



Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

MEKANISKA SKADOR PÅ PLANTOR EFTER SKÄRMVVECKLING MED EN- OCH TVÅ- GREPPSSKÖRDARE

Ulf Sikström

Arbetsrapport nr 305

1995

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

Omslag: ”Stickväg efter skärmavveckling, Avesta.” Foto: Ulf Sikström

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																																
Material och metod	4																																
Försökslokaler	4																																
Skärmavveckling	7																																
Provyteutläggning och datainsamling	9																																
Analys av skadade plantor och föryngringens höjdförändring	11																																
Samband mellan skador och avstånd till närmaste stickväg respektive skär <tr><td> Ristäckning och ristjocklek</td><td>12</td></tr> <tr><td> Data från litteraturen</td><td>12</td></tr> <tr><td>Resultat.....</td><td>13</td></tr> <tr><td> Skadade plantor</td><td>13</td></tr> <tr><td> Skadegrad</td><td>16</td></tr> <tr><td> Skadetyper</td><td>20</td></tr> <tr><td> Skadeorsaker.....</td><td>22</td></tr> <tr><td> Föryngringens plantantal, luckighet och höjdförändring</td><td>24</td></tr> <tr><td> Samband mellan skador och avstånd till närmaste stickväg respektive skär<tr><td> Ristäckning och ristjocklek</td><td>26</td></tr><tr><td> Data från litteraturen</td><td>29</td></tr><tr><td>Diskussion</td><td>32</td></tr><tr><td> Skadenivå vid skärmavveckling.....</td><td>32</td></tr><tr><td> Jämförelse mellan Egs och Tgs</td><td>33</td></tr><tr><td> Andra avverkningsmetoder vid skärmavveckling</td><td>34</td></tr><tr><td> Tidpunkt för skärmavveckling och avveckling i ett eller flera steg.....</td><td>37</td></tr><tr><td>Referenser</td><td>40</td></tr></td></tr>	Ristäckning och ristjocklek	12	Data från litteraturen	12	Resultat.....	13	Skadade plantor	13	Skadegrad	16	Skadetyper	20	Skadeorsaker.....	22	Föryngringens plantantal, luckighet och höjdförändring	24	Samband mellan skador och avstånd till närmaste stickväg respektive skär <tr><td> Ristäckning och ristjocklek</td><td>26</td></tr> <tr><td> Data från litteraturen</td><td>29</td></tr> <tr><td>Diskussion</td><td>32</td></tr> <tr><td> Skadenivå vid skärmavveckling.....</td><td>32</td></tr> <tr><td> Jämförelse mellan Egs och Tgs</td><td>33</td></tr> <tr><td> Andra avverkningsmetoder vid skärmavveckling</td><td>34</td></tr> <tr><td> Tidpunkt för skärmavveckling och avveckling i ett eller flera steg.....</td><td>37</td></tr> <tr><td>Referenser</td><td>40</td></tr>	Ristäckning och ristjocklek	26	Data från litteraturen	29	Diskussion	32	Skadenivå vid skärmavveckling.....	32	Jämförelse mellan Egs och Tgs	33	Andra avverkningsmetoder vid skärmavveckling	34	Tidpunkt för skärmavveckling och avveckling i ett eller flera steg.....	37	Referenser	40
Ristäckning och ristjocklek	12																																
Data från litteraturen	12																																
Resultat.....	13																																
Skadade plantor	13																																
Skadegrad	16																																
Skadetyper	20																																
Skadeorsaker.....	22																																
Föryngringens plantantal, luckighet och höjdförändring	24																																
Samband mellan skador och avstånd till närmaste stickväg respektive skär <tr><td> Ristäckning och ristjocklek</td><td>26</td></tr> <tr><td> Data från litteraturen</td><td>29</td></tr> <tr><td>Diskussion</td><td>32</td></tr> <tr><td> Skadenivå vid skärmavveckling.....</td><td>32</td></tr> <tr><td> Jämförelse mellan Egs och Tgs</td><td>33</td></tr> <tr><td> Andra avverkningsmetoder vid skärmavveckling</td><td>34</td></tr> <tr><td> Tidpunkt för skärmavveckling och avveckling i ett eller flera steg.....</td><td>37</td></tr> <tr><td>Referenser</td><td>40</td></tr>	Ristäckning och ristjocklek	26	Data från litteraturen	29	Diskussion	32	Skadenivå vid skärmavveckling.....	32	Jämförelse mellan Egs och Tgs	33	Andra avverkningsmetoder vid skärmavveckling	34	Tidpunkt för skärmavveckling och avveckling i ett eller flera steg.....	37	Referenser	40																	
Ristäckning och ristjocklek	26																																
Data från litteraturen	29																																
Diskussion	32																																
Skadenivå vid skärmavveckling.....	32																																
Jämförelse mellan Egs och Tgs	33																																
Andra avverkningsmetoder vid skärmavveckling	34																																
Tidpunkt för skärmavveckling och avveckling i ett eller flera steg.....	37																																
Referenser	40																																

Sammanfattning

I en skogsskötselmodell för att föryngra gran under högskärm ingår bl.a. avveckling av skärmträden när föryngringen är säkerställd. En central fråga är om dagens helmekaniserade avverkningssystem är anpassade till de krav som ställs vid denna åtgärd. Syftet med denna undersökning var att kartlägga frekvensen mekaniska skador på granföryngring efter helmekaniserad skärmavveckling och jämföra om skadorna skiljer sig efter avveckling med engreppsskördare (Egs) respektive tvågreppsskördare (Tgs).

Tre försökslokaler ingick i undersökningen. Alla bestånd var högskärmar med varierande proportion av gran och tall med god-riklig granföryngring under. Inom varje försökslokal avverkades ena halvan av skärmen med Egs och den andra med Tgs. Skärmträden och föryngringen inventerades innan och föryngringen efter skärmavvecklingen, varvid skadeförskickning gjordes. Även avverkningsavfallets täckning och tjocklek registrerades. Dessutom sammanställdes ett datamaterial från litteraturen för att belysa samband mellan skadefrekvens och olika tillgängliga variabler som beskriver föryngring, skärmträd och avverkningsmetod.

Cirka 35–65 % av plantorna i föryngringen, blev på något sätt påverkade vid skärmavvecklingarna. Om endast de försvunna, dödade och allvarligast skadade plantorna räknades med var motsvarande värden ca 20–45 %. Trots dessa relativt höga skadeandelar torde den kvarvarande föryngringen vara tillräcklig för att erhalla ett nytt bestånd. Det beror på att de studerade bestånden dels hade ett mycket tätt plantuppslag innan avveckling, dels att många plantor endast blev lindrigt skadade eller påverkade och antagligen kan bli beståndsbildande trots påverkan. Efter skärmavveckling var 2 200–15 300 barrplantor/ha oskadade och det fanns 3 600–19 100 barrplantor/ha om endast de dödade och allvarligt skadade plantorna inte räknades med. Dessa data avser endast mekaniska skador och gäller för tidpunkten två–sex månader efter skärmavveckling, vilken utfördes på vintern. Hur framtida avgångar och skador, p.g.a. friställningen, kommer att utvecklas är svårt att prognosticera. Men det som talar för att de borde bli begränsade är dels att skärmarna inte varit speciellt slutna, dels att föryngringen uppnått en höjd som gör att den passerat det mest kritiska stadiet för många skador. Det fanns även en del lövplantor i föryngringen.

Volymen i skärmen tycks ha stort inflytande på hur föryngringen påverkas vid skärmavveckling. I denna undersökning hade beståndet med störst volym i skärmen (230 m³sk/ha), störst andel påverkade plantor (58 %) och beståndet med minsta volymen (150 m³sk/ha) hade minst andel påverkade plantor (42 %).

Det fanns ingen generell påvisbar skillnad i skadenivå mellan Egs eller Tgs efter avveckling. För de skillnader som förekom på enskilda försökslokaler var det svårt att särskilja effekterna av avverkningsmetoden och beståndsförutsättningarna. Ytterligare ett problem, som gäller alla maskinstudier, är

att isolera maskin och förarberoende. Styrkan i denna studie var dock att samma typ av maskiner och samma förare nyttjades inom två av de tre försökslokalerna.

Denna studie liksom andra studier tyder på att spridningen i skadenivå kan bli relativt stor, även med samma avverkningsmetod. Ett skäl är att beståndsförutsättningarna verkar ha stor betydelse. Det talar för en noggrann planering och anpassning av avverkningsarbetet till rådande förhållanden. Även maskinförarens insats blir ännu viktigare jämfört med konventionell gallring och slutavverkning.

En lämplig tidpunkt för skärmavveckling kan vara när föryngringen har ett tillräckligt antal stammar i höjdintervallet 1–2 m. Avveckling tidigare kan ge stor avgång p.g.a. friställningen av plantorna samt stor andel ristäckta plantor. Avveckling senare ger större risk för topp-, gren- och stambrott. Möjligen kan förhållanden, som exempelvis extrem frostrisk eller hög grundvattennivå, tala för en senare avveckling än ovan föreslagna.

Det är svårt att utifrån detta material bestämma en gräns för skärmens täthet, som motiverar en uppdelning av skärmavvecklingen. I samtliga fall i denna undersökning talar det mesta för att skärmarna kunde avvecklas i ett steg (<200 stammar/ha; <230 m³sk/ha), utan oacceptabla skador i föryngringen. Även skärmens trädslagsblandning och skärmträdens morfologi måste beaktas i sammanhanget. En av försökslokalerna (Graninge), med den största volymen i skärmen och det lägsta plantantalet i föryngringen, låg möjligen på gränsen för avveckling av skärmen i ett steg. I detta fall var skärmen talldominerad och tallarna hade relativt kläna kvistar.

Det bör gå bra att avveckla skärmar om 150–200 m³sk/ha eller mindre, motsvarande <200 stammar/ha, med antingen Egs eller Tgs och efterföljande skotning, utan att orsaka oacceptabla skador i plantbeståndet. Detta tycks i alla fall gälla i relativt täta föryngringar, >6 500 plantor/ha, som har ett tillräckligt antal huvudstammar i höjdintervallet 1–2 m. Men även andra beståndsegenskaper måste beaktas, exempelvis skärmens trädslagsblandning, skärmträdens morfologi och plantornas fördelning.

En viktig fråga, som bör belysas bättre, är hur lågt plantantalet i föryngringen kan vara för att erhålla ett acceptabelt slutresultat efter skärmavveckling. En annan viktig fråga är att hitta säkrare kriterier som motiverar en uppdelning av skärmavvecklingen.

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. En orsak till intresset är den

lågkonjunktur som rått i kombination med kostnadsutvecklingen för skogsvårdsåtgärder (Berg, 1993), däribland skogsodling. En annan orsak är inriktningen mot ett ståndortsanpassat skogsbruk, vilket kan exemplifieras med att traditionellt kalhyggesbruk med efterföljande plantering har visat sig fungera dåligt på vissa marktper. Ytterligare bidragande orsaker är samhällets krav på mindre radikala skogsskötselåtgärder och en mer varierad skogsskötsel för att främja biologisk mångfald, vilket bl.a. tar sig uttryck i den nya skogsvårdslagen som antogs 1994, där produktions- och miljömålen är likställda (Anon., 1994). Samma lag har också en mer liberal syn på nyttjandet av olika skogsskötselmetoder jämfört med den tidigare lagen.

Hånell (1993) framhåller granföryngring under högskärm som en lovande metod på högproduktiva torvmarker, grundat på resultat efter 4–5 år. Det finns flera andra arbeten som också behandlar granföryngring under högskärm (t.ex. Hagner, 1962; Skoklefeld, 1992; Tirén, 1949). Om beståndsunderväxten 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 skärnhuggning (Skoklefeld, 1967; Bergan, 1985).

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 vindfällning efter kommande skärnhuggning (Hånell & Ottosson-Lövenius, 1993; Hannerz & Gemmel, 1994). Skärnhuggning utförs vid den tidpunkt när man avser att föryngra beståndet. Slutligen ska skärmen avvecklas, när föryngringen är tillfredsställande. Eventuellt görs skärnavvecklingen i flera steg, om det anses nödvändigt. Tidpunkten för skärnavveckling är viktig för att minimera skadorna på föryngringen. Det gäller dels de fysiologiska skador, som kan drabba plantorna efter friställning p.g.a. ändrade ljus- och fuktighetsförhållanden (t.ex. Bjor, 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). Dessa tidigare undersökningar som beskriver mekaniska skador på föryngring efter avveckling av högskärm är, med ett undantag, utförda efter avverkning med manuella eller motormanuella metoder. Merparten av dessa undersökningar behandlar dessutom tallföryngring under skärm, vilket även gäller undersökningen med helmekaniserad avverkning (Westerberg & Berg, 1994).

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 avverkningssystem är anpassade till de krav som ställs vid användande av en skogsskötselmetod

som granföryngring under högskärm, bl.a. vid skärmavveckling. Syftet med följande undersökning är att kartlägga frekvensen mekaniska skador på granföryngring efter skärmavveckling och jämföra om skadorna skiljer sig efter avveckling med engreppsskördare (Egs) respektive tvågreppsskördare (Tgs). Hypotesen är att Egs orsakar mindre skador på föryngringen jämfört med Tgs, eftersom Egs har uppdriftsenheten i kranspetsen och behöver därför inte släpa träden lika mycket som Tgs vid uppdriftning (kvistning och kapning). Egs kan också bättre styra fördelningen av virkeshögar och avverkningsrester.

Material och metod

Försökslokaler

Tre försökslokaler ingick i undersökningen. En av lokalerna låg ca 5 km Ö Avesta (Avesta) i Dalarna. De två andra var belägna i Ångermanland, närmare bestämt ca 25 km VSV om Sollefteå (Graninge) respektive ca 8 km V Bolstabruk (Lövsjön) (tabell 1). Försökslokalerna kommer i fortsättningen att benämnas Avesta, Graninge och Lövsjön. Storleken på de undersökta bestånden var på respektive försökslokal 2,0, 3,8 och 2,1 ha.

Alla tre bestånd var högskärmar med riklig föryngring under. Skärmarnas utseende och struktur varierade något (tabell 2) och deras tillkomst var olika på de olika försökslokalerna. I Avesta var skärmen ett resultat av en aktiv skogsskötselåtgärd, som gav ett lyckat föryngringsresultat. Skärmhuggningen utfördes vintern 1973/74. Däremot i Graninge uppkom skärmen p.g.a. omfattande vindfällning 1985, vilket var fem år efter den senaste gallringen i beståndet. Efter 1985 blåste det ner ytterligare enstaka träd under några år. Snöbrott i beståndet i Lövsjön under vintern 1966/67 resulterade i den skärm som fanns där. Föryngringen inom alla försökslokaler, innan avveckling, måste anses som riklig, om alla plantor >1 dm räknas in (figur 1 a–c). Gran var det klart dominerande trädslaget, av barrträden, i alla tre föryngringarna.

Tabell 1.

Data som beskriver ståndorterna inom de olika försökslokalerna innan skärmavveckling. Antal och andel ytor per försöksled. Klassificering enligt Skogshögskolans boniteringssystem (Hägglund och Lundmark, 1977).

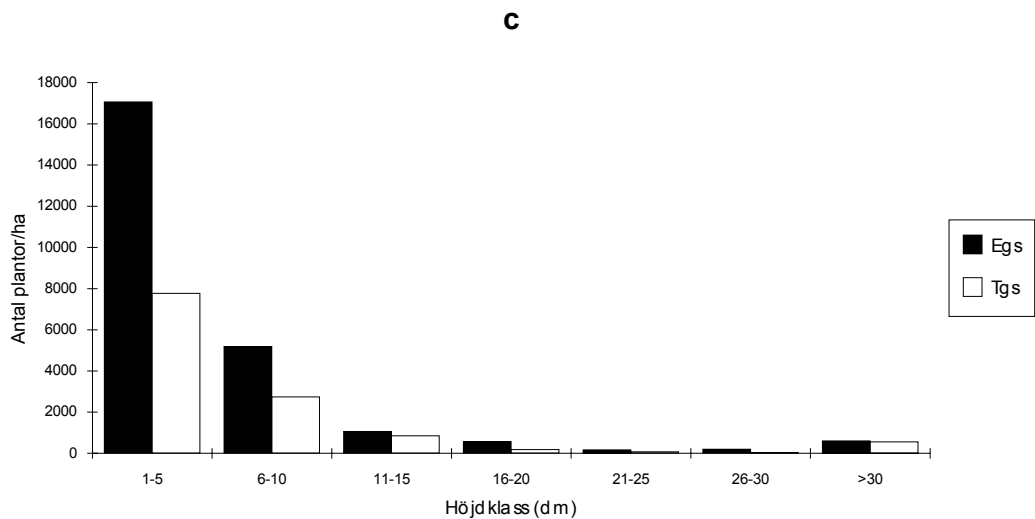
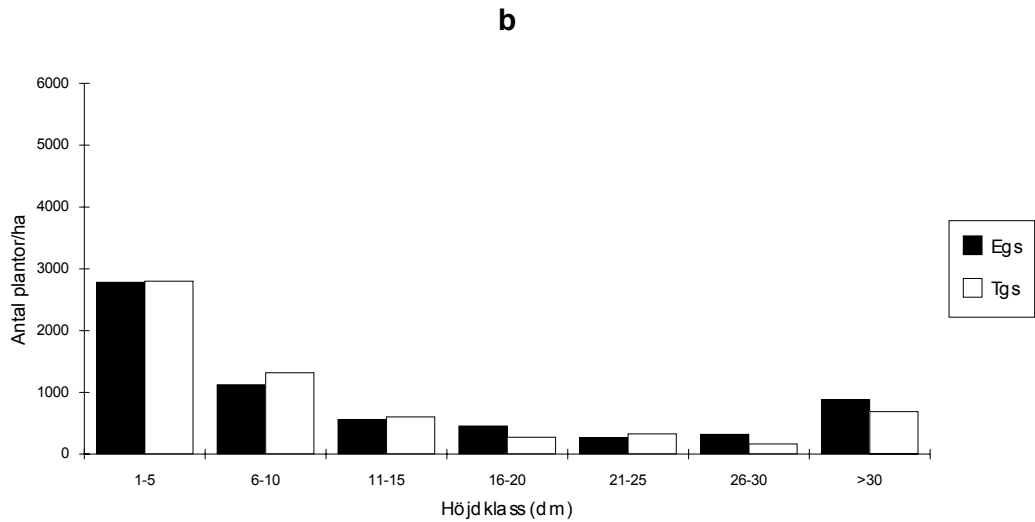
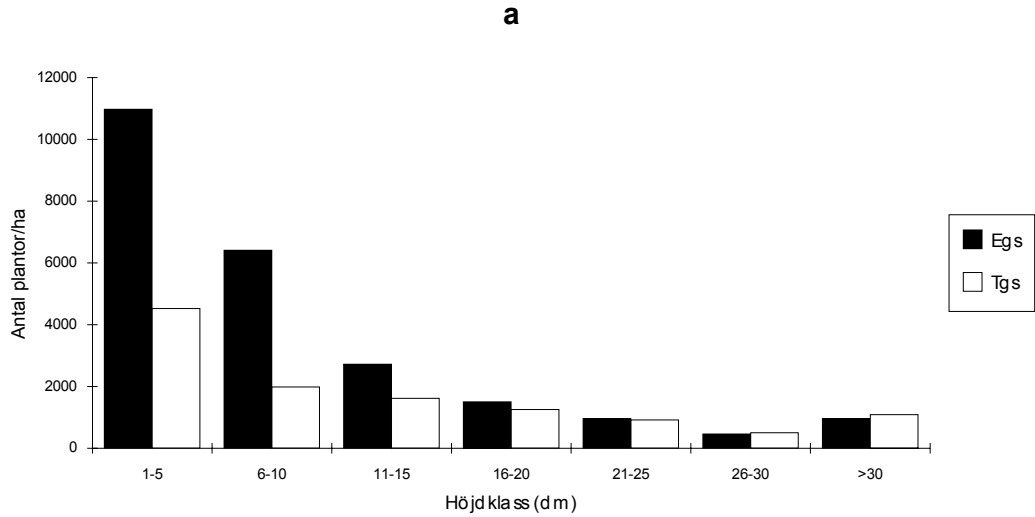
	Avesta		Graninge		Lövsjön	
	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)
Latitud (° ')	60 09		63 06		63 01	
Höjd över havet (m)	75		260		155	
Antal klassificerade ytor	76	114	119	116	111	86
Markvegetationstyp						
- Högörstyp	- (-)	- (-)	1 (1)	1 (1)	5 (4)	5 (6)
- Lågörstyp	1 (1)	3 (3)	29 (24)	29 (25)	44 (40)	50 (58)
- Mark utan fältskikt	2 (3)	7 (6)	- (-)	- (-)	3 (3)	2 (2)
- Bredbladig grästyp	- (-)	- (-)	7 (6)	8 (7)	2 (2)	- (-)
- Smalbladig grästyp	4 (5)	2 (2)	46 (39)	59 (51)	36 (32)	4 (4)
- Starr-Fräkentyp	- (-)	2 (2)	3 (2)	- (-)	- (-)	- (-)
- Blåbärsrityp	62 (82)	76 (67)	29 (24)	18 (15)	9 (8)	23 (27)
- Lingonristyp	7 (9)	23 (20)	4 (3)	1 (1)	11 (10)	2 (2)
- Kråkbär-/ljungristyp	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	1 (1)	- (-)
- Fattigristyp	- (-)	1 (1)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
Markfuktighet						
- Frisk	- (-)	- (-)	76 (64)	68 (59)	75 (67)	69 (80)
- Frisk - Fuktig	74 (97)	114 (100)	26 (22)	40 (34)	13 (12)	10 (12)
- Fuktig	2 (3)	- (-)	16 (13)	8 (7)	23 (21)	7 (8)
- Blöt	- (-)	- (-)	1 (1)	- (-)	- (-)	- (-)
Markvattnets rörlighet						
- Saknas	76 (100)	114 (100)	25 (21)	- (-)	41 (37)	5 (6)
- Kortare	- (-)	- (-)	17 (14)	1 (1)	4 (4)	32 (37)
- Längre	- (-)	- (-)	77 (65)	115 (99)	66 (59)	49 (57)
Jorddjup						
- > 70 cm	76 (100)	114 (100)	119 (100)	116 (100)	111 (100)	86 (100)
Textur¹						
- SA	- (-)	- (-)	4 (3)	12 (10)	67 (60)	62 (72)
- SM	76 (100)	114 (100)	109 (92)	102 (88)	44 (40)	24 (28)
- FM	- (-)	- (-)	6 (5)	2 (2)	- (-)	- (-)
Sumpmosslokal						
- Ja	47 (62)	67 (59)	25 (21)	27 (23)	1 (1)	4 (5)
- Nej	29 (38)	47 (41)	94 (79)	89 (77)	110 (99)	82 (95)
Topografi						
- Plan mark	76 (100)	114 (100)	21 (18)	1 (1)	2 (2)	2 (2)
- Sluttning	- (-)	- (-)	95 (80)	112 (97)	91 (82)	81 (94)
- Höjd	- (-)	- (-)	- (-)	2 (2)	2 (2)	- (-)
- Svacka	- (-)	- (-)	3 (2)	1 (1)	16 (14)	3 (3)
Humustjocklek						
Medeltal ± medelfel (cm) (min - max)	15±1 (4-33)	20±1 (7-41)	9±1 ² (3-19)	9±1 ² (4-18)	3±0 (1-8)	3±0 (1-5)
SI enl. ståndortsfaktorer (m)	T24/G23		T23/G23		T23/G23	
G.Y.L.³	2 1 1	2 1 1	2 1 1	2 1 1	1 3 3	1 3 3

¹ SA = Sandig morän, Grovsand; SM = Sandig moig morän, Mellansand, Grovmo; FM = Moig, mjällig eller lerig morän,

finmo, mjåla, lera.

² Endast 30 ytor ingår.

³ G = grundstruktur, Y = ytstruktur och L = lutning. Enligt Skogsarbetens terrängtypschema (Anon. 1991).



Figur 1. Föryngringens höjdfördelning i 5-dm höjdklasser innan skärmarveckling i (a) Avesta, (b) Granninge och (c) Lövsjön. Egs=engreppsskördare och Tgs=tvågreppsskördare.

I Avesta var blåbärsristyp den dominerande markvegetationstypen, med inslag av lingonristyp. Markfuktigheten var frisk-fuktig och det saknades rörligt markvatten, eftersom området var helt plant. Ca 60 % av arealen bedömdes vara sumpmosslokal och jordens textur klassades som ett grovmo-sediment, med relativt stort inslag av finmo inom vissa delar av försökslokalen. Smalbladig grästyp var den dominerande vegetationstypen i Graninge, men inslaget av lågört- och blåbärsristyp var ansevärt. Markfuktighetsklassen frisk dominerade, med relativt stort inslag av frisk-fuktig och även en del fuktiga partier förekom. Större delen av arealen hade längre översilning och låg således i en lång sluttning. Cirka 20 % av arealen var sumpmosslokal. Mineraljordens textur var sandig-moig morän. I Lövsjön var lågörttyp den mest frekventa markvegetationstypen, men med stort inslag av smalbladig grästyp och blåbärsristyp. Frisk markvattenklass var helt dominerande, även om det fanns ett litet inslag av frisk-fuktiga och fuktiga partier i beståndet. Längre perioder med översilning förekom på ca halva arealen och på resterande hälft förekom översilning kortare perioder eller saknades helt. Sandig-moig morän var den dominerande jordarten, med stort inslag av sandig morän. Endast enstaka procent av arealen var sumpmosslokal. Inom alla försökslokaler var jorddjupets mäktighet >70 cm (tabell 1).

Tabell 2.

Data om skärmträden inom de olika försökslokalerna innan skärmavveckling samt provytornas avstånd till närmaste skärmträd. Medeltal och medelfel per försöksled. I något fall anges min- och maxvärden inom parentes.

	Avesta		Graninge		Lövsjön	
	Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs
Skärmträd						
<i>Antal ytor</i>	9	12	10	9	8	6
<i>Stammar/ha</i>	202±24	228±13	207±27	184±33	180±32	203±42
<i>Volym (m³sk/ha)</i>	167±21	132±14	230±33	234±52	171±15	182±34
<i>Trädslagsblandning (% tall/gran/löv)</i>	56/33/11	77/7/15	83/17/0	82/19/0	5/64/32	0/69/31
<i>Diameter (cm)</i>	37,6±1,3	31,8±1,0	34,7±0,8	36,3±1,7	37,4±2,1	36,1±1,5
<i>Höjd (dm)</i>	229±6	204±4	265±3	267±4	253±7	249±6
<i>Ålder, brösthöjd (år)</i>	117±4	108±4	114±2	121±1	87±3	111±6
<i>Sl enl. övrehöjd (m)</i>	T24/G24	T20/G21	T25	T25	G26	G26
Provytornas avstånd till närmaste skärmträd (dm)	31±2 (5–71)	29±1 (3–71)	35±2 (3–93)	38±2 (1–123)	35±2 (1–102)	41±3 (4–116)

Skärmavveckling

Försöksobjekten Avesta och Lövsjön delades i två delar innan avverkning, varefter försöksleden lottades. I Graninge gjordes en blockindelning, i två

block, beroende på varierande markförhållanden. Därefter lottades försöksleden inom respektive block. Skärmavvecklingarna utfördes under vintern 1993/94. De två försöksleden som studerades var avverkning med engreppsskördare (Egs) och tvågreppsskördare (Tgs). I Avesta var Egs en Valmet 892 med ett 960-aggregat och Tgs en FMG/ÖSA 706/260. I Graninge och Lövsjön användes också en Valmet 892, men med ett 955-aggregat, och Tgs var en FMG Timberjack 1880 Master. Det var alltså samma maskiner med samma förare som utförde avverkningarna i de två sist nämnda försöken. I Avesta gjordes skärmavvecklingen med Egs den 22 mars och med Tgs den 18 mars 1994. I Graninge var motsvarande datum 14 och 16 december för Egs samt 4–5 december 1993 för Tgs. Slutligen i Lövsjön gjordes avverkningen den 25 mars med Egs och 17 mars 1994 med Tgs. Väderleks- och snöförhållandena vid avverkning framgår av tabell 3. Inte i något försök/försöksled var plantorna hårt frusna vid tidpunkt för avverkning. Förarnas avverkningsinstruktion var att: arbeta i normalt, uthålligt tempo; vara rädd om föryngringen; företrädesvis köra och fälla in i luckor i föryngringen, men samtidigt värna om enstaka plantor i luckor och i dessa fall hellre köra och fälla in i täta grupper av föryngringen.

Tabell 3.
Väderleksförhållanden vid skärmavvecklingen inom de olika försöksleden på de olika försökslokalerna.

	Avesta		Graninge		Lövsjön	
	Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs
<i>Temperatur (°C)</i>	-1 – (-2)	-5 – (-7)	-4 – (-8)	-2 – (-6)	0 – (-1)	-6 – (-8)
<i>Siktförhållanden</i>	Klart, sol	Halvklart lätt snöfall	Mulet, per. snöfall	Mulet	Tätt snöfall	Mulet
<i>Snödjup (dm)</i>	3–4	4	2–3	1	13–15	13–15
<i>Snötyp</i>	Kompakt, hård bärande skare	Kompakt, bristande skare	Lös, med kompakt bottenkikt 0,5–1 dm	Lös, puderartad	Lös, med kompakt bottenkikt 3–4 dm	Lös, med kompakt bottenkikt 3–4 dm

Efter fällning och upparbetning av skärmträden skotades virket. Det var samma skotarförare i en och samma maskin som körde ut allt virke inom en försökslokal. Skotarförarna fick instruktionen: kör i samma hjulspår som skördaren; var försiktig med föryngringen; kör inte över från ett studieled till ett annat.

Den andel av totala ytan som avverkningsmaskinernas kranzon omfattade följdes upp efter skärmavveckling (Westerberg, D. pers. medd.). Stubbarna till de yttersta träden en maskin nådde från stickvägen märktes direkt efter fällning. Maskinens arbetsbredd mättes sedan på var tjugonde meter längs stickvägarna, som avståndet från en tänkt linje mittemellan de sprejade stubbarna på ena sidan stickvägen, vinkelrät över stickvägen till

motsvarande tänkta linje på motstående sida stickvägen. Maskinens körsträcka mättes också. Det 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.

Provyteutläggning och datainsamling

Innan skärmavveckling lades cirkelytor (radie = 1 m) ut objektivt inom varje försöksled, i ett kvadratförband på 10×10 m i Avesta och Lövsjön. I Graninge var förbandet 12×12 m. På dessa ytor beskrevs föryngringen genom att alla barrplantor registrerades avseende trädslag och höjd i fallande dm. Eventuella skador på plantorna registrerades också. Om en yta saknade plantor, s.k. nollyta, mättes avståndet till närmaste barrplanta, som var högre än 1 dm, utanför ytan. Beträffande lövplantor räknades antal plantor högre än 10 dm på ytan och deras medelhöjd uppskattades samt högsta lövplantan mättes på dm när. Alla barr- och lövplantor lägre än 100 dm räknades till föryngringen. Träd högre än 100 dm registrerades som skärmträd. På varje provyta registrerades också avståndet, i dm, till närmaste skärmträd.

Även skärmträden mättes in innan avverkning. Detta gjordes på 14–21 cirkelytor, inom de olika försökslokalerna, genom att utnyttja vissa av föryngringsytornas provytecetrum. För dessa ytor användes radien 10 m i Avesta och Graninge samt radien 12 m i Lövsjön. 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 varannan gran i Avesta och Graninge. I Lövsjön togs endast provträd för höjdmätning av var tredje gran på samma sätt som ovan. På varannan yta åldersbestämdes och höjdmättes de två grövsta träden, de s.k. övrehöjdsträden. 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 diameter-volym samband, s.k. sekundär volymfunktion, för varje försöksbestånd med regressionsanalys ($\text{Volym} = \ln \text{Diameter}$). Detta gjordes trädslagsvis. Den totala beståndsvolymen för skärmträden uppskattades med hjälp av de erhållna sambanden.

Efter skärmavveckling och uttransport av virket återinventerades provytorna där föryngringen beskrevs innan avverkning. Skadeinventeringen i Avesta gjordes 3–5:e maj 1994. I Lövsjön gjordes inventeringen 16–19:e maj och i Graninge 24–26:e maj. Det innebar två–sex månader efter skärmavveckling. Det var samma förätningsmän som inventerade Graninge och Lövsjön, medan det var två andra som inventerade Avesta. Alla förätningsmän fick samma utbildning innan inventeringarna startades. Alla barrplantor som återfanns på ytorna skadeklassificerades med avseende på mekaniska skador uppkomna vid avverkningsarbetet. Vid denna klassificering noterades eventuella skador genom att ange skadetyp, skadegrad och skadeorsak (tabell 4). Om flera skador förekom på en planta, registreras 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. Vid återinventeringen saknades ett antal plantor som registrerades innan skärmavvecklingen, nämligen Avesta-Egs 34 st; Avesta-Tgs 6 st; Graninge-Egs 1 st; Graninge-Tgs 7 st; Lövsjön-Egs 15 st; Lövsjön-Tgs 2 st. De försvunna plantorna ingår inte i analysen av skadade plantor.

Tabell 4.
Skadeklassificering av mekaniska skador på plantor efter skärmavveckling.

Skadetyyp	Skadegrad ¹
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 stamomkretsen skadad 2. >25 % och <50 % av stamomkretsen skadad 3. >50 % av stamomkretsen 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

¹Betydelse 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.

Skadeorsak

1. Tydlig fällningsskada
2. Tydlig släpningsskada
3. Tydlig körningsskada
4. Ristäckt planta
5. Ej tydlig skadeorsak

Analys av skadade plantor och föryngringens höjdförändring

Andel skadade plantor inom respektive försök och försöksled beräknades på tre olika sätt:

1. Totala antalet skadade plantor i ett försöksled inom ett försök sattes i relation till totala antalet inmätta plantor inom samma försöksled;
2. Aritmetiska medeltalet av andel skadade plantor per yta beräknades per försöksled inom varje försök;
3. Först beräknades antal plantor per hektar i medeltal för respektive försöksled inom varje försök. Beräkningarna grundades på antal plantor per provyta före och efter skärmavveckling. Därefter sattes de erhållna plantantalen i relation till varandra. Skillnaden betraktades som döda/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 3, 2 och 1 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.

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 uteslöts plantor av olika skadegrad på samma sätt som vid beräkning av plantantal.

För att fastställa eventuella skillnader mellan de två testade maskintyperna avseende mekaniska skador utnyttjades χ^2 -test. Det gällde jämförelser av skadegrad, skadetyper och skadeorsaker. Vid dessa jämförelser, som gjordes för varje försökslokal, utnyttjades alla plantor från respektive försöksled. Vid testningen av skadetyper slogs klasserna 2 och 3 (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.

För jämförelse av skadegraden mellan de två maskintyperna, gjordes förutom χ^2 -test, en sambearbetning av alla tre försök, då variansanalys nyttjades. Plantornas klassning i skadegrader transformerades först enligt s.k. normal score (Eriksson, 1994). Det innebär att det klassindelade materialet överförs till en kontinuerlig skala. Transformeringsen gjordes försöksvis. Ett medeltal per provyta beräknades därefter för den transformerade skadegraden. Detta

ytmedeltal utnyttjades sedan för att räkna fram ett medeltal per försöksled inom respektive försök. Följande modell nyttjades för att testa eventuell skillnad i medelskadegrad (y) mellan Egs och Tgs:

$$y_{ij} = \mu + u_i + t_j + e_{ij} \quad (1)$$

där,

y_{ij} = skadegrad för försöksled ij

μ = totalmedelvärde

u_i = effekt av försök i , där $i = 1-3$

t_j = effekt av försöksled j , där $j = 1-2$

e = residual, NID ($0, \sigma_e^2$)

Statistikpaketet SAS/STAT (1987) procedur RANK användes för transformeringen och procedur GLM för analysen av den linjära modellen. Vid all bearbetning av materialet har inte blockfaktorn i Graninge beaktats. Motivet var att skärmavvecklingen gjordes under vintern när marken var frusen och därför ansågs de skiljda markförhållandena i de två blocken inte ha påverkat skadorna på föryngringen.

Samband mellan skador och avstånd till närmaste stickväg respektive skärmträd

Sambandet mellan andel skadade plantor per provyta och avstånd till närmaste stickväg respektive skärmträd, bestämdes med linjär regressionsanalys enligt minsta kvadratmetoden. Andel skadade plantor per provyta var beroende variabel i båda fallen. Regressionerna gjordes dels för alla provytor inom ett försök, dels för respektive försöksled inom ett försök.

Ristäckning och ristjocklek

För att fastställa eventuella skillnader mellan de två testade maskintyperna avseende avverkningsavfallets fördelning och täckningsgrad utnyttjades χ^2 -test, på samma sätt som vid analysen av skadorna. Avverkningsavfallets tjocklek beräknades som ett medeltal per försöksled inom respektive försök.

Data från litteraturen

Ett datamaterial sammanställdes från litteratur, som beskrev liknande undersökningar som denna. Detta material användes för att belysa samband mellan andel skadade plantor och olika tillgängliga variabler, som beskrev föryngring, skärm och avverkningsmetod. Eventuella samband bestämdes med linjär regressionsanalys enligt minsta kvadratmetoden. Andel döda och skadade plantor i genomsnitt per försöksled/bestand var beroende variabel i samtliga fall.

Resultat

Skadade plantor

Andel försvunna, dödade, skadade eller på något sätt påverkade barrplantor efter skärmavveckling var mellan 39 och 62 %, räknat som aritmetiskt medeltal av andel skadade plantor per provyta inom ett försöksled (tabell 5). Om endast de försvunna, dödade och allvarligast skadade plantorna räknades med var motsvarande värden 25–44 %. Ser man till de enskilda försöken var skadeandelen något högre för Egs jämfört med Tgs i Avesta. Skillnaden mellan försöksleden var ungefär densamma, 3–7 procentenheter (p.e.) oberoende av hur allvarliga skador som räknades med. Även i Lövsjön var skadeandelen något högre för Egs. Till skillnad från Avesta tenderade dock skillnaden mellan Egs och Tgs att öka, från 7 till 16 p.e., när de lindrigare skadeklasserna inte räknades med. I Graninge var skadeandelen högre för Tgs. På samma sätt som i Lövsjön förstärktes skillnaden mellan maskintyperna när de lindrigaste skadeklasserna inte räknades med. Skillnaden ökade från 9 till 19 p.e. (tabell 5).

Tabell 5.

Andel försvunna eller mekaniskt skadade plantor i medeltal±medelfel (minimum och maximum) efter skärmavveckling inom de olika försökslokalerna per försöksled. Värdena är beräknade genom att först beräkna andel skadade plantor per enskild provyta och därefter bildades aritmetiska medeltal av skadeandelarna per försöksled.

	Avesta		Graninge		Lövsjön	
	Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Egs
<i>Antal ytor</i>	75	106	77	74	96	61
<i>Skadeandel, Skadegrad >0, (%)</i>	46±4 (0–100)	39±4 (0–100)	53±5 (0–100)	62±5 (0–100)	55±4 (0–100)	48±6 (0–100)
<i>Skadeandel, Skadegrad >1, (%)</i>	37±4 (0–100)	33±4 (0–100)	39±5 (0–100)	52±5 (0–100)	52±4 (0–100)	40±6 (0–100)
<i>Skadeandel, Skadegrad >2, (%)</i>	29±4 (0–100)	26±4 (0–100)	25±4 (0–100)	44±5 (0–100)	44±4 (0–100)	28±5 (0–100)

Utgående från antal barrplantor per ha, i genomsnitt per försöksled före och efter skärmavveckling, var 38–66 % av barrplantorna försvunna, dödade, skadade eller på något sätt påverkade. Motsvarande siffra om endast de försvunna, dödade och allvarligt skadade plantorna räknades bort var 24–44 % (tabell 6).

Tabell 6.

Föryngringarnas plantantal och nollyteprocent inom de olika försökslokalerna innan och efter skärmavveckling. Medeltal och medelfel per försöksled. Max- och minvärden inom parentes.

	Avesta		Graninge		Lövsjön		
	Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs	
Plantor							
<i>Antal ytor</i>		76	114	119	116	111	86
<i>Antal inmätta plantor</i>	f ^a	607	432	240	232	882	332
	e ₃ ^b	457	328	179	131	519	238
	e ₂ ^b	404	291	145	107	436	208
	e ₁ ^b	366	268	81	114	409	181
<i>Barrplantor/ha, >1 dm, (×146±40³)</i>	f	25,4±2,2 (0–95,4)	12,1±0,9 (0–44,6)	6,4±0,8 (0–50,9)	6,4±0,6 (0–31,8)	25,3±2,9 (0–130,5)	12,3±1,9 (0–111,4)
	e ₃	19,1±2,1 (0–95,4)	9,2±0,9 (0–44,6)	4,8±0,7 (0–47,7)	3,6±0,5 (0–22,3)	14,9±2,4 (0–130,5)	8,8±1,4 (0–57,3)
	e ₂	16,9±2,0 (0–95,4)	8,1±0,8 (0–44,6)	3,9±0,6 (0–35,0)	2,9±0,5 (0–22,3)	12,5±2,2 (0–130,5)	7,7±1,3 (0–47,7)
	e ₁	15,3±2,0 (0–95,4)	7,5±0,8 (0–38,2)	3,0±0,5 (0–28,6)	2,2±0,4 (0–22,3)	11,7±2,1 (0–130,5)	6,7±1,2 (0–47,7)
<i>Trädslagsblandning, barr, (% tall/gran)</i>	f	7/93	24/76	12/88	21/79	1/99	0/100
	e ₃	5/95	19/81	8/92	18/82	1/99	0/100
	e ₂	5/95	21/79	9/91	17/83	1/99	0/100
	e ₁	5/95	22/78	11/89	19/81	1/99	0/100
<i>Lövplantor/ha, >1 m, (×10³)</i>	f	12,7±1,7 (0–70,0)	13,3±1,4 (0–73,2)	9,4±0,8 (0–66,8)	10,9±1,3 (0–101,9)	10,4±1,5 (0–101,9)	3,7±0,7 (0–38,2)
	e	9,8±1,6 (0–70,0)	9,3±1,2 (0–73,2)	6,6±0,9 (0–66,8)	7,2±1,3 (0–101,9)	7,2±1,4 (0–101,9)	1,9±0,4 (0–15,9)
Nollytor (barr)							
<i>Andel nollytor (%)</i>	f	1	7	35	36	14	29
	e ₃	13	21	44	53	32	41
	e ₂	14	25	51	60	39	50
	e ₁	21	30	61	67	42	55
<i>Andel nollytor med avst. till närmaste barrplanta 1–2 m, (%)</i>	f	1	7	29	24	11	24
	e ^c	4	11	31	27	10	30
<i>Andel nollytor med avst. till närmaste barrplanta >2 m, (%)</i>	f	0	0	0	0	3	5
	e ^c	3	3	8	17	6	5
<i>Medelavstånd till närmaste barrplanta för nollytor, (m)</i>	n=	1	8	42	42	15	25
	f	10±- (10–10)	15±1 (10–20)	16±1 (10–37)	19±1 (10–50)	16±1 (10–26)	15±1 (10–32)
	n=	5/10	15/24	46/53	51/62	18/36	30/35
	e ^c	17±3 (10–25)	20±3 (10–55)	17±1 (10–37)	20±1 (10–50)	19±2 (10–38)	15±1 (10–30)

^a Data före skärmavveckling.

^b Data efter skärmavveckling. e₃ = exkl. försvunna, döda och döende, e₂ = exkl. e₃ och måttligt skadade, e₁ = exkl. e₃, e₂ och lindrigt skadade.

^c Ytor där alla plantor hade skadegrad = 3 efter skärmavveckling ingår ej.

Skadeandelarna låg mellan 36 och 64 %, om man ser till totalt antal dödade och skadade barrplantor i förhållande till totalt antal inmätta (återfunna) plantor i enskilda försöksled i de olika försöken (tabell 7). Vid jämförelse mellan försöksleden inom enskilda försök (χ^2 -test) kunde ingen skillnad påvisas mellan andelen skadade och icke skadade plantor i Avesta ($p = 0,754$). Däremot i de två andra försöken fanns statistiskt signifikanta skillnader ($p < 0,05$). I Granninge var andelen skadade plantor 12 procentenheter (p.e.) större efter avverkning med Tgs jämfört med Egs-avverkning ($p = 0,011$). Däremot i Lövsjön var förhållandet det omvända, 8 p.e. större andel skadade plantor ($p = 0,018$) efter avverkning med Egs (tabell 7). Motsvarande jämförelse med enbart plantor högre än 10 dm, visade på färre skillnader mellan försöksleden. Det var bara i Lövsjön som skillnaden var statistiskt säkerställd ($p = 0,018$). Men till skillnad från jämförelsen när alla plantor > 1 dm ingick, var det i detta fall Tgs som gav 21 p.e. fler skador (tabell 8).

Tabell 7.

Antal och andel mekaniskt skadade plantor efter skärmavveckling inom de olika försökslokalerna per försöksled. χ^2 – test per försök. Alla plantor som återfanns efter skärmavveckling ingår.

	Avesta		Granninge		Lövsjön	
	Egs <i>n (%)</i>	Tgs <i>n (%)</i>	Egs <i>n (%)</i>	Tgs <i>n (%)</i>	Egs <i>n (%)</i>	Tgs <i>n (%)</i>
Skadade plantor						
<i>Antal plantor</i>	573	426	239	225	867	330
<i>Oskadade (Skadegrad 0)</i>	366 (64)	268 (63)	114 (48)	81 (36)	409 (47)	181 (55)
<i>Skadade (Skadegrad 1–3)</i>	207 (36)	158 (37)	125 (52)	144 (64)	458 (53)	149 (45)
χ^2 - värde	0,098	6,510	5,632			
<i>p</i> -värde	0,754	0,011	0,018			
Skadegrad						
<i>Antal plantor</i>	207	158	125	144	458	149
<i>Skadegrad 1</i>	38 (18)	23 (15)	31 (25)	26 (18)	27 (6)	27 (18)
<i>Skadegrad 2</i>	53 (26)	37 (23)	34 (27)	24 (17)	83 (18)	30 (20)
<i>Skadegrad 3</i>	116 (56)	98 (62)	60 (48)	94 (65)	348 (76)	92 (62)
χ^2 - värde	1,496	8,369	22,28			
<i>p</i> -värde	0,473	0,015	0,000			
Skadetyper						
<i>Antal plantor</i>	207	158	125	144	458	149
<i>Topp- el. stambrott</i>	37 (18)	49 (31)	38 (30)	36 (25)	64 (14)	43 (29)
<i>Grenbrott el. stamskada</i>	24 (12)	22 (14)	41 (33)	29 (20)	39 (8)	5 (3)
<i>Uppryckt el. nedböjd</i>	77 (37)	59 (37)	19 (15)	42 (29)	128 (28)	52 (35)
<i>Ristäckt</i>	69 (33)	28 (18)	27 (22)	37 (26)	227 (50)	49 (33)
χ^2 - värde	15,17	11,059	26,97			
<i>p</i> -värde	0,002	0,011	0,000			
Skadeorsak						
<i>Antal plantor</i>	207	158	125	144	458	149
<i>Fällningsskada</i>	29 (14)	10 (6)	25 (20)	22 (15)	29 (6)	5 (3)
<i>Släpskada</i>	8 (4)	4 (3)	- ¹ (-)	- ¹ (-)	2 (0)	0 (0)
<i>Körningsskada</i>	25 (12)	49 (31)	30 (24)	39 (27)	84 (18)	34 (23)
<i>Ristäckning</i>	120 (58)	62 (39)	40 (32)	50 (35)	208 (45)	57 (38)
<i>Ej tydlig orsak</i>	25 (12)	33 (21)	30 (24)	33 (23)	135 (29)	53 (36)
χ^2 - värde	31,96	1,284	6,257			
<i>p</i> -värde	0,000	0,733	0,181			

¹ Inga släpskador registrerade i försöket, varför denna klass inte ingick i analysen.

Tabell 8.

Antal och andel mekaniskt skadade plantor efter skärmavveckling inom de olika försökslokalerna per försöksled. χ^2 – test per försök. Plantor >10 dm som återfanns efter skärmavveckling ingår.

	Avesta		Graninge		Lövsjön	
	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)
Skadade plantor						
Antal plantor	158	193	93	75	91	46
Oskadade (Skadegrad 0)	89 (56)	117(61)	39 (42)	25 (33)	55 (60)	18 (39)
Skadade (Skadegrad 1–3)	69 (44)	76 (39)	54 (58)	50 (67)	36 (40)	28 (61)
χ^2 - värde	0,660		1,303		5,574	
p-värde	0,416		0,254		0,018	
Skadegrad						
Antal plantor	69	76	54	50	36	28
Skadegrad 1	23 (33)	20 (26)	19 (35)	15 (30)	9 (25)	5 (18)
Skadegrad 2	22 (32)	24 (32)	15 (28)	7 (14)	6 (17)	7 (25)
Skadegrad 3	24 (35)	32 (42)	20 (37)	28 (56)	21 (58)	16 (57)
χ^2 - värde	1,104		4,566		0,910	
p-värde	0,576		0,102		0,635	
Skadetyper						
Antal plantor	69	76	54	50	36	28
Topp- el. stambrott	21 (30)	33 (43)	21 (39)	20 (40)	18 (50)	19 (68)
Grenbrott el. stamskada	21 (30)	21 (28)	29 (54)	22 (44)	10 (28)	4 (14)
Uppryckt el. nedböjd	25 (36)	19 (25)	3 (5)	6 (12)	5 (14)	4 (14)
Ristäckt	2 (3)	3 (4)	1 (2)	2 (4)	3 (8)	1 (4)
χ^2 - värde	3,355		2,168		2,753	
p-värde	0,340		0,538		0,431	
Skadeorsaker						
Antal plantor	69	76	54	50	36	28
Fällningsskada	15 (22)	10 (13)	19 (35)	18 (36)	8 (22)	2 (7)
Släpskada	2 (3)	2 (3)	- ¹ (-)	- ¹ (-)	1 (3)	0 (0)
Körningsskada	10 (14)	28 (37)	15 (28)	21 (42)	12 (33)	10 (36)
Ristäckning	24 (35)	11 (14)	2 (4)	3 (6)	3 (8)	2 (7)
Ej tydlig orsak	18 (26)	25 (33)	18 (33)	8 (16)	12 (33)	14 (50)
χ^2 - värde	15,19		4,927		4,201	
p-värde	0,004		0,177		0,379	

¹ Inga släpskador registrerade i försöket, varför denna klass inte ingick i analysen.

Skadegrad

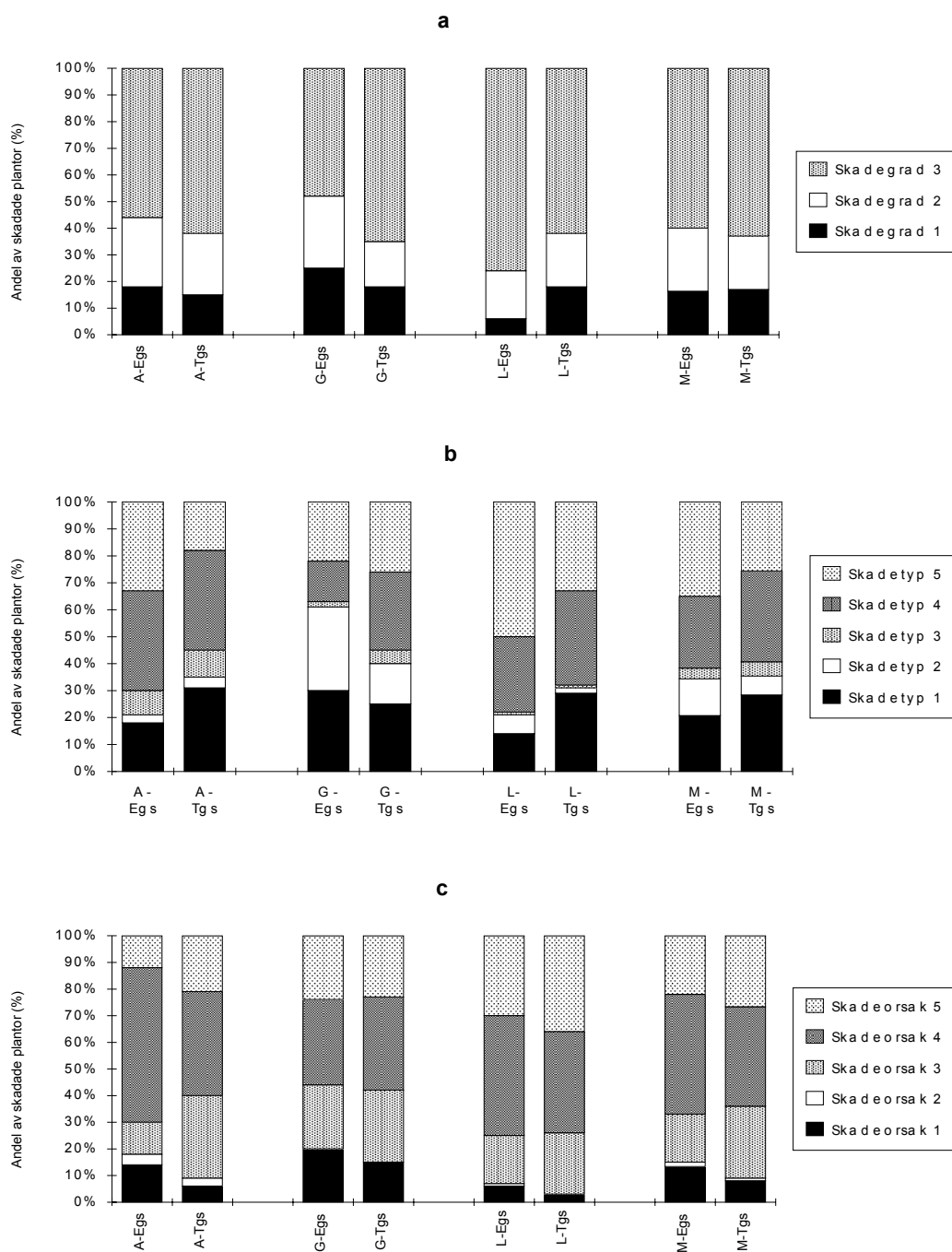
Det fanns ingen statistiskt påvisbar skillnad i plantornas skadegrad mellan de båda försöksleden, Egs och Tgs, enligt variansanalysen ($p = 0,983$). Det var heller ingen påvisbar skillnad i skadegrad mellan de olika försöken ($p = 0,789$) (tabell 9).

Tabell 9.**Variansanalys av medelskadegrad efter transformation, enligt normal score, av de fyra skadeklasserna.**

Variansorsak	Medelskadegrad			
	Fg	MS	F-kvot	p-värde
Försök	2	0,007	0,27	0,789
Försöksled	1	0,000	0,00	0,983
Fel	2	0,026		

Jämförelser (χ^2 -test) mellan de båda försöksleden i enskilda försök avseende andel plantor i olika skadeklasser (skadeklass 1–3) visade liknande resultat som vid jämförelsen ovan mellan skadade och icke skadade plantor (tabell 6, figur 2 a). I Avesta fanns ingen skillnad ($p = 0,473$), medan det i Graninge ($p = 0,015$) och i Lövsjön ($p = 0,000$) fanns signifikanta skillnader. Det var framför allt i skadegradsklassen med de allvarligast skadade plantorna som de stora skillnaderna fanns. I Graninge var det 17 p.e. fler skadade plantor i skadegradsklass 3 i Tgs-försöksledet. Motsvarande siffra för Egs-försöksledet i Lövsjön var +14 p.e. (tabell 7). En likadan jämförelse av skadegrad på plantor >10 dm gav ingen statistiskt säkerställd skillnad ($p < 0,05$) mellan försöksleden i de tre försöken (tabell 8). Det är viktigt att påpeka att försöksmaterialet i det sist nämnda fallet var begränsat.

Det var svårt att urskilja något tydligt mönster i skadegradens beroende av planthöjd (figur 3), men andelen allvarligt skadade och dödade plantor var lägst i höjdklassen 16–20 dm.



Figur 2.

De skadade plantornas fördelning på olika skadegrader (a), skadetyper (b) och skadeorsaker (c) i Avesta (A), Graninge (G) och Lövsjön (L) samt för alla försökslokaler i medeltal (M).

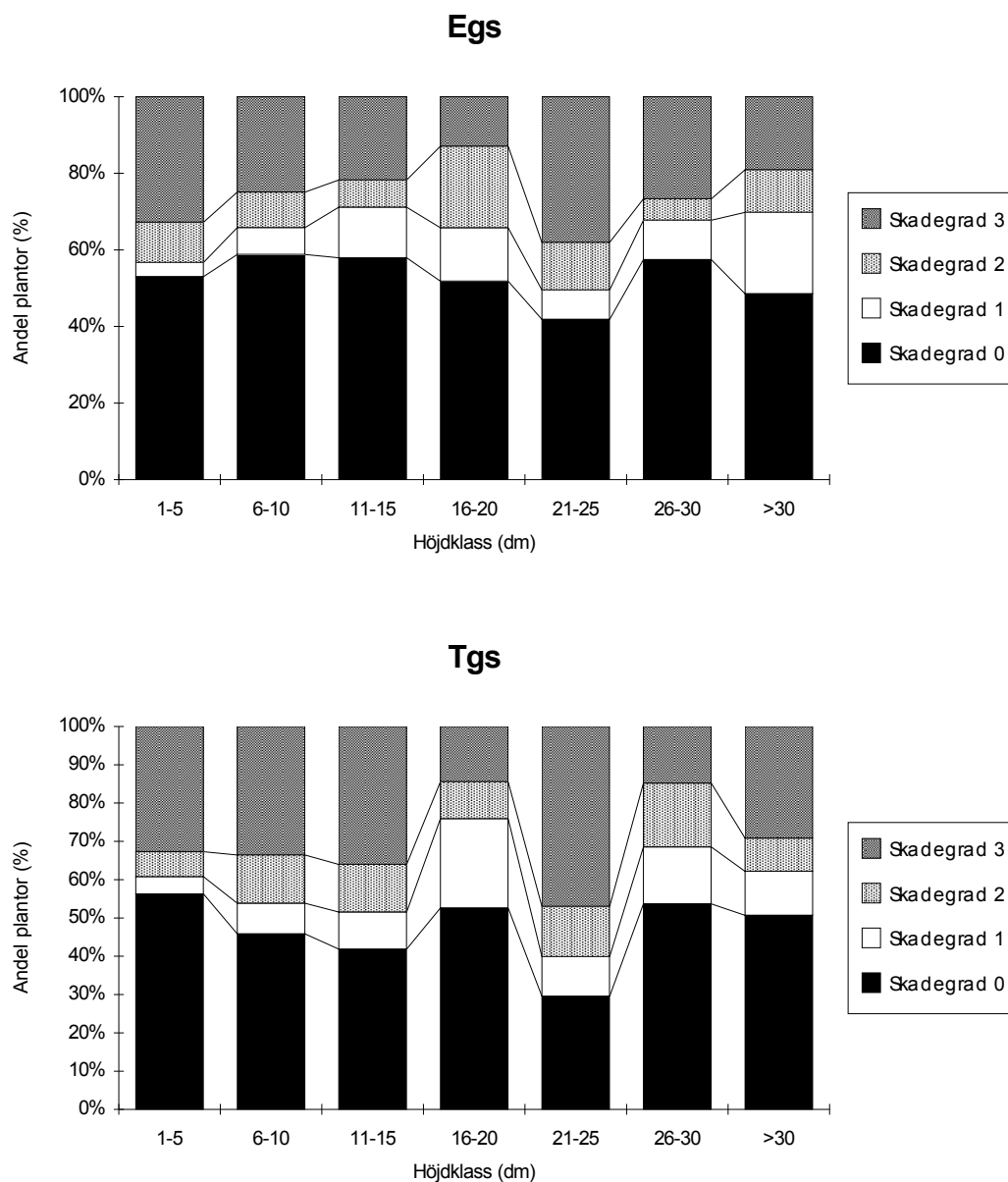
Egs = engreppsskördare och Tgs = tvågreppsskördare.

Skadegrad: 1 = Lindrig skada; 2 = Måttlig skada, 3 = Allvarlig skada.

Skadetyper: 1 = Topp- el stambrott; 2 = Skadade grenar, 3 = Stamskada; 4 = Uppryckt/Nedböjd; 5 = Ristäckt.

Skadeorsak: 1 = Fällningsskada; 2 = Släpningsskada, 3 = Körningsskada; 4 = Ristäckning; 5 = Orsak okänd.

För vidare förklaring se tabell 4.



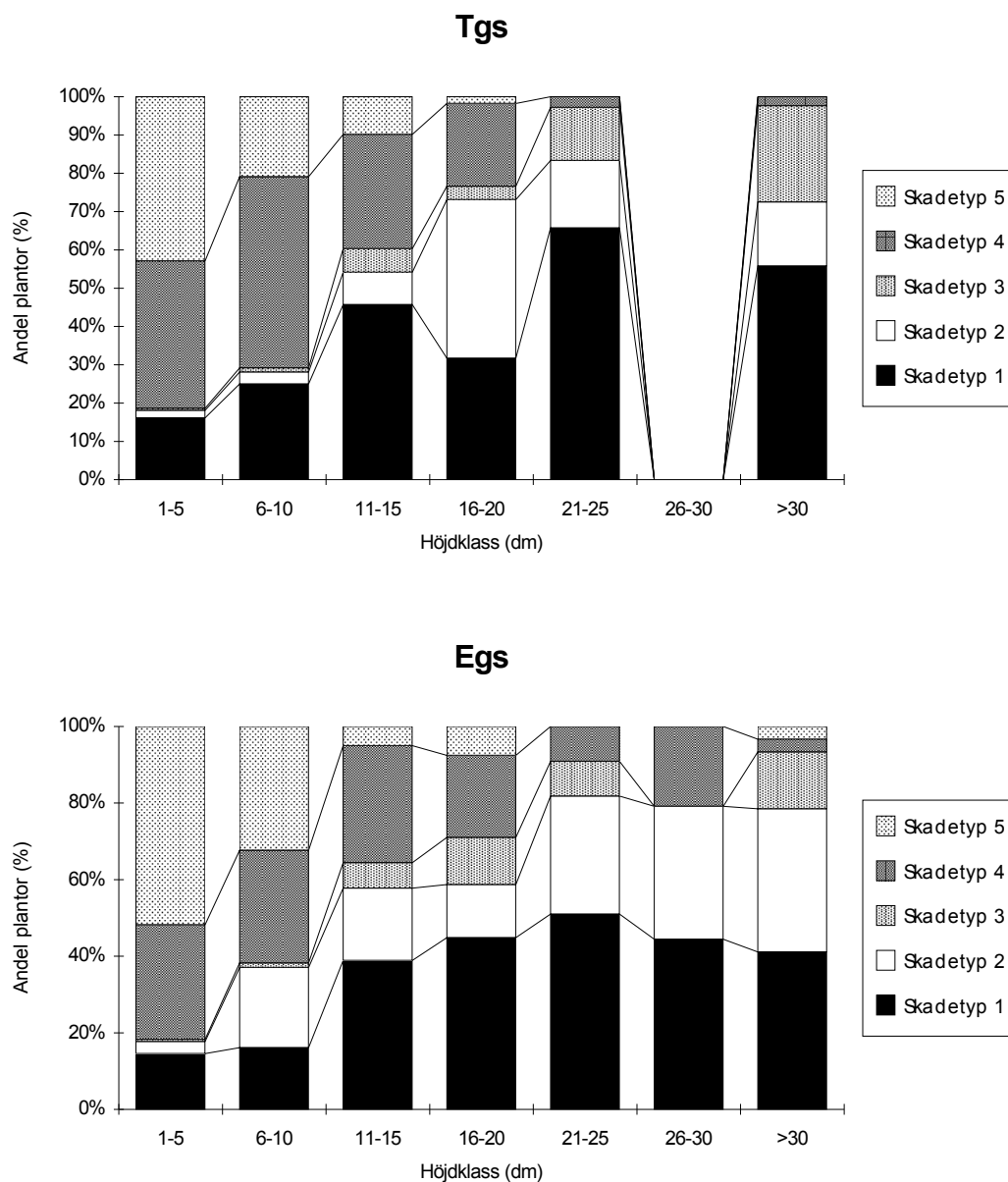
Figur 3.
Plantornas fördelning på skadegrad i olika höjdklasser för engreppsskördare (Egs) och tvågreppsskördare (Tgs). Medeltal av tre försök. Skadegrad: 0 = Oskadad; 1 = Lindrig skada; 2 = Måttlig skada, 3 = Allvarlig skada. För vidare förklaring se tabell 4.

Skadetyper

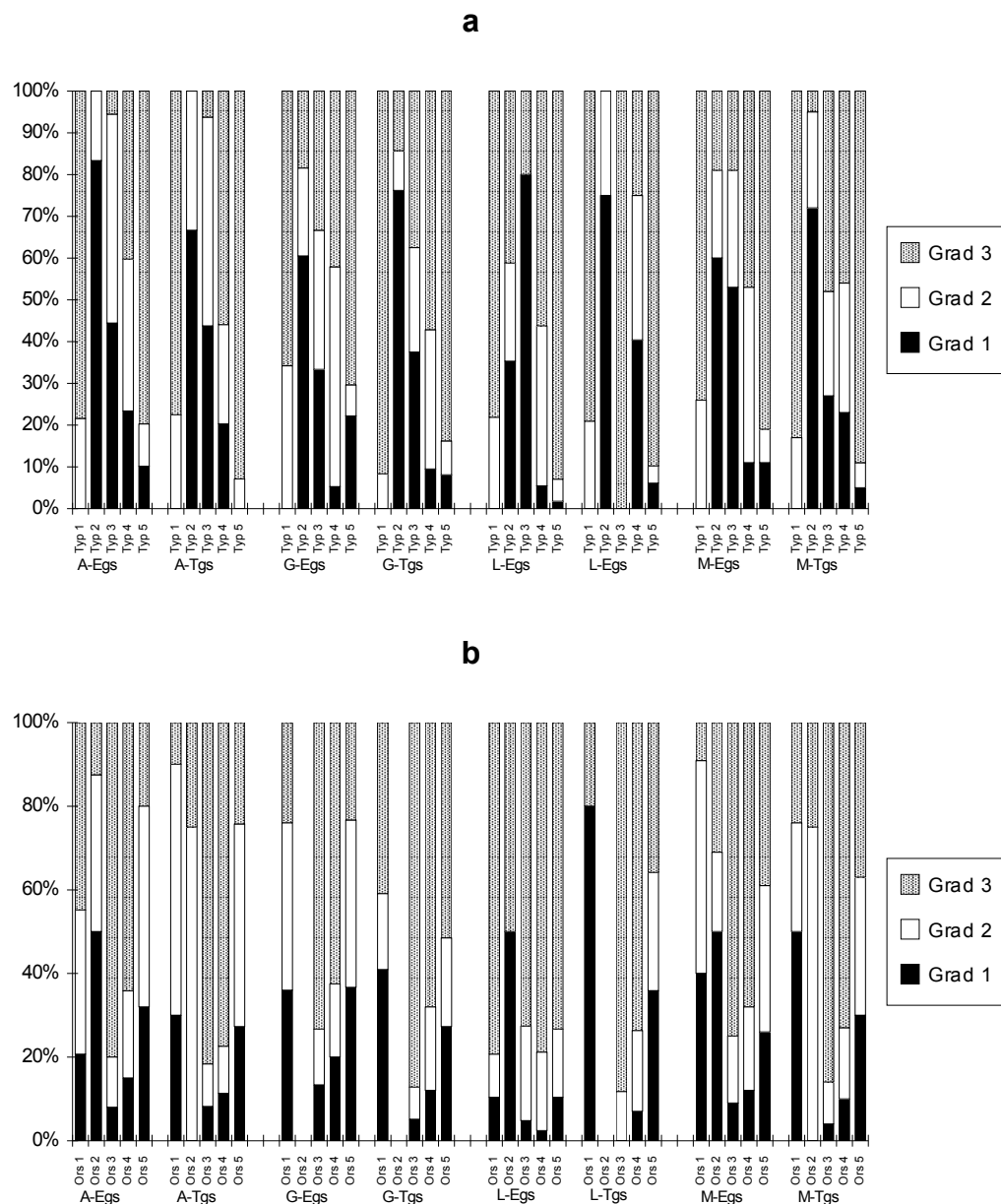
Avseende skadetyper gav χ^2 -testet signifikanta skillnader ($p = 0,000-0,011$) mellan försöksleden i alla försök (tabell 6, figur 2 b). Skillnaderna i de olika försöken var dock inte konsistenta. I försöken Avesta och Lövsjön var topp- och stambrott mer frekventa för Tgs, medan ristäckta plantor förekom i mindre utsträckning i detta försöksled. Övriga skadetyper förekom i liknande omfattning i de båda försöksleden. I Graninge var skadorna på stam och grenar mer frekventa i Egs, medan andelen uppryckta och nedböjda plantor var mindre (figur 2 b). En likadan jämförelse av skadetyper på plantor >10 dm gav ingen statistiskt säkerställd skillnad ($p < 0,05$) mellan försöksleden i de tre försöken (tabell 8). Liksom för skadegraden var försöksmaterialet begränsat och speciellt vissa skadetyper var dåligt representerade.

Andelen topp- och stambrott samt avbrutna grenar ökade med ökad höjd på föryngringen. De flesta stamskadorna fanns på föryngring högre än ca 10 dm. Däremot var plantor täckta av ris i huvudsak lägre än 1 m, även om föryngring ända upp till ca 20 dm hade viss grad av ristäckning. Uppryckta eller lutande plantor förekom i ungefär lika stora andelar i de olika höjdklasserna, i alla fall upp till 20 dm. Det tycktes inte vara någon tydlig skillnad mellan försöksleden avseende skadetypernas fördelning på olika höjdklasser (figur 4).

Det var i huvudsak topp- och stambrott samt ristäckning som gav de allvarligaste skadorna. 75–95 % av dessa skador klassades i den högsta skadeklassen. En relativt stor andel, 25–55 %, av uppryckta eller nedböjda plantor var också allvarligt skadade. Däremot avbrutna grenar och stamskador bedömdes oftast som mindre allvarliga skador (figur 5 a).



Figur 4.
 De skadade plantornas fördelning på skadetyper i olika höjdklasser för engreppsskördare (Egs) och tvågreppsskördare (Tgs). Medeltal av tre försök. Skadetyper: 1 = Topp- eller stambrott; 2 = Skadade grenar, 3 = Stamskada; 4 = Uppryckt/Nedböjd; 5 = Ristäckt. För vidare förklaring se tabell 4.

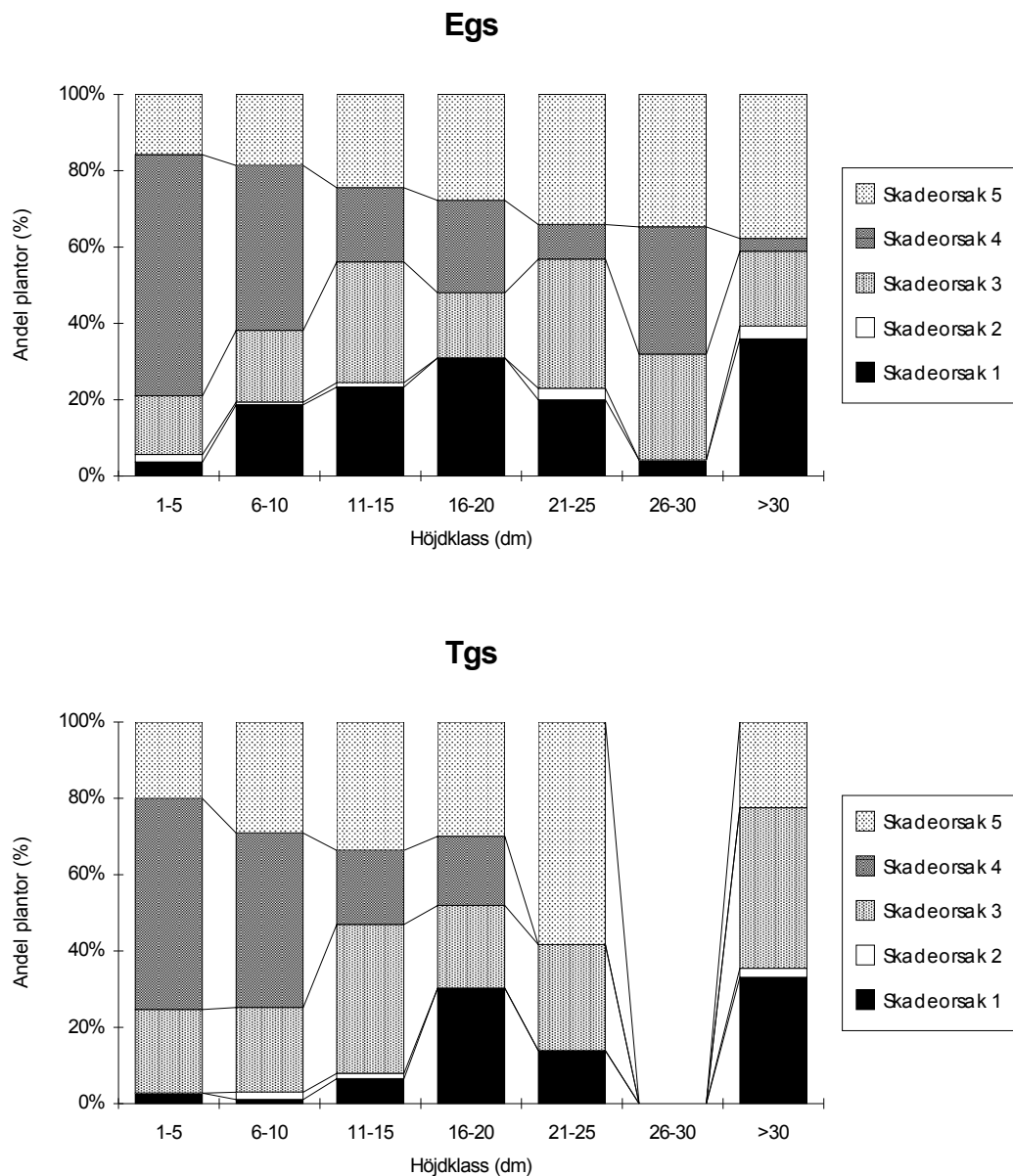


Figur 5. De skadade plantornas fördelning på (a) skadegrad och skadetyp samt (b) skadegrad och skadeorsak för engreppsskördare (Egs) och tvågreppsskördare (Tgs). Data för respektive försökslokal (A = Avesta; G = Granninge; L = Lövsjön) samt medeltal (M) för de tre lokalerna. För förklaring av skadegrad (Grad), skadetyp (Typ), och skadeorsak (Ors), se figur 2 samt tabell 4.

Skadeorsak

Skadeorsak var en variabel som var mycket svår att bedöma i efterhand, trots att inventeringen gjordes relativt snart efter avvecklingen. Det visar också den stora andelen i klassen ”ej tydlig skadeorsak”. Samma erfarenhet gjorde Skoklefeld (1967), då han två år efter skärmavveckling skulle bedöma avgångsorsak för plantorna. Därför är det svårt att dra några säkra slutsatser om skadeorsakerna.

Det var endast i Avesta som det fanns en statistiskt signifikant skillnad ($p = 0,000$) i skadeorsak mellan försöksleden enligt χ^2 -testet (tabell 7). Det gällde framför allt skillnader i andel ristäckta plantor och körskadade plantor. I det första fallet var andelen påverkade plantor betydligt större i försöksledet Egs och i det senare fallet var andelen större i Tgs. Det fanns även en tendens till större andel fällningsskadade plantor i Egs (figur 2c). Även om endast plantor >10 dm beaktades gav det liknande resultat som när alla plantor togs med i analysen (tabell 8). Liksom för skadegrad och skadetyp var detta försöksmaterial begränsat och vissa skadeorsaker var dåligt representerade.



Figur 6. De skadade plantornas fördelning på skadeorsak i olika höjdklasser för engreppsskördare (Egs) och tvågreppsskördare (Tgs). Medeltal av tre försök. Skadeorsak: 1 = Fällningsskada; 2 = Släpningsskada, 3 = Körningsskada; 4 = Ristäckning; 5 = Orsak okänd. För vidare förklaring se tabell 4.

Andelen fällningsskador ökade med ökad höjd på föryngringen (figur 6). Däremot var andelen körskadade plantor relativt konstant i de olika höjdklasserna. De ristäckta plantorna var i huvudsak lägre än 10 dm, men det förekom viss grad av ristäckning ända upp till 20 dm höjd på föryngringen. Förekomsten av registrerade släpningskador var mycket liten.

Genomgående i alla försök gav körskador och ristäckning allvarliga skador (figur 5 b). Ca 60–90 % av plantorna med dessa skadeorsaker klassades i skadegrad 3. De övriga skadeorsakerna gav en ganska jämn fördelning på olika skadegrader.

Föryngringens plantantal, luckighet och höjdförändring

Ser man till antal barrplantor i medeltal per hektar, blev 38–66 % av plantorna dödade eller på något sätt skadade vid skärmavvecklingen. Detta resulterade i mellan 2 200 och 15 300 helt oskadade barrplantor per hektar i de olika försöksleden. Andelen måttligt skadade plantor var 9–14 % och andelen lindrigt skadade 3–14 % (tabell 6). Efter skärmavvecklingen fanns det kvar 1 900–9 800 lövplantor per hektar. Det betydde att 23–34 % av lövplantorna försvann, med undantag av Tgs i Lövsjön där 49 % försvann.

Andel nollytor (<1 m) ökade med 20–28 p.e. efter avverkning med Egs i de tre försöken, om alla försvunna, dödade eller påverkade plantor räknades bort (tabell 6). Motsvarande siffra för Tgs var 23–31 p.e. Om endast de försvunna, dödade och allvarligt skadade plantorna räknades bort, ökade nollyteprocenten med 9–18 p.e. för Egs och 12–17 p.e. för Tgs. Ökningen av andelen nollytor >2 m var relativt liten i Avesta och Lövsjön, 0–3 p.e. Däremot i Graninge var den större, 8–17 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 var på något sätt skadade.

Generellt sett var det små förändringar av barr- och lövplantornas medelhöjd p.g.a. avverkningen. I de flesta fall låg förändringen inom intervallet ± 2 dm (tabell 10).

Tabell 10.

Föryngringarnas medelhöjd inom de olika försökslokalerna innan och efter skärmavveckling. Medeltal och medelfel per försöksled. Max- och minvärden inom parentes.

		Avesta		Graninge		Lövsjön	
		Egs	Tgs	Egs	Tgs	Egs	Tgs
<i>Antal ytor</i>		76	114	119	116	111	86
<i>Antal inmätta planor</i>	f ^a	607	432	240	232	882	332
	e ₃ ^b	457	328	179	131	519	238
	e ₂ ^b	404	291	145	107	436	208
	e ₁ ^b	366	268	81	114	409	181
<i>Medelhöjd, barrplantor (dm)</i>	f	11±1 (1–64)	12±1 (1–50)	15±1 (1–59)	14±2 (1–75)	7±1 (1–54)	11±2 (1–79)
	e ₃	11±1 (2–64)	13±1 (1–50)	14±1 (1–50)	14±2 (1–75)	8±1 (1–54)	9±2 (1–79)
	e ₂	11±1 (2–64)	13±1 (1–50)	13±1 (1–50)	15±2 (1–75)	8±1 (1–54)	9±3 (1–79)
	e ₁	10±1 (2–36)	13±1 (1–50)	11±2 (1–50)	13±2 (1–75)	7±1 (1–54)	9±3 (1–79)
<i>Medelhöjd, lövplantor (dm)</i>	f	30±2 (13–99)	27±2 (13–88)	23±1 (10–55)	24±1 (10–67)	27±2 (11–65)	25±2 (11–72)
	e	28±3 (10–99)	25±2 (10–88)	22±1 (10–42)	24±1 (10–67)	27±2 (10–65)	20±2 (11–70)

^a Data före skärmavveckling.

^b Data efter skärmavveckling. e₃ = exkl. försvunna, döda och döende, e₂ = exkl. e₃ och måttligt skadade, e₁ = exkl. e₃, e₂ och lindrigt skadade.

Samband mellan skador och avstånd till närmaste stickväg respektive skärmträd samt andel påverkad areal efter skärmavveckling

Det fanns ett linjärt samband mellan andel skadade plantor per yta och avstånd till närmaste stickväg i alla tre försök. Däremot var sambandet mellan andel skadade plantor per yta och avstånd till närmaste skärmträd svagare eller saknades. För de två studerade sambanden fanns det ingen tydlig och konsistent skillnad mellan de olika försöksleden om man ser till alla försök (tabell 11).

Andel areal inom kranzon i förhållande till total areal var för respektive försöksled (Egs-Tgs) i de olika försöken: Avesta 1,25–1,17; Graninge 1,37–1,37; Lövsjön 0,73–1,00 (Westerberg, D. pers. medd.).

Tabell 11.

Linjära regressionssamband med andel skadade plantor per yta som beroende variabel och avstånd till närmaste stickväg respektive avstånd till närmaste skärträd som oberoende variabel inom de olika försökslokalerna och uppdelat per försöksled. s = andel skadade plantor per yta, a = närmaste avstånd till stickväg alt. närmaste avstånd till skärträd, n = antal observationer, R^2 = förklaringsgrad, p = signifikansnivå på linjens lutning.

Försök	Del	Regressionsfunktion	n	R^2	p
Avstånd till närmaste stickväg					
Avesta	- Hela försöket	$s = 78,7 - 0,854 a$	181	0,31	<0,0001
	- Egs	$s = 80,5 - 0,749 a$	75	0,30	<0,0001
	- Tgs	$s = 79,2 - 0,978 a$	106	0,34	<0,0001
Graninge	- Hela försöket	$s = 81,3 - 0,566 a$	151	0,12	<0,0001
	- Egs	$s = 72,1 - 0,454 a$	77	0,08	<0,0130
	- Tgs	$s = 91,0 - 0,691 a$	74	0,17	<0,0002
Lövsjön	- Hela försöket	$s = 80,9 - 0,702 a$	157	0,23	<0,0001
	- Egs	$s = 82,7 - 0,660 a$	96	0,24	<0,0001
	- Tgs	$s = 79,8 - 0,814 a$	61	0,25	<0,0001
Avstånd till närmaste skärträd					
Avesta	- Hela försöket	$s = 41,4 + 0,015 a$	181	0,00	<0,9446
	- Egs	$s = 44,5 + 0,046 a$	75	0,00	<0,8831
	- Tgs	$s = 39,7 - 0,026 a$	106	0,00	<0,9285
Graninge	- Hela försöket	$s = 70,8 - 0,410 a$	151	0,04	<0,0164
	- Egs	$s = 63,6 - 0,345 a$	77	0,02	<0,2009
	- Tgs	$s = 78,5 - 0,478 a$	74	0,06	<0,0292
Lövsjön	- Hela försöket	$s = 74,5 - 0,642 a$	157	0,10	<0,0001
	- Egs	$s = 84,8 - 0,900 a$	96	0,19	<0,0001
	- Tgs	$s = 56,8 - 0,239 a$	61	0,01	<0,3769

Ristäckning och ristjocklek

Det fanns inga statistiskt signifikanta ($p < 0,05$) skillnader mellan försöksleden, i något av de tre försöken, avseende andel ytor med eller utan avverkningsrester (tabell 12). Det var dock tendens till att Egs hade större andel ristäckta ytor i Avesta och Lövsjön. Ser man enbart till de ristäckta ytornas fördelning på olika klasser av ristäckning, fanns en signifikant skillnad ($p = 0,013$) i Avesta. Där hade Tgs en större andel ytor i klasserna 26–50 % och 76–100 %, medan Egs hade större andel i de två andra klasserna. Det var ingen tydlig skillnad mellan försöksleden i avverkningsavfallets tjocklek (tabell 12). Däremot var det skillnad mellan försöken. Ytornas genomsnittliga ristjocklek var ca dubbelt så stor i Avesta jämfört med de två andra försöken. Detta visade sig också i andel ytor med en ristjocklek > 2 dm. I Avesta var andelen 39–42 %, medan den var mellan 0 och 8 % i Graninge och Lövsjön (data ej redovisade).

Tabell 12.

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

	Avesta		Graninge		Lövsjön	
	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)	Egs n (%)	Tgs n (%)
Avverkningsavfallets täckningsgrad						
<i>Antal ytor</i>	76	114	119	116	111	86
<i>Inget ris</i>	20 (26)	45 (39)	17 (14)	14 (12)	17 (15)	22 (26)
<i>Ris (1–100 %)</i>	56 (74)	69 (61)	102 (86)	102 (88)	94 (85)	64 (74)
χ^2 - värde	3,508		0,252		3,216	
<i>p</i> -värde	0,061		0,616		0,073	
Avverkningsavfallets tjocklek						
<i>Antal ytor</i>	56	69	102	102	94	64
<i>1–25 %</i>	27 (48)	23 (33)	55 (54)	45 (44)	31 (33)	27 (42)
<i>26–50 %</i>	2 (4)	13 (19)	12 (12)	20 (20)	16 (17)	11 (17)
<i>51–75 %</i>	16 (28)	12 (17)	13 (13)	12 (12)	15 (16)	10 (16)
<i>76–100 %</i>	11 (20)	21 (31)	22 (21)	25 (24)	32 (34)	16 (25)
χ^2 - värde	10,85		3,231		1,908	
<i>p</i> -värde	0,013		0,357		0,592	
Avverkningsavfallets tjocklek						
<i>Antal ytor</i>	56	69	102	102	94	64
<i>Ristjocklek i medeltal med angivet medelfel, (min och max), (dm)</i>	2,3±0,1 (1–5)	2,1±0,1 (1–6)	1,1±0,0 (1–2)	1,2±0,1 (1–4)	1,4±0,1 (1–5)	1,3±0,1 (1–5)
Provytornas avstånd till närmaste stickväg						
<i>Antal ytor</i>	76	114	119	116	111	86
<i>Medelavstånd med angivet medelfel, (min och max), (dm)</i>	46±3 (1–113)	42±2 (1–127)	42±3 (0–112)	40±2 (1–101)	40±3 (0–126)	44±3 (1–147)

Tabell 13.

Erfarenheter från andra studier av avveckling av skärm.

Objekt	Skärmdata Volym m ³ sk/ha	St/ha	Volym/st m ³ sk/ha	Barrplantor, före avv. (pl./ha)	Döda ² %	Skadeandelar Skadade %	Totalt %	Avv. ¹ metod	Referens
Gran									
1	102	140	0,727	2 318	4	6	10	11	Mäkelä (1990)
3	97	160	0,608	3 016	3	4	7	11	
4	151	190	0,793	1 889	6	6	13	11	
5	151	190	0,793	1 919	11	5	16	12	
1	313	358	0,875	2 112	6	13	19	11	Peltoniemi (1991)
2	188	309	0,607	4 378	8	11	19	11	
3	214	193	1,110	2 878	15	11	26	11	
5	277	220	1,261	1 875	7	4	11	22	
Lövsjön	171	180	0,950	25 300	44		55	11	Sikstöm & Westerberg
- " -	182	203	0,897	12 300	28		48	12	
Siljan 1				9 610			38	21	Skoklefeld (1967)
Siljan 2	152	278	0,547	6 750			16	21	
Hurdal 1	110			11 100			18	21	
- " -	150			10 910			17	21	
- " -	150			6 160			15	21	
Hurdal 2	110			13 540			24	21	
- " -	150			11 560			32	21	
- " -	150			10 610			36	21	
Hurdal 3	115	190	0,605	9 400			26	21	
- " -	126	190	0,663	10 850			20	21	
- " -	96	160	0,600	8 200			21		
Tall									
2:1	71	130	0,545	1 084	0	4	4	11	Mäkelä (1990)
2:2	67	150	0,447	2 110	5	6	11	11	
4 ³	199	155	1,285	3 239	8	15	23	22	Peltoniemi (1991)
6	167	167	1,002	2 509	18	8	26	30	
Avesta	167	202	0,827	25 400	29		46	11	Sikstöm & Westerberg
- " -	132	228	0,579	12 100	26		39	12	
Graninge	230	207	1,111	6 400	25		53	11	
- " -	234	184	1,272	6 400	44		62	12	
Finspång	146	477	0,306	8 980			34	11	Sikstöm & Westerberg (opubl.)
- " -	216	366	0,590	11 140			48	11	
Alunda	212	230	0,920	2 600			48	11	Westerberg & Berg (1994)
- " -	197	210	0,940	5 896			54	12	
- " -	184	190	0,970	11 504			38	22	
Växjö	120	80	1,500	8 217			28	11	
- " -	112	80	1,400	7 752			33	30	
- " -	123	80	1,540	7 864			31	22	
Siljansfors		76		10 500			17	22	Andersson & Fries (1979)
Malingsbo		40		12 500			8	21	Hartelius (1944)

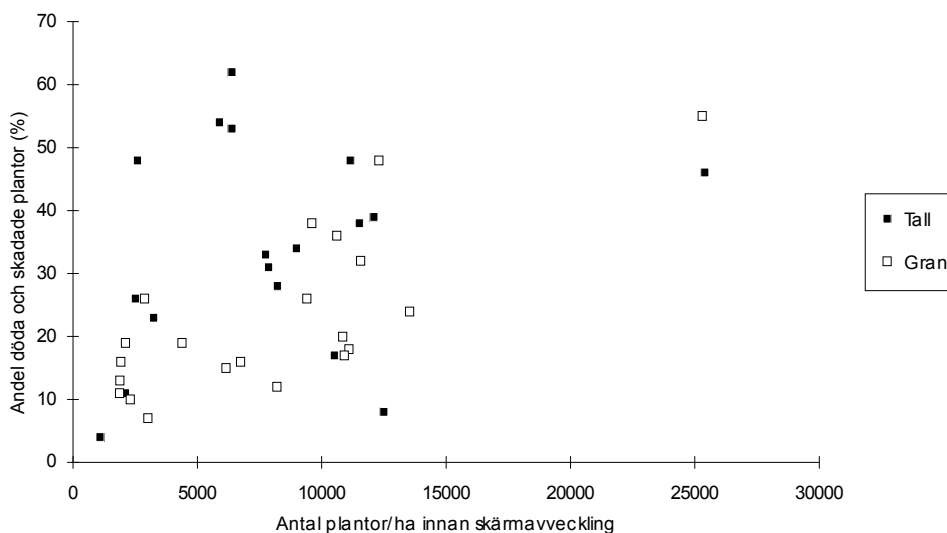
¹ Avverkningsmetod: 11 = Egs + Skotning; 12 = Tgs+Skotning; 21 = MoMa + Häst; 22 = MoMa+ Skotning; 30 = Kombinationsmetod MoMa och maskinellt + Skotning.

² Här ingår döda plantor och i vissa fall döda och allvarligt skadade plantor.

³ Björkdominerad skärm.

Data från litteraturen

Ett datamaterialet som beskriver skador på föryngring efter avveckling av tall- och granskärmar sammanställdes från litteraturen. Materialet redovisas i tabell 13. Samband mellan andel döda/skadade plantor och olika tillgängliga variabler, som beskriver föryngring, skärm och avverkningsmetod redovisas i figurerna 7–11. För hela materialet fanns statistiskt signifikanta samband ($p < 0,05$) mellan andel döda/skadade plantor efter avveckling och antal plantor per ha i föryngringen innan skärmavveckling (figur 7) samt avverkad volym (figur 8). För tallskärmarna var det endast avverkad volym som visade samband ($p = 0,000$) och för granskärmarna var det antal plantor per ha i föryngringen innan skärmavveckling ($p = 0,000$). Däremot om två observationer i granskärm (stor avverkad volym och mycket liten andel skadade plantor) inte medtogs i analysen gav såväl antal plantor per ha i föryngringen innan skärmavveckling ($p = 0,000$), som avverkad volym ($p = 0,035$), ett signifikant samband. Antal avverkade stammar per ha visade inte något samband med andel döda/skadade plantor (figur 10). Inte heller några skillnader mellan olika avverkningsmetoder kunde påvisas (figur 11).



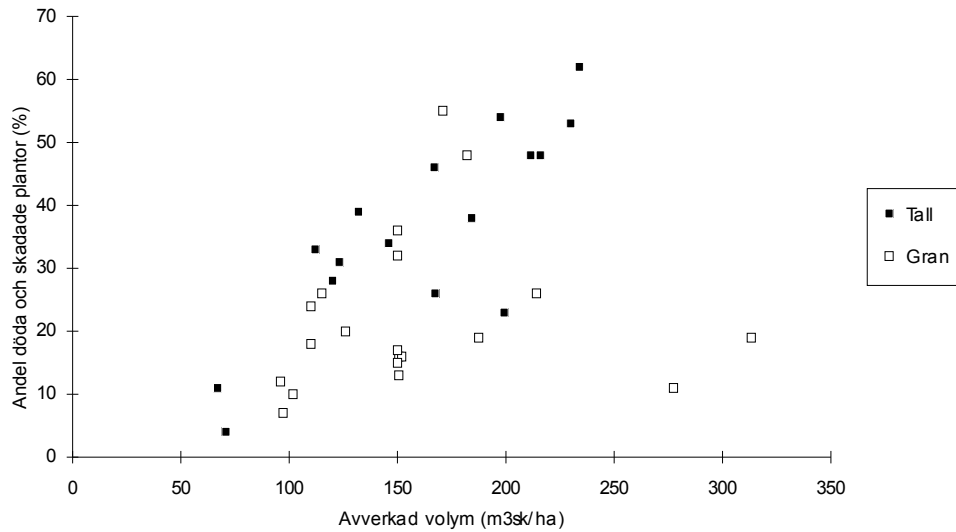
Figur 7.

Samband mellan andel döda/skadade plantor efter skärmavveckling och antal plantor per ha innan skärmavveckling. Sammanställning av litteraturreferenser (se tabell 13).

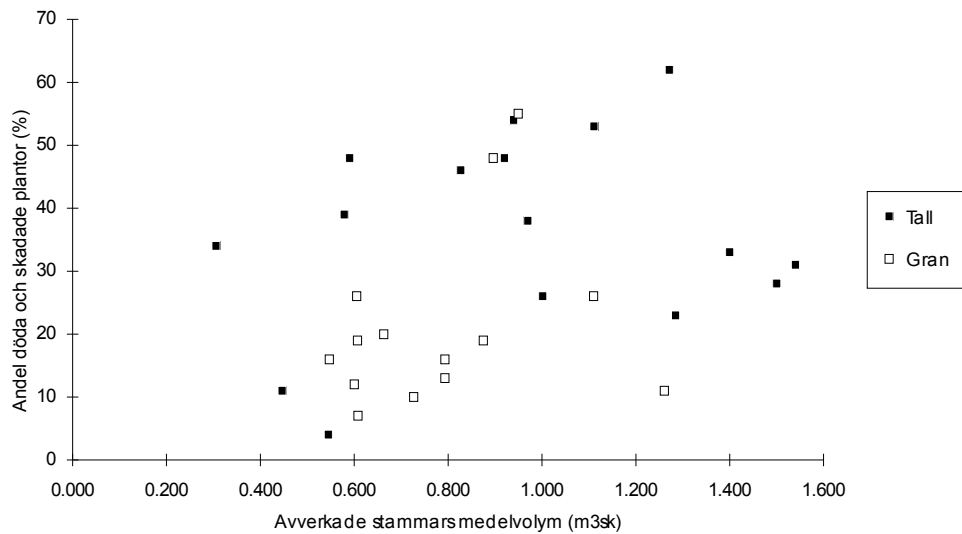
Hela: $y = 17,7 + 0,001x$ ($r^2 = 0,20$; $p = 0,004$).

Tall: $y = 28,9 + 0,001x$ ($r^2 = 0,04$; $p = 0,425$).

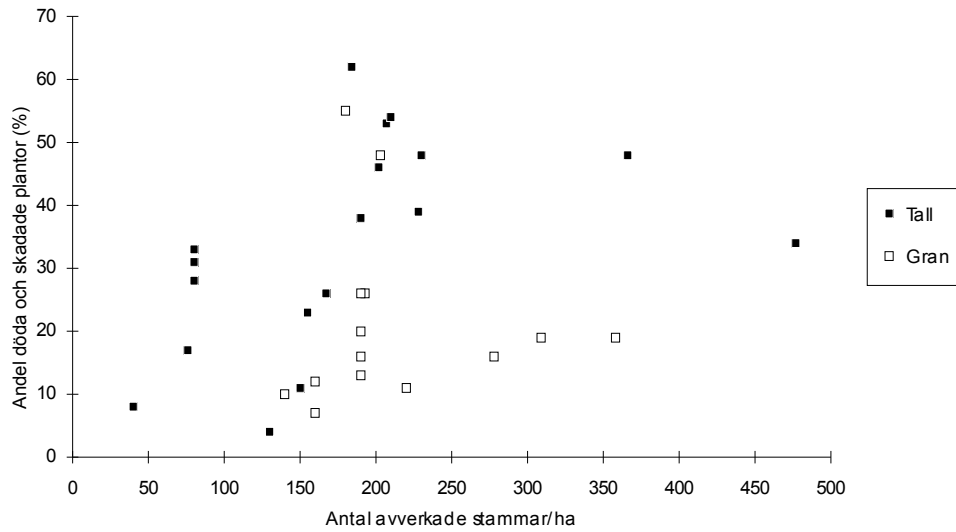
Gran: $y = 9,33 + 0,002x$ ($r^2 = 0,58$; $p = 0,000$).



Figur 8.
Samband mellan andel döda/skadade plantor efter skärmavveckling och avverkad volym vid skärmavveckling. Sammanställning av litteraturreferenser (se tabell 13).
Hela: $y = 9,26 + 0,119x$ ($r^2 = 0,18$; $p = 0,011$).
Tall: $y = -5,14 + 0,266x$ ($r^2 = 0,82$; $p = 0,000$).
Gran: $y = 17,8 + 0,027x$ ($r^2 = 0,02$; $p = 0,606$).



Figur 9.
Samband mellan andel döda/skadade plantor efter skärmavveckling och avverkade stammars medelvolum. Sammanställning av litteraturreferenser (se tabell 13).
Hela: $y = 15,7 + 15,4x$ ($r^2 = 0,09$; $p = 0,108$).
Tall: $y = 27,3 + 10,4x$ ($r^2 = 0,06$; $p = 0,360$).
Gran: $y = 6,79 + 18,4x$ ($r^2 = 0,08$; $p = 0,336$).

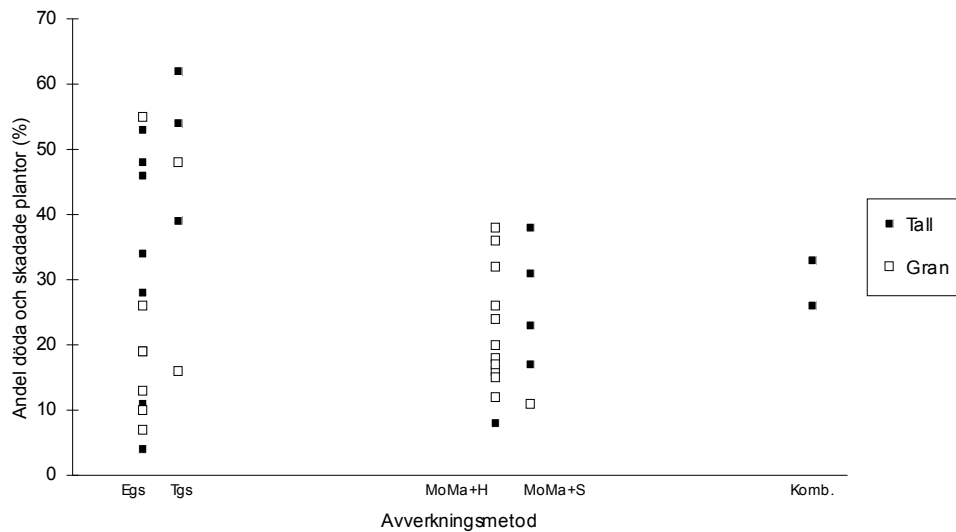


Figur 10.
Samband mellan andel döda/skadade plantor efter skärmavveckling och antal avverkade stammar per ha vid skärmavveckling. Sammanställning av litteraturreferenser (se tabell 13).

Hela: $y = 19,7 + 0,044x$ ($r^2 = 0,06$; $p = 0,190$).

Tall: $y = 21,2 + 0,071x$ ($r^2 = 0,21$; $p = 0,063$).

Gran: $y = 21,9 - 0,003x$ ($r^2 = 0,00$; $p = 0,968$).



Figur 11.
Andel döda/skadade plantor efter skärmavveckling plottad mot använd avverkningsmetod vid skärmavveckling. Sammanställning av litteraturreferenser (se tabell 13).

Avverkningsmetod: Egs=Engreppsskördare+Skotning; Tgs = Tvågreppsskördare + Skotning; MoMa + H = Motormanuellt + Hästkörning; MoMa + S = Motormanuellt + Skotning; Komb. = Kombinationsmetod av MoMa och maskinellt.

Diskussion

Skadenivå vid skärmavveckling

Trots att en mycket stor andel av plantorna, ca 35–65 %, på något sätt påverkades vid avverkningsarbetet torde den kvarvarande föryngringen vara tillräcklig för att erhålla ett nytt bestånd. Efter skärmavveckling var 2 200–15 300 barrplantor/ha oskadade och det fanns 3 600–19 100 barrplantor/ha om endast försvunna, dödade och allvarligt skadade plantor inte räknades med (tabell 6). De studerade bestånden hade dels ett mycket tätt plantuppslag innan avveckling, dels var många plantor endast lindrigt skadade eller påverkade och kan antagligen bli beståndsbildande trots påverkan. Tesch et al. (1993) konstaterade att 62 % av Douglasgranplantor (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), mellan 15 och 450 cm, som skadats direkt efter skärmavveckling och klassificerats som icke beståndsbildande, omvärderades till att kunna bli beståndsbildande efter 6 år. Bland de överlevande plantorna var det kombinationen av stamskada och nedtryckning till marken, som visade den sämsta återhämtningen i deras studie. Den variabel som bäst förklarade en individuell plantas förmåga till återhämtning var trädkronans relativa längd vid tidpunkten för skadan, vars betydelse ökade med ökad trädhöjd (Tesch et al. 1993). Hur det förhåller sig med gran (*Picea abies*) är inte klarlagt, men troligen kan en hel del av plantorna i denna studie återhämta sig, speciellt de lindrigt och måttligt skadade.

Ökningen av andel nollytor (barr; >1 m radie) med 20–31 p.e. kan synas stor. Ur praktisk synvinkel har det liten relevans eftersom luckorna är små. Däremot nollytor med >2 m radie är ett bättre mått på föryngringens luckighet. Denna ökade måttligt i två av försöken (0–3 p.e.). Däremot i Graninge var ökningen större, 8–17 p.e. Det är dock svårt att dra några långtgående slutsatser utifrån dessa data, eftersom denna inventering inte blev fullständigt utförd.

Eventuella fysiologiska skador och avgångar, på plantor i samband med skärmavveckling, talar för en viss försiktighet i omdömet om dessa föryngringars framtida möjligheter i detta stadium. Med fysiologiska skador menas i detta fall skador och avgång p.g.a. förändrade miljöförhållanden, exv. ljusinstrålning, vind, luftfuktighet, som i första hand drabbar små plantor efter skärmavveckling (Skoklefald, 1967; Kasimov, 1962 i Jeansson och Lestadius, 1981; Agestam et al. 1991; Tesch et al., 1993). Även graden av friställning har stor betydelse (Kasimov, 1962, i Jeansson och Lestadius, 1981; Agestam et al. 1991). Dessutom tillkommer med stor sannolikhet viss ytterligare avgång av små plantor efter avverkning p.g.a. insekter, företrädesvis snytbagge (*Hylobius sp.*) (jämför Hånell, 1993; von Sydow & Öhrlander, 1994).

I denna undersökning var andel skadade plantor, om man räknar in alla påverkade plantor, relativt hög jämfört med tidigare studier efter avveckling av gran- och tallskärmar (figur 7–10). Skillnad kan till stor del bero på metodskillnader, d.v.s. att inventeringsrutiner och skadeklassificering varit

olika. Tyvärr framgår det inte alltid i den refererade litteraturen hur uppföljningarna är gjorda, men det är troligt att skadeklassificeringen i denna undersökning i större utsträckning har registrerat precis alla plantor som på något sätt påverkats vid skärmavveckling. Om endast de försvunna, dödade och allvarligt skadade plantorna räknas bort, blir värdena från den här studien ungefär i nivå med tidigare studier.

Beståndsförutsättningarna, både skärmträden och föryngringen, tycks ha betydelse för skadenivån. Exempelvis hade beståndet med den största volymen i skärmen (= avverkad volym) den högsta skadenivån i föryngringen. Graninge med 230 m³sk/ha i skärmen hade 58 % skadade plantor, Lövsjön 175 m³sk/ha och 52 % samt Avesta 150 m³sk/ha och 42 % skadade plantor. Alla värden är angivna som medeltal för de två försöksleden i varje försök. Förutom volymen i skärmen har antagligen även skärmens trädslagsblandning och skärmträdens morfologi betydelse i sammanhanget. Exempelvis hade tallarna i Graninge något klenare kvistar jämfört med tallarna i Avesta.

Jämförelse mellan Egs och Tgs

Denna undersökning kunde inte fastställa några klara entydiga skillnader mellan Egs och Tgs i skadefrekvens eller skadebild (skadegrad, skadetyper eller skadeorsaker) på granplantor efter skärmavveckling. En omständighet som försvårade jämförelsen var det ca dubbelt så höga plantantalet i den del av föryngringen där Egs avverkade jämfört med där Tgs avverkade, inom två av försökslokalerna. Det är svårt att med bestämdhet veta hur mer likvärdiga förhållanden hade påverkat jämförelsen av andel skadade plantor (jämför figur 7). Med syftet att få mer likartade förhållanden (jämför figur 1) i föryngringen gjordes separata analyser av skadorna, med alla plantor eller endast med plantor >10 dm medtagna. Dessa resultat tyder på att föryngringens beskaffenhet har betydelse för resultatet (jämför tabell 7 och 8). I de fall när endast plantor >10 dm togs med i analysen utjämnades de skillnader mellan försöksleden som konstaterats när alla plantor räknats med. Detta gällde jämförelser inom enskilda försök av skadegrad, skadetyper och skadeorsaker.

Skärmarna i de olika försöksleden inom försöken var förhållandevis jämförbara, med Avesta som ett undantag. Där var det en tendens till skillnad i volym/ha (jämför figur 8) och relativt stor skillnad i skärmträdens genomsnittliga stamvolym, 0,83 m³sk för Egs och 0,56 m³sk för Tgs, vilket ytterligare komplicerar jämförelsen (jämför figur 9). Data i figurerna 8–10 tyder på att volymen i skärmen ger det starkaste sambandet med andel skadade plantor i föryngringen efter skärmavveckling, i alla fall för tall, jämfört med variablerna stammar/ha och skärmträdens genomsnittliga stamvolym. Även antal plantor/ha innan avveckling tycks ha betydelse för skadeandelen, i alla fall vid avveckling av granskärmar. Dessa data ska dock tolkas med stor försiktighet eftersom undersökningarna inte är gjorda på exakt samma sätt. T.ex. framgår det inte alltid hur inventeringen av skärm och plantor gjorts

samt hur skadeklassificering av plantorna är utförd. Trots en högre volym i skärmen och ett högre plantantal i föryngringen innan skärmavveckling i Egs i Avesta var andelen skadade plantor relativt lika i de båda försöksleden. Det skulle tala för att skadenivån i Egs är överskattad eller att den uppvägs av någon icke känd faktor. Även i Lövsjön skulle det högre plantantalet i Egs, i alla fall delvis, kunna förklara den högre skadenivån i detta försöksled. Att provytornas läge i förhållande till stickvägarna, där man har den största påverkan vid avverkning, skulle kunna förklara uppkomna skillnaderna verkar inte troligt, om man ser till ytornas medelavstånd till stickvägsnitt för de olika försöksleden (tabell 11). Däremot om man ser hur ytornas avstånd till stickväg fördelar sig inom de olika försöksleden, ligger dessa värden i linje med skadeandelarna förutom i Avesta. I Avesta var 47 % (Egs) och 51 % (Tgs) av ytorna inom fyra meter från stickväg. I Graninge var motsvarande värden 47 % och 57 % samt i Lövsjön 60 % respektive 54 %. Det vill säga i de två sist nämnda försöken hade försöksledet med den högsta skadeandelen också en större andel ytor nära stickväg.

En annan mycket betydelsefull faktor vid alla maskintekniska studier är det stora beroendet av maskinföraren. Styrkan i den här studien var att samma typ av maskiner och samma förare kunde utnyttjas inom två av de tre försökslokalerna, vilket till stor del eliminerat maskin- och förarberoendet mellan försökslokaler i materialet. Men fortfarande kvarstår det faktum att det var andra förare i ett av försöken. Att helt isolera maskin och förarberoende vid denna typ av studier är mycket svårt.

Mäkelä (1990) testade engreppsskördare (Pika 75) och tvågreppsskördare (FMG 707/12 S) vid fröträdsavveckling och fann att 0–11 %, av de 1 084–3 016 barrträdsplantorna/ha, var döda eller döende och 5–17 % skadade efter avverkning och uttransport. Stamantalen i skärmarna, av vilka tre var grandominerade och två talldominerade, var 130–190 stammar/ha med en medelstam mellan 0,45 och 0,79 m³. Peltoniemi (1991) jämförde några olika avverkningssystem (Egs-Ponse HS 15 Ergo; Egs-FMG 762/990 Lokomo; Manuellt; Kombinationsmetoder manuellt/maskinellt) vid avveckling av skärm och fröträd. Skärmarna hade stamantal på mellan 155 och 358 stammar/ha och medelstammen var 0,61–1,28 m³ i de olika försöksleden. Fyra av områdena var grandominerade, ett var talldominerat och ett hade en blandning av tall, gran och björk i likvärdig proportion. Föryngringen hade 1875–4378 plantor/ha innan avveckling. Efter den helmekaniserade avvecklingen och uttransporten var 6–15 % döda eller döende och 11–13 % skadade. Motsvarande siffror för manuell avveckling var 7–8 % och 4–15 % samt för kombinationsmetoden 8 % och 18 %. Av de två ovan refererade studierna är det svårt att dra några slutsatser om vilket system som ger minst skador, eftersom metoderna testades i olika bestånd med olika förutsättningar.

Andra avverkningsmetoder vid skärmavveckling

Gingras (1990) rapporterar reduktioner på ca 40–60 % av det ursprungliga plantantalet, efter avverkning med olika kanadensiska avverkningssystem. Ett system med engreppsskördare och skotare gav lägre skadefrekvens, 30 %. Skoklefeld (1967) studerade avgången i granföryngringar två vegetationsperioder efter skärmavveckling, utförd med manuell fällning och hästlunning, i södra Norge. Alla skärmarnas utseende innan avveckling finns inte beskrivna i publikationen, men de tre som redovisas hade stamantal på ca 200–250 stammar/ha och virkesförråd på ca 100–150 m³sk/ha. I de fem redovisade skärmarna varierade avgången mellan 12 och 38 % av det ursprungliga plantantalet på 6 700–13 500 plantor/ha. Ökningen av andel nollytor, >4 m², ökade endast med 4–12 p.e. till mellan 10 och 32 %. Vid avvecklingarna fanns ett snötäcke på 10–60 cm. I samma publikation redovisar Skoklefeld (1967) en annan skärmavveckling där avgången efter två år var mellan 50 och 96 %, beroende av planthöjd, av de ursprungliga knappt 38 000 plantorna/ha. Andelen nollytor blev hela 69 %, en ökning med 49 p.e. Författaren menade att väderleken var extremt varm och torr sommaren efter avveckling, vilket till stor del kunde förklara den stora avgången i det sista exemplet.

Det finns skadeuppföljningar gjorda på tallföryngring efter avveckling av fröträdsställning med tall. Westerberg och Berg (1994) fann ingen större skillnad i andel skadade tallplantor vid avverkning av frötallar med tre olika metoder. Metoderna som testades var Egs, Tgs samt motormanuell fällning och upparbetning. I samtliga fall användes skotare för uttransport av virket. Det ena försöksbeståndet hade 210 stammar/ha och trädens medelvolum var 0,8 m³fub. Föryngringen hade 2 600–11 500 plantor/ha med en medelhöjd av 4 dm innan avveckling. Skadeandelen i denna föryngring blev 40–50 %. I det andra beståndet blev skadeandelen i föryngringen 30 %. Här var överbeståndet glesare, 80 st/ha, men medelstammen var större, 1,2 m³fub. Föryngringen i detta fall var 80 cm i medelhöjd och hade 8 000 pl/ha relativt jämt fördelade.

Efter motormanuell avverkning på sommaren av 76 frötallar/ha och virkes-transport med skotare var 17 % av ursprungliga 10 500 plantorna/ha (>0,5 dm) skadade eller saknade (Andersson & Fries, 1979). Här svarade skotningen för huvuddelen av skadorna, varför författarna menar att det är viktigt att köra i samma spår, så mycket som möjligt, för att minimera den körningspåverkade arealen. En annan slutsats författarna drog var att man bör köra i de tätaste delarna av föryngringen om den är ojämn, för att hålla ner nollyteprocenten, även om antalet skadade plantor blir större. Detta framhåller också Skoklefeld (1967) angående trädfällningen. Men, dessa rekommendationer måste vägas mot höjden på föryngringen. Om tätningarna innehåller plantor med relativt hög höjd, kan det i vissa fall vara viktigt att värna dessa. Detta var anledningen till att det gavs en slags dubbel instruktion till förarna vid avverkningsarbetet i denna studie (se material och metod). Bestånden hade nämligen ett relativt tätt plantuppslag med en stor höjdspridning, vilket tidigare redovisats.

En annan studie (Hartelius, 1944) visade att 8 % av plantorna hade någon form av skada efter avverkning av en fröträdsställning med 40 tallar/ha. Föryngringen bestod i detta fall av 12 500 plantor/ha med en medelhöjd på 3 m. Här förorsakade fällningen hälften av skadorna. Avverkningsmetoden framgår inte av artikeln, men man kan anta att fällningen gjordes manuellt och uttransporten skedde med häst.

Det är svårt att dra några säkra generella slutsatser om skadenivåer efter skärmavveckling med olika metoder. De ovan refererade publikationerna har, som tidigare nämnts, i många fall ofullständiga beskrivningar av inventeringsrutiner och skadeklassificering samt att beståndsförutsättningarna ofta inte är helt jämförbara, vilket gör jämförelser svårtolkade. Det verkar dock som om de flesta redovisade metoder ger ett någorlunda tillfredsställande resultat. Men samtidigt är det viktigt att påpeka risken för onödigt stora skador och avgångar om man inte ser upp med metodval och avvecklingens utformning. Det verkar också som om spridningen i skadenivå inom metoder är betydligt större än mellan metoder. Som tidigare nämnts har beståndsförutsättningarna också betydelse för skadenivån. I genomsnitt verkar det inte vara någon större skillnad mellan helmekaniserade, manuella eller kombinerade metoder (figur 11).

Ryska studier har visat att skadeandelen på beståndsföryngring avsevärt kan minskas med rätt utformning och användning av olika motormanuella avverkningsmetoder och maskinell lunning (Jeansson & Laestadius, 1981). Studierna visade att skadorna på beståndsföryngring kan minskas från 85 % skadade plantor mellan stickvägarna vid ”konventionell, oorganiserad avverkning”, ner till i bästa fall, 10 % med en bättre metod. De bästa metoderna som redovisas var ”smala bandmetoden” och ”Kostroma-metoden”. Den förstnämnda innebär att träden fälls med topparna mot stickvägen i lunningsriktningen. Toppar och stora grenar kapas och läggs i stickvägen. Därefter lunnas träden ut med toppänden före, utan att lunnaren lämnar stickvägen. Avståndet mellan stickvägarna bör vara 1–2 gånger beståndets medelhöjd. Den slutliga kvistningen sker sen vid avlägg. Med denna metod fördelar sig skadorna relativt lika över föryngringens olika höjdklasser. Kostromametoden innebär att träden fälls i solfjäderform mot en underliggande stock, med kronorna riktade mot stickvägen. Lunningen till stickväg sker med rotänden före ovanpå ett underliggande träd, vilket ger en viss frigångshöjd över marken, utan att lunnaren lämnar stickvägen. Metoden anses ge en hög andel intakt beståndsföryngring i höjdintervallet upp till 1 m, i synnerhet vid avverkning vintertid då 80 % av plantorna kan förbli oskadade. Plantor över 1 m skadas dock i stor utsträckning vid såväl sommar- som vinteravverkning. Kostromametoden anses lämpligast i högproduktiva granbestånd, med en grundyteslutenhet på 0,5 eller högre samt en medelstam om minst 0,7 m³. Vid lägre boniteter med ett virkesförråd som är mindre än 140–150 m³/ha anses metoden inte vara rationell (Jeansson & Laestadius, 1981).

Resultat från en pilotstudie med två olika fällningsmetoder, normal fällning från stickväg och fällning av trädtopparna in i stickvägen, s.k. stångstötningsmetod, tyder på att totala andelen skadade plantor inte skiljer sig åt. Däremot tycks skadornas fördelning i beståndet påverkas genom att skadorna koncentreras till stickvägen och andelen skadade plantor avtog snabbare med avståndet till stickväg efter fällning med stångstötningsmetoden (Sikström och Westerberg, opubl.).

Tidpunkt för skärmavveckling och avveckling i ett eller flera steg

De plantor som dör vid friställning, bortsett från de mekaniskt skadade, utgörs till största delen av undertryckta exemplar som under lång tid vuxit under ett tättslutet bestånd. I granskogar av blåbärsristyp och oxalistyp i södra delen av barrskogsregionen erhöles den största avgången i underbeståndet vid avverkning av tättslutna bestånd (Kasimov, 1962, i Jeansson & Laestadius, 1981). Studierna visade att efter avverkning av bestånd med slutenhet

0,5–0,6 med avseende på grundyta, var avgången mellan 3 och 20–30 % av den kvarlämnade oskadade beståndsföryngringen. Vid avverkning av bestånd med en slutenhet på 0,8 eller högre blev avgången däremot nästan total i den kvarstående underväxten. Enligt observationer av beståndsföryngringen på fasta försöksytor har man vid Skogsförsöksstationen Kostromskaja kommit fram till att den största avgången inträffar de två första åren efter avveckling (Jeansson & Laestadius, 1981). Resultaten visade att högsta överlevnaden för beståndsföryngring av gran efter friställning uppvisar plantor med en höjd av 0,5–1,5 m samt plantor i grupper eller dungar högre än 1,5 m, som har ett etablerat rotsystem i mineraljorden. En analys av förloppet vid naturlig föryngring av hyggen med hjälp av beståndsunderväxt leder till slutsatsen att plantor inom höjdintervallet 0,9–1,1 m är mest lovande som utgångsmaterial för ett nytt bestånd och kommer att ingå i det övre höjdsiktet under det nya beståndets plantskogsstadium. Granplantor som vid frihuggning är mindre än 0,5 m kommer däremot i regel att ingå i lägre höjdsikt. Detta kan dock påverkas med röjning. En studie vid Skogstekniska institutet i Povol'zskij visade på liknande resultat (Jeansson & Laestadius, 1981).

Vid en skärmtäthet på ca 200 st/ha, motsvarande 140–230 m³sk/ha, som var fallet i denna studie torde avdöendet p.g.a. friställning vara relativt begränsad, dels för att slutenheten i skärmarna varit måttlig (ca 0,35–0,5 avseende volymsslutenhet) under en relativt lång period, dels för att en stor del av föryngringen, framför allt de plantor som antagligen bildar det framtida beståndet, nått förbi det mest kritiska stadiet. Därför finns det skäl att tro att skärmavveckling av den typ av skärmar som förekom i denna studie kan ske i ett steg. Antagligen finns det en gräns där en uppdelning av avverkningen är motiverad dels p.g.a. mycket mekaniska skador och stor ristäckning, dels p.g.a. för kraftig friställning. Var denna gräns går, som kan motivera en upp-

delning av skärmavvecklingen, är svår att bestämma utifrån detta material. Det man kan utläsa från de tre studerade objekten är en logisk rangordning mellan volym i skärm (= avverkad volym) och skadenivå i föryngring, vilket tidigare diskuterats. Trädslagsblandningen i skärmen och skärmträdens morfologi har antagligen också betydelse i sammanhanget. Även föryngringens beskaffenhet måste beaktas i sammanhanget. En av försökslokalerna (Graninge), som hade med den största volymen i skärmen och det lägsta plantantalet i föryngringen, låg möjligen på gränsen för avveckling av skärmen i ett steg.

Små plantor, <50 cm, drabbas framför allt genom att rötterna rycks av och plantorna lyfts upp tillsammans med humuslagret vid utkörningen av virket (Jeansson & Laestadius, 1981). De små plantorna drabbas också mer eftersom de täcks av avverkningsavfall enligt Skoklefald (1967), som fann att mer än 50 % av plantor <50 cm fanns vara döda eller allvarligt skadade i 3–5 dm tjocka rishögar två år efter skärmavveckling av gran. Skoklefald (1967) fann också att skadorna minskade kraftigt om avfallet blev jämnt utspritt, jämfört med om det lämnades i kompakta högar. Han menade att avgången kan bli måttlig om kvisten sprids, i alla fall i skärmar med virkesförråd upp till ca

150 m³sk/ha. Även i denna studie täcktes en stor andel av plantorna, speciellt de små, av ris (figur 4). Hagner (1962) pekar också på betydelsen av avverkningsresternas fördelning och rekommenderar att skärmträden fälls i olika riktningar, för att riset ska fördelas jämnt. I sina studier av skärmavvecklade grandominerade bestånd (110–190 stammar/ha och 16–21 m medelhöjd) fann han att avverkningsresternas täckningsgrad var relativt liten, även i de tätaste skärmarna. Endast i ett bestånd täckte kompakt ris, som ansågs kunna hämma föryngringen, mer än 10 % av arealen. Avverkningsmetoder av typen ”stränghuggning”, där riset koncentreras i sammanhängande ytor, anses mindre lämpliga av Hagner (1962) vid avveckling av fullföryngrade skärmar. Det kan ändå tänkas vara bra på obärig mark, exempelvis bördig torv, som kan vara lämplig för granföryngring under skärm. Rishögarnas dubbla tjocklek i Avesta jämfört med de två övriga försöken kan antagligen till viss del förklaras av att det var olika huvudträdsdrag i skärmarna. Tallris med grova grenar ger tjocka, men inte lika kompakta högar som granris kan ge. Ristäckningen tycks inte ha varit något större problem i dessa studerade objekt och därför är det svårt att dra slutsatser om en eventuell gräns för att motivera uppdelning av avvecklingen p.g.a. ristäckning.

Det fanns en tendens till att andelen allvarligt skadade plantor var minst i höjdklassen 16–20 dm (figur 3), vilket kan vara vägledande för tidpunkten när en skärm bör avvecklas. Andersson & Fries (1979) menade att det inte fanns något samband mellan höjden på föryngringen och skadefrekvens i deras material, även om något färre skador noterades för de lägsta plantorna. Enligt Hartelius (1944) är risken för mekaniska skador på föryngringen p.g.a. avverkningen starkt överdriven och farhågorna resulterar ofta i alltför tidig skärmavveckling. Skoklefald (1967) rekommenderar att skärmen inte bör avvecklas förrän föryngringen fått en jämn fördelning av ca 25–30 cm

höga plantor. Samtidigt menar han att faran för mekaniska skador efter fällning och körning ökar med planthöjd. Enligt Jeansson & Laestadius (1981) drabbas föryngring större än 1 m i första hand av skador på grenar och stammar, vilket också var tydligt i denna undersökning (figur 4). Även andelen träd med avbrutna grenar och stamskador ökade med ökad trädhöjd. En lämplig utveckling på föryngringen vid tidpunkten för skärmavveckling kan förslagsvis vara ett tillräckligt antal huvudstammar i höjdintervallet 1–2 m.

Beträffande tidpunkten för avveckling under året kunde inte Skoklefeld (1967) dra några säkra slutsatser efter jämförande avveckling på senhösten, vintern och tidig vår. Däremot menar Jeansson & Laestadius (1981) att beståndsföryngringens anpassning till hyggesmiljö gynnas av avverkning under höst eller vinter, jämfört med huggning under sommaren, speciellt under skottskjutningsperioden. Mekaniska skador på föryngringen minskar dock betydligt om avverkningen sker när plantorna är helt snötäckta (Skoklefeld, 1967). Det har även ryska studier visat (Jeansson & Laestadius, 1981). I denna studie kunde inga tydliga effekter konstateras. Antagligen kan snö både gynna och missgynna skadebilden, beroende på snöns djup och konsistens. Ett djupt snötäcke med skare kan ge ett bra skydd åt de plantor som är snötäckta. Däremot ett tjockt och poröst snötäcke kan möjligen försvåra avverkningen genom att plantorna inte syns samtidigt som de inte får något skydd av snön.

Det finns anledning att befara större frekvens stambrott vid mycket låg temperatur, speciellt om föryngringen nått till den höjd när stambrott är att förvänta. Möjligen kan skillnader mellan försöksleden avseende andel topp- eller stambrott samt avbrutna grenar och stamskador förklaras med att temperaturen var några grader lägre vid avverkning av de mer drabbade försöksleden (tabell 3). Det är möjligt att det finns en kritisk temperatur i detta intervall,

(-4)–(-8)°C, när plantorna blir väsentligt skörare. Men, enligt en subjektiv bedömning av Westerberg (1995, pers. medd.), som deltog vid avverkningsarbetet, var det dock ingen större skillnad i grankvistarnas känslighet för brott under de dagar som avvecklingarna genomfördes. Däremot inställdes avverkningsarbetet en dag i Graninge när temperaturen var (-15)–(-20)°C, eftersom grankvistarna ansågs vara mycket spröda.

Referenser

- Agestam, E., Ekö P.-M., Gemmel, P., Johansson, L., Johansson, U., Langvall, O., Nilsson, U., Sarlöv-Herlin, I., Stern, M., Säll, H., Welander, T., Örlander, G. 1991. Halvtid för sydsvensk skogsforskning. Sveriges Lantbruksuniversitet, Enheten för sydsvensk skogsforskning, Arbetsrapport 1, 129 s. Alnarp.
- 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.
- Anon., 1994. Skogsvårdslagen – Handbok. SS förlag, Jönköping. 66 s.
- Arnborg, 1947. Föryngringsundersökningar i mellersta Norrland. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1947:247–293.
- Berg, S. 1993. Kostnadsutvecklingen för skogsvårdsåtgärder. Redogörelse nr. 5, Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut. 36 s. Uppsala.
- 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.
- Braathe, 1956. Skjermstilling og dens betydning for foryngelsen. Tidskr Skogbr 64:21–31.
- Ericsson, T. 1994. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of forest genetics and plant physiology, Dissertation, 32 p. Umeå.
- Gingras, J. F. 1990. Harvesting methods favouring the protection of advance regeneration: Quebec experience. FERRIC, Technical note TN-144, June 1990. Pointe Claire, Que.
- Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. En analys av föryngrings-metoden, dess möjligheter och begränsningar i ett mellannorrländskt skogsbruk. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, Band 52 Nr 4. 263 s.
- 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. 1993. Regeneration of *Picea Abies* forests on highly productive peatlands – Clearcutting or selective cutting? Scand. J. For. Res. 8:518–527.

- Hånell, B. & Ottosson-Löfvenius, M. 1994. Windthrow after shelterwood cutting in *Picea Abies* peatland forests. *Scand. J. For. Res.* 9:261–269.
- Hågglund, B. & Lundmark, J.-E. 1977. Skattning av höjdboniteten med ståndortsfaktorer – Tall och gran i Sverige. Skogshögskolan, Inst. f. växtekologi och marklära, Rapporter och uppsatser nr 28, 240 s. Stockholm.
- Jeansson, E. & Laestadius, L. 1981. Markberedning, naturlig förnygring och beståndsförnygring vid återbeskogning i Sovjet, Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för skogsskötsel, Rapport nr 6, 65 s. Umeå.
- Leikola, M. 1982. Naturlig förnygring av barrskog. *Tidskrift för Skogbruk*, s. 114–121.
- Mäkelä, M. 1990. Ylispuiden Poisto Pika 75 – ja FMG 707/12 S Motonalleharvestereilla. (Avveckling av överståndare med skördarna Pika 75 och FMG707 12 S) (engelsk sammanfattning). *Metsätehon, Katsaus* 19, 4 s. Helsinki.
- Näslund, M. 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd – tall, gran och björk i norra Sverige. Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 22, s 87–132. Stockholm.
- Peltoniemi, T. 1991. Ylispuiden poisto konetyönä, miestyönä ja niiden yhdistelmä. (Avveckling av överståndare med mekaniska, manuella och kombinationsmetoder) (engelsk sammanfattning). *Metsätehon, Katsaus* 18, 4 s. Helsinki.
- 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.
- Skoklefald, S. 1967. Fristilling av naturlig gjenvækst av gran. *Medd. Norske Skogforsves.* 23:381–409.
- Skoklefaldt, S. 1992. Naturlig foryngelse av gran og furu – En litteraturoversikt. *Norsk Institutt for Skogforskning.* 25 s. Ås.
- von Sydow, F. & Örlander, G. 1994. The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scand. J. For. Res.* 9:367–375.
- Tesch, S. Baker-Katz, K. & Korpela E. J. 1993. Recovery of Douglas-fir seedlings and saplings wounded during overstory removal. *Can. J. For. Res.* 23:1684–1694.
- Tirén, L. 1949. Om den naturliga förnygringen på obrända hyggen i norrländsk granskog. *Medd. från Statens Skogsforskningsinstitut*, 38:9.
- Westerberg, D & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare – Försöksmetod för att bestämma prestation, kostnad och skador på förnygringen. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut, Redogörelse nr 10, 26 s. Uppsala.