



Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

STUDIE AV EN- OCH TVÅGREPPSSKÖRDARE I SKÄRMVÄCKLING

Dan Westerberg

Arbetsrapport nr 304

1995

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

Omslag: Skärmavveckling med engreppsskördare i Avesta. Foto: Dan Westerberg.

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.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
En- och tvågreppsskördare i skärmavveckling.....	1
Bakgrund.....	2
Syfte och hypoteser	2
Metoder och försöksuppläggning.....	3
Försöksled.....	3
Tidsstudier av skärmavveckling.....	3
Skador på föryngringen efter skärmavveckling	3
Förutsättningar	3
Skärmbestånd	3
Plantbestånd.....	4
Maskiner och förare.....	4
Instruktion till förare	4
Väderlek	4
Resultat.....	5
Skärmbestånd – uttag	5
Plantbestånd – skador, höjd och avgångar efter avveckling	5
Arbetsmönster.....	6
Prestation och tidsåtgång engreppsskördare.....	6
Prestation och tidsåtgång tvågreppsskördare	7
Analys	8
Arbetsfrekvens.....	8
Normerad tidsåtgång och prestation.....	10
Tidsåtgång i Avesta	12
Tidsåtgång i Graninge	13
Tidsåtgång i Lövsjön	14
Prestation.....	15
Avverkningskostnad.....	17
Skador.....	18
Diskussion.....	20
Referenser	21
Bilaga 1 Momentindelning vid tidsstudien.....	22
Bilaga 2 Tidsfunktioner	24
Bilaga 3 Bedömning av kvistningssvårighet vid skärmavveckling.....	28

Sammanfattning

En- och tvågreppsskördare i skärmavveckling

Projekt skötselmetoder studerade skärmavveckling i tre bestånd med täta till relativt glesa föryngringar. Studierna utfördes i Graninge (Gr.) på hösten och i Avesta (Av.) på våren. I bägge fallen vid 2–3 dm snötäcke och några minusgrader. I Lövsjön (Löv.), utanför Bollstabruk, var temperaturen densamma men det låg ett 1–1,5 meter djupt snötäcke.

Trots det låga stamantalet per hektar och den ur siktsynvinkel besvärliga föryngringen blir det inte särskilt dyrt att avveckla en skärm (Tabell S1). De träd som står kvar har så pass hög medelvolym att dessa faktorer kompenseras. Färre träd men lika många kubikmeter per timme upparbetas som i slutavverkning, vilket leder till att kostnaden blir ungefär densamma. Metodens ekonomi hänger således inte på den enskilda kostnaden för avveckling utan mer på hur länge skärmen står innan den avverkas, på skärmträdens tillväxt och på hur många vindfällen som måste och kan tas omhand.

Tabell 1.

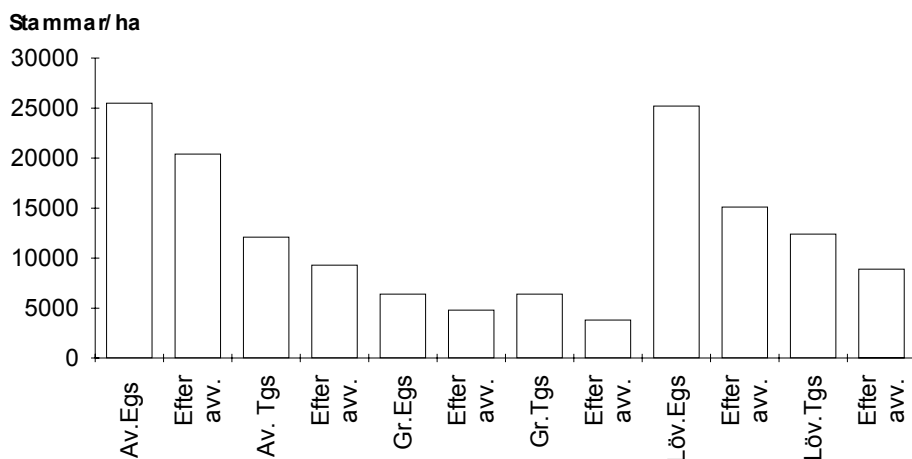
Resultat från skärmhuggningstudien

Engreppsskördare (Gr.Egs, Löv.Egs): Valmet 892 med 955 aggregat, **(Av.Egs):** Valmet 892 med 960 aggregat, kalkylpris 715 kr/G₁₅-h

Tvågreppsskördare (Gr.Tgs, Löv.Tgs): FMG Timberjack Master 1 880, kalkylpris 809 kr/G₁₅-h
(Av.Tgs): FMG ÖSA 706/260, kalkylpris 732 kr/G₁₅-h

Studieled	Av. Egs	Av. Tgs	Gr. Egs	Gr. Tgs	Löv. Egs	Löv. Tgs
Uttagna stammar/ha	180	240	220	170	240	250
Uttagen volym m ³ fub/ha	130	130	190	190	120	140
Medelvolym/stam, m ³ fub	0,80	0,52	0,87	1,12	0,56	0,53
Prestation, m ³ fub/G ₁₅ -h	19,2	17,2	32,0	34,3	19,4	16,6
Kostnad, kr/m ³ fub	37,2	42,6	22,3	23,6	36,9	48,7

Skärmbestånden innehöll mellan 180 och 230 stammar per hektar motsvarande 120 till 190 m³fub per hektar. Plantbestånden innehöll 6 400 till 25 500 plantor per hektar. Trots det tjocka snötäcket i Lövsjön kunde ingen skyddande effekt påvisas. Samtliga bestånd hade efter avveckling en fullt godtagbar föryngring (Figur 1).



Figur 1.

Antal plantor före och antal utvecklingsbara plantor efter skärmens avveckling.

Bakgrund

Kalavverkning med efterföljande plantering har varit den dominerande förnygringsmetoden i svenskt skogsbruk under en lång period. Intresset för att använda andra metoder har dock ökat de senaste åren. En ny metod är förnygring under skärm. Skärmarna kan innehålla ett varierande antal träd och förnygringen kan etableras på flera sätt, t.ex. genom plantering eller naturlig förnygring. Denna studie ingår som en del i försöksverksamheten inom området "Granförnygring under skärm". Studien startade hösten 1993 med utläggning av fältförsök och kan i delar in i två delar; *Avverkningsteknik för skärmavveckling och Förnygringens skador samt utveckling efter avverkning*.

Kunskaperna om praktiska tillämpningar av olika skärmmetoder är relativt dålig, t.ex. när det gäller kostnader och teknik för avveckling. Viktigt är att avverka till låg kostnad samtidigt som skadorna på förnygringen inte blir för stora. Studien är en av flera i syfte att kartlägga kostnader, prestationer och skador på eventuell förnygring vid avverkningsoperationer i ett skärmskogsbruk.

Syfte och hypoteser

Syftet är att:

- Uppskatta prestation och kostnad för engrepps- och tvågreppsskördare vid avveckling av skärm.
- Jämföra avverkningstekniker med avseende på skador på förnygringen.
- Direkt efter avverkning och skotning mäta skador på förnygringen (redovisas utförligare i Sikström, U. 1995).
- På sikt följa hur plantorna i förnygringen överlever och tillväxer efter avveckling, vilket redovisas efter några vegetationsperioder.

Hypoteser:

- Det går att avveckla skärmar maskinellt och skota ut virket med tillräckligt antal utvecklingsbara plantor/ha kvar efter avverkningen.
- Engreppsskördaren orsakar mindre skador på förnygringen än tvågreppsskördaren eftersom den har upparbetningsenheten i kranspetsen och inte behöver släpa träden lika mycket som tvågreppsskördaren gör vid intagning och iläggning i aggregatet. Engreppsskördaren kan också i större utsträckning styra fördelningen av virket så att skador på plantorna undviks.
- Vid avverkning då marken är täckt av ett tjockt snötäcke orsakas mindre skador på plantorna än vid avverkning på bar mark.
- Tvågreppsskördaren har högre prestation än engreppsskördaren eftersom den är bättre anpassad för de grova träd (>0,5 m³fub) det oftast blir frågan om vid skärmavveckling.

- Trots högre prestation blir skärmavveckling dyrare med tvågreppsskördaren eftersom den har högre timkostnad, vilket väger tungt i kalkylen då få träd, ca 200 per hektar avverkas.

Metoder och försöksuppläggning

Försöksled

1. Avveckling av skärm med engreppsskördare.
2. Avveckling av skärm med tvågreppsskördare.

Tidsstudier av skärmavveckling

Bestånden delades subjektivt in i två delar, s.k. studieled, med så likartade förhållanden som möjligt avseende ståndorts- och beståndsegenskaper. Styrande för indelningen var att maskinerna skulle kunna arbeta normalt och de olika studieleden inte påverka varandra. Studieledens minsta bredd och längd styrdes av trädlängden, där dubbla trädlängden eftersträvades. Studierna utfördes som cmin-studier. Momentindelningen av tidsåtgången finns beskriven i bilaga 1.

Skador på föryngringen efter skärmavveckling

Inom varje studieled lades fasta cirkelprovytecentra ut objektivt i ett kvadratisk förband där bl.a. höjd och plantantal inventerades före avverkning och skador inventerades efter avverkning och skotning. En tydlig startpunkt för provytan markerades så att ytorna kunde hittas oberoende av störning från avverkningsarbetet. Varje cirkelprovytecentra är centrum för provytor av två storlekar. På den minsta provytan, med radien 1,0 m, registrerades bl.a. antal plantor och planthöjd. Bland plantorna på ytan markerades högsta barrplanta och en slumpmässig barrplanta. För dessa registrerades bl.a. överlevnad, kondition och skador. Om ytan var en s.k. nollyta mättes avståndet till närmaste barrplanta utanför provytan. På ytan registrerades också vissa ståndortsfaktorer och ytans avstånd till närmaste skärmträd. Detta gjordes vid varje cirkelprovytecentra. Den större cirkelprovytan har en diameter på 10–20 m beroende på skärmtätheten. På denna mättes skärmträden (diameter, höjd, antal). För utförligare beskrivning av dessa mätrutiner hänvisas till Sikström, U. 1995.

Förutsättningar

Skärmbestånd

Tre jämförande studier av en- och tvågreppsskördare gjordes i bestånd belägna nära Avesta (Av.), Graninge (Gr.) och Bollstabruk här kallat Lövsjön (Löv.). Markvärdar var Mellanskog, Graninge AB och Norrskog. I tabell 2 beskrivs bestånden uppdelade per studieled kallade Av. Egs/Tgs, Gr. Egs/Tgs och Löv. Egs/Tgs.

Tabell 2.
Provytedata för skärmen i respektive studieled före avverkning.

	Av. Egs	Av. Tgs	Gr. Egs	Gr. Tgs	Löv. Egs	Löv. Tgs
Antal träd/ha	200	230	210	180	180	200
Medelvolym/ha, m ³ sk	170	130	230	230	170	180
Medeldiameter, cm	38	32	35	36	37	36
Medelhöjd, m	23	20	26	27	25	25
Trädslagsblandning	6 3 1	8 1 1	8 2 0	8 2 0	0 10 0	0 7 3
Antal provytor/studieled, st	9	12	10	9	8	6

Plantbestånd

Bestånden i Avesta och Lövsjön hade ett rikligt uppslag av granplantor medan beståndet i Graninge hade färre och högre granplantor.

Tabell 3.
Data från cirkelprovytor om plantbeståndet i respektive studieled.

	Av. Egs	Av. Tgs	Gr. Egs	Gr. Tgs	Löv. Egs	Löv. Tgs
Antal barrplantor/ha	25 500	12 100	6 400	6 400	25 200	12 400
Antal lövplantor/ha	12 700	13 400	9 200	10 800	10 500	3 800
Medelhöjd barr, dm	11	12	15	14	7	11
Medelhöjd löv, dm	30	27	23	24	27	25
Antal provytor/studieled, st	76	114	119	116	111	86

Maskiner och förare

Avverkningen i Avesta utfördes med en Valmet 892 engreppsskördare som kördes av Bengt Persson och var utrustad med ett Valmet 960 aggregat samt en FMG/ÖSA 706/260 tvågreppsskördare som kördes av Torbjörn Printz. Bengt hade arbetat som maskinförare i ca 5 år och kört aktuell maskin under den tiden. Torbjörn hade arbetat som maskinförare i ca 17 år och kört aktuell maskin i 5 år. Avverkningarna i Graninge och Lövsjön utfördes med en Valmet 892 engreppsskördare som kördes av Kjell-Erik Näslund och var utrustad med Valmets 955 aggregat samt en FMG/Timberjack 1880 Master tvågreppsskördare som kördes av Kenny Lundin. Kjell-Erik hade arbetat som maskinförare i ca 5 år och kört aktuell maskin under den tiden. Kenny hade arbetat som maskinförare i ca 4 år och kört aktuell maskin i 1 år.

Instruktion till förare

Förarna instruerades att arbeta i normalt (uthålligt) tempo. Före avverkning diskuterades fällningsteknik där vikten av att vara rädd om föryngringen poängterades. Instruktionen var att i första hand köra och fälla i luckor i plantbeståndet men att det i de fall det stod enstaka plantor i luckan var lämpligast att köra och fälla in i tätningar av plantor.

Väderlek

Väderförhållandena var relativt likvärdiga under studierna. Avvikande var det tjocka snötäcket i Lövsjön.

Tabell 4.
Väderförhållande under studien.

	Av. Egs	Av. Egs	Gr. Egs	Gr. Tgs	Löv. Egs	Löv. Tgs
Temperatur, gr C	-1 – -2	-5 – -7	-4 – -8	-2 – -6	0 – -1	-6 – -8
Siktförhållande	Klart, sol	Halvklart	Mulet, lätt snöfall	Mulet	Tätt snöfall	Mulet
Snödjup, dm	3–4	4	2–3	1	130–150	130–150
Snötyp	Kompakt, hård bärande skare	Kompakt, bristande skare	Lös, kompakt bottenskikt 5–10 cm	Lös, puderartad	Lös, kompakt bottenskikt 3–4 dm	Lös, kompakt bottenskikt 3–4 dm
Datum för studien	22/3, -94	18/3, -94	14, 16/12, -93	4–5/12, -93	25/3, -94	17/3, -94

Resultat

Skärmbestånd – uttag

Flest stammar per hektar fanns i den grandominerade skärmen i Lövsjön och den grövsta skogen i den talldominerade skärmen i Graninge.

Tabell 5.
Data från tidsstudien om uttaget i respektive studieled

	Av. Egs	Av. Tgs	Gr. Egs	Gr. Tgs	Löv. Egs	Löv. Tgs
Tidsstuderad areal, ha	0,8	1,2	1,9	1,9	1,1	1,0
Antal träd/ha	180	240	220	170	240	250
Antal träd/studieled, st	137	282	412	319	271	265
Medeldiameter brh., cm	34	29	32	36	26	26
Medelhöjd, m	22	19	26	26	19	19
Medelvolym/stam, m ³ fub	0,80	0,52	0,87	1,12	0,56	0,54
Trädslagsfördelning	5 4 1	6 1 3	8 2 0	6 4 0	0 9 1	0 8 2
G.Y.L	2 1 1	2 1 1	2 1 1	2 1 1	1 3 3	1 3 3

Plantbestånd – skador, höjd och avgångar efter avveckling

Alla studieled hade efter avverkning kvar ett tillräckligt antal utvecklingsbara barrplantor per hektar samt en utvecklingsbar ”lågskärm” av björk.

Tabell 6.
Data om plantbeståndet i respektive studieled från cirkelprovyteinventering efter avveckling av skärmarna (barr och lövplantor under 1 dm inventerades ej).

	Av. Egs	Av. Tgs	Gr. Egs	Gr. Tgs	Löv. Egs	Löv. Tgs
Oskadade barrplantor st/ha	16 300	7 600	3 100	2 300	11 800	6 800
Lindrigt skadade barrplantor (enstaka kvist eller < toppskottet borta) st/ha	1 800	600	800	800	800	1 000
Måttligt skadade barrplantor (flera kvistar eller > toppskottet borta) st/ha	2 300	1 100	900	700	2 500	1 100
Allvarligt skadade barrplantor (döda, döende eller försvunna) st/ha	5 100	2 800	1 600	2 700	10 100	3 500
Utvecklingsbara lövplantor st/ha	9 900	9 200	6 700	7 300	7 300	1 900
Medelhöjd barrplantor, dm	11	13	14	14	8	9
Medelhöjd lövplantor, dm	28	25	22	24	27	20

De tätaste plantbestånden hade större andel oskadade plantor efter avverkning, se tabell 7.

Tabell 7.

Plantbestånden efter avverkning. Respektive studieled beskrivet i procentandel av utgångsläget 100 %. (Exempelvis oskadade plantor efter avv./plantor före avv.)

	Av. Egs	Av. Tgs	Gr. Egs	Gr. Tgs	Löv. Egs	Löv. Tgs
Oskadade barrplantor	64	63	48	36	47	55
Lindrigt skadade barrplantor (enstaka kvist eller < toppskottet borta)	7	5	12	12	3	8
Måttligt skadade barrplantor (flera kvistar eller > toppskottet borta)	9	9	14	11	10	9
Allvarligt skadade barrpl. (döda, döende, försv.)	20	23	25	42	40	30
Utvecklingsbara lövplantor	78	69	73	68	70	50
Medelhöjd barrplantor	100	108	93	100	114	82
Medelhöjd lövplantor	93	93	96	100	100	80

Arbetsmönster

Engreppsskördaren i Lövsjön hade kortast körd sträcka, minst andel areal inom arbetsbredd och flest upparbetade träd per uppställningsplats, vilket kan tyda på att skärmen var gruppställd.

Tabell 8.

Data om arbetsmönstret i respektive studieled

	Av. Egs	Av. Tgs	Gr. Egs	Gr. Tgs	Löv. Egs	Löv. Tgs
Tidsstuderad areal, ha	0,8	1,2	1,9	1,9	1,1	1,0
Körd sträcka, m	570	880	1 620	1 330	540	660
Körd sträcka/ha, m/ha	740	750	850	700	490	630
Framryckningshast., m/min	14,9	18,5	26,8	15,2	14,2	8,2
Arbetsbredd, m	17,7	16,2	15,9	19,1	15,6	14,7
Andel areal inom arbetsbredd,*	1,25	1,17	1,37	1,37	0,73	1,0
Avv. träd/uppställningsplats, st	1,2	1,5	2,2	1,5	2,6	2,1

* Beräknat som (arbetsbredd · körd sträcka)/avverkad areal.

Prestation och tidsåtgång engreppsskördare

Engreppsskördaren i Avesta hade mycket tid på momenten störning, start och körning. Maskinen hade problem med kvistning och upptiltning av aggregatet efter kvistning-kapning, (se även bilaga 3 Bedömning av kvistningssvårigheten).

Tabell 9.**Tidsåtgång, prestation och uttagets omfattning vid avverkning med engreppsskördarna (momentindelning se bilaga 1).**

Moment	Av. Egs cmin/träd	Gr. Egs cmin/träd	Löv. Egs cmin/träd
Kran ut	10	10	9
Omtag	3	1	5
Fällning	33	24	25
Kvistning-kapning	69	57	52
Körning under kvkp	1	0	1
Risrensning	1	1	3
Övrigt arbete	4	1	5
Störning	18	2	3
Start	10	5	6
Körning	28	15	14
Halt	2	1	1
Totalt	178	116	123
Prestation, m ³ fub/G ₁₅ -timme	19,2	32,0	19,4
Medelstam, m ³ fub	0,80	0,87	0,56
Uttagen volym, m ³ fub	110	360	150
Uttagen volym, m ³ fub/ha	140	190	120

Omräkningsfaktorn för prestation från m³fub/G₀-tid till m³fub/G₁₅-tid är satt till 0,71. Omräkningsfaktorn 0,71 grundar sig på studier utförda vid Skogsarbeten samt erfarenhet från driftuppföljning från de större skogsbolagen. Relationen G₀-/G₁₅-tid används för att nivålägga prestationerna uppmätta i studier till en nivå som är mer jämförbar med praktiska förhållanden. Relationen är dock osäker och varierar dessutom för varje maskin. En prestationssiffra uppmätt vid studier av detta slag kan därför aldrig göra anspråk på att spegla de rätta praktiskt uthålliga prestationsnivåerna. Jämförelsen mellan maskinerna påverkas dock inte av denna nivåläggning.

Prestation och tidsåtgång tvågreppsskördare

Tvågreppsskördaren i Lövsjön hade mycket tid på momentet övrigt arbete bl.a. beroende på risning av stickväg för att öka framkomligheten, se även tabell 9 framryckningshastighet.

Tabell 10.**Tidsåtgång, prestation och uttagets omfattning vid avverkning med tvågreppsskördarna (momentindelning se bilaga 1).**

Moment	Av. Tgs cmin/träd	Gr. Tgs cmin/träd	Löv. Tgs cmin/träd
Kran ut	9	8	6
Fällning	20	21	17
Intag	21	17	15
Kvistning-kapning 1	45	41	32
Kvistning-kapning 2 *	0	5	6
Övrigt arbete	7	16	24
Störning	4	3	5
Start	5	1	5
Körning	17	28	30
Halt	0	0	0
Totalt	128	139	138
Prestation, m ³ fub/G ₁₅ -timme	17,2	34,3	16,6
Medelstam, m ³ fub	0,52	1,12	0,53
Uttagen volym, m ³ fub	150	360	140
Uttagen volym, m ³ fub/ha	130	190	140

* (Kvistning-kapning som sker parallellt med kranarbete som t.ex. kran ut, intag eller fällning)

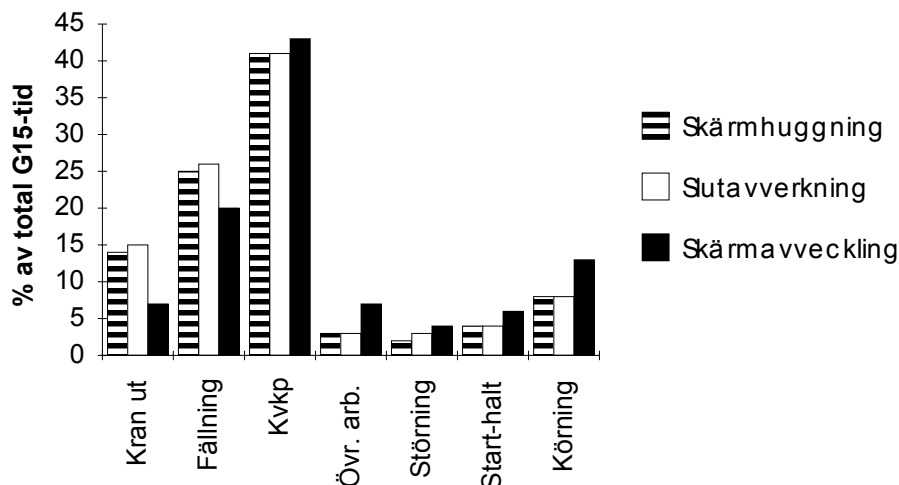
Omräkningsfaktorn för prestation från $m^3\text{fub}/G_0$ -tid till $m^3\text{fub}/G_{15}$ -tid är 0,71.

Figur 2.
Skärmavveckling med tvågreppsskördare i Lövsjön. Foto: Dan Westerberg.

Analys

Arbetsfrekvens

Skärmavveckling och skärmhuggning är relativt nya avverkningsoperationer i svenskt skogsbruk. Det kan därför intressant att se hur arbetsinnehållet påverkas jämfört med slutavverkning. I figur 3 och 4 jämförs frekvensen av olika arbetsmoment från sammanlagt 14 studieled i olika avverkningsformer.



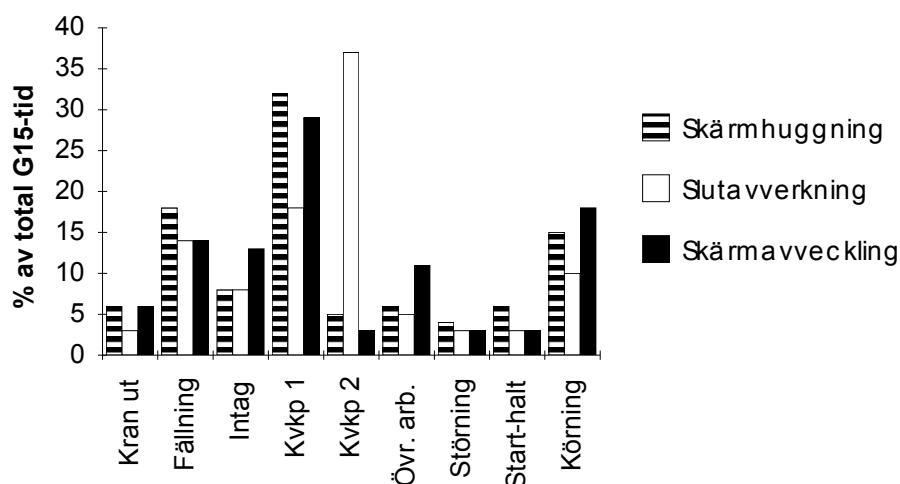
Figur 3.
Arbetsfrekvens vid skärmhuggning, skärmavveckling och slutavverkning med engreppsskördare.

Det skiljer inte speciellt mycket mellan skärmhuggning och slutavverkning med engreppsskördare i dessa studier. Antagligen beroende på att skärmhuggningen utfördes i stamtäta bestånd så att de kvarlämnade skärmträden utgjorde en liten del av beståndets totala volym. Vid skärmhuggning i grova glesa bestånd kan man förvänta sig att momenten kran-ut, fällning och kvistning-kapning närmar sig den profil som skärmavveckling uppvisar (de svarta staplarna) i figur 3. Vid skärmavveckling ägnas proportionellt mindre tid åt kran-ut och fällning samt proportionellt mer tid åt kvistning-kapning än vid slutavverkning. Detta är logiskt eftersom det i skärmavveckling oftast är färre och grövre träd per hektar än i slutavverkning.

Vid skärmavveckling har mer av den totala tiden ägnats åt övrigt arbete, störning, start-halt och körning än vid slutavverkning, vilket är vad man kunnat förvänta som resultat av de svårigheter föryngringen medför. Skillnaden är dock inte påfallande stor utan merparten av tiden, ca 70 %, ägnas även vid skärmavveckling åt kranarbete, fällning och kvistning-kapning.

Tvågreppsskördaren uppvisar ett annat mönster än engreppsskördaren, se figur 4. Uppenbart är att möjligheten till simultant kranarbete under kvistning-kapning drastiskt minskar vid skärmhuggning och skärmavveckling. Speciellt tydlig blir skillnaden när ett grandominerat bestånd slutavverkas, vilket här var fallet. En grandominerad slutavverkning kräver inte lika hög koncentration vid aptering som ett talldominerat bestånd gör, vilket ökar möjligheten för fällning och intagning under tiden kvistning-kapning pågår. Vid skärmhuggning beror minskningen i simultant kranarbete till stor del på det hinder som kvarstående träd utgör medan det i skärmavveckling dels beror på att maskinen inte når så många träd per upparbetningsplats, dels på att föryngringen verkar hindrande. Att kvarstående träd hindrat tvågreppsskördarens arbete vid skärmhuggning kan vara en förklaring till att fällning och kran-ut upptagit en proportionellt sett större andel av tiden än vid slut-

avverkning. Att kran-ut också tagit mer tid i anspråk vid skärmavveckling än vid slutavverkning beror troligen på de siktsvårigheter föryngringen medför. Siktsvårigheter och krav på skonsamhet mot föryngringen bidrog troligen också till att intag, övrigt arbete och körning upptog en proportionellt sett större andel av tiden vid skärmavveckling än vid skärmhuggning och slutavverkning.



Figur 4. Arbetsfrekvens vid skärmhuggning, skärmavveckling och slutavverkning med två-greppsskördare. (Kvvp 2 är kvistning-kapning när föraren simultant arbetar med andra moment t.ex. kran-ut, fällning eller intag).

Normerad tidsåtgång och prestation

Analysen syftar till att göra resultaten från tidsstudien jämförbara mellan studieled i samma bestånd. Detta görs genom att normera resultaten från tidsstudierna till gemensamma förutsättningar i tre typbestånd. Typbestånden bildas genom en sammanslagning av studieleden i respektive bestånd och beskrivs i tabellen nedan.

Tabell 11.
Typbestånd

	Avesta, (Egs och Tgs)	Graninge, (Egs och Tgs)	Lövsjön, (Egs och Tgs)
Tidsstuderad areal, ha	2,0	3,8	2,1
Antal träd/ha	210	190	255
Antal träd/studieled, st	419	731	536
Dbh, cm	30	34	26
Medlel höjd, m	20	26	19
Medelvolym/stam, m ³ fub	0,61	0,98	0,55
Trädslagsfördelning, % av total volym	7 2 1	8 2 0	0 9 1
G.Y.L.	2 1 1	2 1 1	1 3 3

Normering av tidsåtgången gjordes med avseende på trädslag och medelstamvolym på momenten kvistning-kapning och fällning för engreppsskördaren samt på momenten kvistning-kapning, fällning och intagning för tvågreppsskördaren (förklaringsgraden ökade för tidsfunktionen i samtliga studieled när momenten fällning och fällning-intagning lades till funktionen). Tidsfunktioner per trädslag erhöles vilka matematiskt viktades till en regressionsfunktion per maskin. Viktningen gjordes efter respektive trädslags andel av typbeståndets volym så att studieleden (skördartyperna) erhöles samma trädslagsblandning per avverkat bestånd. De normerade funktionerna, se tabell 12, höll sig i samtliga studieled inom de onormerade regressionsfunktionernas 95-procentiga konfidensintervall. De onormerade tidsfunktionerna redovisas per studieled och uppdelat per trädslag i tabell och diagramform i bilaga två.

Tabell 12.

Normerade tidsfunktioner för samtliga träd per studieled. $y = a + b \cdot x$, där y = tid för fällning, intagning och kvistning-kapning i cmin/träd och x = trädvolym dm^3fub .

	a	b
Av. Egs	36,5	0,088
Av. Tgs	49,0	0,068
Gr. Egs	41,5	0,046
Gr. Tgs	51,8	0,031
Löv. Egs	30,8	0,082
Löv. Tgs	32,4	0,065

De normerade funktionerna i tabell 12 användes till att beräkna respektive skördares tidsåtgång vid lika medelstamvolym. Momentet körning normerades efter (skärmens) stamantal per hektar i typbeståndet. I varje studieled multiplicerades körd sträcka per hektar med typbeståndet areal och dividerades sedan med uppmätt framryckningshastighet, vilket gav en total körtid per hektar. Denna dividerades i sin tur med antalet stammar i typbeståndet, vilket gav tiden för körning per träd. Momenten kran ut, start och halt påverkas troligen också av stamantalet i skärmen, föryngringens utseende och antalet plantor per hektar. Dessa moment normerades dock inte eftersom något säkert underlag för normering inte kunde konstrueras. Bland kvarvarande moment hänfördes för engreppsskördaren omtag till störning och risrensning till övrigt arbete. Sammantaget gav detta den tidsåtgång och prestation som visas i tabell 13.

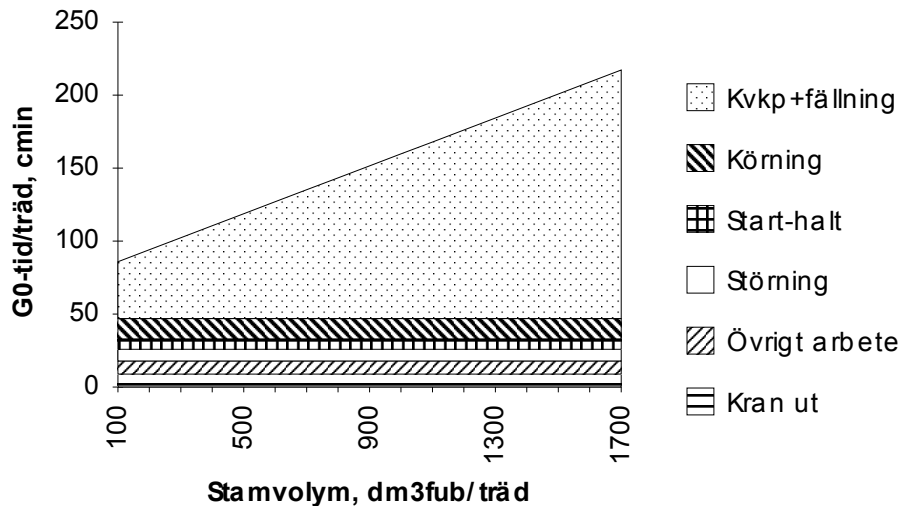
Tabell 13.

Tidsåtgång, prestation och uttagets omfattning vid avverkning

Moment	Av. Egs cmin/träd	Av. Tgs cmin/träd	Gr. Egs cmin/träd	Gr. Tgs cmin/träd	Löv. Egs cmin/träd	Löv. Tgs cmin/träd
Kran ut	10	9	10	8	9	6
Fällning-Kvistning-kapning	91		86		76	
Fällning-Intag-Kvistning-kapning		90		88		68
Övrigt arbete	6	7	2	3	9	24
Störning	21	4	3	3	8	5
Start-halt	12	5	6	1	7	5
Körning	24	19	16	24	14	30
Totalt	164	134	123	127	123	138
Prestation, m^3fub per G_{15} -timme	15,9	19,5	34,0	32,9	19,0	17,0
Medelstam, m^3fub	0,61	0,61	0,98	0,98	0,55	0,55
Uttagen volym, m^3fub	260	260	720	720	290	290
Uttagen volym, $\text{m}^3\text{fub/ha}$	130	130	190	190	140	140

Omräkningsfaktorn för prestation från $\text{m}^3\text{fub}/G_0$ -tid till $\text{m}^3\text{fub}/G_{15}$ -tid är 0,71.

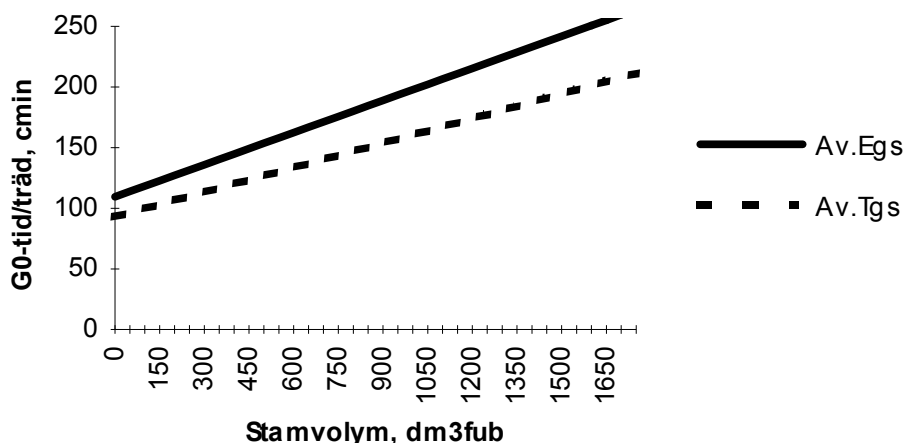
Ett sätt att jämföra den totala tidsåtgången mellan studieleden vid varierande medelstam är att lägga samman de icke volymberoende arbetsmomenten med de volymberoende. Det innebär att nivån på funktionerna i tabell 12 (= interceptet, a) flyttas upp med medelvärdet för de icke volymberoende momenten i tabell 13, vilka i detta fall är alla moment utom fällning, intagning och kvistning-kapning, se figur 5.



Figur 5.
Totaltidens principiella uppbyggnad, exemplifierad av genomsnittlig (total) tidsåtgång i studieled Löv. Egs.

Tidsåtgång i Avesta

Det tog i genomsnitt 22 % längre tid för engreppsskördaren att upparbeta den normerade medelstammen än för tvågreppsskördaren. I tabell 13 ser vi att skillnaderna främst uppträder i momenten störning, start-halt och körning. Detta stämmer med erfarenheterna från studien. Engreppsskördaren hade stora problem med kvistningen och merparten av störningstiden uppstod vid kvistning-kapning. Aggregatet upplevdes av tidsstudiemannen som kraftlöst vid kvistningsarbetet. En magnetventil som styrde upptiltningen av aggregatet krånglade och byttes ut. Den nya magnetventilen fungerade dock inte tillfredsställande utan upptiltning av aggregatet, efter kvistning-kapning, tog ofta påfallande lång tid. Detta förklarar den långa tiden för start-halt där merparten ligger på momentet start, se tabell 9. Centralt oljetryck kontrollerades och befanns normalt. Föraren tyckte att aggregatet, förutom magnetventilen, fungerade normalt och att problemen vid kvistningen berodde på grova och grovkvistiga träd.



Figur 6.
En- och tvågreppsskördarens tidsåtgång i Avesta.

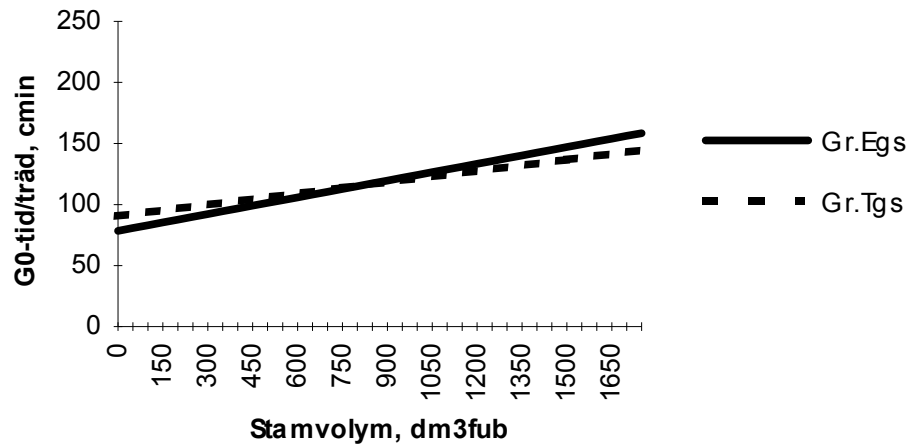
I en separat bedömning av kvistningssvårigheten, se bilaga 3, framgår att engreppsskördaren hade större svårigheter än tvågreppsskördaren med kvistningen. Jämfört med tvågreppsskördaren fick engreppsskördaren problem med klenare kvistar, vid färre grenar per grenvarv, vid längre avstånd från närmast föregående kap, samt hade fler backningar och längre störningstid vid de kvistar som vållade problem. Att det nya 960-aggregatet generellt skulle kvista sämre än det äldre 955-aggregatet i Lövsjön och Graninge verkar tveksamt. En förklaring kan vara att 960-aggregatet hade ”inkörningsproblem”, dvs. att intrimning och justering skulle ha behövts. Tvågreppsskördaren hade i denna studie klart lägre tidsåtgång och bättre kvistningsarbete. I figur 6 framgår det att tvågreppsskördaren har lägre tidsåtgång vid alla stamvolym. Lutningen på kurvorna överensstämmer i stort med erfarenheter från tidigare studier men normalt brukar kurvorna korsas så att engreppsskördare har lägre tidsåtgång vid små stamvolym och högre tidsåtgång vid grövre stammar. Om engreppsskördaren fungerat bra hade tiden för störning och start-halt varit mindre. Då hade engreppsskördarens kurva parallellförflyttats nedåt så att kurvorna korsat varandra, vilket vanligtvis är fallet.

Tidsåtgång i Graninge

Skillnaden i tidsåtgång mellan maskinerna är mycket liten. Kurvorna i figur 7 skär varandra vid en stamvolym på 0,8 till 0,85 m³fub.

Tvågreppsskördaren är konkurrenskraftigare vid grövre stamvolym, vilket stämmer med erfarenheter från tidigare studier och är i linje med vad vi förväntat. Att tvågreppsskördaren i medeltal inte hade lägre tidsåtgång än engreppsskördaren är däremot något förvånande med tanke på att medelstamvolymen var så pass hög som 0,98 m³fub. En förklaring kan vara skärbestandets beskaffenhet. Tallarna hade högt upphissade kronor och klena kvistar, vilket underlättade kvistningen. Jämförelsevis kan detta ha gynnat engreppsskördaren på så sätt att tvågreppsskördaren inte fick betalt

för den kraftigare upparbetningsenheten så att den kunde ”plocka hem” tid på kvistning-kapning.

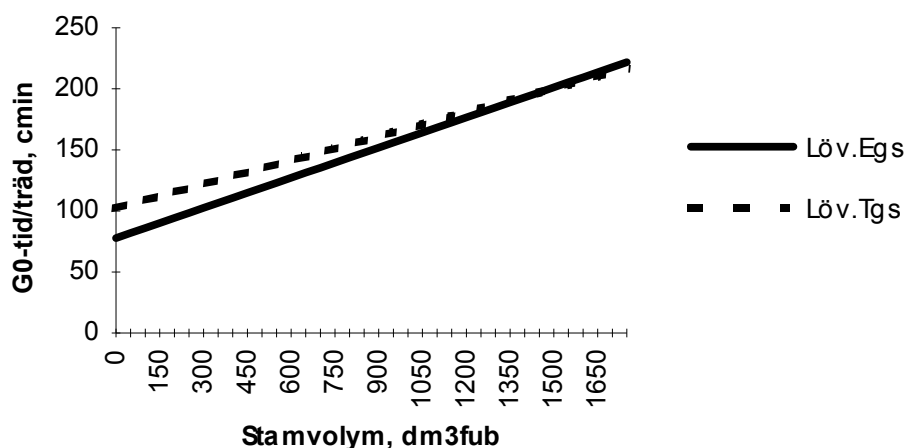


Figur 7.
En- och tvågreppsskördarens tidsåtgång i Gräninge.

Prestationskurvorna i Gräninge är flackare än Avesta, Lövsjön och än de som normalt erhållits i andra studier (jmf. lutningskoefficienten, b, tabell 12) Antagligen beror detta på skärmens beskaffenhet med få klena träd och många grova, se även bilaga 2, figur 2 till 7. Skärmen i Gräninge avverkades under likvärdiga snöförhållanden som skärmen i Avesta. Medelstamvolymen var betydligt grövre och skärmen innehöll ca 60 fler m³fub per hektar än skärmen i Avesta. Dessutom var föryngringen betydligt glesare än i Avesta. Sammantaget innebär detta att man kunnat förvänta att andelen tid för start, halt och körning per upparbetat träd skulle bli lägre i Gräninge än i Avesta. Så var dock inte fallet utan start, halt och körning utgjorde ungefär en lika stor andel av totaltiden, ca 20 %, per upparbetat träd. Förklaringen kan vara att skärmen i Gräninge var aningen glesare, ca 20 färre träd per hektar, och att antalet stammar per hektar hade större påverkan på körtidens andel av den totala tiden än den uttagna volymen per hektar.

Tidsåtgång i Lövsjön

Samma förare som i Gräninge användes, engreppsskördaren var densamma men tvågreppsskördaren var en annan av samma märke och årsmodell. Beståndet i Lövsjön var grandominerat. Tidsåtgången var förhållandevis låg trots mycket djup snö.

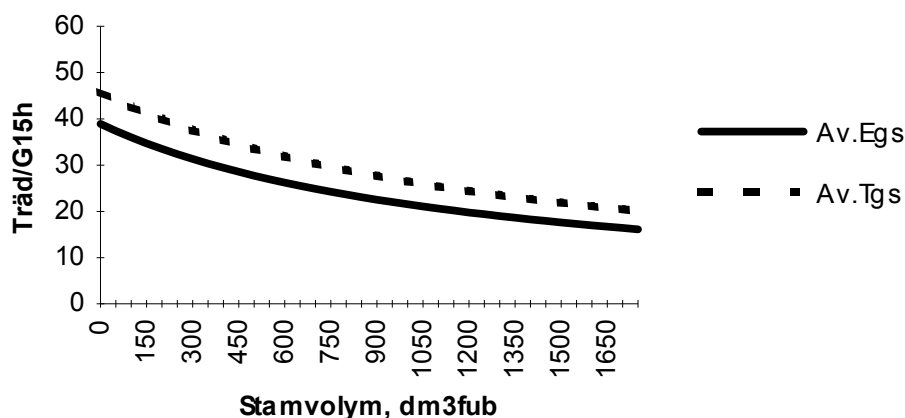


Figur 8.
En- och tvågreppsskördarens tidsåtgång i Lövsjön.

Vid fällningsarbetet var engreppsskördaren mer besvärad av snödjupet än tvågreppsskördaren och fick oftare ”skotta” runt träden med aggregatet för att komma åt att fälla. Upplega i form av kall och tunn pudersnö påverkade fällningsarbetet då engreppsskördaren studerades. I fällningsmomentet, då aggregatet slog emot trädet, rasade snön från träden och begränsade sikten några sekunder innan fällningen kunde göras. Detta bidrog troligen till att engreppsskördaren erhöll något längre tid för fällning än tvågreppsskördaren, se tabell 9 och 10. Tvågreppsskördarens kurva i figur 8 har en flackare lutning, vilket visar att den var mindre känslig för volymen än engreppsskördaren. Den normerade tiden för kvistning-kapning, fällning, intagning per m³fub är också lägre för tvågreppsskördaren. Att tvågreppsskördarens kurva ändå inte skär engreppsskördarens kurva förrän vid medelstamvolym på 1,4 till 1,5 m³fub beror huvudsakligen på problem med framkomligheten. Tvågreppsskördarens förare upplevde sin ”nya maskin” som orkeslös och dålig på att ta sig fram. En hel del tid fick ägnas åt att risa stickvägen för att underlätta framkomligheten, vilket syns under momentet övrigt arbete i tabell 8 och 12. Det syns också om man jämför tiden för körning och framryckningshastigheten för de två maskinerna, se tabell 8 och 13. Bägge maskinerna hade kedjor och boggieband men engreppsskördaren hade ca 5 cm långa plattjärn fastsvetsade på boggiebanden, vilket underlättade framkomligheten. En annan förklaring till att tiden för körning var lägre (framryckningshastigheten högre) för engreppsskördaren kan vara att träden stod mer gruppställda än i tvågreppsskördarens studieled.

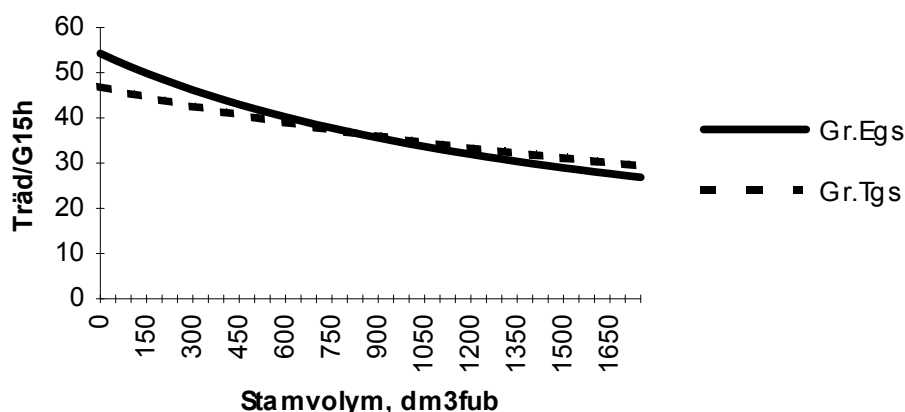
Prestation

Den totala tidsåtgången kan omräknas, enligt samma princip som i figur 5, till prestation i träd per G₁₅-timme. I figur 9 till 11 visas prestationen vid varierande medelstamvolym för de olika studieleden.



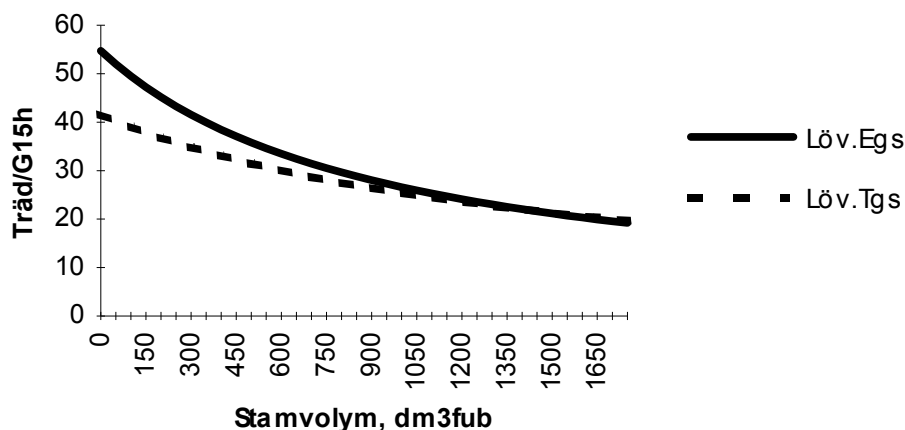
Figur 9.
Jämförelse av en- och tvågreppsskördarens prestation i Avesta.

I Avesta är skillnaden i prestation markant. Att tvågreppsskördaren har högre prestation vid medelstamvolym över 0,5 m³fub stämmer med vår hypotes. Men storleken på prestationsskillnaden samt att tvågreppsskördaren har högre prestation vid alla medelstamvolym stämmer inte med erfarenheterna från tidigare studier. Troligen förklaras detta av att engreppsskördarens 960-aggregat inte fungerade tillfredsställande.



Figur 10.
Jämförelse av en- och tvågreppsskördarens prestation i Gräninge.

Engreppsskördaren hade i medeltal 3–4 % högre prestation än tvågreppsskördaren. Skillnaden är dock så liten att den inte kan betraktas som signifikant. Tvågreppsskördarens konkurrenskraft ökar dock vid grövre stammar, vilket stämmer med tidigare studier och är i linje med vår hypotes. Av de tre studierna var medelprestationen klart högst i Gräninge. Tillsammans med den lättkvistade tallen kan detta förklaras av att medelstamvolymen var 60 till 80 % grövre och uttaget 35 till 45 % högre i Gräninge än i Avesta och Lövsjön.



Figur 11.
Jämförelse av en- och tvågreppsskördarens prestation Lövsjön.

Tendensen att tvågreppsskördaren har högre prestation än engreppsskördaren vid grövre träd är i linje med vår hypotes. Att kurvorna inte skär varandra förrän vid mycket grova medelstammar förklaras av tvågreppsskördarens svårigheter med framkomligheten. Utan dessa problem hade tiden för övrigt arbete och körning varit mindre, vilket hade parallellförflyttat tvågreppsskördarens prestationskurva uppåt (och dess kurva för tidsåtgång per träd nedåt).

Avverkningskostnad

Då alla tre värdföretag tillämpade olika kalkylpriser har vi valt de priser ett av dem tillämpade för att öka möjligheterna till jämförelse mellan de tre studierna. Kostnaderna är därför beräknade efter de entreprenörspriser som Mellanskog tillämpade för respektive maskintyp och avser den period då studien utfördes. Kalkylpriset inkluderar flytt och resor.

Tabell 14.
Kostnadsdata.

Valmet 892 med 955/960 aggregat (stor engreppsskördare)	715 kr/G ₁₅ -h
FMG/ÖSA 706/260 (mellanstor tvågreppsskördare)	732 kr/G ₁₅ -h
FMG/Timberjack 1880 Master (stor tvågreppsskördare)	809 kr/G ₁₅ -h

Tabell 15.
Avverkningskostnad för de olika studieleden.

Studieled	Prestation m ³ fub/G ₁₅ -timme	Avverknings- kostnad kr/m ³ fub
Av. Egs	15,9	45,0
Av. Tgs	19,5	37,5
Gr. Egs	34,0	21,0
Gr. Tgs	32,9	24,6
Löv. Egs	19,0	37,6
Löv. Tgs	17,0	47,6

Vår hypotes var att tvågreppsskördaren skulle ha högre prestation än engreppsskördaren men ändå vara dyrare på grund av högre timkostnad. Inte i något studieled stämde denna hypotes. I Avesta användes en äldre ”mellanstor” tvågreppsskördare för vilken i stort sett samma kalkylpris tillämpades som för engreppsskördaren. Detta faktum reducerade skillnaderna i kostnad till en spegling av prestationsskillnaderna, där tvågreppsskördaren hade högst prestation och därmed lägst kostnad per avverkad kubikmeter. I Graninge och Lövsjön användes en större och yngre tvågreppsskördare med högre timkostnad än engreppsskördaren. Engreppsskördaren hade dock högre prestation, vilket medförde att den fick en lägre avverkningskostnad än tvågreppsskördaren. Lägsta avverkningskostnaden erhöles i Graninge där medelstammen var grövst och den uttagna volymen per hektar var högst. Dyrast var avverkningen med engreppsskördaren i Avesta, som hade problem med kvistningen, och med tvågreppsskördaren i Lövsjön som hade problem med framkomligheten.

Det är svårt att på ett rättvisande sätt jämföra avverkningskostnad vid en skärmavveckling med en ordinär slutavverkning. Ser man separat på avverkningskostnaden per kubikmeter ligger den ungefär i nivå med en normal slutavverkning i Avesta och Lövsjön samt i Graninge t.o.m. något lägre, detta trots besvärande föryngring och 60–70 % färre träd per hektar. Troligen beror detta på att medelstammen i en skärm är grövre och diameterspridningen betydligt mindre än i en normal slutavverkning. En slutavverkning med liten diameterspridning, lika grov medelstam men med tre gånger fler träd per hektar skulle ge en lägre avverkningskostnad än dessa skärmavvecklingar, men sådana bestånd är mycket svåra att hitta.

Skador

Skadorna analyseras utförligare i en separat stencil, (Sikström, 1995), och kommenteras här mer översiktligt utifrån den tidsstudie som genomfördes. I samtliga bestånd ligger andelen oskadade barrplantor mellan ca 45 till 65 % av det ursprungliga antalet utom i Graninges tvågreppsskördarstudieled, där endast ca 35 % av plantorna var helt oskadade. Troligtvis kommer dock flertalet av de plantor som klassades lindrigt och måttligt skadade att klara sig och kunna bli beståndsbildande.

Innan studien i Graninge inleddes var föraren av tvågreppsskördaren mer negativ till arbetet i den täta föryngringen än föraren av engreppsskördaren. Inledningsvis fungerade dessutom fällningen dåligt på tvågreppsskördaren. Snö packades bakom en hydraulslang till svärdet så att slangen tog i och slöade kedjan, med täta kedjebyten som följd. Kombinationen av en ovan studiesituation, krånglande fällning och extra hög och tät föryngring i den beståndskant där studien i Graninge inleddes kan ha stressat föraren och bidragit till att tvågreppsskördaren orsakade mer skador än engreppsskördaren.

Det subjektiva intrycket var att engreppsskördaren i Avesta hade orsakat de största skadorna på föryngringen av alla studieled. Aggregatet kvistade dåligt och tvingades backa många gånger, vilket medförde ett ”vispande” i plantbeståndet vid upparbetning av toppbitarna. Likväl var engreppsskördaren i Avesta det studieled som hade flest helt oskadade plantor, vilket skulle kunna indikera att en viktig faktor är ett stort plantantal i utgångsläget. Antalet helt oskadade barrplantor per hektar är dock i samtliga fall fullt godtagbart som föryngringsresultat. Förutom de lindrigt och måttligt skadade barrplantorna tillkommer dessutom ett stort antal utvecklingsbara lövstammar per hektar.

Andelen försvunna och allvarligt skadade plantor är störst i Graninges två-greppsskördarstudieled och Lövsjöns engreppsskördarstudieled, i bägge fallen ca 40 %, i övrigt ligger andelen försvunna och allvarligt skadade plantor på mellan 20–30 % av det ursprungliga antalet. Att snötäcket inte skyddat plantorna i den utsträckning som förväntats kan bero på plantornas medelhöjd i förhållande till snödjupet och på den lösa snön (frånvaron av skare). Flertalet av plantorna täcktes nätt och jämt av det porösa snötäcket och var därför inte särskilt skyddade mot fällskador och överkörning. Någon hänsyn till plantornas rumsliga fördelning vid fällning och körning kunde därför inte heller tas. Det kan inte uteslutas att andelen skadade plantor varit mindre om hänsyn tagits till den rumsliga fördelningen eller om snötäcket varit mer kompakt. Att studieledet med engreppsskördaren i Lövsjön fått så stor andel allvarligt skadade plantor kan också bero på att viss överkörning vid skotning av angränsande studieled inte kunde undvikas och på de aggressivare boggiebanden (påsvetsade plattjärn). Detta kan ha gett en ökad andel allvarligt skadade plantor i stickvägen. Andelen helt oskadade plantor är dock någorlunda likvärdigt mellan studieleden i Lövsjön.

Något tydligt samband mellan avverkad volym per hektar och andelen oskadade eller allvarligt skadade plantor finns inte vid jämförelse mellan enskilda studieled. Andelen allvarligt skadade plantor var högst i det virkesrikaste och virkesfattigaste studieledet. Logiskt sett borde den uttagna volymen påverka andelen skadade plantor. Ett visst samband kan skönjas om man sammanlagt ser på volym och andel oskadade plantor per försök. Avesta hade lägst uttagen volym och störst andel oskadade plantor (64 %). Lövsjön hade näst lägst uttagen volym och näst lägst andel oskadade plantor (50 %). Graninge hade högst uttagen volym och minst andel oskadade plantor (42 %). Sikström, 1995, pekar också på att en av de faktorer som samvarierar med andelen skadade plantor vid skärmavveckling är avverkad volym per hektar.

Något tydligt samband mellan arbetsmönster i form av körd sträcka, framryckningshastighet, arbetsbredd, antal träd per uppställningsplats etc. och andelen skadade plantor kunde inte finnas i dessa studier.

Diskussion

Vår ”huvudhypotes” var att det skulle gå att avveckla skärmar maskinellt och skota ut virket med ett tillfredsställande antal plantor per hektar kvar efter avverkningen. Resultatet av studierna ger stöd för denna hypotes. Resultatet är inte i statistisk mening generaliserbart eftersom vi inte kan säga exakt vilka enskilda faktorer som påverkat nivån på skadorna i föryngringen. Andelen skadade plantor bestäms av ett komplext samspel mellan förare, maskin, arbetssätt och skärmens samt föryngringens beskaffenhet. Vi kan konstatera att i tre bestånd, sex studieled, har avverkningen gått bra i så måtto att det efter slutavverkning funnits tillräckligt många utvecklingsbara barrplantor kvar, plus ett stort antal lövplantor. Mycket av resultatet är förstås beroende på förarens vana och motivation, helt klart går det att förstöra en fin föryngring om föraren inte är motiverad eller försiktig. Men en rimlig slutsats av studierna är att det med dagens skördare, i de flesta fall, bör gå bra att avveckla skärmar om ca 200 stammar/ha, eller 150–200 m³sk/ha, om föryngringen har uppnått en medelhöjd på ca 1 m och skördaren huvudsakligen kör samt faller in i luckor. Man bör dock räkna med att uppemot 30–50 % av plantorna kanske inte överlever. Om det saknas löv i plantbeståndet bör man därför vara extra försiktig vid avveckling av skärmar när antalet plantor inte är fler än 4 000–5 000 per hektar. Andelen försvunna, döda och allvarligt skadade plantor i våra studier (24–44 %) tyder på att man i så fall kan hamna nära den gräns där antalet utvecklingsbara plantor per hektar blir för få.

Skärmar beskrivs oftast utifrån antalet skärmträd per hektar. Med tanke på att ett visst samband kunde skönjas mellan avverkad volym och andel oskadade plantor kanske den stående volymen (m³sk per hektar) är ett mer relevant sätt att beskriva en skärm. I varje fall om man vill bedöma risken för skador i plantbeståndet. Det är inte otänkbart att 200 stammar per hektar å 1 kubikmeter styck orsakar lika mycket skador i plantbeståndet som 400 stammar å 0,5 kubikmeter styck.

Bland andra studier finns en jämförelse mellan en- och tvågreppsskördare vid avveckling av en tallskärm på ca 200 stammar/ha, eller 200 m³sk/ha (Westerberg, D., Berg, S. 1994). Avvecklingen medförde att ca 50 % av det ursprungliga antalet plantor blev allvarligt skadade eller försvann. Nivån på de allvarliga skadorna var således något högre än i flertalet av de nu genomförda studieleden. Plantorna utgjordes dock huvudsakligen av tall och medelhöjden var 0,4 dm att jämföra med gran och en medelhöjd på 9–14 dm i de här aktuella studierna. Förhållandena är alltså inte jämförbara men man kan reflektera över om en högre medelhöjd på föryngringen ökar förarens uppmärksamhet, möjlighet och ansträngning att planera körningen och rikta fällningen? Kanske är detta en faktor bland andra som frostrisk, avtagande tillväxten, risk för högt grundvatten, m.fl. att överväga när man funderar på lämplig höjd på föryngringen vid avveckling av skärmen. En föryngring där medelhöjden överstiger 1 meter är i vart fall lättare att se från hytten och har

större chanser att klara sig från fysiologiska skador än en föryngring där medelhöjden understiger 0,5 meter, se bl.a. Hannerz, 1994.

Vår andra hypotes var att engreppsskördaren skulle orsaka mindre skador på föryngringen än tvågreppsskördaren eftersom den inte skulle behöva släpa träden lika mycket i plantbeståndet och bättre skulle kunna styra fördelningen av virket. Studierna ger dock inget stöd för denna hypotes.

Studierna ger inte heller något stöd för hypotesen att det skulle bli mindre skador vid avverkning då föryngringen är täckt med ett tjockt lager av snö. Men det kan tänkas att resultatet blivit ett annat om föryngringen varit lägre, dvs. haft ett större skyddande snötäcke ovanför sig och/eller om snötäcket varit mer kompakt och täckt av ett skikt skare.

Vi trodde också att tvågreppsskördaren skulle ha högre prestation än engreppsskördaren beroende på den höga medelvolym per träd det blir frågan om vid skärmavveckling. Denna hypotes stämde endast i ett fall av tre, då engreppsskördaren, troligen p.g.a. krånglande eller feljusterat aggregat, hade uppenbara problem med kvistningsarbetet. Inget i resultaten från de andra studierna tyder dock på att tvågreppsskördaren skulle ha några markanta prestationsmässiga fördelar trots medelstamvolymerna upp emot 1 m³fub.

Vidare trodde vi att tvågreppsskördaren skulle vara dyrare per avverkad kubikmeter på grund av dess högre timkostnad och de relativt få träd per hektar som avverkas i en skärm. Denna hypotes stämde i två fall av tre. Undantaget var Avesta där engreppsskördaren hade problem med aggregatet och tvågreppsskördaren en låg timkostnad på grund av sin storlek (modell ”mellanstor”) och sin ålder (modell ”äldre”).

Avslutningsvis kan det konstateras att trots det låga stamantalet per hektar och den ur siktsynvinkel besvärliga föryngringen blir det inte särskilt dyrt att avveckla en skärm. De träd som står kvar har så pass hög medelvolym att dessa faktorer kompenseras. Färre träd men lika många kubikmeter per timme upparbetas som i slutavverkning, vilket leder till att kostnaden blir ungefär densamma. Metodens ekonomi hänger således inte på den enskilda kostnaden för avveckling utan mer på hur länge skärmen står innan den avverkas, på skärmträdets tillväxt och på hur många vindfällen som måste och kan tas omhand. Ekonomin påverkas också av om man markbereder och planterar under skärmen alternativt hur och när naturlig föryngring etablerar sig samt hur föryngringen tillväxer och i vilken utsträckning den överlever avvecklingen.

Referenser

Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granföryngring under skärm – en litteraturstudie med kommentarer. SkogForsk. Redogörelse nr 4, 1994.

- Sikström, U. 1995. Mekaniska skador på plantor efter skärmavveckling med en- och tvågreppsskördare. SkogForsk. Stencil. 1995.
- Westerberg, D. & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare. Försöksmetod för att bestämma prestation, kostnad och skador på föryngringen. SkogForsk. Redogörelse nr 10, 1994.

Momentindelning vid tidsstudien

Engreppsskördare

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tvågreppsskördare

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Avbrott: tid som inte kan hänföras till arbetet som raster, reparationer, etc.

Tidsfunktioner

I det följande visas, genom en regressionsanalys, inverkan av trädvolymen på tidsåtgång per träd för kvistning-kapning och fällning för engreppsskördaren samt tidsåtgång per träd för kvistning-kapning, fällning och intagning för tvågreppsskördaren. Lutningskoefficienten b är genomgående lägre för tvågreppsskördaren, vilket innebär att den är mindre känslig för trädvolymen än engreppsskördaren. Detta stämmer väl överens med erfarenheter från tidigare studier. Storleken på b ligger generellt lägre jämfört med tidigare studier av en- och tvågreppsskördare, se bl.a. Brunberg, 1988, där b är lika med 0,107 respektive 0,078. Detta kan bero på teknikutveckling och på att spridningen i volym är mindre mellan träden i en skärm än i ett slutavverkningsbestånd.

Tabell 1.

Onormerade tidsfunktioner för samtliga träd per studieled ($y = a + b \cdot x$, där y = tid för fällning, intagning och kvistning-kapning i cmin/träd och x = trädvolym dm^3/ub) samt regressionernas korrelation och förklaringsgrad.

	a	95 % konfidens- intervall, a	b	95 % konfidens- intervall, b	korrelations- koefficient	förklarings- grad
Av. Egs	35,3	23,5–47,0	0,083	0,070–0,096	0,73	0,55
Av. Tgs	50,8	45,2–56,4	0,061	0,052–0,070	0,61	0,37
Gr. Egs	42,7	38,5–46,9	0,042	0,039–0,048	0,69	0,48
Gr. Tgs	43,1	38,0–48,2	0,036	0,032–0,04	0,70	0,49
Löv. Egs	30,7	27,2–34,3	0,082	0,078–0,087	0,91	0,83
Löv. Tgs	33,8	30,2–37,3	0,063	0,059–0,068	0,86	0,73

Som en del i normeringen ingår att utjämna skillnader i förutsättningar vad gäller trädslagsblandning och volym mellan de två studieleden i respektive bestånd. Som ett led i detta har en regressionsfunktion för de olika trädslagen i respektive studieled tagits fram, vilket visas i tabell 2.

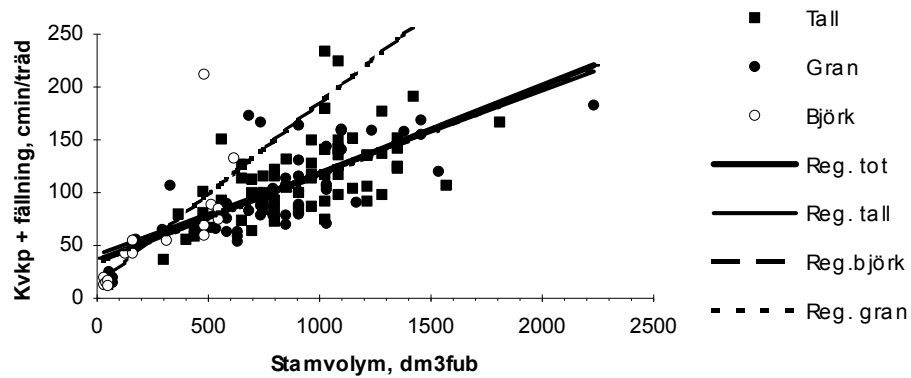
Tabell 2.

Onormerade tidsfunktioner per studieled och trädslag ($y = a + b \cdot x$, där y = tid för fällning, intagning och kvistning-kapning i cmin/träd och x = trädvolym dm^3/ub) samt regressionernas korrelation och förklaringsgrad.

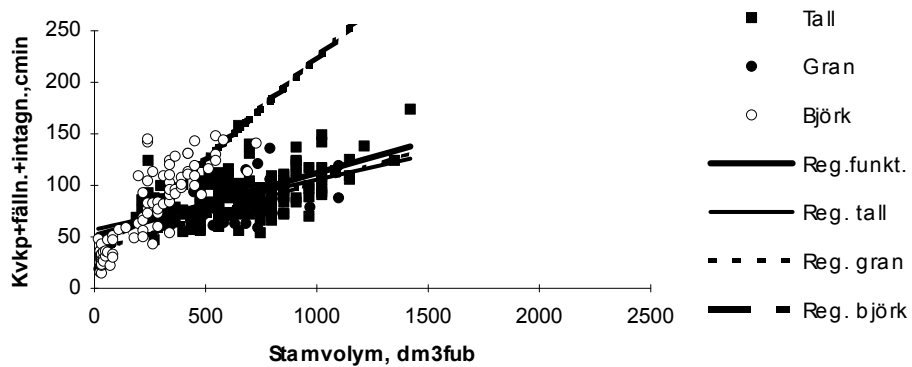
Studieled, trädslag och resp. trädslags andel av avverkad volym	a	95 % konfidens- intervall, a	b	95 % konfidens- intervall, b	korrelations- koefficient	förklarings- grad
Av. Egs, tall, 57 %	41,2	19,8–62,6	0,078	0,055–0,100	0,64	0,41
Av. Egs, gran, 39 %	33,6	15,2–51,9	0,082	0,062–0,102	0,76	0,58
Av. Egs, björk, 4 %	12,5	-19,2–44,2	0,172	0,085–0,260	0,75	0,56
Av. Tgs, tall, 72 %	57,0	48,5–65,4	0,049	0,036–0,061	0,53	0,29
Av. Tgs, gran, 13 %	36,1	19,3–52,9	0,067	0,042–0,091	0,72	0,52
Av. Tgs, björk, 14 %	27,1	20,6–33,7	0,196	0,174–0,219	0,88	0,78
Gr. Egs, tall, 84 %	43,1	38,4–47,7	0,041	0,036–0,046	0,68	0,46
Gr. Egs, gran, 16 %	36,2	27,4–45,1	0,061	0,050–0,072	0,79	0,62
Gr. Tgs, tall, 70 %	56,6	47,6–65,7	0,027	0,021–0,033	0,52	0,27
Gr. Tgs, gran, 30 %	35,1	29,1–41,2	0,043	0,037–0,050	0,77	0,59
Löv. Egs, gran, 86 %*	30,8	27,2–34,4	0,082	0,078–0,087	0,93	0,86
Löv. Egs, björk, 10 %	30,8	15,7–45,8	0,083	0,058–0,108	0,76	0,58
Löv. Tgs, gran, 83 %	32,8	28,9–36,8	0,061	0,057–0,066	0,87	0,76
Löv. Tgs, björk, 17 %	29,9	22,0–37,8	0,089	0,074–0,104	0,85	0,73

* I studieled Löv. Egs stod tall för ca 4 % av volymen, antalet träd var dock för litet att bygga någon funktion på.

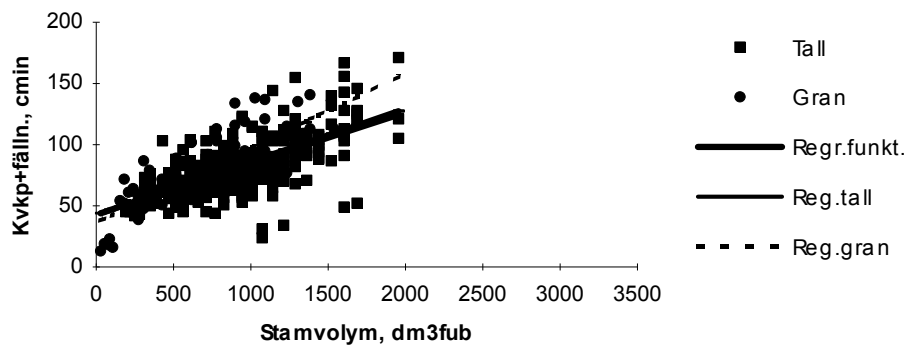
Om vi tillämpar ovanstående regressionsfunktioner på de avverkade träden och jämför med den faktiska tiden för fällning, intagning och kvistning-kapning per avverkat träd får vi en uppfattning om spridningen runt funktionerna och deras tyngdpunkt. Detta visas nedan i diagramform för respektive studieled.



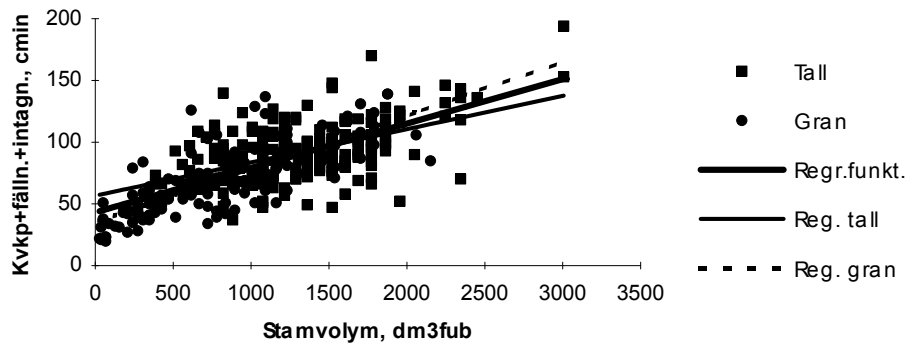
Figur 1.
Regressionsfunktioner för studieled Av. Egs, samt materialets spridning runt funktionen uppdelat per trädslag. Funktionerna visas sammanlagt i tabell 1 och uppdelat per trädslag i tabell 2.



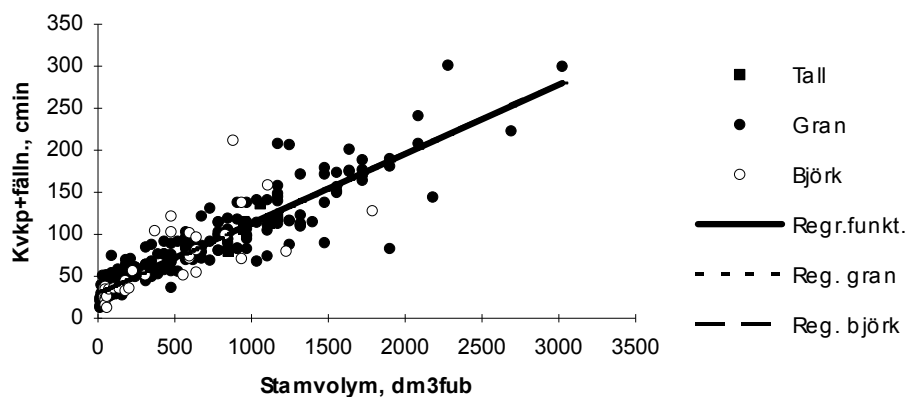
Figur 2.
Regressionsfunktioner för studieled Av. Tgs, samt materialets spridning runt funktionen uppdelat per trädslag. Funktionerna visas sammanlagt i tabell 1 och uppdelat per trädslag i tabell 2.



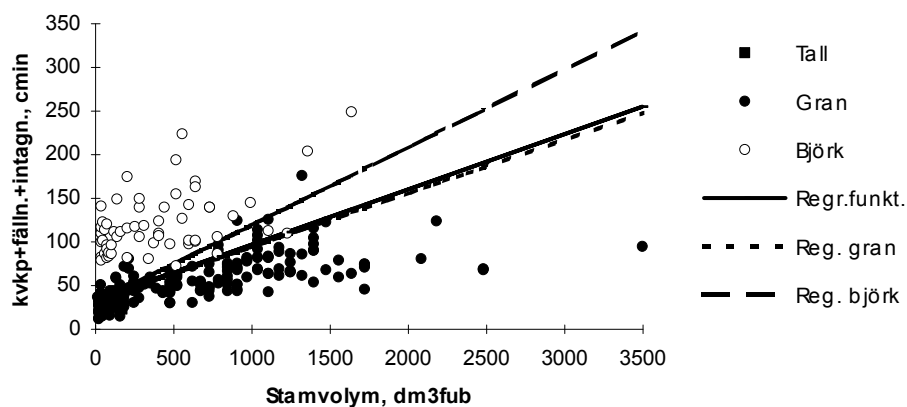
Figur 3.
Regressionsfunktioner för studieled Gr. Egs, samt materialets spridning runt funktionen uppdelat per träslag. Funktionerna visas sammanlagt i tabell 1 och uppdelat per träslag i tabell 2.



Figur 4.
Regressionsfunktioner för studieled Gr. Tgs, samt materialets spridning runt funktionen uppdelat per träslag. Funktionerna visas sammanlagt i tabell 1 och uppdelat per träslag i tabell 2.



Figur 5.
Regressionsfunktioner för studieled Lövs Egs, samt materialets spridning runt funktionen uppdelat per träslag. Funktionerna visas sammanlagt i tabell 1 och uppdelat per träslag i tabell 2.



Figur 6.
Regressionsfunktioner för studieled Lövs Tgs, samt materialets spridning runt funktionen uppdelat per träslag. Funktionerna visas sammanlagt i tabell 1 och uppdelat per träslag i tabell 2.

Bedömning av kvistningssvårighet vid skärmavveckling

Bakgrund

I samband med en studien av skärmavveckling i Avesta gjordes i samarbete med projekt Drivningssystem en bedömning och uppföljning av kvistningssvårigheten för de två skördartyperna.

Syfte

Syftet var att pröva och utvärdera en försöksmetodik samt i förlängningen att se om pilotstudien gav indikation på några skillnader mellan bedömning enligt bortsättningsunderlag och praktiskt utfall.

Metod

Före avverkning lappades och numrerades ett hundratal träd per maskintyp. Varje träds kvistningssvårighet bedömdes i följande klasser:

1. Ingen kvistningssvårighet.
2. Svår kvist.
3. Svår klyka.
4. Svår krök.
5. Kombinationer av 2–3.

Bedömningen gjordes av John-Erik Skördåkers, Stora Skog AB, utifrån Stora Skogs bortsättningsunderlag. Tiden för kvistning-kapning registrerades i cmin och i förekommande fall, tiden för störning vid kvistning-kapning samt antalet backningar med aggregatet. Dessutom mättes diameter på grövsta kvist som orsakat störningen, antal kvistar per grenvarv där störning uppträtt samt avstånd från grenvarv där störning uppträtt till närmsta nedre kapningsställe.

Förutsättningar

Parallellt med den ordinarie tidsstudien i Avesta lappades och bedömdes 165 träd i studieledet med tvågreppsskördare och 182 träd i studieledet med engreppsskördare. Ett mindre antal träd föll bort ur studien på grund av sikt-svårigheter och problem att hinna markera och mäta kvistdiameter m.m. där svårighet uppstått. Ett större antal träd föll dock bort ur studien på grund av att de numrerade lapparna systematiskt plockades ned av ett par barn! Kvar att nyttja blev 131 träd för tvågreppsskördaren och 88 träd för engreppskördaren, se tabell 1.

Tabell 1.
Data för de studerade träden.

	Egs, Tall	Egs, Gran	Egs, Björk	Tgs, Tall	Tgs, Gran	Tgs, Björk
Antal träd	46	36	6	87	19	25
Medelvoly, m ³ fub	0,96	0,95	0,43	0,65	0,73	0,35
Medeldiameter, cm	38,5	35,3	30,7	32,6	31,6	27,8

Resultat

Om man ser på de träd som bedömdes ge engreppsskördaren problem vid kvistning-kapning och de som faktiskt medförde problem var träffsäkerheten god för trädslagen tall och björk (86 %) men dålig för gran (20 %). Av de träd som inte bedömdes ge engreppsskördaren några problem orsakade trots det ca hälften av tallarna och var fjärde gran problem vid kvistning-kapning, se tabell 2.

Tabell 2.
Antal bedömda träd per svårighetsklass jämfört med antal träd som gav problem vid avverkning av studieledet med engreppsskördare.

Bedömd svårighetsklass	Antal bedömda träd per svårighetsklass			Antal träd som gav problem vid avverkningen		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Svår kvist	14	5	3	12	2	3
Svår klyka	0	0	0	0	0	0
Svår krök	1	0	0	1	0	0
Komb. av svår kvist/klyka/krök	4	5	0	3	0	0
Ingen svårighet	27	31	3	13	8	0

Av de träd som bedömdes ge tvågreppsskördaren problem var det endast ca 30 % av tallarna 0 % av granarna och 60 % av björkarna som faktiskt medförde problem. Av de träd som inte bedömdes utgöra något problem för tvågreppsskördaren orsakade trots det ca 2 % av tallarna, 0 % av granarna och 75 % av björkarna problem vid kvistning-kapning, se tabell 3.

Tabell 3.
Antal bedömda träd per svårighetsklass jämfört med antal träd som gav problem vid avverkning av studieledet med tvågreppsskördare.

Bedömd svårighetsklass	Antal bedömda träd per svårighetsklass			Antal träd som gav problem vid avverkningen		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Svår kvist	22	7	12	6	0	7
Svår klyka	0	0	3	0	0	3
Svår krök	2	0	1	0	0	0
Komb. av svår kvist/klyka/krök	1	0	5	1	0	3
Ingen svårighet	62	12	4	1	0	3

Den kvist som gav tvågreppsskördaren problem var i genomsnitt grövre än den kvist som orsakade engreppsskördaren problem, se tabell 4.

Tabell 4.
Medeldiameter på grövsta kvist som gav problem vid kvistning i de bägge studieleden.

Bedömd svårighetsklass	Medeldiameter, i cm, på kvist som gav engreppsskördaren problem vid kvistning.			Medeldiameter, i cm, på kvist som gav tvågreppsskördaren problem vid kvistning.		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Svår kvist	7	3	8	9	-	10
Ingen svårighet	6	3	-	7	-	9

Vid kvistning av tall krävdes i medeltal fler kvistar per grenvarv för att orsaka tvågreppsskördaren problem än det krävdes för engreppsskördaren, se tabell 5.

Tabell 5.
Medelantal kvistar på det grenvarv som gav problem vid kvistning-kapning i de bägge studieleden.

Bedömd svårighetsklass	Antal kvistar per grenvarv som gav engreppsskördaren problem vid kvistning.			Antal kvistar per grenvarv som gav tvågreppsskördaren problem vid kvistning.		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Svår kvist	2,3	4,7	2	3,0	-	1,7
Ingen svårighet	2,6	4,3	-	3,2	-	2,0

I snitt uppstod problemen mindre än 5 dm från närmast föregående kap, se tabell 6.

Tabell 6.
Avstånd från det grenvarv där problem uppstod till föregående kapningsställe.

Bedömd svårighetsklass	Avstånd, i dm, från grenvarv som gav engreppsskördaren problem vid kvistning till närmast föregående kap.			Avstånd, i dm, från grenvarv som gav tvågreppsskördaren problem vid kvistning till närmast föregående kap.		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Svår kvist	4,3	4,3	4,7	3,8	-	4,9
Ingen svårighet	4,9	4,9	-	3,1	-	4,0

När engreppsskördaren fick problem med kvistningen behövde den i snitt fler backningar med aggregatet än tvågreppsskördaren vid den kvist som orsakat problem, se tabell 7.

Tabell 7.
Medelantal backningar med aggregatet, för respektive maskin och träslag, vid den kvist som gav problem vid kvistning-kapning.

Bedömd svårighetsklass	Medelantal backningar vid kvist som gav engreppsskördaren problem.			Medelantal backningar vid kvist som gav tvågreppsskördaren problem.		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Svår kvist	11,5	8,7	18	5,2	-	5,1
Ingen svårighet	4,8	5,9	-	1,8	-	2,0

Engreppsskördarens störningar varade längre tid än tvågreppsskördarens, se tabell 8.

Tabell 8.

Medeltid, i cmin, för störningen vid kvistning-kapning av de träd som gav problem.

Bedömd svårighetsklass	Medeltid, cmin/träd, för störning vid kvkp med engreppsskördaren			Medeltid, cmin/träd, för störning vid kvkp med tvågreppsskördaren		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Svår kvist	41	36	25	15	-	18
Ingen svårighet	14	14	-	10	-	8

Engreppsskördaren upparbetade grövre träd, se tabell 11, än tvågreppsskördaren, och behövde också genomgående längre tid (exkl. störning) för att upparbeta träden, se tabell 9.

Tabell 9.

Medeltid, i cmin, för kvistning-kapning av de träd där problem uppstod.

Bedömd svårighetsklass	Medeltid, cmin/träd, för kvkp av de bedömda träd som gav engreppsskördaren problem			Medeltid, cmin/träd, för kvkp av de bedömda träd som gav tvågreppsskördaren problem		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Svår kvist	92	125	56	65	-	70
Ingen svårighet	73	86	-	53	-	62

Trots att den kvist som orsakade engreppsskördaren problem i medeltal var mindre än den kvist som orsakade tvågreppsskördaren problem, se tabell 5, så var de träd engreppsskördaren avverkade grövre, se tabell 10.

Tabell 10.

Medeltid, i cmin, för kvistning-kapning av de träd där problem uppstod vid kvistning, de träd där inga problem uppstod och medelvärdet för alla träd av respektive trädslag och maskin.

	Medeltid, cmin/träd, för kvkp. Engreppsskördaren			Medeltid, cmin/träd, för kvkp. Tvågreppsskördaren		
	Tall	Gran	Björk	Tall	Gran	Björk
Träd som gav problem	85 (1,01)*	97 (1,13)	56 (0,53)	61 (0,89)	-	75 (0,44)
Träd som inte gav problem	65 (0,87)	68 (0,87)	33 (0,61)	46 (0,61)	46 (0,73)	34 (0,24)
Alla träd	78 (0,96)	77 (0,95)	45 (0,65)	48 (0,65)	46 (0,73)	57 (0,35)

* (Medelvolym i m³fub/träd)

Diskussion

Engreppsskördaren avverkade grov skog, i medeltal (i denna studie) 0,92 m³fub/träd jämfört med tvågreppsskördaren där volymen i medeltal var 0,61 m³fub. Trots den grova medelstammen upplevdes engreppsskördaren ha omotiverat stora problem med kvistningen. En magnetventil som styrde upptiltningen av aggregatet krånglade och byttes ut. Inte heller den nya magnetventilen fungerade tillfredsställande, utan upptiltning efter kvistning-kapning tog omotiverat lång tid. Det senare påverkade dock inte denna studie då momentgränsen var satt till den tidpunkt då sista toppbiten släpptes ur aggregatet, dvs. före upptiltning. Engreppsskördarens aggregat upplevdes som kraftlöst av tidsstudiemannen. Centralt oljetryck kontrollerades och befanns normalt. Föraren upplevde inte att aggregatet var svagt utan tyckte att det fungerade normalt och att de problem som uppstod

berodde på de grova och grovkvistiga träden. Trots det får man säga att det föreligger vissa tvivel om engreppsskördaren representativitet.

Underlaget i denna studie var för litet för att få några samband vid statistiska bearbetningar av materialet men pekar ändå på vissa svagheter i försöksmetodiken. Om underlaget utökas erhålls säkrare medelvärden men det är ändå tveksamt om det räcker för att erhålla några säkra statistiska samband, vilket torde krävas om man vill ha ett underlag för exempelvis en produktionsnorm. Om det senare bedöms som angeläget är en säkrare metod att först fälla och sedan mäta upp ett hundratal träd. Därefter kan dessa kvistas t.ex. utifrån för aggregatet förutbestämda avstånd till kvistar av olika grovlek. Men om ändamålet i stället är att kalibrera bedömningen på bortsättningsmannen gentemot ett bortsättningsunderlag bör försöksmetodiken kunna vara tillfyllest.

Om man bortser från de svagheter som finns i materialet kan man göra följande reflektioner. I detta fall bedömdes 32 träd ge engreppsskördaren problem vid upparbetningen medan 42 träd faktiskt gjorde det. Totalt medförde ”problemträden” att kvistning-kapningstiden för engreppsskördaren ökade med 20 %. För tvågreppsskördaren bedömdes 53 träd ge problem medan 20 faktiskt gjorde det. I detta specifika fall gav således en bedömning enligt bortsättningsnormen engreppsskördaren för lite kompensation och tvågreppsskördaren för mycket kompensation för kvistningssvårigheter. Studien indikerar således en viss skillnad mellan bedömning och praktiskt utfall men tidigare beskrivna svagheter och underlagets omfattning gör att någon mer generell bedömning inte kan göras.

Övervägande delen av de problem som uppstod vid kvistning-kapning inträffade mindre än en halv meter från närmast föregående kapningsställe. Detta resultat kan tänkas bero på ett flertal faktorer och kombinationer dem emellan. Till exempel kan det tänkas att problemet (kvisten e.d.) utgjorde en tydlig kvalitetsgräns och kapning därför skedde just framför. Alternativt att det var ca en halv meter mellan kvistvarven och att det första kvistvarvet efter kapning oftast orsakar problem p.g.a. att aggregatet inte hunnit accelerera till full matningshastighet. Om inte kvisten e.d. satt så långt upp och bedömdes så svår att toppen lumpades, kan man undra om det funnits möjlighet för föraren att i någon mån förutse problemet? Om så hade varit fallet hade det då lönat sig att kvista förbi ”problemet” medan aggregatet hade hög matningshastighet, för att sedan backa någon meter och kapa?