vardera ca 1 ha mättes ut. Urvalet skedde med avseende på likartad terräng och liknande stamantal såväl i underväxt som i slutavverknings-skiktet.

I underväxtskiktet diametermättes de grövsta stammarna. Samtliga stammar i slutavverknings-skiktet diametermättes. Ett antal träd per trädslag i underväxt och slutavverknings skikten höjdmättes i syfte att skapa höjdkurvor för beståndet och möjliggöra kuberingar av respektive skikt. Efter avverkningen räknades antalet kvarstående träd och arealerna justerades efter kvarlämnade kanter etc.

## Tidsstudien

### Underväxtröjningsstudier

För tidsstudien användes en Husky Hunter mikrodator och studiemannen var Berndt Nordén, SkogForsk. Tidsåtgången för varje moment (bilaga 1) registrerades i centiminuter. För varje observation noterades dessutom antal kap per krancykel, antal stammar per kap, samt medeldiametern för stammarna i ett kap.

### Skördarstudier

Slutavverknings-skördaren tidsstuderades på liknande sätt som den mindre maskinen. Även för skördarstudien var Berndt Nordén ansvarig för tidsstudien. Förutom centiminuter per moment noterades trädslag och diameter för samtliga stammar, samt antalet timmer- och massavedsbitar.

## Resultat

### Uttag och beståndsdata

Stamantalet före avverkning var ca 350 stammar/ha i båda studieleden (tabell 3). Underväxten dominerades av gran med ett litet lövinslag och höll ett stamantal på ca 2 000 stammar/ha. Medelstamvolymen i ursprungsbeståndet exklusive underväxt var ca 1,4 m<sup>3</sup>fub. Ett antal stammar lämnades vid studietillfället för avverkning vid senare tillfälle. Anledningen till detta var dels att man tog ut stolpsortiment ur tallen, samt att vissa stammar ansågs för grova för maskinell avverkning. Detta medförde att medelstamvolymen sjönk något i uttaget, till 1,35 m<sup>3</sup>fub i det röjda beståndet. I det oröjda beståndet avverkades dessutom ett antal underväxtstammar som massaved, vilket sänkte medel-



stammen ytterligare i det oröjda studieledet till 1,31m<sup>3</sup>fub. Vidare lämnades en kantzon mot vägen i det röjda studieledet då det började blåsa och snöa kraftigt under den sista studiedagen. Arealen på det röjda beståndet var därför 0,2 ha större vid studien av underväxtröjningen jämfört med studien av slutavverkningen. Detta bedömdes dock ej påverka resultatet. Studieleden ansågs helt likvärdiga i terrängförhållande, markförhållande och underväxttäthet.

Tabell 3.  
Data för beståndet (exklusive underväxt) före och efter avverkningen, samt för uttaget.

Studieled	Röjt	Oröjt
<b>Före avverkning</b>		
Underväxt stammar/ha	ca 2 000	ca 2 000
Stamantal stammar/ha	341	355
Volym m <sup>3</sup> fub/ha	480	475
Medelstam m <sup>3</sup> fub	1,4	1,35
Trädslagsfördelning (TGL i %)	78 21 01	68 32 00
<b>Uttag</b>		
Stamantal stammar/ha	292	331
Volym m <sup>3</sup> fub/ha	394	433
Medelstam	1,35	1,31
Trädslagsfördelning (TGL i %)	76 23 01	67 33 00
<b>Kvarvarande bestånd</b>		
Stamantal stammar/ha	49	22
Volym m <sup>3</sup> fub/ha	85	42
Medelstam m <sup>3</sup> fub	1,74	1,89
Trädslagsfördelning (TGL i %)	88 12 00	77 23 00
<b>Kvarvarande kant</b>		
Stamantal stammar/ha	50	
Volym m <sup>3</sup> fub/ha	68	
Medelstam m <sup>3</sup> fub	1,37	
Trädslagsfördelning (TGL i %)	32 56 12	

## Avverkning

### Underväxt

Momenttiderna som uppmättes vid studien av Timberjack 770 (tabell 4) visar på en prestation motsvarande drygt 300 stammar/G<sub>15</sub>-h. Stamantalet i underväxtbeståndet var ca 1 900 stammar/ha. För volymberegning användes S.-O.

Anderssons (Andersson, 1954) funktioner för kubering av småträd, vilket gav en volym per träd i m<sup>3</sup>fub. Volymen multiplicerades med 2 för att få en uppskattad volym biomassa (m<sup>3</sup>fbio) per ha. Avverkad biomassa per ha var ca 18 m<sup>3</sup>fbio/ha, prestationen var ca 2,5 m<sup>3</sup>fbio per G<sub>15</sub>-h. Det flerträds hanterande aggregatet möjliggjorde upp till 7 kap och 35 avverkade stammar per krancykel. Antalet kap och träd per krancykel påverkas av stamantal och stammarnas fördelning i beståndet.

Tabell 4.  
Grundtider underväxtröjning, cmin/träd

	cmin/träd	cmin/kap	cmin/cykel
Körning	3,5	13,4	30,3
Kran ut	0,6	2,3	5,3
Kapning totalt	12,3	47,3	106,9
Fällning	2,1	8,1	18,4
Övrig verktid	0,1	0,5	1,2
<b>Summa</b>	<b>18,7</b>	<b>71,7</b>	<b>162,1</b>
Areal	1,2		
Stammar/ha	1 916		
m <sup>3</sup> bio/ha	18,3		
Träd/kap	3,8		
Träd/cykel	8,7		
Prestation, träd/G <sub>0</sub> -h	321		
m <sup>3</sup> bio/G <sub>0</sub> -h	3,1		
Omräkningstal G <sub>0</sub> -G <sub>15</sub>	0,85		
Prestation, träd/G <sub>15</sub> -h	273		
m <sup>3</sup> bio/G <sub>15</sub> -h	2,5		

### Slutavverkning

Prestationen i slutavverkningen ökade med ett träd per G<sub>15</sub>-h i det underväxtröjda studieledet jämfört med det oröjda (tabell 5). Främsta orsaken till prestationsökningen var att ca 4 % av tidsåtgången per träd i det oröjda studieledet fick läggas på röjning. Dessutom tog momentet intagning något längre tid i det oröjda studieledet. Detta kan bero på att underväxten tar emot och stoppar upp intagningen av stammarna. Resterande moment blev något längre i det röjda studieledet. Förmodligen beror det på en grövre medelstam (1,35 m<sup>3</sup>fub i det röjda studieledet mot 1,31 i det oröjda), samt något lägre uttag i det röjda beståndet (292 stammar/ha i röjda studieledet jämfört med 331 stammar/ha i det oröjda studieledet). Övrig verktid (tillrättaläggning av virkesbitar och dylikt) blev något längre i det röjda studieledet.

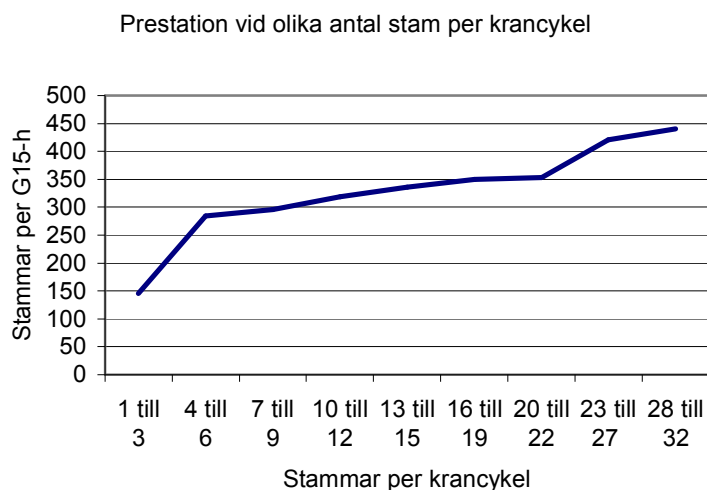
Tabell 5.  
Grundtid avverkning, cmin/träd.

cmin/träd	Röjt	Oröjt
Körning	27,2	25,5
Kran ut	14,3	13,4
Fällning	22,5	23,8
Intagning	16,8	17,6
Kvistning/Kapning	116,9	111,6
Röjning	0,1	8,8
Övrig verktid	2,3	1,9
<b>Summa, cmin/träd</b>	<b>200,0</b>	<b>202,6</b>
Areal, ha	1	1
Avverkade stammar/ha	292	331
Volym, medelstam	1,35	1,309
Prestation, träd/G <sub>0</sub> -h	30	29,7
m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	40,5	38,8
Omräkningstal	0,8	0,8
Prestation, träd/G <sub>15</sub> -h	24	23,7
m <sup>3</sup> fub/G <sub>15</sub> -h	32	31

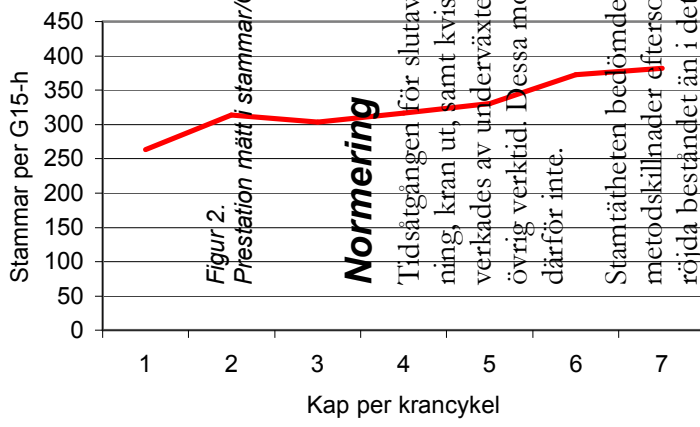
## Analyser

### Underväxt

Prestationen i underväxtröjningen ökade med antal kap per krancykel och antal stammar per krancykel (figur 1 respektive 2). Siffrorna tyder på att prestationen kan ökas i stamtätare bestånd där förutsättningen för att hantera fler stammar per krancykel är bättre.



Figur 1.  
Prestation mätt i stammar/G<sub>15</sub>-h vid ökande antal stammar per krancykel.



Prestation vid olika antal kap per krancykel

Figur 2.  
Prestation mätt i stammar/G<sub>15</sub>-h vid ökande antal kap

**Normering**

Tidsåtgången för slutavverkning normerades i minning, kran ut, samt kvistning/kapning. Arbete verkades av underväxten i det oröjda beståndet överig verktid. Dessa moment ansågs spegla m därför inte. Stamtätheten bedömdes påverka momenten k metodskillnader eftersom tidsåtgången för de röjda beståndet än i det oröjda.

Medelvärde för de båda studieleden användes antal stammar/ha.

Sambandet mellan tidsåtgången och medelstamning-kapning beräknades genom en enkel regressionsanalys för de båda studieleden sattes in i respektive studieledens momenttid för kvistning och kapning återfinns i bilaga 2.

Prestationen påverkades mycket lite av tidsnorrningen träd/G<sub>15</sub>-h påverkades inte alls, med ökade från 34 till 35 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-h i det röjda s

Tabell 6.  
Normerad tidsåtgång (cmin/träd) och prestation.

<b>cmin/träd</b>	<b>Röjt</b>	<b>Oröjt</b>
Körning	26,3	26,3
Kran ut	13,8	13,8
Fällning	22,5	23,8
Intagning	16,8	17,6
Kvistning/Kapning	115,0	113,1
Röjning	0,1	8,8
Övrig verktyd	2,3	1,9
Summa, cmin/träd	196,8	205,3
Areal, ha	1	1
Avverkade stammar/ha	292	329
Volym, medelstam	1,35	1,309
Prestation, träd/G <sub>0</sub> -h	30,5	29
m <sup>3</sup> fub/G <sub>0</sub> -h	41	38
Omräkningstal	0,8	0,8
Prestation, träd/G <sub>15</sub> -h	24	23
m <sup>3</sup> fub/G <sub>15</sub> -h	33	31

## **Kostnader**

### **Förutsättningar**

Kostnaderna för maskinerna, samt omvandlingstal från G<sub>0</sub>-h till G<sub>15</sub>-h beskrivs i tabell 7. Uppgifterna om kostnader kommer från Mellanskog (Johansson, muntligt). Kostnaden för flisningen i tabellen motsvarar ett medelvärde för flisning stamved och flisning av grot, uppgifterna kom från Naturbränsle i Mellansverige AB (Sjögren, muntligt).

Tabell 7.  
Uppskattade timkostnader och ackordsersättning för maskinerna i studien, samt omvandlingstal från G<sub>0</sub>- till G<sub>15</sub>-prestation.

<b>Maskin</b>	<b>Kr/G<sub>15</sub>-h</b>	<b>Kr/m<sup>3</sup>fub</b>	<b>Omvandlingstal G<sub>0</sub>- till G<sub>15</sub>-prestation</b>
Timberjack 770/720	600	–	0,85
Rottne EGS	800	37	0,80
FMG 678	350	25	0,85
Flisning	1 200	40	

## **Jämförelse kostnad/intäkt avverkningen**

### **Förutsättningar**

I tabell 8 beskrivs skillnader mellan kostnader och intäkter för de olika metoderna. Sortimentutbytet i studieleden har beräknats i dataprogrammet Utbyte (SkogForsk, 1997). Volymen timmer respektive massaved har satts lika i studieleden (medelvärdet). Kostnader för avverkningen är beräknade på timkostnader för maskinerna (Johansson, muntligt) och G<sub>15</sub>-tid i respektive studieled. Eftersom skotning av trädrester och rundvirke, samt flisningen inte tidsstuderades, då de inte ansågs påverkas av metodskillnaderna, beräknades kostnaden för rundvirkesskotning och flisning med hjälp av uppgifter om ackordspriser från Mellanskog (Johansson; Strömberg, muntligt). Ackordspriset för skotning ansågs vara 25 kr/m<sup>3</sup>fub, ackordspriset för flisning i vältta sattes till 40 kr/m<sup>3</sup>s. Den

totala tidsåtgången för skotningen av underväxten noterades och kostnaden kunde därför uppskattas per  $G_{15}$ -h. Timmerpriset är hämtat från uppgifter om skogsbrukets kostnader och intäkter 2000 (Johansson, 2001) där det värderats till 486,5 kr/m<sup>3</sup>fub. Priset på barrmassaved (210 kr/m<sup>3</sup>fub) är hämtat från Mellanskogs prislista för våren 2002. Energisortimentet betalas i nuvarande skick som otäckta avverkningsrester med 57 kr/m<sup>3</sup>s i container fritt bilväg (Strömberg, muntligt), täckta avverkningsrester i vält är prissatta till 81 kr/m<sup>3</sup>s. Faktor 2,5 har använts som omräkningstal mellan m<sup>3</sup>fbio och m<sup>3</sup>s.

### Drivningsnetto

Nettot beräknades till ca 190 000 kr/ha i det röjda studieledet och ca 194 000 kr/ha i det oröjda studieledet (tabell 7). Drivningsnettot är med andra ord ca 4 000 kr lägre per hektar i det röjda studieledet. Orsaken till detta är att hanteringen av underväxten bidrar med en kostnad på ca 6 800 kr/ha och tillskottet i energisortimentet ger en intäkt på ca 1 700 kr/ha. Kvarvarande underväxt fördyrar avverkningen, men endast med ca 960 kr/ha. Kostnaden per kubikmeter gagnvirke är ca 11 kr högre i det röjda beståndet än i det oröjda beståndet. Drivningsnetto/m<sup>3</sup>fub gagnvirke hamnar ca 8 kr lägre i det röjda beståndet. Om ersättningen för skogsbränslesortimentet varit 81 kr/m<sup>3</sup>s ökar drivningsnettot i det röjda studieledet med ca 800 kr/ha.

Tabell 7.  
Utbyte, kostnader och intäkter från respektive studieled.

Metod	Röjt	Oröjt				
<b>Volym</b>						
Timmer m <sup>3</sup> fub/ha	429	429				
Massaved m <sup>3</sup> fub/ha	48	48				
Skogsbränsle m <sup>3</sup> s/ha	191	161	Differens	Röjd	Oröjd	Differens
<b>Volym totalt</b>	<b>477,5</b>	<b>477,5</b>	<b>röjd-oröjd</b>			<b>röjd-oröjd</b>
<b>Kostnader</b>						
	<b>kr/ha</b>	<b>kr/ha</b>	<b>kr/ha</b>	<b>kr/m<sup>3</sup>fub</b>	<b>kr/m<sup>3</sup>fub</b>	<b>kr/m<sup>3</sup>fub</b>
Avverkning underväxt	4 215	0,0	4 215	9	0,0	9
Skotning underväxt	1 235	0,0	1 235	3	0,0	3
Skotning trädrester	3 213	3 213	0	7	7	0
Avverkning rundvirke	11 184	12 147	-962	23	25	-2
Skotning rundvirke	11 937	11 937	0	25	25	0
Flisning	7 630	6 426	1 203	1,5	0	1,5
<b>Summa kostnader</b>	<b>39 416</b>	<b>33 724</b>	<b>5 692</b>	<b>68</b>	<b>57</b>	<b>11</b>
<b>Intäkter</b>						
Timmer	208 700	208 700	0	437	437	0
Massaved	10 185	10 185	0	21	21	0
Skogsbränsle	10 870	9 160	1 710	23	19	4
<b>Summa intäkter</b>	<b>229 770</b>	<b>228 050</b>	<b>1 710</b>	<b>480</b>	<b>477</b>	<b>3</b>
<b>Netto</b>	<b>190 350</b>	<b>194 330</b>	<b>-3 980</b>	<b>412</b>	<b>420</b>	<b>-8</b>

### Kostnadsutrymme

De normerade tiderna och prestationerna indikerar en prestationsökning (m<sup>3</sup>fub/ $G_{15}$ -h) på ca 7 % vid slutavverkning av ett förröjt bestånd jämfört med ett bestånd med tät underväxt. Om man antar att motsvarande medelprestationsökning gäller över lag vid användande av metoden skulle detta innebära ett kostnadsutrymme (intäkterna/ $G_{15}$ -h i ett röjt bestånd minus intäkterna/ $G_{15}$ -h i ett oröjt bestånd) för förröjningen (figur 3). Intäkterna är beräknade enbart med hänsyn till ackordsersättning/m<sup>3</sup>fub och prestation. Därutöver tillkommer värdet av röstammarna i energisortimentet.



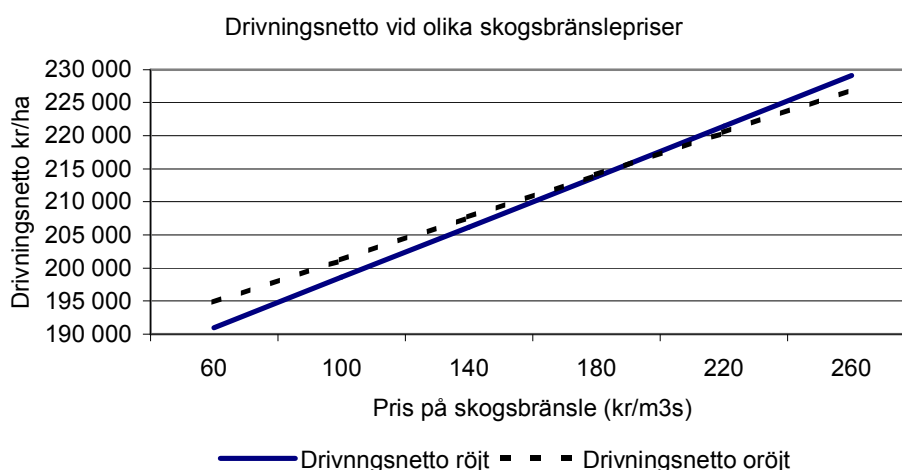
hamnat på röstammarna hade en skotningsoperation kunnat elimineras. Om allt annat hade varit lika hade dock alternativet med maskinell underväxtröjning ändå gett ett något lägre netto per hektar.

Enligt entreprenörer som ofta använder sig av metoden att förröja slutavverkningsbestånd förbättras prestationen även vid skotning. Det är möjligt att kalkylen förbättrats något om man gjort noggrannare studier även av skotningen. Förmodligen skulle dock lönsamheten endast varit marginell eftersom prestationshöjningspotentialen knappast är högre vid skotning än vid slutavverkning.

## Drivningsnetto

För att metoden med maskinell förröjning ska ge ett likvärdigt eller förbättrat drivningsnetto krävs t.ex. högre priser för skogsbränsle.

Figur 4 visar relationen mellan drivningsnetto och skogsbränslepris i det röjda respektive det oröjda studieledet givet de förutsättningar som gällde vid studien. Brytpunkten ligger ungefär vid 180 kr/m<sup>3</sup>s vid 7 % prestationsökning i slutavverkningen. Med tanke på att dagens pris är 57 kr/m<sup>3</sup>s ligger brytpunkten mycket långt borta.



Figur 4.  
Drivningsnetto vid olika metod och pris på skogsbränsle.

## Slutsatser

- Metoden med maskinell förröjning av slutavverkningsskog gav i denna studie 7 % prestationsökning.
- Avverkningskostnaden per hektar minskade med ca 900 kr eller ca 8 %.
- Hanteringen av underväxten bidrog med en ökad kostnad på ca 6300 kr/hektar eller ca 19 %.
- Den extra volymen skogsbränsle gav en intäkt på ca 1 700 kr/hektar en intäktsökning på ca 0,7 %.
- Drivningsnettot minskade med 4 000 kr/hektar motsvarande ca 2 %.
- Vid nuvarande skogsbränslepriser och vid den prestationsökning som kunde påvisas vid studien kan metoden med maskinell förröjning inte anses lönsam.



## Referenser

- Andersson, S.-O. 1954. Funktioner och tabeller för kubering av småträd. Stockholm, 1954.
- Eickhoff, K. 1991. Studie av underväxtens inverkan vid slutavverkning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Stencil 1991-09-19.
- Johansson, A. 2001. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2000. SkogForsk, 2001.
- Johansson, L.-R. 2002. Muntlig referens. Mellanskog ekonomisk förening.
- SkogForsk. 1997. Utbyte – ett dataprogram för utbytesberäkningar av timmer, massaved och skogsbränsle.
- Strömberg, S. 2002. Muntlig referens. Naturbränsle i Mellansverige AB.



### Momentindelning, skördare underväxt

Frankörning	Körning mellan uppställningsplatser. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannat.
Kran ut	Börjar när en trädbunt läggs ner och släpps eller när hjulen stannat. Avslutas när aggregatet sätts an mot stammen/stammarna. Beskriver även tiden mellan kapningarna i samma krancykel.
Kap	Börjar när aggregatet sätts an mot stammen/stammarna och avslutas när de är helt avskiljda från stubben. I studien förekom upp till sju kap per krancykel.
Nedtagning	Börjar när sista stammen i krancykeln avskiljts från stubben. Momentet avslutas med att trädbunten ligger på marken och en ny krancykel påbörjas alternativt att hjulen börjar rulla för framkörning till ny uppställningsplats.
Röjning	Tid som använts för underlättande av maskinens framkomlighet.
Övrig verktid	Tid som ingår i arbetet, men som inte kan hänföras till något av ovanstående moment.
Störning	Tid som ej ingår i avverkningsarbetet

### Momentindelning, skördare rundvirke

Framkörning	Körning mellan uppställningsplatser. Momentet startar när hjulen börjar snurra och avslutas när hjulen stannat.
Kran ut	Börjar när en topp släpps eller när hjulen stannat. Avslutas när aggregatet sätts an mot stammen/stammarna.
Fällning	Börjar när aggregatet sätts an mot stammen och avslutas när den är helt avskiljd från stubben.
Intagning	Börjar när stammen är avskiljd från stubben och avslutas när matarrullarna börjar snurra för upparbetning.
Kvistning–kapning	Startar när matarrullarna börjar snurra för upparbetning. Momentet registreras separat för varje bit och avslutas när toppen släpps.
Röjning	Tid som använts för underlättande av maskinens framkomlighet, främst röjning av underväxt.
Övrig verktid	Tid som ingår i arbetet, men som inte kan hänföras till något av ovanstående moment.
Strul	Tid som ej ingår i avverkningsarbetet.
Störning	Tid som ej ingår i avverkningsarbetet.

### Regressionssamband

Följande regressionssamband har använts vid normeringen av skördarstudien:

#### Kvistning/kapning

$$KVKA = K + A * VOLY$$

Där:

KVKA är tidsåtgången I cmin för kvistning/kapning

VOLY är medelstammen i dm<sup>3</sup>fub

Värdena på K och A framgår av tabellen nedan:

	Oröjd	Röjd
K	5,462	2,091
A	0,081	0,085