



Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

---

## **Studie av en- och tvågrepps- skördare i skärmhuggning**

– prestation och kostnad samt mekaniska  
skador på skärmträd och beståndsförnygring

**Ulf Sikström och Dan Westerberg**

**Arbetsrapport nr 316  
1996**

**SkogForsk, Glunten, 751 83 UPPSALA  
Tel: 018-188500 Fax: 018-188600**

---

Serien Arbetsrapporter dokumenterar långliggande försök, inventeringsdata m.m. och distribueras ej till andra än direkt berörda.

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.

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

# Innehåll

Sammanfattning .....	1
Inledning .....	2
Syften och hypoteser .....	3
Syften.....	3
Hypoteser.....	3
Material och metod .....	3
Försökslokal och försöksuppläggning.....	3
Tidsstudie .....	7
Inmätning av beståndet innan avverkning .....	7
Maskiner, förare och instruktion till förarna .....	7
Arbetsmönster.....	7
Tidsåtgång och prestation.....	8
Normerad tidsåtgång och prestation .....	8
Avverkningskostnad .....	9
Skador på skärmträden .....	9
Skador på beståndsföryngringen .....	9
Provyteutläggning och datainsamling.....	9
Analys av skadade plantor och föryngringens höjdförändring.....	11
Ristäckning och ristjocklek.....	12
Resultat.....	12
Tidsstudie .....	12
Virkesuttag.....	12
Arbetsmönster.....	12
Tidsåtgång, prestation och kostnad.....	14
Skador på skärmträden .....	17
Skadade plantor .....	17
Skadegrad .....	18
Skadetyper .....	20
Föryngringens plantantal, luckighet och höjdförändring .....	20
Ristäckning och ristjocklek .....	22
Diskussion .....	24
Tidsstudie .....	24
Arbetsmönster.....	24
Uttag .....	24
Prestation och kostnad .....	24
Skador på skärmträd .....	25
Skador på föryngring.....	25
Referenser .....	27

Bilaga 1	Momentindelning vid tidsstudien.....	29
----------	--------------------------------------	----



# Sammanfattning

I en skötselmetod för att föryngra gran under högskärm ingår bl.a. åtgärden skärnhuggning, när man avser att föryngra beståndet. Vid tidpunkten för skärnhuggning kan det finnas etablerad beståndsföryngring, som kan bli ett värdefullt bidrag till det nya beståndet. Därför är det viktigt att minimera skadorna på beståndsföryngringen vid avverkningsarbetet. Syftet med studien var att jämföra engrepps- och tvågreppsskördare vid skärnhuggning. Jämförelsen avsåg dels prestation och kostnad för avverkningsarbetet vid skärnhuggning, dels mekaniska skador på skärmträd och beståndsföryngring orsakade vid avverkningsarbetet.

Hypotesen var att tvågreppsskördaren har lägre prestation jämfört med engreppsskördaren, eftersom tvågreppsskördaren hindras mer av de träd som lämnas i skärmen. I linje med hypotesen ovan torde tvågreppsskördaren orsaka mer skador på kvarvarande skärmträd och beståndsföryngring jämfört med engreppsskördaren.

Inom försökslokalen var en del av beståndet talldominerat och en annan del grandominerat. Dessutom fanns ett område (mellanzon) mellan de tall- och grandomierade delarna som endast utnyttjades för tidsstudien. Utläggning av de fasta försöksytorna för uppföljning av föryngringen, koncentrerades till de mer trädslagsrena delarna av beståndet. Gran var det dominerande trädslaget i den gruppställda beståndsföryngringen.

Tidsstudien gjordes som en cmin-studie och tidsfunktioner skapades för hur avverkningsmomenten beror av stamvolymen. Därefter beräknades prestation och kostnad. Efter skärnhuggningen registrerades skador på kvarvarande skärmträd. Även skador på föryngringen (barrplantor) registrerades på de fasta provytor som etablerades innan skärnhuggning.

Tvågreppsskördaren hade ca 14 % högre prestation, vilket motsäger den uppställda hypotesen och en tidigare studie. En förklaring kan vara att beståndsförutsättningarna var sådana att tvågreppsskördaren hade relativt lätt att arbeta simultant med kranen samtidigt som kvistning-kapning pågick, exv. fanns tydliga stickvägar i beståndet. Jämfört med tidigare studier var prestationen ungefär densamma. Detta trots att tvågreppsskördaren endast arbetade ca 6 % av tiden simultant i den tidigare studien jämfört med 40 % i denna studie. Tvågreppsskördaren tycktes inte ha samma problem med kvarstående stammar i denna studie. Troligen förklaras detta av att det aktuella beståndet hade ett större antal undertryckta träd med klenare diameter och att det fanns tydliga stickvägar.

Eftersom tvågreppsskördaren är en dyrare maskin (högre timpris) blev kostnaden per avverkad kubikmeter ungefär densamma för de bägge maskinerna, trots tvågreppsskördarens högre prestation.

Tvågreppsskördaren orsakade fler skador på omgivande träd än engreppsskördaren, i enlighet med den uppställda hypotesen. Detta talar för att använda engreppsskördare i skärnhuggning, bl.a. med tanke på risken för rötangrepp.

Konceptet med intagning och iläggning av stammar i uppdriftsenheten är inte speciellt lämpat för arbete i omgivande skog, vilket styrks av de skador tvågreppsskördaren orsakade på skärmträden.

I grandelen och för de båda delarna tillsammans (tall + gran) kunde inga skillnader i andel skadade plantor fastställas enligt den statistiska testen ( $\chi^2$ -test). Däremot var andelen skadade plantor större i talldelen, +14 p.e., efter avverkning med engreppsskördaren jämfört med tvågreppsskördaren. Det motsäger den uppställda hypotesen att tvågreppsskördaren skulle orsaka mer skador. Några möjliga orsaker till resultatet diskuteras.

Andelen skadade plantor i de olika försöksleden och försöksdelarna var mellan 45 och 65 %. Om endast de döda och allvarligt skadade plantorna räknas med var motsvarande siffror 30–50 %. Det resulterade i 5 700 – 6 500 utvecklingsbara plantor per hektar i talldelen och 2 600 – 2 900 plantor per hektar i grandelen. Detta är ett relativt stort antal som kan bidra till den kommande föryngringen, om de överlever friställningen. Föryngringen var dock relativt gruppställd. Trots de befintliga plantorna torde ytterligare etablering av plantor, s.k. skärmföryngring, vara nödvändig för att erhålla en fullsluten föryngring.

## Inledning

Intresset för föryngring under högskärm har ökat markant i Sverige de senaste åren, vilket bl.a. framgår av avverkningsanmälningarna till skogsvårdsmyndigheten (Skogsstyrelsen, 1995). Naturlig föryngring av tall har länge varit en etablerad skogsskötselmetod, medan naturlig föryngring av gran har rönt ett nyvaknat intresse.

I en skogsskötselmodell för att föryngra gran under högskärm ingår ett flertal åtgärder som skiljer sig från trakthyggesbruk. Troligen krävs en förberedande huggning mot slutet av beståndets omloppstid, bl.a. för att minska risken för fysiologisk stress och för vindfällning efter kommande skärmhuggning (Hånell & Ottosson-Lövenius, 1994; Hannerz & Gemmel, 1994). Skärmhuggning utförs vid den tidpunkt när man avser att föryngra beståndet. Slutligen ska skärmen avvecklas, när föryngringen är tillfredsställande. Eventuellt görs skärmavvecklingen i flera steg, om det anses nödvändigt.

Vid tidpunkten för skärmhuggning varierar förekomsten av beståndsföryngring. Med beståndsföryngring avses de plantor som etablerats före skärmhuggning. På många marker har denna föryngring stor betydelse för föryngringsresultatet och totalproduktionen (t.ex. Brobakken, 1957; Bergan, 1971). Om beståndsföryngringen skyddas vid avverkning av det äldre beståndet, kan det förkorta omloppstiden med 10–15 år samt inbespara arbete och kostnader för skogskultur, enligt ryska studier (Jeansson & Laestadius, 1981). Naturlig föryngring av gran kan, med de rätta förutsättningarna, vara ett konkurrenskraftigt alternativ till kulturåtgärder, speciellt om det finns tillgång på beståndsföryngring innan skärmhuggning (Skoklefeld, 1967; Bergan, 1985).

När beståndsföryngring förekommer är det viktigt att minimera skadorna på denna vid avverkningsarbetet. Det gäller dels de fysiologiska skador, som kan drabba plantorna efter friställning p.g.a. ändrade ljus- och fuktighetsförhållanden (t.ex. Björ, 1965; Jeansson & Laestadius, 1981; Robertsdotter-Gnojek, 1992), dels de mekaniska skador som drabbar plantorna vid själva avverkningsarbetet (Andersson & Fries, 1979; Jeansson & Laestadius, 1981; Hartelius, 1944; Skoklefeld, 1967; Westerberg & Berg, 1994). För att minimera de sist nämnda skadorna är det viktigt att tillämpa skonsamma avverkningsmetoder, som samtidigt är rationella och kostnadseffektiva.

Leikola (1982) menar att utvecklingen av försiktiga drivningsmetoder är en av de viktigaste forskningsuppgifterna inom området naturlig föryngring. En central fråga är om dagens helmekaniserade avverkningsystem är anpassade till de krav som ställs vid användande av en skogsskötselmetod som granföryngring under skärm.

Denna studie är en del av den försöksverksamhet som bedrivs vid SkogForsk inom området "Granföryngring under skärm". Verksamheten syftar bl.a. till att kartlägga prestationer och kostnader samt skador på föryngring efter olika avverkningsoperationer i ett skärmskogsbruk.

## **Syften och hypoteser**

### ***Syften***

Syftet med studien var att jämföra engrepps- och tvågreppsskördare vid skärmhuggning. Jämförelsen avsåg:

- prestation och kostnad för avverkningsarbetet vid skärmhuggning.
- mekaniska skador på skärmträd och beståndsföryngring orsakade vid avverkningsarbetet.

### ***Hypoteser***

- Tvågreppsskördaren har lägre prestation jämfört med engreppsskördaren, eftersom tvågreppsskördaren hindras mer av de träd som lämnas i skärmen.
- I linje med hypotesen ovan torde tvågreppsskördaren orsaka mer skador på kvarvarande skärmträd och beståndsföryngring jämfört med engreppsskördaren.

## **Material och metod**

### ***Försökslokal och försöksuppläggning***

Försökslokalen låg ca 25 km VSV om Sollefteå i Västernorrlands län. Breddgraden var 63° 06' och höjden över havet 260 m. Inom försökslokalen var en del av beståndet talldominerat och en annan del grandominerat (tabell 1). Dessutom fanns ett område (mellanzon) mellan de tall- och grandominerade delarna som endast utnyttjades för tidsstudien (figur 1). Detta område innefattas inte i beskrivningen i tabell 1, men ingår i data från tidsstudien. Utläggningen av de fasta försöksytorna



för uppföljning av föryngring, koncentrerades till de mer trädslagsrena delarna av beståndet.

Storleken på den undersökta talldelen var cirka 1,2 ha, grandelen var cirka 1,0 ha och mellanzonen cirka 0,7 ha. Gran var det dominerande trädslaget i den gruppställda beståndsföryngringen.

**Tabell 1.**

**Data från cirkelprovytor (r = 12,0 m) om beståndet inom försökslokalen innan och efter skärnhuggning samt avverkningsuttaget. Medeltal och medelfel per försöksled.**

	<b>Tall</b>		<b>Gran</b>		<b>Tall + Gran</b>	
	Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs
<i>Antal ytor</i>	5	7	5	5	10	12
<b>Före avverkning</b>						
<i>Stammar/ha</i>	389±52	391±38	460±34	535±59	424±32	451±38
<i>Volym (m<sup>3</sup>sk/ha)</i>	370±45	325±26	326±26	308±17	348±26	318±16
<i>Trädslagsblandning (% tall/gran/löv)</i>	83/17/0	64/36/0	24/76/0	21/79/0	54/46/0	46/54/0
<i>Diameter (cm)</i>	31,4±0,5	29,6±1,2	27,7±1,5	25,4±1,2	29,5±1,0	27,8±1,0
<i>Höjd (dm)</i>	252±2	243±5	228±6	219±4	240±5	233±5
<i>Ålder, brösthöjd (år)</i>	120±2	121±2	110±4	114±4	115±2	119±2
<i>Sl enl. övre höjd (m)<sup>1</sup></i>	T26	T25	G24	G22	-	-
<i>Sl enl. ståndorsfaktorer (m)<sup>1</sup></i>	T22/G21	T21/G20	T23/G22	T23/G21	-	-
<b>Avverkningsuttag</b>						
<i>Stammar/ha</i>	186±40	183±34	225±26	345±53	206±23	250±37
<i>Volym (m<sup>3</sup>sk/ha)</i>	160±40	126±19	120±19	170±18	140±22	144±14
<i>Trädslagsblandning (% tall/gran/löv)</i>	82/18/0	49/51/0	7/93/0	10/90/0	45/55/0	33/67/0
<i>Diameter (cm)</i>	29,4±0,7	27,8±1,1	24,6±2,0	23,9±1,3	27,0±1,3	26,2±1,0
<i>Höjd (dm)</i>	244±4	237±6	215±9	213±5	230±6	227±5
<b>Efter avverkning</b>						
<i>Stammar/ha</i>	203±28	208±8	234±15	190±13	219±16	201±7
<i>Volym (m<sup>3</sup>sk/ha)</i>	210±21	199±20	206±15	138±16	208±12	174±16
<i>Trädslagsblandning (% tall/gran/löv)</i>	83/17/0	71/29/0	33/67/0	34/66/0	58/42/0	56/44/0
<i>Diameter (cm)</i>	32,9±0,9	31,1±1,1	30,5±1,0	27,8±1,1	31,7±0,7	29,7±0,9
<i>Höjd (dm)</i>	257±3	249±3	240±3	231±4	249±3	242±4

<sup>1</sup> Enligt Skogshögskolans boniteringssystem (Hägglund och Lundmark, 1977).

Försökslokalen låg i en sluttning och terrängen beskrevs enligt ”Terrängtypschema för skogsarbete” (Anon., 1991) till GYL: 1-1-2 (Grundförhållanden - Ytstruktur - Lutning). Inom hela försökslokalen klassades jordens textur till sandig-moig morän och jorddjupets mäktighet till >70 cm. Lokalen bedömdes inte vara sumpmosslokal och rörligt markvatten förekom under kortare perioder inom den dominerande delen av området. I talldelen var blåbärsristyp den dominerande markvegetationstypen, med inslag av smalbladig grästyp och lingonristyp. Markfuktigheten var frisk. Lågörttyp var den dominerande vegetationstypen i grandelen, men inslaget av bredbladig och smalbladig grästyp samt blåbärsristyp var ansevärt. Här var markfuktighetsklassen frisk-fuktig helt dominerande (tabell 2).

De två försöksled som studerades var avverkning med engreppsskördare (Egs) och tvågreppsskördare (Tgs). Innan avverkning delades försökslokalen i två delar (block), en tall- och en grandel. Därefter lottades försöksleden inom varje block. Varje maskin avverkade således halva tall- och halva grandelen inom försökslokalen. Dessutom avverkades zonen mellan blocken där endast tidstudien utfördes utan uppföljning av skador på skärmträd och beståndsföryngring. Skärnhuggningen utfördes i december 1993. Det var bättre siktförhållanden och betydligt kallare då engreppsskördaren avverkade jämfört med då tvågreppsskördaren avverkade (tabell 3). I hela grandelen och merparten av talldelen var plantorna hårt frusna när engreppsskördaren avverkade.

**Figur 1.**

**De olika delarna inom försökslokalen och försöksledens lokalisering.**

**Tabell 2.**

**Data från cirkelprovytor (r = 1,0 m) om ståndort innan skärmhuggning. Antal och andel ytor per försöksled. Klassificering enligt Skogshögskolans boniteringssystem (Hägglund och Lundmark, 1977).**

	<b>Tall</b>		<b>Gran</b>		<b>Tall+Gran</b>	
	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)
<i>Antal klassificerade ytor</i>	59	59	43	48	102	107
<b>Markvegetationstyp</b>						
- Lågörttyp	- (-)	1 (2)	15 (34)	8 (17)	15 (15)	9 (8)
- Mark utan fältskikt	- (-)	1 (2)	- (-)	1 (2)	- (-)	2 (2)
- Bredbladig grästyp	- (-)	2 (3)	8 (19)	6 (12)	8 (8)	8 (8)
- Smalbladig grästyp	14 (24)	14 (24)	10 (23)	14 (29)	24 (23)	28 (26)
- Blåbärsristyp	27 (46)	31 (52)	8 (19)	12 (25)	35 (34)	43 (40)
- Lingonristyp	18 (30)	10 (17)	2 (5)	7 (15)	20 (20)	17 (16)
<b>Markfuktighet</b>						
- Frisk	59 (100)	52 (88)	- (-)	- (-)	59 (58)	52 (49)
- Frisk – Fuktig	- (-)	7 (12)	43 (100)	48 (100)	43 (42)	55 (51)
<b>Markvattnets rörlighet</b>						
- Saknas	- (-)	13 (22)	- (-)	12 (25)	- (-)	25 (23)
- Kortare	38 (64)	46 (78)	33 (77)	36 (75)	71 (70)	82 (77)
- Längre	21 (36)	- (-)	10 (23)	- (-)	31 (30)	- (-)
<b>Jorddjup</b>						
- > 70 cm	59 (100)	59 (100)	43 (100)	48 (100)	102 (100)	107 (100)
<b>Textur</b>						
- Sandig-moig morän	59 (100)	59 (100)	43 (100)	48 (100)	102 (100)	107 (100)
<b>Sumpmosslokal</b>						
- Ja	- (-)	1 (2)	1 (2)	7 (15)	1 (99)	8 (8)
- Nej	59 (100)	58 (98)	42 (98)	41 (85)	101 (1)	99 (92)
<b>Topografi</b>						
- Sluttning	59 (100)	59 (100)	43 (100)	48 (100)	102 (100)	107 (100)
<b>Humustjocklek</b>						
Medelttal ± medelfel (cm) (min - max)	6,8±0,3 (3–16)	5,8±0,2 (3–12)	5,6±0,3 (2–11)	5,3±0,3 (2–10)	6,3±0,2 (2–16)	5,6±0,2 (2–12)

**Tabell 3.**

**Tidpunkt för och väderleksförhållanden under studien.**

	<b>Egs</b>	<b>Tgs</b>
Datum för studien	1993-12- 15–16	1993-12- 04–07
Temperatur (°C)	-9 – (-24)	0 – (-6)
Siktförhållanden	Omväxlande, klart till halvklart	Mulet, tidvis kraftigt snöfall
Snödjup (dm)	1–2	0–1
Snötyp	Lös snö	Lös snö

## **Tidsstudie**

### **Inmätning av beståndet innan avverkning**

Innan avverkning registrerades trädslag och diameter i brösthöjd på alla träd inom hela försökslokalen (tall- och grandelen samt mellanzonen). Ett stickprov av skärmträden höjdmättes också. Skärmträdens volym bestämdes genom att först beräkna ett samband mellan diameter och höjd, en s.k. höjdkurva, med hjälp av regressionsanalys. Därefter åsattes varje träd en höjd med den framtagna funktionen och volymen ( $m^3$ fub) bestämdes för tall och gran med Näslunds mindre volymfunktioner för södra Sverige (Näslund, 1940).

### **Maskiner, förare och instruktion till förarna**

Den ena maskinen som avverkade var en Valmet 892 utrustad med ett Valmets 955-aggregat (Egs). Maskinen kördes av Kjell-Erik Näslund. Den andra maskinen (Tgs) var en FMG/Timberjack 1880 Master, som framfördes av Kenny Lundin. Kjell-Erik hade arbetat som maskinförare i ca 5 år och kört aktuell maskin under hela den tiden. Kenny hade arbetat som maskinförare i ca 4 år och kört aktuell maskin i 1 år. Ingen av förarna hade någon tidigare vana av skärnhuggning ner till stamtätheter på ca 200 stammar per ha.

Före avverkning diskuterades olika mått som riktpunkt för skärmtätheten. Exempel gavs på antal träd inom kranzonen och mått i meter mellan kvarvarande stammar. Bägge förarna föredrog att arbeta mot ett avstånd mellan kvarvarande stammar. Som riktpunkt sattes 7 meter mellan stammarna för att ca 200 skärmträd per ha skulle bli lämnade. Ingen hänsyn togs till eventuell stickvägseffekt då stickvägen bedömdes rymmas inom detta avstånd. Förarna instruerades att arbeta i normalt och uthålligt tempo, utan speciell hänsyn till beståndsförnyringen.

Efter fällning och upparbetning av skärmträden skotades virket. Det var samma förare och skotare som körde ut allt virke inom försökslokalen. Skotarföraren instruerades att enbart köra i skördarens stickväg.

### **Arbetsmönster**

Arbetsbredden, d.v.s. den andel av försöksytan som avverkningsmaskinernas kranzon omfattade, följdes upp efter skärnhuggning. Stubbarna, efter de yttersta träden en maskin nådde från stickvägen, märktes direkt efter fällning. Maskinens arbetsbredd mättes sedan på var tjugonde meter längs stickvägarna, som avståndet mellan de sprejade stubbarna på ena sidan stickvägen, vinkelrät över stickvägen till motsvarande tänkta linje på motstående sida stickvägen.

Maskinens körsträcka mättes under framryckning. Däremot mättes inte den sträcka maskinen körde vid vändning eller när den körde tillbaka i samma stickväg för vändning och avverkning i nästa stickväg. Mätning gjordes med

hjälp av mätkäpp, måttband fäst i maskinen eller med ögonmått efter mätning med måttband som kalibrering.

Andel areal inom kranzon beräknades som arbetsbredd  $\times$  körsträcka/total areal inom respektive försöksled. Dessutom registrerades maskinens körtid under framryckning, vilket medgav att framryckningshastigheten (m/min) kunde beräknas. Antal avverkade träd per uppställningsplats erhöles från tidsstudiedata.

### **Tidsåtgång och prestation**

Tidsstudierna utfördes som cmin-studier. Momentindelning av tidsåtgång finns beskriven i bilaga 1.

Tidsfunktioner skapades för hur summan av tidsåtgången för momenten fällning och kvistning-kapning beror av de avverkade trädens stamvolym. Härvid nyttjades linjär regressionsanalys. Funktioner skapades per trädslag och försöksled, samt totalt för samtliga avverkade träd från respektive försöksled.

Tidsåtgången för varje avverkat träd mättes samtidigt som trädets diameter i brösthöjd noterades. Därmed kunde prestationen beräknas i antal avverkade  $m^3$ fub per  $G_0$ -tid, vilket här räknats om och redovisas i  $m^3$ fub per  $G_{15}$ -tid. Omräkningsfaktorn mellan  $G_0$ -tid och  $G_{15}$ -tid sattes till 0,71. Nivån på omräkningsfaktorn grundar sig på tidigare studier utförda vid Skogsarbeten samt erfarenhet från driftuppföljning från de större skogsbolagen. Relationen mellan  $G_0$ -och  $G_{15}$ -tid används för att nivålägga prestationer uppmätta i studier till en nivå som är mer jämförbar med praktiska förhållanden. Relationen är osäker och varierar dessutom för varje maskin. En prestationssiffra uppmätt vid studier av detta slag kan därför aldrig göra anspråk på att spegla de rätta praktiskt uthålliga prestationsnivåerna. Relationen mellan försöksleden påverkas dock inte av nivåläggningen.

### **Normerad tidsåtgång och prestation**

Normering av tidsåtgång och prestation syftar till att göra resultaten från tidsstudien jämförbara mellan försöksleden vid exakt samma beståndsförutsättningar. Denna normering gjordes genom att först beräkna en regressionsfunktion per trädslag och försöksled med avseende på momenten fällning och kvistning-kapning för engreppsskördaren och momenten fällning, kvistning-kapning och intagning för tvågreppsskördaren. Sedan skapades ett typbestånd genom sammanslagning av beståndsförutsättningarna i respektive försöksled. De trädslagsvisa tidsfunktionerna viktades matematiskt till en regressionsfunktion per maskin och studieled. Viktningen gjordes med respektive trädslags andel av typbeståndets volym. De normerade regressionsfunktionerna användes sedan att beräkna respektive skördares tidsåtgång för fällning, kvistning-kapning (Egs) samt fällning, intagning och kvistning-kapning (Tgs), vid samma medelstamvolym.

Momenten kran ut, start och halt är inte beroende av trädvolym utan påverkas snarare av stamantalet i skärmen och föryngringens beskaffenhet. Det samma gäller för momenten omtag, körning under kvistning-kapning samt risrensning och störning, vilka redovisas sammanslagna till ett moment kallat övrigt arbete. Ovanstående moment har inte normerats, eftersom förutsättningarna avseende stamantalet i skärmen och föryngringens beskaffenhet bedömdes som likvärdig mellan försöksleden.

Prestationen jämfördes mellan försöksleden. De icke volymberoende arbetsmomenten summerades och adderades som en konstant till de normerade regressionsfunktionerna. Det innebär att nivån på regressionsfunktionerna försköts uppåt med medelvärdet på tiden för de icke volymberoende momenten, vilka i detta fall var alla moment utom fällning och kvistning-kapning för engreppsskördaren och fällning, kvistning-kapning och intagning för tvågreppsskördaren. Den totala tidsåtgången vid olika medelstam räknades sedan om till prestation i antal avverkade träd per G<sub>15</sub>-timme.

### **Avverkningskostnad**

Avverkningskostnaderna beräknades utifrån ett entreprenörpris på 715 kr/G<sub>15</sub>-timme för engreppsskördaren och 809 kr/G<sub>15</sub>-timme för tvågreppsskördaren. I båda fallen inkluderar kostnaderna flytt och resor. Dessa kostnader användes i en parallell studie av skärmavveckling (Westerberg, 1995a), där samma maskiner och förare deltog. Priserna härrör från Mellanskog och var de entreprenörspriser de tillämpade under perioden när denna studie utfördes.

### **Skador på skärmträden**

Efter skärmhuggning och skotning gjordes en skadeinventering av alla skärmträd i tall- och grandelen inom försökslokalen. Skador på stammarna noterades i två klasser, nämligen skador mindre än eller lika med 20 cm<sup>2</sup> och större än 20 cm<sup>2</sup>. Dessutom mättes närmaste avstånd från ett skadat träd till stickvägsmitt. Skador på rötter och rotben belägna mer än 10 cm från stammens yttersta omkrets registrerades inte.

### **Skador på beståndsföryngringen**

#### **Provyteutläggning och datainsamling**

Innan skärmavveckling lades cirkelytor (radie = 1 m) ut objektivt inom varje block (tall respektive gran), i ett kvadratförband på 10 × 10 m. På dessa ytor beskrevs föryngringen genom att alla barrplantor >1 dm registrerades avseende trädslag och höjd i fallande dm. Eventuella skador på plantorna registrerades också. Om en yta saknade barrplantor, s.k. nollyta, mättes avståndet till närmaste barrplanta utanför ytan, som var högre än 1 dm. Beträffande lövplantor räknades totala antalet plantor högre än 10 dm på ytan och deras medelhöjd uppskattades (dm) samt högsta lövplantan

mättes (dm). Alla barr- och lövplantor lägre än 100 dm räknades till föryngringen. Träd i beståndet högre än 100 dm registrerades som skärmträd. På varje provyta registrerades också avståndet, i dm, till närmaste skärmträd.

Även skärmträden mättes innan avverkning. Detta gjordes på 12 (talldelen) respektive 10 cirkelytor (grandelen) med radien 12 m. Härvid utnyttjades vissa av föryngringsytornas provytecetrum. På ytorna registrerades trädslag och diameter i brösthöjd för alla träd högre än 100 dm. Dessutom höjdmättes första tallen och granen på första ytan och därefter var tredje tall och gran. På varannan yta åldersbestämdes och höjdmättes de två grövsta träden, de s.k. övre höjds träden. Även ytans medelstam åldersbestämdes. Provträdens volym bestämdes med Näslunds mindre volymfunktioner för norra Sverige (Näslund, 1940). Skärmträdens totala volym i bestånden bestämdes genom att först beräkna ett samband mellan diameter och volym för provträden, en s.k. sekundär volymfunktion. Separata funktioner gjordes för tall- och grandelen med hjälp av regressionsanalys ( $\ln \text{ volym} = \ln \text{ diameter}$ ). Den totala volymen i bestånden uppskattades med hjälp av de erhållna sambanden. Efter skärnhuggning registrerades vilka träd som blev kvar på provytorna.

Efter skärmavveckling och uttransport av virket återinventerades provytorna där föryngringen beskrevs innan avverkning. Skadeinventeringen gjordes 24–26 maj våren efter skärnhuggning. Det innebar ca fem månader efter skärnhuggning. Alla barrplantor som återfanns på ytorna skadeklassificerades med avseende på mekaniska skador uppkomna vid avverkningsarbetet. Vid denna klassificering noterades eventuella skador genom att ange skadetyper och skadegrad (tabell 4). Om flera skador förekom på en planta, registrerades den skada som ansågs vara allvarligast för plantans framtida utveckling ur tillväxt- och kvalitetssynpunkt. Om toppskottet eller stammen på en barrplanta var avbruten uppmättes en ny höjd, höjden till högsta sidoskott. På lövplantorna gjordes ingen skadeklassificering, utan de mättes in på samma sätt som innan avverkning. Dessutom registrerades avverkningsavfallets täckningsgrad och tjocklek på ytorna samt provytans avstånd till närmaste stickväg (fallande dm). Avverkningsavfallets täckningsgrad angavs i 4 klasser (0–25 %, 26–50 %, 51–75 % och 76–100 %) och tjockleken mättes som medeltjockleken ris på ytan avrundat till närmaste dm. Om provytan var en nollyta, d.v.s. saknade barrplantor på ytan, mättes avståndet till närmaste barrplanta på samma sätt som före avverkningen.



**Tabell 4.**  
**Skadeklassificering av mekaniska skador på plantor efter skärmhuggning.**

Skadetyyp	Skadegrad <sup>1</sup>
1. Toppskott el. stam avbruten	1. Toppskott avbrutet, sidogrenar i översta grenvarv intakta 2. Toppskott avbrutet, kan bilda ny topp 3. Toppskott avbrutet, kan ej bilda ny topp
2. Sidogrenar skadade el. avbrutna	1. Enstaka grenar skadade/avbrutna 2. Mer än enstaka och <50 % av grenarna skadade/avbrutna 3. >50 % av grenarna skadade/avbrutna
3. Stamskada, bark avfläkt	1. <25 % av stammens omkrets skadad 2. >25 % och <50 % av stammens omkrets skadad 3. >50 % av stammens omkrets skadad
4. Plantan helt eller delvis uppryckt och/eller nedböjd	1. Plantan något uppryckt eller lutar <10° 2. Plantan delvis uppryckt eller lutar >10° men <45° 3. Plantan helt uppryckt eller lutar >45°
5. Ristäkt planta	1. Ris endast över plantans nedre del 2. Ris över större delen av plantan, men toppen frilagd 3. Plantan helt övertäckt av ris, plantan synlig 4. Plantan helt övertäckt av ris, plantan osynlig

<sup>1</sup>**Betydelse av skadegrad ovan**

1. *Liten* betydelse för plantans framtida utveckling, d.v.s. viss tillväxtnedsättning kan förväntas.
2. *Måttlig* betydelse för plantans framtida utveckling, d.v.s. tillväxtnedsättning och/eller kvalitetsförsämring kan förväntas.
3. *Stor* betydelse för plantans framtida utveckling d.v.s. avsevärd tillväxtnedsättning och/eller kvalitetsförsämring kan förväntas alternativt dödlig skada.

### **Analys av skadade plantor och föryngringens höjdförändring**

Andel skadade plantor inom varje del av försökslokalen (tall och gran) och för båda delarna tillsammans (tall + gran) beräknades på tre olika sätt:

1. Totala antalet skadade plantor i ett försöksled sattes i relation till totala antalet inmätta plantor inom samma försöksled.
2. Aritmetiska medeltalet av andel skadade plantor per yta beräknades per försöksled.
3. Först beräknades antal plantor per hektar i medeltal för respektive försöksled, utifrån antal plantor per provyta före och efter skärmavveckling. Därefter sattes de erhållna plantantalerna i relation till varandra. Skillnaden i plantantal betraktades som döda eller skadade plantor.

För de två sista beräkningssätten gjordes flera beräkningar efter avveckling, med den skillnaden att olika allvarligt skadade plantor successivt uteslöts. Plantor med skadegrad tre, två och ett slopades i nämnd ordning vid de olika beräkningarna.

Andel nollytor, d.v.s. andel ytor som helt saknade plantor, bestämdes inom respektive försöksled, som ett mått på föryngringens rumsliga fördelning. Andelen nollytor bestämdes för alla registrerade nollytor, d.v.s. med radien minst 1 m, samt för andel nollytor med radien 1–2 m och >2 m.

Plantornas medelhöjd inom respektive försöksled beräknades genom att först beräkna medelhöjden per yta och därefter utnyttja denna för att räkna ut medelhöjden per försöksled. Dessa beräkningar gjordes både före och efter skärmavveckling. Även i detta fall slopades plantor av olika skadegrad successivt på samma sätt som vid beräkning av plantantal.

För att fastställa eventuella skillnader mellan de två testade maskintyperna avseende mekaniska skador utnyttjades  $\chi^2$ -test. Det gällde jämförelser av skadefrekvens, skadegrad och skadetyper. Vid dessa jämförelser utnyttjades alla plantor från respektive försöksled. Vid testningen av skadetyper slogs klasserna två och tre (avbrutna grenar samt stamskada) ihop till en klass p.g.a. att det var relativt få observationer i respektive klass. Även skadegradsklasserna 3 och 4 slogs ihop till en klass vid bearbetningen. Statistikpaketet SAS/STAT (1987) procedur FREQ användes vid den statistiska bearbetningen.

### **Ristäckning och ristjocklek**

För att fastställa eventuella skillnader mellan de två testade maskintyperna avseende avverkningsavfallets fördelning och täckningsgrad utnyttjades  $\chi^2$ -test, på samma sätt som vid analysen av skadorna på plantor. Avverkningsavfallets tjocklek beräknades som ett medeltal av alla ytor per försöksled.

## **Resultat**

### ***Tidsstudie***

#### **Virkesuttag**

Tvågreppsskördaren avverkade cirka 60 % fler träd per hektar med cirka 30 % lägre medelstamvolym och virkesuttaget var drygt 20 % större jämfört med engreppsskördaren. Engreppsskördaren hade en volymmässigt jämn fördelning mellan trädslagen tall och gran medan tvågreppsskördaren avverkade en större volym gran än tall (tabell 5).

#### **Arbetsmönster**

Stickvägarna från den senaste gallringen syntes tydligt i beståndet. Tvågreppsskördaren körde huvudsakligen i dessa medan engreppsskördaren arbetade mer oberoende av befintliga stickvägar. Engreppsskördaren körde kortare sträckor per hektar, hade smalare arbetsbredd och täckte in en mindre andel av den studerade arealen än tvågreppsskördaren (tabell 5).

**Tabell 5.**

**Data från tidsstudien om virkesuttag, terrängförhållande och arbetsmönster samt tidsåtgång och prestation. Data angivet per försöksled och vissa data för ett beräknat typbestånd. Alla data avser hela försökslokalen (talldel + grandel + mellanzon).**

	<i>Egs</i>	<i>Tgs</i>	<i>Beräknat typbestånd</i>
<b>Virkesuttag vid avverkning</b>			
Tidsstuderad areal (ha)	1,42	1,52	2,94
Antal träd/försöksled	265	458	723
Antal uttagna träd/ha	187	301	245
Antal kvarstående träd/ha	176	195	186
Diameter i brh (cm)	27,5	23,4	24,9
Medelhöjd (dm)	232	211	219
Volym (m <sup>3</sup> fub)	163,8	201,0	364,9
Volym (m <sup>3</sup> fub/ha)	107,1	132,2	119,6
Medelvolym per stam (m <sup>3</sup> fub)	0,62	0,44	0,50
Trädslagsblandning (% tall/gran/löv)	51/49/0	32/68/0	41/59/0
G Y L <sup>1</sup>	1 1 2	1 1 2	1 1 2
<b>Arbetsmönster</b>			
Körd sträcka (m)	714	918	
Körd sträcka/ha (m/ha)	503	604	
Arbetsbredd (m)	17,0	19,9	
Andel areal inom arbetsbredd <sup>2</sup>	0,86	1,20	
Framryckningshastighet (m/min)	19,0	15,4	
Antal avverkade träd per uppställningsplats	2,1	1,9	
<b>Tidsåtgång (cmin/träd) och onormerad prestation</b>			
Kran ut	10	4	
Fällning	19	12	
Intag (endast Tgs)		8	
Kvistning-kapning	45	23	
Kvistning-kapning under simultant kranarbete (endast Tgs)		10	
Störning	1	1	
Övrigt arbete	3	5	
Start + Halt	7	2	
Körning	14	13	
Totalt	99	78	
Prestation <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> fub/G <sub>15</sub> -tim)	26,7	24,0	
<b>Normerad tidsåtgång (cmin/träd) och prestation i typbestånd</b>			
Kran ut	10	4	
Fällning + Kvistning-kapning (endast Egs)	61		
Fällning + Intag + Kvistning-kapning (endast Tgs)		59	
Störning	1	1	
Övrigt arbete	3	5	
Start + Halt	7	2	
Körning	14	13	
Totalt	96	84	
Prestation <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> fub/G <sub>15</sub> -tim)	22,2	25,4	
Medelvolym per stam (m <sup>3</sup> fub)	0,50	0,50	
Uttagen volym (m <sup>3</sup> fub/ha)	119,6	119,6	
Avverkningskostnad (kr/m <sup>3</sup> fub)	32,2	31,9	

<sup>1</sup> G = grundstruktur, Y = ytstruktur och L = lutning. Enligt Skogsarbetens terrängtypschema (Anon., 1991).

Klassningen gjordes ej på varje enskild provyta, utan för varje försöksled.

<sup>2</sup> Beräknat som: (körd sträcka · arbetsbredd)/tidsstuderad areal.

<sup>3</sup> Omräkningsfaktor för prestation från m<sup>3</sup>fub/G<sub>0</sub>-tid till m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-tid är 0,71.

## Tidsåtgång, prestation och kostnad

Engreppsskördaren hade högre prestation om man ser till det onormerade resultatet, vilket till största del troligen förklaras av den grövre medelstammen. Efter normering, d.v.s., om maskinerna i medeltal hade arbetat med samma trädslagsblandning och trädstorlek, hade tvågreppsskördaren högre prestation.

Det tog engreppsskördaren 96 cmin att upparbeta den normerade medelstammen medan tvågreppsskördaren behövde 84 cmin (tabell 5). Normerad tid för fällning till avslutad kvistning-kapning, var ungefär densamma i båda försöksleden, 61 respektive 59 cmin. Tvågreppsskördaren hade möjlighet att arbeta med kran-ut, fällning och intagning samtidigt som kvistning-kapning av föregående fällt träd pågick. Tvågreppsskördaren utförde simultant kranarbete under drygt 40 % av den sammanlagda kvistning-kapningstiden.

Däremot blev kostnaden (32 kr/m<sup>3</sup>fub) ungefär densamma efter normering, p.g.a. tvågreppsskördarens högre timpris.

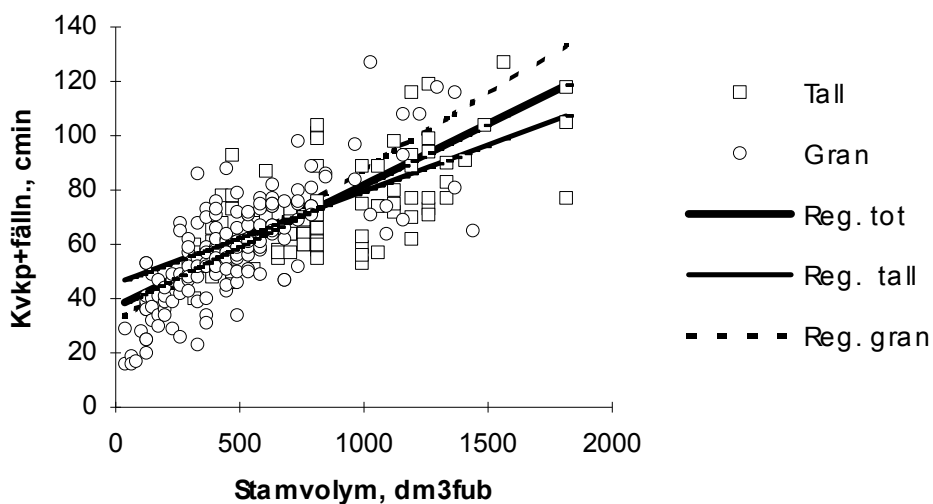
Stamvolymens betydelse för tiden från fällning till avslutad kvistning-kapning samt materialets spridning kring de beräknade regressionsfunktionerna framgår av tabell 6 och figur 2. Skillnaden mellan försöksleden i tidsåtgång från fällning till upparbetat träd är liten och konfidensintervallen för intercept a är inte skiljda åt. Lutningskoefficienten, b, för funktionerna var relativt låga. Skillnaden i funktionernas lutning mellan försöksleden var liten, vilket framgår av lutningens konfidensintervall (tabell 6).

Tabell 6.

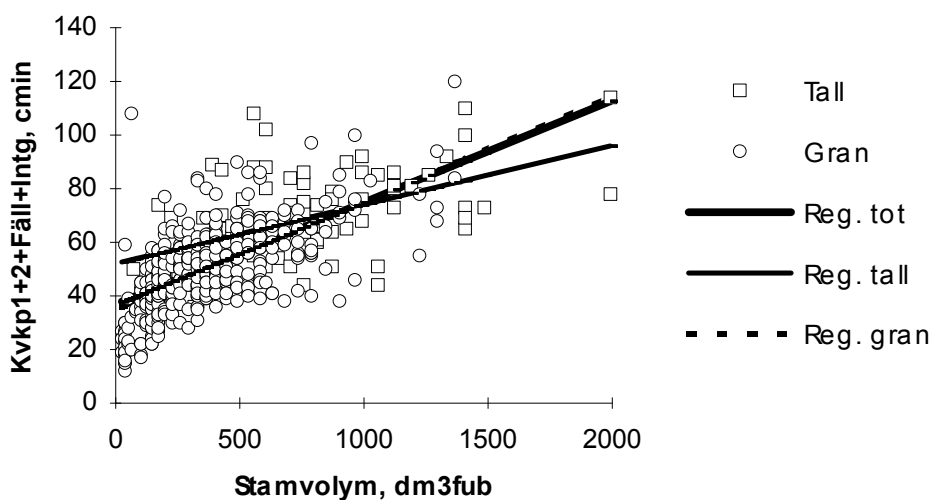
Tidsfunktioner totalt per försöksled och uppdelat på trädslag samt normerat mot trädslagsblandning och medelstamvolym i det beräknade typbeståndet. Funktioner enligt  $y = a + b \cdot x$ . Y för engreppsskördaren är tid för fällning och kvistning-kapning och för tvågreppsskördaren tid för fällning, kvistning-kapning 1 och 2 samt intagning i cmin/träd. X står för trädvolym (dm<sup>3</sup>fub). Intercept a och koefficient för b är angivna med 95 procents konfidensintervall (konf. int.). Dessutom anges funktionernas korrelationskoefficient (korr. koeff.) och förklaringsgrad.

Försöksled	a	95 % konf.-int. för a	b	95 % konf.-int. för b	Korr.-koeff.	Förklaringsgrad
<b>Egs</b>						
Tall	45,6	39,9–51,3	0,034	0,027–0,039	0,74	0,56
Gran	31,6	27,2–36,1	0,056	0,049–0,065	0,73	0,54
Totalt	36,9	33,5–40,2	0,045	0,040–0,049	0,76	0,57
Normerat	37,3		0,047			
<b>Tgs</b>						
Tall	52,1	45,6–58,6	0,022	0,015–0,030	0,52	0,27
Gran	34,9	32,7–37,1	0,040	0,035–0,045	0,64	0,41
Totalt	36,9	34,8–39,0	0,038	0,033–0,041	0,68	0,46
Normerat	41,9		0,033			

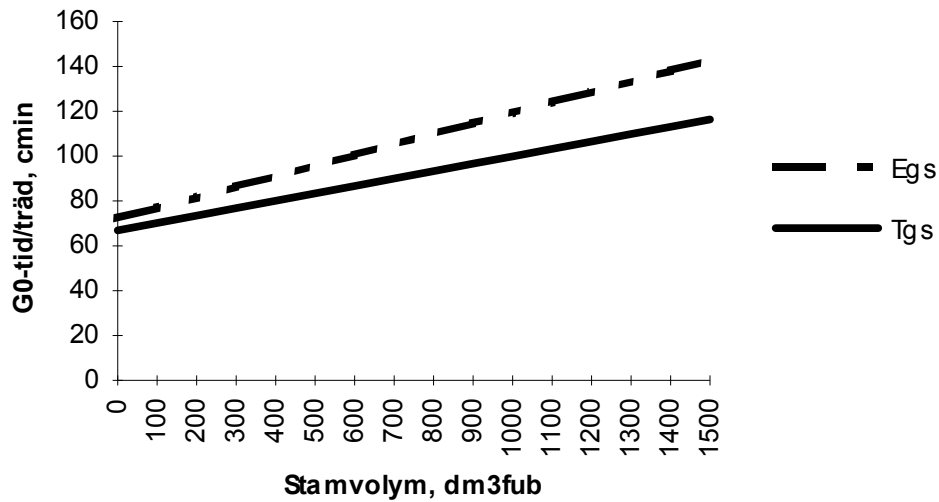
### Engreppsskördare



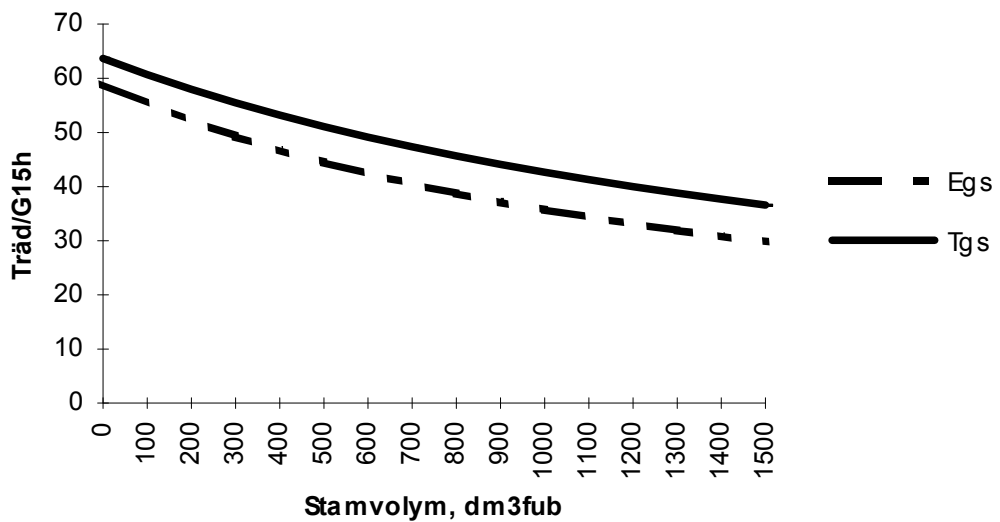
### Tvågreppsskördare



**Figur 2.**  
Regressionsfunktioner för hur tiden (cmin) för fällning och kvistning-kapning med engreppsskördare samt för fällning, kvistning-kapning och intagning för tvågreppsskördare beror av stamvolymen vid skärmhuggning samt materialets spridning runt funktionerna. Funktionerna redovisas i tabell 6.



**Figur 3.**  
Total normerad tidsåtgång mätt i cmin G<sub>0</sub>-tid per träd. Tidsåtgången är normerad med avseende på trädslagsblandning och stamvolym för avverkning med engreppsskördare (Egs) och tvågreppsskördare (Tgs) vid skärnhuggning. Regressionsfunktionerna i figuren framgår av tabell 6 med tillägg till interceptet (a) för de icke volymberoende momenten i tabell 5.



**Figur 4.**  
Prestation vid olika medelstamvolym vid skärnhuggning för engreppsskördare (Egs) och tvågreppsskördare (Tgs), mätt i antal avverkade träd per G<sub>15</sub>-timme.

## Skador på skärmträden

Tvågreppsskördaren orsakade fler skador på skärmträden jämfört med engreppsskördaren. Det gällde såväl total andel träd med skador, som andel träd med stora eller små skador (Tabell 7). Båda maskintyperna gav flest skador i den tätare grandelen i försöket. Det gällde speciellt för tvågreppsskördaren.

Tabell 7.

Andel (%) skadade skärmträd per försöksled efter skärmhuggning och skotning, samt de skadade trädens avstånd till stickvägsmitt. Data avser alla skärmträd med skador belägna på stammen och på rothalsen maximalt 10 cm från stammens yttre omkrets.

	<i>Tall</i>		<i>Gran</i>		<i>Tall + Gran</i>	
	Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs
Andel träd med skada $\leq 20$ cm <sup>2</sup>	1,9	2,3	2,8	11,1	2,4	6,1
Andel träd med skada $> 20$ cm <sup>2</sup>	0,9	3,5	1,4	7,9	1,2	5,4
Total andel skadade träd	2,8	5,8	4,2	19,0	3,6	11,5
Medelavstånd från skadade träd till stickvägsmitt (m)	4,0	3,9	3,7	5,3	3,8	4,9

## Skadade plantor

Andel försvunna, dödade, skadade eller på något sätt påverkade barrplantor efter skärmhuggning var mellan 44 och 68 %, räknat som aritmetiskt medeltal av andel skadade plantor per provyta inom ett försöksled. Om endast de försvunna, dödade och allvarligast skadade plantorna räknades med var motsvarande värden 33–52 %. Ser man till de olika delarna i försöket var skadeandelen något högre för engreppsskördaren jämfört med tvågreppsskördaren i talldelen. Även vid hopslagning av tall- och grandelen var skadeandelen något högre för engreppsskördaren, förutom när endast de döda och allvarligast skadade plantorna räknades med. I grandelen var skadeandelen högre för tvågreppsskördaren i de flesta fall (tabell 8).

Utgående från antal barrplantor per ha, i genomsnitt per försöksled före och efter skärmavveckling, var 44–64 % av barrplantorna försvunna, dödade, skadade eller på något sätt påverkade. Motsvarande siffra om endast de försvunna, dödade och allvarligt skadade plantorna räknades bort var 31–41 % (tabell 9).

**Tabell 8.**

**Andel (%) försvunna eller mekaniskt skadade plantor i medeltal±medelfel (minimum och maximum) efter skärnhuggning inom de olika försöksleden. Värdena är beräknade som aritmetiska medeltal av andel skadade plantor per enskild provyta.**

	<b>Tall</b>		<b>Gran</b>		<b>Tall + Gran</b>	
	Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs
<b>Aritmetiska medeltal</b>						
<i>Antal ytor</i>	45	42	19	24	64	66
<i>Skadeandel, Skadegrad &gt;0</i>	58±6 (0–100)	44±7 (0–100)	68±10 (0–100)	68±8 (0–100)	61±5 (0–100)	53±5 (0–100)
<i>Skadeandel, Skadegrad &gt;1</i>	52±6 (0–100)	39±7 (0–100)	53±10 (0–100)	61±8 (0–100)	53±5 (0–100)	47±5 (0–100)
<i>Skadeandel, Skadegrad &gt;2</i>	35±6 (0–100)	33±6 (0–100)	37±9 (0–100)	52±9 (0–100)	35±5 (0–100)	40±5 (0–100)

Skadeandelarna låg mellan 43 och 64 %, om man ser till totalt antal dödade och skadade barrplantor i förhållande till totalt antal inmätta plantor i enskilda försöksled i de olika delarna av försöket (tabell 10). Vid jämförelse mellan försöksleden inom de olika delarna av försöket ( $\chi^2$ -test), var skillnaden statistiskt signifikant ( $p < 0,05$ ) i talldelen och det var tendens till signifikans i försöket som helhet. Däremot fanns ingen statistiskt säkerställd skillnad i grandelen.

### **Skadegrad**

Jämförelser ( $\chi^2$ -test) mellan de båda försöksleden avseende andel plantor i olika skadeklasser (skadeklass 1–3) (tabell 10), visade liknande resultat som vid jämförelsen ovan mellan skadade och icke skadade plantor. I tall ( $p = 0,014$ ) och i tall + gran ( $p = 0,009$ ) fanns det signifikanta skillnader, men inte i gran ( $p = 0,805$ ). Det var framför allt i skadegradsklasserna med allvarligt skadade och måttligt skadade plantor, som de stora skillnaderna fanns i tallbeståndet och i försöket som helhet. Av de plantor som skadades i talldelen var det 18 procentenheter (p.e.) fler allvarligt skadade plantor i försöksled Tgs jämfört med Egs och 20 p.e. färre måttligt skadade. I tall + gran var motsvarande värden 14 p.e. och 16 p.e.



**Tabell 9.**

**Beståndsförnyringens plantantal och nollyteprocent innan och efter skärmhuggning. Medeltal och medelfel per försöksled samt max- och minvärden inom parentes.**

		<b>Tall</b>		<b>Gran</b>		<b>Tall + Gran</b>	
		Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs
<b>Plantor</b>							
<i>Antal ytor</i>		59	59	43	48	102	107
<i>Antal inmätta planor</i>	f <sup>a</sup>	174	155	60	66	234	221
	e <sub>3</sub> <sup>b</sup>	120	106	39	39	159	145
	e <sub>2</sub> <sup>b</sup>	85	96	33	34	118	130
	e <sub>1</sub> <sup>b</sup>	75	88	24	24	99	112
<i>Barrplantor/ha, &gt;1 dm, (×10<sup>3</sup>)</i>	f	9,4±1,7 (0–70,0)	8,4±1,3 (0–47,7)	4,4±1,4 (0–54,1)	4,4±1,0 (0–31,8)	7,3±1,1 (0–70,0)	6,6±0,9 (0–47,7)
	e <sub>3</sub>	6,5±1,3 (0–41,4)	5,7±1,0 (0–31,8)	2,9±1,3 (0–54,1)	2,6±0,7 (0–19,1)	5,0±0,9 (0–54,1)	4,3±0,7 (0–31,8)
	e <sub>2</sub>	4,6±0,9 (0–28,6)	5,2±1,0 (0–31,8)	2,4±1,3 (0–54,1)	2,3±0,6 (0–15,9)	3,7±0,8 (0–54,1)	3,9±0,6 (0–31,8)
	e <sub>1</sub>	4,0±0,8 (0–28,6)	4,7±0,9 (0–31,8)	1,8±1,1 (0–47,7)	1,6±0,5 (0–9,5)	3,1±0,7 (0–47,7)	3,3±0,6 (0–31,8)
<i>Trädslagsblandning, barr, (% tall/gran)</i>	f	9/91	14/86	0/100	0/100	7/93	10/90
	e <sub>3</sub>	9/91	11/89	0/100	0/100	7/93	8/92
	e <sub>2</sub>	13/87	11/89	0/100	0/100	9/91	8/92
	e <sub>1</sub>	15/85	12/88	0/100	0/100	11/89	10/90
<i>Lövplantor/ha, &gt;1 m, (×10<sup>3</sup>)</i>	f	3,1±0,7 (0–31,8)	5,4±1,5 (0–57,3)	0,4±0,2 (0–3,2)	2,0±0,7 (0–28,7)	1,9±0,4 (0–31,8)	3,9±0,9 (0–57,3)
	e	2,4±0,7 (0–31,8)	3,2±0,8 (0–31,8)	0,2±0,1 (0–3,2)	0,5±0,2 (0–3,2)	1,5±0,4 (0–31,8)	2,0±0,5 (0–31,8)
<b>Nollytor (barr)</b>							
<i>Andel nollytor (%), radie &gt;1 m</i>	f	24	29	56	50	37	38
	e <sub>3</sub>	39	44	63	69	49	55
	e <sub>2</sub>	49	46	70	73	58	58
	e <sub>1</sub>	54	49	81	75	66	61
<i>Andel nollytor (%), radie 1–2 m</i>	f	22	25	37	35	28	30
	e <sup>c</sup>	20	19	28	25	24	21
<i>Andel nollytor (%), radie &gt;2 m</i>	f	2	3	19	15	9	8
	e <sup>c</sup>	3	10	28	25	14	17
<i>Medelavstånd till närmaste barr-plantan för nollytor, (m)</i>	n=	14	17	24	24	38	41
	f	14±1 (10–24)	17±2 (10–43)	17±1 (10–34)	17±1 (10–35)	16±1 (10–34)	17±1 (10–43)
	n=	14	17	24	24	38	41
	e <sup>c</sup>	16±2 (10–40)	20±2 (12–43)	21±2 (11–42)	22±2 (10–51)	19±1 (10–42)	21±1 (10–51)

<sup>a</sup> Data före skärmavveckling.

<sup>b</sup> Data efter skärmavveckling. e<sub>3</sub> = exkl. försvunna, döda och döende, e<sub>2</sub> = exkl. e<sub>3</sub> och måttligt skadade, e<sub>1</sub> = exkl. e<sub>3</sub>, e<sub>2</sub> och lindrigt skadade.

<sup>c</sup> Ytor där alla plantor hade skadegrad = 3 efter skärmavveckling ingår ej.

## Skadetyper

Avseende skadetyper gav  $\chi^2$ -testen signifikanta skillnader mellan försöksleden i talldelen ( $p = 0,035$ ) och i försöket som helhet ( $p = 0,004$ ) (tabell 10). I talldelen var andelen topp- och stambrott samt grenbrott och stamskador något större i försöksled Egs, medan andelen uppräckta eller nedböjda plantor var mer frekvent i försöksled Tgs. I beståndet som helhet (tall + gran) fanns samma mönster, förutom att andelen ristäckta plantor var betydligt större i försöksled Tgs. I grandelen var bilden ungefär densamma som i hela beståndet, men skillnaderna var inte statistiskt påvisbara ( $p = 0,146$ ). I det sist nämnda fallet bör det poängteras att försöksmaterialet var begränsat.

Tabell 10.

Antal och andel mekaniskt skadade plantor efter skärnhuggning inom de olika försöksleden.  $\chi^2$ -test per bestånd och bestånden sammanräknade. Alla plantor som återfanns efter skärnhuggningen ingår.

	<b>Tall</b>		<b>Gran</b>		<b>Tall + Gran</b>	
	Egs <i>n</i> (%)	Tgs <i>n</i> (%)	Egs <i>n</i> (%)	Tgs <i>n</i> (%)	Egs <i>n</i> (%)	Tgs <i>n</i> (%)
<b>Skadade plantor</b>						
Antal plantor	174	155	60	66	234	221
Oskadade (Skadegrad 0)	75 (43)	88 (57)	24 (40)	24 (36)	99 (42)	112 (51)
Skadade (Skadegrad 1–3)	99 (57)	67 (43)	36 (60)	42 (64)	135 (58)	109 (49)
$\chi^2$ - värde	6,129		0,176		3,203	
<i>p</i> -värde	0,013		0,675		0,074	
<b>Skadegrad</b>						
Antal plantor	99	67	36	42	135	109
Skadegrad 1	10 (10)	8 (12)	9 (25)	10 (24)	19 (14)	18 (16)
Skadegrad 2	35 (35)	10 (15)	6 (17)	5 (12)	41 (30)	15 (14)
Skadegrad 3	54 (55)	49 (73)	21 (58)	27 (64)	75 (56)	76 (70)
$\chi^2$ - värde	8,501		0,435		9,442	
<i>p</i> -värde	0,014		0,805		0,009	
<b>Skadetyper</b>						
Antal plantor	99	67	36	42	135	109
Topp- el. stambrott	38 (39)	49 (31)	15 (42)	11 (26)	53 (39)	25 (23)
Grenbrott el. stamskada	21 (21)	22 (14)	9 (25)	6 (14)	30 (22)	17 (15)
Uppröckt el. nedböjd	22 (22)	59 (37)	3 (8)	7 (17)	25 (19)	28 (26)
Ristäckt	18 (18)	28 (18)	9 (25)	18 (43)	27 (20)	39 (36)
$\chi^2$ - värde	8,607		5,386		13,38	
<i>p</i> -värde	0,035		0,146		0,004	

## Föryngringens plantantal, luckighet och höjdförändring

Ser man till antal barrplantor i medeltal per hektar, blev 44 respektive 57 % av plantorna dödade eller på något sätt skadade vid skärnhuggningen i talldelen. Detta resulterade i 4 000 och 4 700 helt oskadade barrplantor per hektar i de olika försöksleden efter avverkning. Andelen måttligt skadade plantor var 20 respektive 6 % och andelen lindrigt skadade 6 % i båda för-

söksleden (tabell 9). Efter skärmhuggningen fanns det kvar 2 400 respektive 3 200 lövplantor per hektar. Det betydde att 23–41 % av lövplantorna försvann.

I grandelen blev i medeltal 59 respektive 64 % av barrplantorna dödade eller på något sätt skadade vid skärmhuggningen. I detta fall resulterade det i 1 800 och 1 600 helt oskadade barrplantor per hektar i de olika försöksleden. Andelen måttligt skadade plantor var här 11 respektive 7 % och andelen lindrigt skadade 14 % respektive 16 % i de båda försöksleden (tabell 9). Efter skärmavvecklingen fanns det kvar 200 respektive 500 lövplantor per hektar. Det betydde att 50 % och 75 % av lövplantorna försvann.

Andel nollytor ökade med 20 respektive 30 p.e. i de två försöksleden i talldelen, om alla försvunna, dödade eller på något sätt påverkade plantor räknades bort (Tabell 9). Motsvarande siffra för grandelen var 25 p.e. i båda försöksleden. Om endast de försvunna, dödade och allvarligt skadade plantorna räknades bort, ökade nollyteprocenten med 15 p.e. för båda maskinerna i talldelen samt 7 och 19 p.e. i grandelen. Ökningen av andelen nollytor >2 m var större i grandelen (9 och 10 p.e.) än i talldelen (1 och 7 p.e.). Dessa resultat begränsas dock av att alla nya nollytor, som uppstod i samband med avverkning, inte blev inmätta. Det gällde de ytor där det fanns plantor kvar och samtliga plantor var skadade på något sätt.

Förändringen av barrplantornas medelhöjd, p.g.a. avverkningen, låg inom intervallet  $\pm 3$  dm. För löv var motsvarande siffra 0- (-1) dm (tabell 11).

**Tabell 11.**

**Beståndsföryngringens medelhöjd inom de olika försöksleden innan och efter skärmhugning. Medeltal och medelfel samt max- och minvärden inom parentes.**

		<b>Tall</b>		<b>Gran</b>		<b>Tall + Gran</b>	
		Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs
<i>Antal ytor, barr</i>	f <sup>a</sup>	45	42	19	24	64	66
	e <sub>3</sub> <sup>b</sup>	36	33	16	15	52	48
	e <sub>2</sub> <sup>b</sup>	30	32	13	13	43	45
	e <sub>1</sub> <sup>b</sup>	27	30	8	12	35	42
<i>Antal inmätta planor</i>	f <sup>a</sup>	174	155	60	66	234	221
	e <sub>3</sub> <sup>b</sup>	120	106	39	39	159	145
	e <sub>2</sub> <sup>b</sup>	85	96	33	34	118	130
	e <sub>1</sub> <sup>b</sup>	75	88	24	24	99	112
<i>Medelhöjd, barrplantor (dm)</i>	f	6±1 (1–28)	5±1 (1–23)	8±2 (1–23)	11±2 (1–34)	7±1 (1–28)	7±1 (1–34)
	e <sub>3</sub>	4±1 (1–21)	7±1 (1–23)	9±2 (1–23)	13±5 (1–58)	5±1 (1–24)	9±2 (1–58)
	e <sub>2</sub>	3±1 (1–14)	7±1 (1–23)	7±2 (1–22)	11±4 (1–45)	4±1 (1–22)	8±1 (1–45)
	e <sub>1</sub>	3±1 (1–11)	6±1 (1–23)	7±3 (1–22)	12±4 (1–45)	4±1 (1–22)	8±1 (1–45)
<i>Antal ytor, löv</i>	f	24	28	5	13	29	41
	e	20	22	3	7	23	29
<i>Medelhöjd, lövplantor (dm)</i>	f	16±1 (10–27)	18±2 (10–40)	14±2 (10–21)	12±1 (10–20)	15±1 (10–27)	16±1 (10–40)
	e	15±1 (10–27)	18±2 (10–39)	13±2 (10–18)	11±0 (10–11)	15±1 (10–27)	16±1 (10–39)

<sup>a</sup> Data före skärmavveckling.

<sup>b</sup> Data efter skärmavveckling. e<sub>3</sub> = exkl. försvunna, döda och döende, e<sub>2</sub> = exkl. e<sub>3</sub> och måttligt skadade, e<sub>1</sub> = exkl. e<sub>3</sub>, e<sub>2</sub> och lindrigt skadade.

## **Ristäckning och ristjocklek**

Det fanns inga statistiskt signifikanta ( $p < 0,05$ ) skillnader mellan försöksleden, i någon av de olika delarna av försöket (tabell 12), avseende andel ytor med eller utan avverkningsrester. Det var dock tendens till att engreppsskördaren hade större andel ristäckta ytor i talldelen. Ser man enbart till de ristäckta ytornas fördelning på olika klasser av ristäckning, fanns inte heller någon signifikant skillnad.

Det var ingen tydlig skillnad mellan försöksleden i avverkningsavfallets tjocklek (tabell 12) i någon av de olika delarna av försöket.

Tabell 12.

Avverkningsavfallets täckningsgrad och tjocklek samt provytornas avstånd till närmaste stickväg efter skärmavveckling inom de olika försökslokalerna per försöksled.

	<b>Tall</b>		<b>Gran</b>		<b>Tall + Gran</b>	
	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)
<b>Avverkningsavfallets täckningsgrad</b>						
<i>Antal ytor</i>	59	59	43	48	102	107
<i>Inget ris</i>	3 (5)	9 (15)	2 (5)	2 (4)	5 (5)	11 (10)
<i>Ris (1–100 %)</i>	56 (95)	50 (85)	41 (95)	46 (96)	97 (95)	96 (90)
$\chi^2$ - värde	3,340		0,013		2,137	
<i>p</i> -värde	0,068		0,910		0,144	
<b>Avverkningsavfallets tjocklek</b>						
<i>Antal ytor</i>	56	50	41	46	97	96
<i>1–25 %</i>	25 (45)	26 (52)	15 (37)	11 (24)	40 (41)	37 (38)
<i>26–50 %</i>	18 (32)	11 (22)	10 (24)	13 (28)	28 (29)	24 (25)
<i>51–75 %</i>	6 (11)	4 (8)	9 (22)	11 (24)	15 (15)	15 (16)
<i>76–100 %</i>	7 (12)	9 (18)	7 (17)	11 (24)	14 (14)	20 (21)
$\chi^2$ - värde	2,026		1,814		1,478	
<i>p</i> -värde	0,567		0,612		0,687	
<b>Avverkningsavfallets tjocklek</b>						
<i>Antal ytor</i>	56	50	41	45	97	95
<i>Ristjocklek i medeltal med angivet medelfel, (min och max), (dm)</i>	1,0±0,0 (1–3)	1,1±0,1 (1–4)	1,0±0,0 (1–1)	1,2±0,1 (1–4)	1,0±0,0 (1–3)	1,1±0,0 (1–4)
<b>Provytornas avstånd till närmaste stickväg</b>						
<i>Antal ytor</i>	59	59	43	48	102	107
<i>Medelavstånd med angivet medelfel, (min och max), (dm)</i>	43±4 (2–114)	46±4 (2–127)	39±5 (1–101)	41±4 (1–97)	41±3 (0–114)	44±3 (1–127)

# Diskussion

## Tidsstudie

### Arbetsmönster

Engreppsskördaren körde kortare sträcka per hektar än tvågreppsskördaren. En förklaring till detta kan ligga i sättet som maskinerna arbetade. Förarna fick lägga upp arbetet på det sätt de tyckte var mest rationellt. Tvågreppsskördaren körde konsekvent ned i tidigare upphuggna stickvägar, backade upp och förflyttade sig längs beståndskanten till nästa stickväg o.s.v.

Engreppsskördaren körde huvudsakligen ner längs stickvägarna men genade (arbetade sig) genom beståndet till nästa stickväg, istället för att backa upp och vända. Den körde sedan uppför den nya stickvägen, genade genom beståndet till nästa stickväg, körde ned för den tredje stickvägen o.s.v.

Engreppsskördaren följde dock inte stickvägsnätet hela tiden utan körde friare i beståndet beroende på bedömt gallringsbehov. Troligen bidrog detta till att engreppsskördaren körde en kortare sträcka per hektar.

Tvågreppsskördare brukar ofta ha något vidare arbetsbredd än engreppsskördare på grund av att fällhuvudet är lättare än engreppsskördarnas uppårbetningsenhet och därigenom kan arbeta på något längre avstånd. I denna studie hade tvågreppsskördaren 3 meter vidare arbetsbredd än engreppsskördaren, vilket är en större skillnad än normalt. Av andelen areal inom arbetsbredd (tabell 5) framgår att tvågreppsskördarens arbetsbredd vid de olika stickvägarna delvis överlappade varandra, vilket inte var fallet för engreppsskördarens. Bägge maskinerna hade dock samma antal avverkade träd per uppställningsplats. Sammantaget kan detta bero på att engreppsskördaren i större utsträckning körde fram till de ställen och de träd som ansågs lämpliga att gallra ut medan tvågreppsskördaren, som körde i stickvägarna, bemödade sig lite extra att plocka träd mellan stickvägarna även på långt avstånd från maskinen.

### Uttag

Innan studien bedömdes att trädslagsblandningen i beståndet var mycket jämn både till antal och art. Tvågreppsskördaren avverkade dock betydligt fler och klenare träd än engreppsskördaren samt en större volym gran än tall. Tvågreppsskördaren avverkade en del av beståndet som gränsade till en skogsbilväg och engreppsskördaren en del som gränsade till omgivande skog. Antagligen fanns det en stor andel underväxt som höll massavedsdimension som inte räknades med i skärmen vid inventeringen före avverkning. Tittar man på diameterfördelningen för de avverkade träden framgår att 32 % av de träd tvågreppsskördaren avverkade hade en brösthöjdsdiameter på mindre än 19 cm medan motsvarande siffra var 12 % för engreppsskördaren.

## **Prestation och kostnad**

Tvågreppsskördaren hade ca 14 % högre prestation, vilket motsäger den uppställda hypotesen. En bidragande orsak till detta kan ha varit de tydliga stickvägarna, vilket medförde att tvågreppsskördaren hade relativt lätt att arbeta simultant med kranen samtidigt som kvistning-kapning pågick. Det var inte fallet i en liknande studie (Westerberg, 1995a). I den studien arbetade tvågreppsskördaren endast ca 6 % av tiden simultant jämfört med 40 % i denna studie. Beståndsdata avseende medelstam och antal uttagna samt kvarstående stammar var liknande i de båda studierna. Detta gällde märkligt nog också prestationen. Tvågreppsskördaren tycktes inte ha samma problem med hindrande kvarstående stammar i denna studie som i ovan refererade, trots att antal kvarstående stammar per hektar var detsamma. Eventuellt förklaras detta av att beståndet i denna studie hade ett större antal undertryckta träd med klenare diameter, vilket underlättade sikt och trädhantering och att det i denna studie fanns tydliga stickvägar.

Bägge maskinerna lade ned ungefär samma tid per träd för körning. Det som är mätt i denna studie är körning framåt under arbetets fortskridande. Det är troligt att detta mätsätt gynnat tvågreppsskördaren eftersom den lade ned en hel del tid på att backa upp i stickvägarna och vända, tid som klockades ur. Om även tiden för vändning hade tagits med i studien hade detta troligen medfört en större tidsåtgång för tvågreppsskördaren än engreppsskördaren. Detta oavsett om den försökt vända i beståndet eller backat upp som den nu gjorde. Engreppsskördaren lade mer tid på start och halt än tvågreppsskördaren. Det är också där, förutom kran-ut, som de största skillnaderna uppträder. Detta kan bero på att engreppsskördaren inte följde stickvägarna och behövde mer tid att planera sina uppställningsplatser.

Lutningskoefficienten,  $b$ , var i bägge fallen relativt låg men i paritet med de lutningskoefficienter som erhöles vid den skärmavvecklingsstudie som utfördes i ett närbeläget bestånd med liknande utseende på träden. Tvågreppsskördaren hade något mindre lutningskoefficient,  $b$  (tabell 6), vilket stämmer överens med tidigare studier (Westerberg, 1995a, b).

## **Skador på skärmträd**

Tvågreppsskördaren orsakade fler skador på omgivande träd än engreppsskördaren, i enlighet med den uppställda hypotesen. Detta ligger i linje med en tidigare studie (Westerberg, 1995a), där tvågreppsskördarens skadeandel dock var 5–6 % högre än i denna studie.

Risken för rötangrepp talar för att använda engreppsskördare i skärmhuggning. Även om tvågreppsskördaren gjorde ett fullgott jobb både prestationsmässigt och ekonomiskt, tappar den mer i prestation i kalavverkning än vad engreppsskördaren gör (Westerberg, 1995a). Dessutom är konceptet med intagning och iläggning av stammar i upparbetningsenheten inte speciellt lämpat för arbete i omgivande skog, vilket skadedata talar för.

## **Skador på föryngring**

Total andel skadade plantor i föryngringen i talldelen var något högre, +14 p.e., efter avverkning med engreppsskördaren jämfört med tvågreppsskördaren enligt den statistiska testen ( $\chi^2$ -test). Det motsäger den uppställda hypotesen att tvågreppsskördaren skulle orsaka mer skador. Några orsaker kan vara ett något större virkesuttag i försöksledet Egs och den betydligt lägre temperaturen när engreppsskördaren avverkade. Även uttagets trädslagsblandning skiljde sig en del, vilket kan ha bidragit till olika skadefrekvenser. I grandelen och för de båda delarna tillsammans kunde inga skillnader fastställas.

Av de plantor som skadades blev de allra flesta allvarligt skadade av tvågreppsskördaren i talldelen, medan engreppsskördaren orsakade en stor andel måttligt skadade plantor. Detsamma gällde hela försöket hopslaget. Anledningen till detta är svår att fastställa. Även skadeorsakerna skiljde sig något mellan de två maskintyperna. Medan engreppsskördaren hade något större andel topp-, stam- och grenbrott samt stamskador gav tvågreppsskördaren förhållandevis större andel uppryckta och nedböjda plantor. Det senare kan möjligen vara orsakat av att träden måste släpas in till upparbetningsenheten på maskinen. En annan orsak kan vara att temperaturen var olika vid de två avverkningstillfällena och att hårt frusna plantor, i studieledet Egs, brutits sönder i större utsträckning.

Skadenivån i de olika försöksleden och försöksdelarna i denna undersökning låg mellan 45 och 65 %. Om endast de döda och allvarligt skadade plantorna räknas med var motsvarande siffror 30–50 %. Dessa värden är något högre jämfört med en undersökning i skärmavveckling. I den studien var motsvarande siffror som ovan 35–65 % respektive 20–45 % (Sikström, 1995). Dessa studier gjordes med exakt samma försöksmetodik och det var en- och tvågreppsskördare som testades. Avverkningsuttaget vid skärmavvecklingarna var dock något högre, 130–230 m<sup>3</sup>sk/ha, jämför med 120–170 m<sup>3</sup>sk/ha i denna undersökning. Det talar för att skillnaden skulle kunna vara större vid likvärdiga förhållanden, eftersom den avverkade volymen tycks ha stor betydelse för andel skadade plantor (Sikström, 1995). I bestånden där skärmarna avvecklades hade föryngringarna också i de flesta fall ett större plantantal. En annan skillnad var att förarna vid skärmavveckling anmodades att ta speciell hänsyn till föryngring, vilket inte var fallet i denna studie.

Om man räknar de oskadade, lindrigt och måttligt skadade plantorna som utvecklingsbara fanns det 5 700–6 500 barrplantor per ha i talldelen och 2 600–2 900 barrplantor/ha i grandelen. Plantorna var företrädesvis granplantor. Detta är ett relativt stort antal som kan bidra till den kommande föryngringen, om de överlever friställningen. Föryngringen tycktes dock vara relativt gruppställd. Andel nollytor (radie >1 m) i de olika försöksleden var hög, 39 och 44 % i talldelen respektive 63 och 69 % i grandelen. Storleken på nollytorna är inte speciellt stora, men indikerar ändå gruppställdhet bland plantorna. Dessutom fanns en del lövplantor i föryng-



ringen, speciellt i talldelen. Trots de befintliga plantorna torde ytterligare etablering av plantor, s.k. skärmföryngring, vara nödvändigt för att erhålla en fullsluten föryngring.

## Referenser

- Andersson, O. & Fries, J. 1979. Orienterande försök rörande plantskador vid fröträdsavverkning. SST 2:123–129.
- Anon., 1991. Terrängtypschema för skogsarbete. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten,Handledning, 28 s. ISBN 91-7614-035-0.
- Bergan, J. 1971. Skjermforyngelse av gran sammenlignet med plantning i Grane i Nordland. Medd. Norske Skogforsøksves. 28:191–211.
- Bergan, J. 1985. Bestandsdata for naturlig gjenvekst og plantning av gran på en småbregnetype i Grane i Nordland. Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport 12, 23 s. Ås, Norge.
- Bjor, K. 1965. Fuktigheten som foryngelsefaktor. Landbrukets årbok. Skogbruk 1965:269–274.
- Brobakken, P. 1957. Gjenvekstundersøkelsen på endel av A/S Van Severen et. Co. Lt's frøtrestillinger. Medd. Norske Skogforsøksves. 21:81–170.
- Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granföryngring under skärm – en litteraturstudie med kommentarer. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut, Redogörelse Nr 4. 51 s. ISSN 1103-4580.
- Hartelius, H. 1944. Avverkning av överståndare i ungskog. Skogsägaren nr 2:83–85.
- Hånell, B. & Ottosson-Löfvenius, M. 1994. Windthrow after shelterwood cutting in *Picea Abies* peatland forests. Scand. J. For. Res. 9:261–269.
- Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1977. Skattning av höjdboniteten med ståndortsfaktorer – Tall och gran i Sverige. Skogshögskolan, Inst. f. västekologi och marklära, Rapporter och uppsatser nr 28, 240 s. Stockholm.
- Jeansson, E. & Laestadius, L. 1981. Markberedning, naturlig föryngring och beståndsföryngring vid återbeskogning i Sovjet, Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för skogsskötsel, Rapport nr 6, 65 s. Umeå.
- Leikola, M. 1982. Naturlig föryngring av barrskog. Tidskrift for Skogbruk, s. 114–121.
- Näslund, M. 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd – tall, gran och björk i norra Sverige. Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 22, s 87–132. Stockholm.
- Robertsdotter-Gnojek, A. 1992. Physiological response of suppressed *Norway spruce* to release from overstorey birch. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Forest Yield Research. Thesis. 15 s.

- SAS Institute Inc. 1987. SAS/STAT™, Guide for personal computers, version 6, edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028 s.
- Sikström, U. 1995. Mekaniska skador på plantor efter skärmavveckling med en- och tvågreppsskördare. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut, Arbetsrapport nr 305, 41 s. Uppsala.
- Skoklefeld, S. 1967. Fristilling av naturlig gjenvækst av gran. Medd. Norske Skogsforsves. 23:381–409.
- Westerberg, D & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare – Försöksmetod för att bestämma prestation, kostnad och skador på föryngringen. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut, Redogörelse nr 10, 26 s. Uppsala.
- Westerberg, D. 1995a. Studie av en- och tvågreppsskördare i skärmhuggning. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut, Arbetsrapport nr 303, 25 s. Uppsala.
- Westerberg, D. 1995b. Studie av en- och tvågreppsskördare i skärmavveckling. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut, Arbetsrapport nr 304, 32 s. Uppsala.

## Momentindelning vid tidsstudien

### Engreppsskördare

**Kran ut:** Börjar då kranen förs ut mot stammen och slutar då aggregatet befinner sig en meter från stammen.

**Omtag:** Börjar då skaklarna på fällhuvudet öppnas efter att först ha slutits runt trädet och slutar då kapning börjar (svärdet aktiveras).

**Fällning:** Börjar då aggregatet befinner sig en meter från stammen och slutar då matarvalsarna börjar rotera.

**Kvistning-kapning:** Börjar då matarvalsarna börjar rotera och slutar då toppbiten släpps ur aggregatet.

**Körning under kvistning-kapning:** Börjar då hjulen börjar rulla under pågående kvistning- kapning och slutar då hjulen åter står stilla.

**Start/väntan:** Börjar då sista toppbiten släppts ur aggregatet och slutar då kran ut alternativt körning påbörjas.

**Körning:** Börjar då hjulen börjar rulla och slutar då hjulen åter står stilla. Momentet är underordnat kranarbetet.

**Halt:** Startar (efter körning) då hjulen åter står stilla och slutar då kran ut påbörjas.

**Övrig verktid:** Annan verksamhet till gagn för arbetet t.ex. plockning av virke, risning av stickväg etc.

**Risrens:** Börjar då kranen förs ut mot besvärande underväxt och slutar då underväxten är fälld och kran ut börjar.

**Störning:** Börjar då störning i något av ovanstående moment inträffar och slutar då störningen är över. Störning kan t.ex. vara backning för svår kvist vid kvistning kapning, fastfällning, lättare fastkörning etc.

**Avbrott:** Tid som inte kan hänföras till det faktiska arbetet såsom raster, reparation, etc.

### **Tvågreppsskördare**

**Kran ut:** Börjar då kranen förs ut mot stammen och slutar då aggregatet befinner sig en meter från stammen.

**Fällning:** Börjar då aggregatet befinner sig en meter från stammen och slutar då stammen har avskiljts.

**Intag:** Börjar då fällning slutar och slutar då stammen släppts ned i upparbetningsenheten.

**Körning under intag:** Börjar då hjulen börjar rulla under pågående intagning och slutar då hjulen åter står stilla.

**Kvistning-kapning 1:** Börjar då stammen släpps ned i upparbetningsenheten och slutar då sista biten avskiljts..

**Kvistning-kapning 2:** Börjar då kran ut påbörjas under pågående kvistning-kapning, pågår så länge annat kranarbete t.ex. kran ut, fällning, intagning utförs, och slutar antingen då sista toppbiten avskiljts eller annat kranarbete avslutas. Momentet är således överordnat kranarbetsmomenten.

**Start/väntan:** Börjar då sista biten avskiljts i upparbetningsenheten och slutar då kran-ut alternativt körning påbörjas.

**Körning:** Börjar då hjulen börjar rulla och slutar då hjulen åter står stilla. Momentet är underordnat kranarbetet.

**Halt:** Börjar då hjulen börjar rulla och slutar då hjulen åter står stilla.

**Övrig verktid:** Annan verksamhet till gagn för arbetet tex plockning av virke, risning av stickväg etc.

**Risrens:** Börjar då kranen förs ut mot besvärande underväxt och slutar då underväxten är fälld och kran ut börjar.

**Störning:** Börjar då störning i något av ovanstående moment inträffar och slutar då störningen är över. Störning kan t.ex. vara backning för svår kvist vid kvistning kapning, fastfällning, lättare fastkörning etc.

**Avbrott:** tid som inte kan hänföras till arbetet som t.ex. raster, reparationer,