



Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

STUDIE AV EN- OCH TVÅGREPPS- SKÖRDARE I SKÄRMHUGGNING

Dan Westerberg

Arbetsrapport nr 303

1995

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

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

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie.

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Inledning	1
Bakgrund	1
Hypotes	2
Metoder	2
Tidsstudier	2
Förutsättningar	2
Bestånd	2
Maskiner och förare	3
Väderlek	3
Instruktion till förare	3
Resultat	4
Uttag	4
Kvarlämnad skärm	4
Arbetsmönster	4
Prestation och tidsåtgång engreppsskördare	5
Prestation och tidsåtgång tvågreppsskördare	6
Analys	6
Uttag	6
Kvarlämnad skärm, stamantal och skador	7
Arbetsmönster	7
Tidspåverkande faktorer	9
Jämförelse av tidsåtgång mellan en- och tvågreppsskördare	13
Prestation engreppsskördare och tvågreppsskördare	14
Avverkningskostnad	17
Diskussion	18
 Bilaga 1 Momentindelning vid tidsstudien	 20
 Bilaga 2 Diagram - tidsfunktioner	 22

Sammanfattning

Projekt skötselmetoder studerade en- och tvågreppsskördare i skärnhuggning ned till 200–400 lämnade träd per hektar samt i kalavverkning. Studien gjordes i ett grandominerat bestånd på dikad torvmark på MoDo Skog ABs marker i trakten av Länna, Uppland. Syftet var att undersöka hur maskintyperna påverkades av antalet uttagna och kvarlämnade stammar med avseende på prestation och skador på kvarlämnade träd.

Studien visade att engreppsskördarens prestation inte påverkades nämnvärt av att lämna 200–400 stammar per hektar jämfört med om den kalavverkade. Tvågreppsskördarens prestation påverkades däremot kraftigt vid skärnhuggning jämfört med kalavverkning. Redan 200 lämnade stammar per hektar var kraftigt prestationssänkande och vid 350 stammar per hektar hade prestationen minskat med ca. 30 % jämfört med kalavverkning. Att tvågreppsskördaren hade problem att arbeta med omgivande träd visades också av att den orsakade skador på upp till 19 % av skärmträden medan engreppsskördaren inte skadade fler än 3 % av skärmträden.

Tabell 1.

Data från skärnhuggningstudien i Länna.

Engreppsskördare (Egs): Valmet 901 med 942 aggregat, kalkylpris 650 kr/G₁₅-h

Tvågreppsskördare (Tgs): ÖSA 707/280 Master, kalkylpris 774 kr/G₁₅-h

Studieled	<i>Egs 200</i>	<i>Egs 400</i>	<i>Egs kal</i>	<i>Tgs 200</i>	<i>Tgs 400</i>	<i>Tgs kal</i>
Uttagna/kvarlämnade, stammar/ha	422/222	617/365	835/	280/216	310/350	550/
Medelvolum/stam, m ³ fub	0,32	0,26	0,26	0,47	0,45	0,48
Prestation, m ³ fub/G ₁₅ -h	18,7	17,0	16,6	21,1	19,1	28,3
Kostnad, kr/m ³ fub	34,8	38,3	39,2	36,7	40,5	27,4
Andel träd m. skada ≤20 cm2, %	0,8	0,0	-	7,7	5,6	-
Andel träd m. skada >20 cm, %	2,4	0,6	-	11,3	10,7	-

Inledning

Bakgrund

Kalavverkning med efterföljande plantering har varit den totalt dominerande förnyringsmetoden i svenskt skogsbruk under en lång period. Intresset för att använda andra metoder har emellertid ökat under de senaste åren. En av dessa metoder är förnyring under skärm. Skärmarna kan innehålla ett varierande antal träd och förnyringen under skärmarna kan etableras på flera sätt, t.ex. genom plantering eller naturlig förnyring. Kunskaperna om de praktiska tillämpningarna när det gäller olika skärmmetoder är relativt dåliga. Detta gäller t. ex. kostnaderna och tekniken för ställande av skärmen. SkogForsk och MoDo Skog AB har av den anledningen genomfört en studie av skärnhuggning med en- och tvågreppsskördare. Studien är en av flera i syfte att kartlägga kostnader, prestationer och skador på eventuell förnyring vid avverkningsoperationer i ett skärmskogsbruk.

Hypotes

Tvågreppsskördaren hindras mer än engreppsskördaren av träd som lämnas i en skärm. Ju tätare skärm som ställs, desto större prestationssänkning efter som hanteringen av fällda träd, intagning och iläggning i upparbetningsenheten blir svårare för tvågreppsskördaren ju fler träd den omges av.

Metoder

Tidsstudier

Studien av avverkningsarbetet gjordes i tre led per maskin i ett bestånd. Ett led med kalavverkning och två led som syftade till att ställa kvar 200 respektive 400 stammar i skärmen. För engreppsskördaren gjordes en upprepning av studieleden med skärmhuggning. Studierna utfördes som cmin-studier. Momentindelingen av tidsåtgången finns beskriven i bilaga 1. Efter avverkning (och skotning) gjordes en totalinventering av antalet kvarlämnade skärmträd och eventuella skador på dessa. Skadorna noterades i två klasser och avstånd till stickväg noterades för varje skadat träd.

Figur 1.
Studieledens fördelning i beståndet.

Förutsättningar

Bestånd

Studien gjordes i ett, så gott som, rent granbestånd beläget på dikad torv mark. Ytstruktur ($Y = 1$) och lutning ($L = 1$) var likvärdiga i alla studieled. Besvärande underväxt förekom inte i nämnvärd omfattning i något studieled. Däremot varierade stamantal och medelvolym per stam en aning mer än önskvärt. I tabellen nedan finns beståndet beskrivet per studieled.

Tabell 1.
Data om respektive studieled före avverkning.

	Egs 201	Egs 202	Egs 401	Egs 402	Egs kal	Tgs 200	Tgs 400	Tgs kal
Tidsstuderad areal, ha	0,40	0,17	0,17	0,28	0,22	0,86	0,67	0,36
Antal träd/ha	570	850	1 190	860	840	500	660	550

Medelvolym/ha, m ³ fub	290	250	310	280	220	230	280	260
Medelvolym/stam, m ³ fub	0,51	0,29	0,26	0,33	0,26	0,47	0,31	0,47

Maskiner och förare

Avverkningen i Länna utfördes med en Valmet 901 engreppsskördare som kördes av Björn Ramberg och var utrustad med ett 942 aggregat samt en ÖSA 707/280 Master tvågreppsskördare som kördes av Helge Persson. Björn hade arbetat som maskinförare i ca 4 år och kört aktuell maskin under den tiden. Helge hade arbetat som maskinförare i ca 15 år och kört aktuell maskin i 5 år.

Väderlek

Tidsstudien i Länna utfördes av engreppsskördaren den 9–11 februari och av tvågreppsskördaren den 24–26 februari. Vädret var i huvudsak klart och 2–7 grader kallt. Markens ytskikt var i alla studieled fruset. Ytskiktet bar skördarna och höll för överkörning 1–2 ggr, endast i undantagsfall gick något hjulpar igenom det frusna ytskiktet. Marken var under hela studien täckt av ett tunt snötäcke på 1–2 dm snö. Vinden hade ingen eller liten inverkan på fällningsarbetet. Väderförhållandena bedömdes i stort likvärdiga under hela studien.

Tabell 2.
Väderförhållande under studien.

	Egs 201	Egs 202	Egs 401	Egs 402	Egs kal	Tgs 200	Tgs 400	Tgs kal
Temperatur, gr C	-3 – -4	-5 – -10	0 – -1	-5 – -10	0 – -1	-4 – -10	-10	-10
Siktförhållande	mulet	lätt snöfall	mulet	lätt snöfall	mulet	klart, sol	klart, sol	klart, sol
Snödjup, cm	3–5	5–8	3–5	5–8	3–5	8–10	8–10	8–10
Ordningsföljd, studie	1	5	2	4	3	6	7	8

Instruktion till förare

Förarna hade, sedan något år tillbaks, erfarenhet av att lämna skärmar med ca 200 stammar per hektar. Före avverkningen diskuterades olika mått som riktpunkt för skärmtätheten (200 och 400 stammar per hektar). Exempel gavs på antal träd inom kranzonen och mått i meter mellan kvarvarande stammar. Bägge förarna föredrog att arbeta mot ett mått mellan kvarvarande stammar. Som riktpunkt sattes 5 meter mellan stammarna vid 400 stammar per hektar och 7 meter mellan stammarna vid 200 stammar per hektar. Ingen hänsyn togs till eventuell stickvägseffekt då stickvägen bedömdes rymmas inom dessa avstånd.

Vad gäller trädval följdes den instruktion som normalt tillämpades på distriktet. Den gick i korthet ut på att björk skulle lämnas i största möjliga utsträckning samt att medelgrov gran, i medhärskande trädskikt, skulle ställas kvar som skärmträd. I övrigt instruerades förarna att arbeta som vanligt i normalt (uthålligt) tempo.

Resultat

Uttag

Stora skillnader i medelvolum per stam och stamantal per hektar föranledde en upprepning av Engreppsskördarens studieled 201 och 401.

Tabell 3.

Data om uttaget i respektive studieled

	Egs 201	Egs 202	Egs 401	Egs 402	Egs kal	Tgs 200	Tgs 400	Tgs kal
Tidsstuderad areal, ha	0,40	0,17	0,17	0,28	0,22	0,86	0,67	0,36
Antal träd/ha	400	540	900	440	835	280	310	550
Antal träd/studieled, st	159	93	157	121	187	239	208	200
Dbh, cm	23	20	18	21	19	24	24	25
Medlelhöjd, m	19	18	17	18	17	20	20	21
Medelvolum/stam, m ³ fub	0,38	0,28	0,23	0,31	0,26	0,47	0,45	0,48
Trädslagsfördelning	0 9 1	0 10 0	0 10 0	0 10 0	0 10 0	0 10 0	1 9 0	0 10 0

Kvarlämnad skärm

Skärmtätheten varierade mer för engreppsskördaren än för tvågreppsskördaren. Tvågreppsskördaren orsakade betydligt fler skador än engreppsskördaren.

Tabell 4.

Data om kvarvarande bestånd efter cirkelprovyteinventering av respektive studieled samt totalinventering av antalet skadade träd efter avverkning och skotning.

	Egs 201	Egs 202	Egs 401	Egs 402	Tgs 200	Tgs 400
Tidsstuderad areal, ha	0,40	0,17	0,17	0,28	0,86	0,67
Provyteareal, ha	0,19	0,12	0,13	0,19	0,56	0,43
Antal cirkelprovytor, r 10 m	6	4	4	6	19	14
Antal inv träd/studieled, st	32	37	37	80	122	152
Antal träd/ha	170	308	294	424	216	350
Avstånd kvarstående/jämför med instruktion, m	7,7/7	5,7/7	5,8/5	4,9/5	6,8/7	5,3/5
Dbh, cm	23	22	23	22	26	24
Medlelhöjd, m	23	19	19	19	21	20
Medelvolum/stam, m ³ fub	0,82	0,33	0,36	0,33	0,47	0,41
Trädslagsfördelning	0 9 1	0 8 2	1 8 1	0 9 1	0 8 2	0 9 1
Antal skadade träd, skada <= 20 cm ² , st	1	-	-	-	17	12
Antal skadade träd, skada > 20 cm ² , st	1	2	1	-	25	23
Andel skadade träd av totalt antal, %	3,4	3,1	1,7	-	18,9	16,3
Medelavstånd från skadade träd till stickvägsmitt, m	(3,5)	(3,5)	(9)	-	3,2	3,9

Arbetsmönster

Framryckningshastighet och antal träd per uppställningsplats etc. jämförs lämpligen med antal uttagna och kvarlämnade stammar per ha, se tabell 6.

Tabell 5.
Data om arbetsmönstret i respektive studieled

	Egs 201	Egs 202	Egs 401	Egs 402	Egs kal	Tgs 200	Tgs 400	Tgs kal
Avverkad areal, ha	0,40	0,17	0,17	0,28	0,22	0,86	0,67	0,36
Körd sträcka, m	233	99	111	164	154	472	393	199
Körd sträcka/ha, m/ha	580	580	650	580	700	550	590	550
Framryckningshast., m/min	20,4	15,0	18,6	16,2	15,6	14,4	12,0	15,0
Arbetsbredd, m	17,2	17,2	15,6	16,9	14,5	18,3	17,1	18,3
Antal avverkade träd per uppställningsplats	2,5	3,2	3,7	2,4	4,0	1,7	1,7	4,7

Prestation och tidsåtgång engreppsskördare

Tabell 6.
Tidsåtgång, prestation och uttagets omfattning vid avverkning med engreppsskörden (momentindelning se bilaga 1).

Moment	Egs 201 cmin/träd	Egs 202 cmin/träd	Egs 401 cmin/träd	Eg, 402 cmin/träd	Egs kal min/träd
Kran ut	9	10	10	11	10
Omtag	1	1	0	0	0
Fällning	21	17	15	21	17
Kvistning-kapning	36	29	22	32	27
Körning under kvkp	0	0	0	1	0
Risrensning	0	0	0	1	0
Övrigt arbete	2	1	1	2	2
Störning	3	0	1	1	2
Start	3	2	3	4	3
Körning	7	7	4	8	5
Halt	0	0	0	0	0
Totalt	83	68	56	82	66
Prestation, m ³ fub per					
G ₁₅ -timme	19,4	17,2	17,6	16,1	16,6
Medelstam, m ³ fub	0,38	0,28	0,23	0,31	0,26
Uttagna/kvarstående, st/ha	400/170	540/308	900/294	440/424	835/-
Uttagen volym, m ³ fub/ha	152	151	207	136	217

Omräkningsfaktorn för prestation från m³fub/G₀-tid till m³fub/G₁₅-tid är här satt till 0,71. Relationen G₀-/G₁₅-tid används för att nivålägga prestationerna uppmätta i studier till en praktisk, uthållig prestationsnivå. Omräkningsfaktorn 0,71 grundar sig på studier utförda vid Skogsarbeten samt erfarenhet från driftuppföljning från de större skogsbolagen. Denna relation är osäker och varierar dessutom för varje maskin. En prestationssiffra av detta slag kan därför aldrig göra anspråk på att spegla de absolut rätta prestationsnivåerna. Relationen mellan maskinerna påverkas dock inte av denna nivåläggning eftersom en förändring av nivån bör påverka maskinerna i samma riktning och lika mycket.

Prestation och tidsåtgång tvågreppsskördare

Tabell 7.

Tidsåtgång, prestation och uttagets omfattning vid avverkning med tvågreppsskördaren (momentindelnings se bilaga 1).

Moment	Tgs 200 cmin/träd	Tgs 400 cmin/träd	Tgs kal cmin/träd
Kran ut	5	8	2
Fällning	17	19	10
Intag	8	8	6
Körning under intag	1	2	0
Kvistning-kapning 1	31	33	13
Kvistning-kapning 2 (under kranarbete)	6	4	27
Övrigt arbete	4	5	4
Störning	6	2	2
Start	4	5	1
Körning	14	15	7
Halt	1	1	1
Totalt	95	101	72
Prestation, m ³ fub per G15- timme	21,1	19,1	28,3
Medelstam, m ³ fub	0,47	0,45	0,48
Uttagna/kvarstående, st/ha	280/216	310/350	550/-
Uttagen volym, m ³ fub/ha	132	140	264

Analys

Uttag

De variationer i ståndort som förelåg i beståndet återspeglar sig i de olika studieleden. Genomgående hade studieleden med tvågreppsskördaren den grövsta medelvolymen per stam. Dessa studieled låg i kanten mot fastmark, eller utmed det stora dike som avgränsade beståndet i söder, dvs. där man kan anta att dräneringseffekten efter dikning varit god (se figur 1). Medelvolymen per stam var jämförbar mellan tvågreppsskördarens studieled. Skillnaden i uttagna stammar per hektar var liten vid skärnhuggningen, vilket gör en jämförelse av kvarlämnade trädshindrareffekt mellan dessa studieled relevant.

Engreppsskördaren har generellt avverkat fler stammar per hektar med lägre medelvolym. Både spridningen i medelvolym per stam och antal uttagna stammar per hektar är större än i tvågreppsskördarens studieled. Grövt medelvolymen återfanns i studieled Egs 201, vilket låg intill två diken. Lägsta medelvolymen återfanns i studieled Egs 401, vilket låg mellan ett mindre dike och en tallmosse. Det senare studieledet var mycket stamrikt. Mellan övriga studieled varierade medelvolym per stam och stamantal per hektar före avverkning betydligt mindre. En jämförelse av kvarlämnade trädshindrareffekt är relevant mellan studieled Egs 201 och 402 samt Egs 401 och Egs kal, vilka parvis har liknande antal uttagna stammar och olika antal kvarlämnade.

Lägger man ihop engreppsskördarens studieled är uttagen volym i skärnhuggning i genomsnitt 20 m³fub per hektar högre än motsvarande studieled

för tvågreppsskördaren. Detta motsvarar motsvarar 160 och 300 fler uttagna stammar per hektar i studieleden som syftade till att lämna 200 respektive 400 stammar per hektar.

Efter avverkning har andelen löv, företrädesvis björk, ökat i alla studieled (utom kal), vilket är helt enligt instruktionerna. Gallringskvoten (medeldiameter uttagna träd/medeldiameter kvarlämnade) låg i alla studieled mellan 0,9 till 1,0 utom i Egs 201 där den var 0,7. Den lägre gallringskvoten i det senare studieledet beror antagligen på att det där fanns en hel del mycket grova granar vilka var för stora för aggregatet (Valmet 942). Uttaget drogs därför mot de medelgrova i stället för de allra grövsta.

Kvarlämnad skärm, stamantal och skador

Antal träd i skärmen stämmer väl överens med instruktionen i tvågreppsskördarens studieled. För engreppsskördaren varierar antalet skärmträd något mer. En förklaring kan vara ovanan att lämna 400 stammar per hektar samt ordningsföljden på studieleden. Små studieled och upprepningar kan ha medfört svårighet att ställa om ögonmåttet (se tabell 2 ordningsföljd studie). En annan förklaring skulle kunna vara att man normalt får en variation på ett hundratal stammar om man mäter ytor på en femtedels till en sjättedels hektar. Slår man ihop engreppsskördaren studieled ställde den i genomsnitt skärmar på 222 och 365 stammar per hektar att jämföra med tvågreppsskördaren som ställde 216 och 350 stammar per hektar i sina skärmar.

Skadeinventeringen genomfördes av praktiska skäl efter skotning (skotningen påbörjades under studiens gång). Detta innebär att vi inte har någon kontroll på hur stor andel av skadorna som orsakats av skotaren respektive skördarna. Det är inte korrekt att anta att skadorna som orsakats av skotaren är jämnt fördelade mellan skördarna. Även om samma apteringsinstruktion tillämpades så kan man förmoda att tvågreppsskördaren och engreppsskördaren lägger upp virket på olika sätt bland annat på grund av olika fallhöjd från aggregaten. Skillnaden i andel skadade träd är dock så stor att den knappats kan ha orsakats enbart av detta. Tvågreppsskördaren orsakade betydligt fler skador på omgivande träd. En anledning till detta kan vara att upparbetningsenhetens placering medför extra hantering av det fällda trädet och gör det svårare att bedöma hur omgivande träd är placerade i förhållande till stockar som matas ut ur upparbetningsenheten.

Arbetsmönster

I linje med vår hypotes ligger antagandet att kvarlämnade träd vid ett visst antal per hektar påverkar arbetsmönstret.

Antal avverkade träd per uppställningsplats följer i stort ett logiskt mönster ju fler uttagna träd per hektar, desto fler upparbetade träd per uppställningsplats. Vid skärmhuggningen med tvågreppsskördaren påverkades inte

antalet

avverkade träd per uppställningsplats när 130–140 fler skärmträd per hektar lämnades och uttaget var konstant (300 stammar per hektar). Däremot ökade antalet avverkade träd per uppställningsplats markant vid kalavverkning.

För engreppsskördaren kan vi jämföra studieleden Egs 201 och 402, där uttaget var detsamma (400 stammar per hektar). Inte heller där påverkades antalet avverkade träd per uppställningsplats nämnvärt när 250 fler skärmträd per hektar lämnades. Även för engreppsskördaren ökade antalet avverkade träd per uppställningsplats vid kalavverkning jämfört med skärnhuggning. I studieled Egs 401 där antalet uttagna stammar per hektar var högre än vid kalavverkning blev dock antalet avverkade träd per uppställningsplats nästan detsamma som vid kalavverkning, trots att 300 stammar per hektar lämnades. I genomsnitt minskade tvågreppsskördaren med 3 och engreppsskördaren med 1,5 avverkade träd per uppställningsplats när skärm lämnades jämfört med kalavverkning. Tvågreppsskördaren verkar således med avseende på denna faktor hindras mer än engreppsskördaren av att ställa skärm, vilket stämmer med vår hypotes.

Körd sträcka per ha och framryckningshastighet varierar relativt mycket mellan engreppsskördarens olika studieled. Ett rimligt antagande är att framryckningshastigheten borde minska ju fler stammar man ställer kvar i skärmen. Jämför man Egs 201 (400/170 uttagna/kvarlämnade stammar per hektar) med Egs 402 (440/424 uttagna/kvarlämnade stammar per hektar) så minskade framryckningshastigheten med ca 5 m/min vid tätare skärm och ungefär samma arbetsbredd, vilket styrker antagandet. Tittar man däremot på Egs 401 (900/294 uttagna/kvarlämnade stammar per hektar) och Egs kal (835/0 uttagna/kvarlämnade stammar per hektar) så ökade framryckningshastigheten med ca 3 m/min vid skärnhuggningen trots att också arbetsbredden ökade med ca 1 meter, vilket talar emot antagandet.

Engreppsskördarens studieled har en liten areal, vilket gör att stickvägarnas utformning och eventuell vändningstid får stor betydelse för framryckningshastigheten. I den mån vändning har skett under kontinuerlig framryckning, som en naturlig del av arbetet, har tiden för vändning inte klockats ut. Om avverkningsarbetet har avbrutits och vändning (eller tillbakakörning i samma slag) skett som ett separat moment har tiden klockats ur och sträckan för vändningen följaktligen inte heller mätts. I vissa studieled ingår inte vändningstid, t.ex. Egs 401 och 202, i andra ingår vändningstiden delvis, t.ex.

Egs 201 och 402 medan vändningstiden i studieledet med kalavverkning ingår helt och hållet, vilket kan vara förklaringen till att Egs kal har lägre framryckningshastighet än de övriga studieleden (se figur 1).

För tvågreppsskördaren varierar körd sträcka per ha och framryckningshastighet mindre mellan studieleden än för engreppsskördaren. Då 130–140 fler stammar per hektar lämnas i skärmen minskar (vid samma uttag) både framryckningshastighet och arbetsbredd för tvågreppsskördaren, vilket stöder vår hypotes. Skillnaden i framryckningshastighet och arbetsbredd är liten

mellan kalavverkning och då en skärm om 216 stammar per hektar lämnas.

Jämförelsen haltar dock eftersom antalet uttagna stammar är mycket större vid kalavverkningen, vilket får som följd att andelen avverkade träd per uppställningsplats ökar och framryckningshastigheten därför minskar.

Tidspåverkande faktorer

Det moment som är starkast beroende av volymen per träd är kvistning-kapning. Det är också det moment som är minst förarberoende. Fällning, för engreppsskördaren, och fällning samt intagning för tvågreppsskördaren, är andra moment som är volymberoende men även till viss del förarberoende. 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.

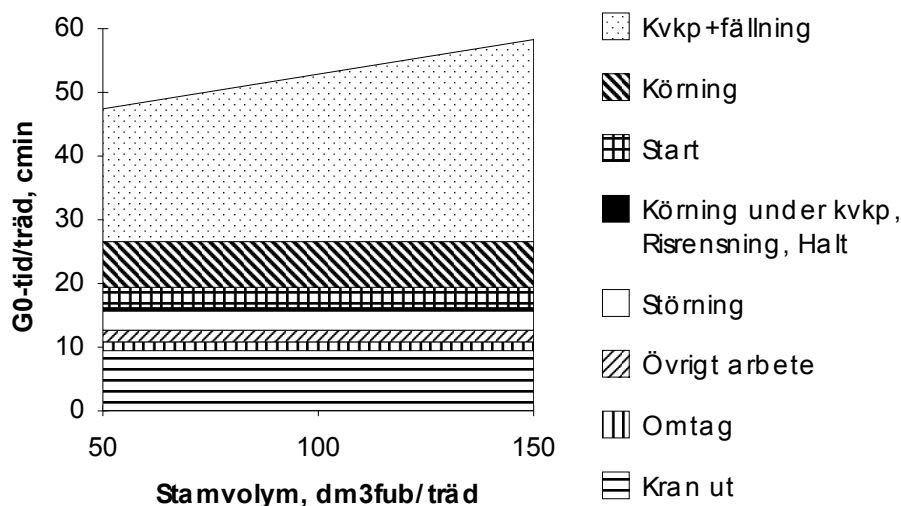
Tabell 8.

Tidsfunktioner ($y = a + b \cdot x$, där y = tid för fällning, intagning och kvistning-kapning i cmin/träd och x = trädvolym $\text{dm}^3 \text{ fub}$), samband och spridning för respektive studieled.

	Egs 201	Egs 202	Egs 401	Egs 402	Egs kal	Tgs 200	Tgs 400	Tgs kal
Intercept, a	15,40	17,81	15,94	16,66	14,74	36,10	32,21	34,83
(95 % konf. interv)	(11,38- 19,42)	(13,67- 21,95)	(13,29- 18,59)	(12,93- 20,39)	(11,61- 17,87)	(32,78- 39,42)	(28,22- 36,20)	(31,66- 38,00)
Lutningskoefficient, b	0,109	0,102	0,092	0,109	0,113	0,052	0,068	0,044
(95 % konf. interv)	(0,100- 0,118)	(0,090- 0,113)	(0,084- 0,101)	(0,100- 0,119)	(0,104- 0,122)	(0,046- 0,058)	(0,061- 0,075)	(0,038- 0,049)
Korrelationskoefficient, r	0,89	0,88	0,87	0,90	0,88	0,77	0,80	0,74
Förklaringsgrad, r^2	0,80	0,77	0,75	0,80	0,77	0,59	0,65	0,55
Medelfel, s	15,19	13,09	11,66	12,61	14,48	16,48	18,40	13,01
Varians, s^2	230,60	171,26	135,93	159,11	209,77	271,44	338,63	169,17

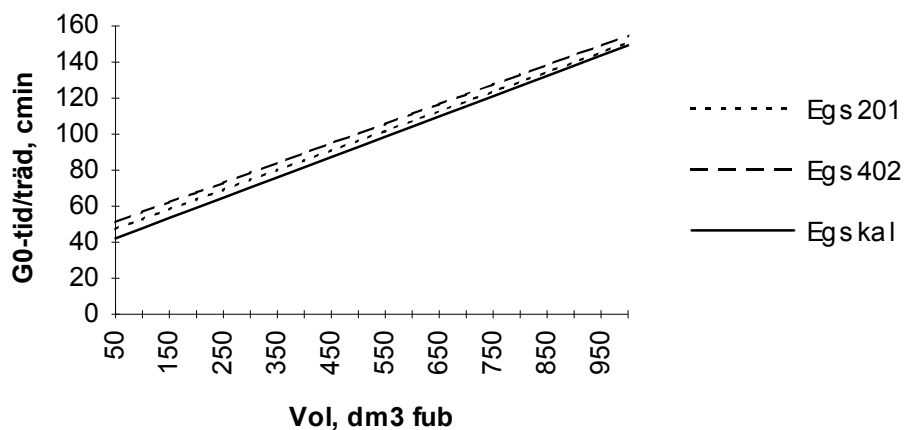
Lutningskoefficienten b är genomgående lägre för tvågreppsskördaren, vilket innebär att den är mindre känslig för trädvolymen än engreppsskördaren. Storleken på b stämmer relativt väl överens med tidigare studier av en- och tvågreppsskördare, se bl.a. Brunberg, 1988, Redogörelse nr. 4, Underlag för prestationsnormer för skördare i slutavverkning, Skogsarbeten. 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 i diagramform för respektive studieled i bilaga 2.

Ett sätt att den totala tidsåtgången mellan studieleden är att lägga samman de icke volymberoende arbetsmomenten med de volymberoende. Det innebär att nivån på tidsfunktionerna i bilaga 2 flyttas upp med medelvärdet för de icke volymberoende momenten, vilka i detta fall är alla moment utom fällning, intagning och kvistning-kapning, se tabell 6 och 7. Totaltidens principiella uppbyggnad visas i figur 2.



Figur 2.
Totaltidens principiella uppbyggnad, exemplifierad av studieled Egs 201. Momenten Körning under kvistning-kapning, Risrensning och Halt är här sammanslagna efter som de utgör en så pass liten del, tillsammans 0,52 cmin, av totaltiden (se även tabell 6).

I figur 3 till 5 visas totaltiderna för de olika studieleden. Enligt tidigare resonemang om antalet uttagna och kvarstående stammar per hektar är det intressantast att jämföra studieleden Egs 201 med 402 och Egs 401 med kal, därav urvalet av studieled i figurerna 3 och 4.



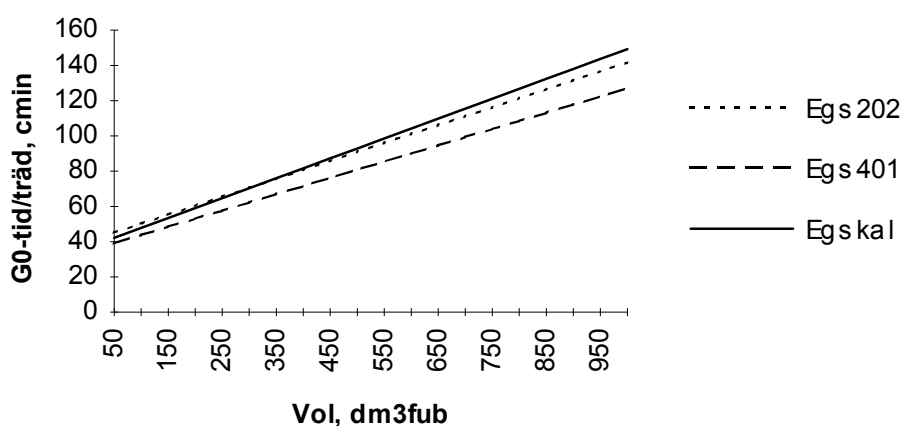
Figur 3.
Totaltid per träd för studieled Egs 201, 402 och kal. Funktioner enligt tabell 8.

Antalet uttagna stammar per hektar är ungefär detsamma i Egs 201 och 402, däremot är det ca 250 fler skärmträd per hektar kvar i studieled Egs 402. Tidsåtgången är också något högre i det senare studieledet, vilket kan tyda på att fler stammar i skärmen verkar hindrande. Dessutom är tidsåtgången högre i bägge skärmstudieleden än vid kalavverkning, vilket styrker det antagandet.

Hindrande träd i skärmen påverkar främst icke volymberoende moment, dvs. nivån på kurvorna. Vi tittar på de enskilda momenten i studieleden Egs 201 och 402 för att se om något samband kan skönjas mellan tidsåtgång och antal kvarlämnade stammar i skärmen. Vid tätare skärm borde tiden för start, körning, halt och kran ut öka. Tillsammans tar dessa moment ca 4 cmin längre tid i Egs 402, vilket talar för att den tätare skärmen verkar hindrande. Skillnaden kan verka liten men utgör ändå ca 5 % av totaltiden per träd för dessa studieled.

Omtag och störning har troligen ett starkare samband med trädens utseende såsom grov kvist, grova träd etc. än med skärmtätheten. Av dessa moment är störning 3 cmin större i Egs 201, där också många grova och svårkvistade träd förekom. Övrigt arbete och risrensning har inte heller något direkt samband med skärmtätheten och skiljer sig endast obetydlig åt mellan studieleden.

Fällning är till viss del volymberoende men tidsåtgången skulle kunna tänkas öka vid täta skärmar. Här föreligger dock ingen skillnad.



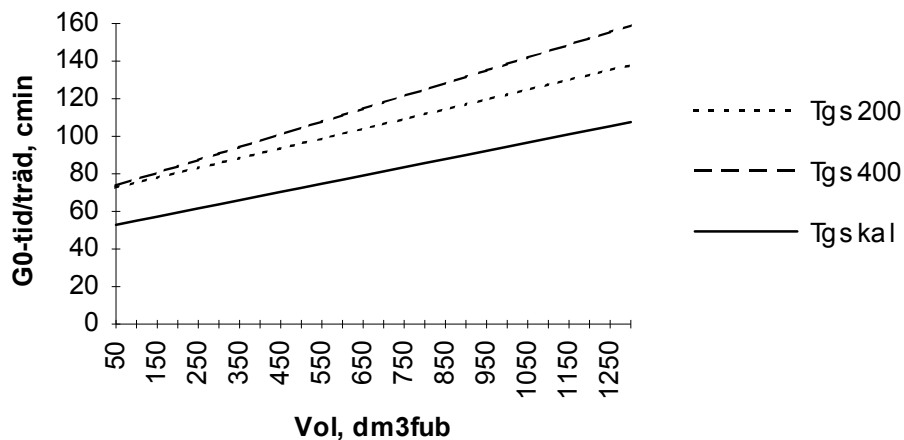
Figur 4.
Totaltid per träd för studieled Egs 202, 401 och kal. Volymfunktioner enligt tabell 8.

Om vi här gör motsvarande analys som av figur 3 får vi titta på studieleden Egs kal och 401. Dessa har ett jämförbart antal uttagna stammar per hektar och Egs 401 har ca 300 fler kvarstående träd per hektar än Egs kal. Bilden blir här den omvända jämfört med figur 3 (Egs kal är samma i figur 3 och 4). Tidsåtgången är högst när inga träd lämnas kvar, vilket talar för att engreppsskördaren inte påverkas av antalet kvarlämnade skärmträd inom detta stamantal per hektar.

Tiden för start körning, halt och kran ut är vid samma uttag endast 1 cmin per träd lägre när en skärm på 300 stammar per hektar lämnas än vid kalavverkning. Om vi jämför Egs 401 med Egs 202 ser vi att vid samma skärmtäthet (300 stammar per hektar) men med ett minskat uttag på 360 stammar per ha ökade motsvarande tid med 2 cmin/träd. Ingenting här pekar på att engreppsskördaren nämnvärt hindrats av antalet kvarstående träd.

Detsamma

gäller momenten fällning, omtag och störning. Sammantaget tyder inte mycket i figur 4 på att skärmtätheten och förhållandet uttagna/kvarlämnade stammar per hektar inom detta intervall påverkat engreppsskördaren.



Figur 5.
Totaltid per träd för studieled Tgs 200, 400 och kal. Funktioner enligt tabell 8.

Även för tvågreppsskördaren gäller att hindrande träd i skärmen främst påverkar andra moment än de volymberoende. Vi tittar först på Tgs 200 och 400 för att se om tvågrepps-skördarens tidsåtgång påverkas av att lämna 130–140 fler stammar per hektar i skärmen. Tiden för start, körning och halt ökade något (2 cmin). Tiden för kran ut, fällning och intagning ser ut att ha ökat med 5 cmin, men tar vi hänsyn till det kranarbete som skett samtidigt som kvistning-kapning reduceras den ökningen till 3 cmin. Körning under intagning har ökat med 1 cmin. Sammanlagt kan vi misstänka att ökningen i skärmtäthet medfört en ökning i tidsåtgång per träd med ca 6 cmin motsvarande ca 6 % av totaltiden per träd.

Att jämföra studieleden med skärnhuggning med det för kalhuggning är inte helt relevant eftersom arbetssätt och antalet uttagna stammar per hektar skiljer sig åt en hel del. Om vi ändå gör jämförelsen ser vi att den sammanlagda tiden för start, körning och halt är markant lägre vid kalavverkning (10–11 cmin) än vid skärnhuggning. Körning under intagning förekom knappt vid kalavverkning men upptog ca 1–2 cmin per träd vid skärnhuggning. Tiden för kran ut, fällning, och intagning är 18 cmin/träd vid kalavverkning och 30–35 cmin/träd vid skärnhuggning, markant lägre vid kalavverkningen således. Men samtidigt är andelen kranarbete under tiden kvistning-kapning pågått markant större vid kalavverkning. Läger vi ihop dessa moment ser vi att kranarbete pågått i 45 cmin/träd vid kalavverkning och 36–39 cmin/träd vid skärnhuggning. Föraren har således ägnat mer tid per träd åt kranarbete vid kalavverkning än vid skärnhuggning. Tidsbesparingen med dubbelarbetet visar sig om man lägger till tiden för kvistning-kapning (utan samtidigt kranarbete). I genomsnitt uppgick då tiden (för kranarbete och kvistning-kapning) per träd till 58 cmin vid kalavverkning och

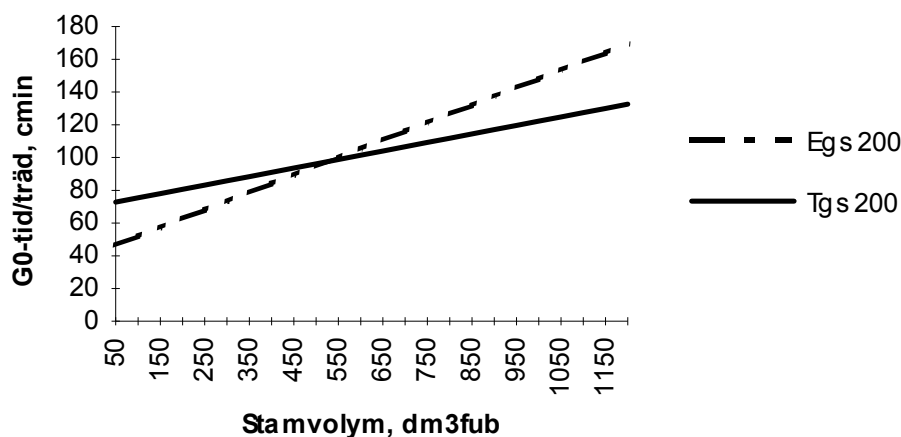
67–68 cmin vid skärmhuggning. Cirka 10 cmin per träd har alltså kunnat

sparas in genom kranarbete samtidigt som kvistning-kapning. Tillsammans med övriga moment innebär detta att den totala tidsåtgången per träd varit 25–30 % lägre vid kalavverkning än vid skärnhuggning.

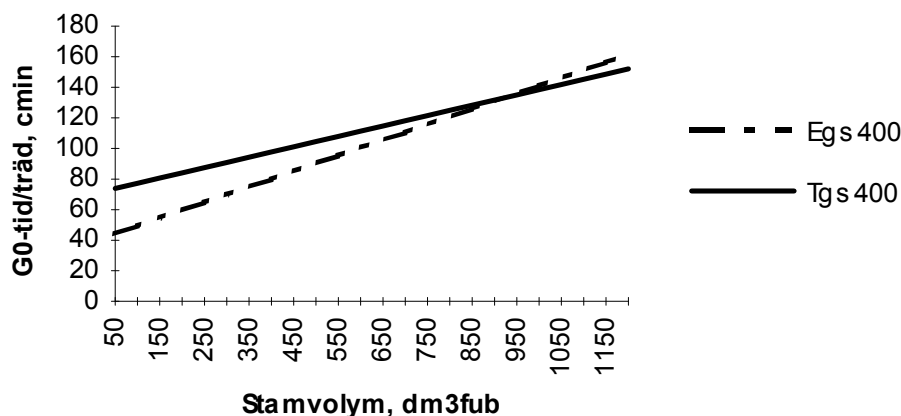
Sammantaget är tidsåtgången markant lägre vid kalavverkning med tvågreppsskördaren än då skärm lämnas, vilket styrker vår hypotes. Den största ökningen i tidsåtgång uppkommer vid övergång från kalavverkning till skärnhuggning. Att ställa kvar en skärm på 350 stammar per hektar i stället för en på 216 stammar per hektar medför inte lika stor ökning i tidsåtgång.

Jämförelse av tidsåtgång mellan en- och tvågreppsskördare

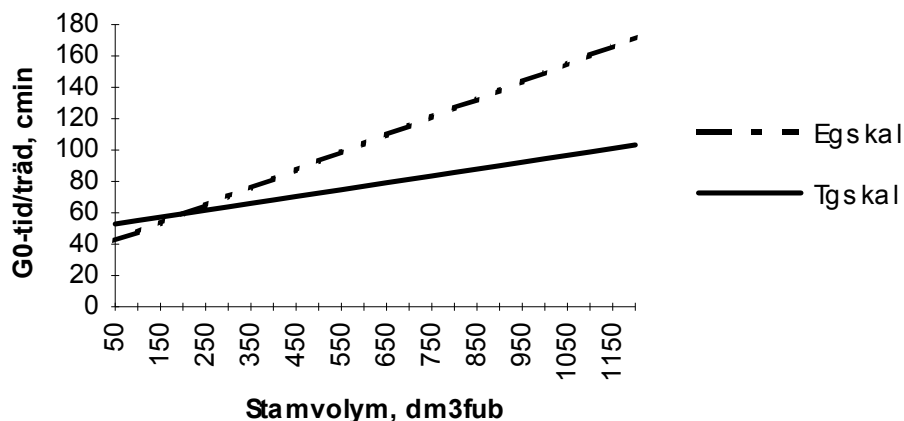
Tidsåtgångens beroende av stamvolymen visas, med engreppsskördarens studieled sammanslagna, vid de olika skärmtätheterna och kalavverkning i figurerna 6 till 8.



Figur 6.
Totaltid per träd vid skärnhuggning med en- och tvågreppsskördare vid ett förhållande mellan uttagna/kvarlämnade stammar per hektar på 280/222 respektive 442/216.



Figur 7.
Totaltid per träd vid skärnhuggning med en- och tvågreppsskördare vid ett förhållande mellan uttagna/kvarlämnade stammar per hektar på 617/365 respektive 310/350.



Figur 8.
Totaltid per träd vid kalavverknings med en- och tvågreppsskördare av 835 respektive 550 stammar per hektar.

Efter att ha studerat figurerna 6–8 är det lätt att dra slutsatsen att man bör välja engreppsskördare före tvågreppsskördare när stamvolymen i genomsnitt understiger; 0,55 m³fub när man ställer en skärm på 200 stammar per hektar, 0,90 m³fub när man ställer en skärm på 400 stammar per hektar och 0,20 m³fub när man kalavverkar. Även om resultaten stämmer väl överens med tidigare gjorda studier av främst kalavverkning med en- och tvågreppsskördare är det vanskligt att dra sådana slutsatser utifrån en enstaka studie.

Regressionerna bygger på två olika maskiner med olika arbetssätt dessutom har regressionerna olika tyngdpunkt. Engreppsskördaren har i genomsnitt arbetat med 40 % lägre stamvolym, vilket medfört att regressionerna har sin tyngdpunkt omkring 0,26–0,30 m³fub medan tvågreppsskördarens regressioner har sin tyngdpunkt omkring 0,45–0,48 m³fub.

Regressionslinjerna är linjära och anpassningen god men om man studerar bilaga 2 ser man att antalet träd över t.ex. 0,7 m³fub inte är särskilt många i engreppsskördarens studieled. Det är tveksamt om engreppsskördaren uthålligt kan avverka träd med den dimensionen och klara den tidsåtgång som diagrammen indikerar. Med tanke på den spridning i trädstorlek som finns i alla bestånd skulle det också innebära att den konfronterades med ett antal träd som var utanför aggregatets tillämpningsområde. Det är därför troligt att det linjära förhållandet avtar och regressionslinjen böjer av uppåt om engreppsskördaren uthålligt skulle arbeta med stamvolymmer uppemot 0,7 m³fub.

Prestation engreppsskördare och tvågreppsskördare

För **engreppsskördaren** återfinns den högsta prestationen 19,4 m³fub/G₁₅-h i studieledet Egs 201 (400/170 uttagna/kvarlämnade stammar per hektar). Den lägsta prestationen 16,1 m³fub/G₁₅-h uppkom i studieled Egs 402 (440/424 uttagna/kvarlämnade stammar per hektar). Hade vi haft två till studieled med samma förhållande mellan uttagna och kvarlämnade stammar per hektar hade vi kunnat säga att engreppsskördarens prestation påverkades

negativt av ett ökat antal kvarlämnade stammar. Nu hade emellertid Egs 201 grövre medelstam än Egs 402, vilket troligen bidragit till det förra studieledets höga prestation. Dessutom hade vi högre prestation i Egs 401 (med 900/294 uttaga/kvarlämnade stammar per hektar) än i Egs kal (835/0 uttaga/kvarlämnade stammar per hektar), vilket talar emot att engreppsskördarens prestation skulle påverkas negativt av kvarlämnade stammar.

Slår vi samman studieleden får vi för de som syftade till att ställa kvar 200 träd per hektar en prestation på 18,7 m³fub/G₁₅-h (442/222 uttaga/--kvarlämnade stammar per hektar) och för de som syftade till att ställa kvar 400 träd per hektar en prestation på 17,0 m³fub/G₁₅-h (617/365 uttaga/-kvarlämnade stammar per hektar). Lägsta prestationen, 16,6 m³fub/G₁₅-h, får vi då vid kalavverkning. Att det skulle vara lättare att ställa en skärm på 200 träd per hektar än att kalavverka låter inte logiskt. En anledningen till den högre prestationen i skärmhuggning kan vara att medelstammen i de sammanslagna studieleden (201 och 202) uppgår till 0,32 m³fub och i det kalavverkade studieledet till 0,26 m³fub. Detta förklarar dock inte att prestationen är något lägre i studieled kal, än i de sammanslagna studieleden 401 och 402, eftersom medelstammen även där är 0,26 m³fub.

Ser vi på studieleden Egs 202 och 401 har vi samma antal kvarlämnade, ca 300, men ett varierat antal uttaga, 540 respektive 900, stammar per hektar. Egs 202 har grövre medelstam än Egs 401 men vi har ändå något högre prestation i det senare studieledet. Vi vet sedan tidigare att medelstammens volym har stor betydelse för prestationen men kan här ana att antalet uttaga stammar också betyder en hel del.

Det finns ingen entydig tendens i materialet som förklarar hur antalet kvarstående eller kvarlämnade träd per hektar påverkat engreppsskördarens prestation. Frånsett studieled Egs 201 som har markant grövre medelstam varierar prestationen +-5 % omkring 17 m³fub/G₁₅-h mellan studieleden. Rimligtvis borde det vara besvärligare för föraren att ställa en skärm än att kalavverka. Vid skärmhuggning måste hela tiden bedömningar göras av trädval, förband och större hänsyn tas till omgivande träd vid fällning. Några långtgående slutsatser kan inte dras utifrån en enstaka studie men det kan hända att faktorer som medelstammens volym och antalet uttaga stammar per hektar har större inverkan på engreppsskördarens prestation än 200–400 kvarlämnade träd och de svårigheter de medför för föraren.

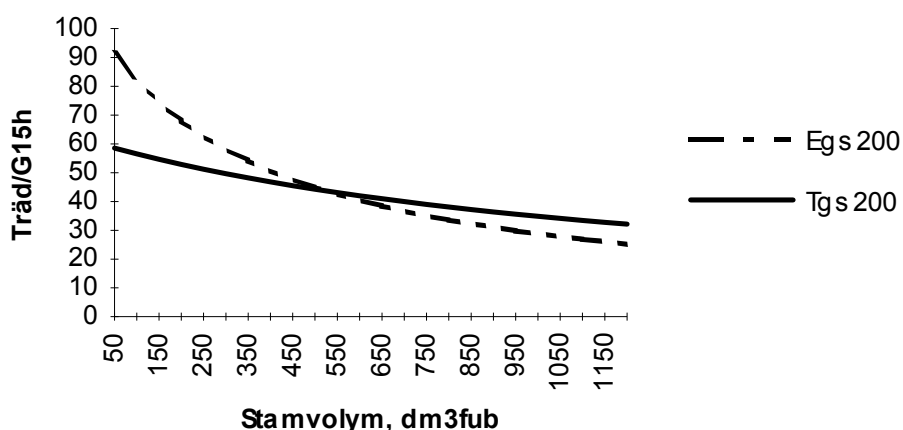
För **tvågreppsskördaren** är skillnaderna i stamantal per hektar och medelvolym per stam små mellan de olika studieleden. I motsats till engreppsskördarens studieled har vi här tydliga skillnader i prestation mellan kalavverkning och skärmhuggning. Vid uttag av 280 och lämnande av 216 stammar per hektar är prestationen ca 10 % högre än vid uttag av 310 och lämnande av 350 stammar per hektar. Den största skillnaden uppkom dock vid kalavverkning där prestationen är 48 % högre än vid lämnandet av 350 stammar per hektar.

Den stora skillnaden i prestation mellan kalavverkning och skärmhuggning förklaras bland annat av att föraren tvingas ändra arbetssätt. Andelen dubbelarbete (kranarbete under kvistning-kapning) är betydligt större vid kalavverkning än i de andra studieleden. Prestationen ökar genom att fällning och intagning kan göras samtidigt som kvistning-kapning. Vidare behöver mindre tid ägnas åt planering av arbetet och körning samt körning under intagning, vilket också bidrar till att öka prestationen.

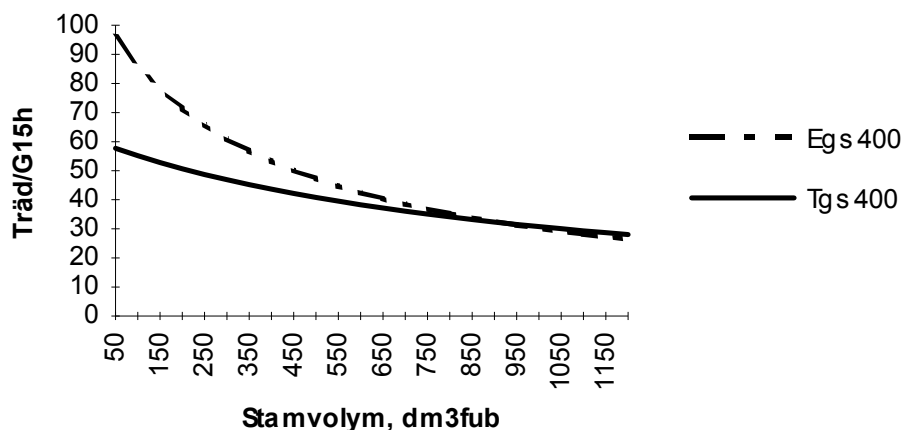
Att skillnaden i prestation inte blev större mellan de båda studieleden med skärmhuggning kan bero på att skillnaden i skärmtäthet (134 stammar per hektar) var för liten. Förlusten av möjligheten till dubbelarbete och svårigheten att köra och planera arbetet fanns redan vid 200 stammar per hektar och ökade inte så mycket vid ytterligare 100 stammar per hektar. Det kan tänkas att möjligheten till dubbelarbete förloras stegvis i takt med att planering och körning försvåras, till exempel att andelen dubbelarbete inte förändras särskilt mycket vid 50 träd per hektar men halveras vid 100 och i princip är borta eller slutar sjunka vid 150 stammar per hektar. Studien ger inget svar på detta men styrker vår hypotes att tvågreppsskördaren hindras mer än engreppsskördaren av träd som lämnas i en skärm.

Den tidsåtgång som visas i figur 6 till 8 kan, med samma förbehåll som tidigare om jämförelse mellan maskinerna, räknas om till prestation per G_{15} -timme, i detta fall träd/ G_{15} -timme. För att åskådliggöra detta visas i figur 9 till 11 maskinernas prestationer vid olika stamvolym.

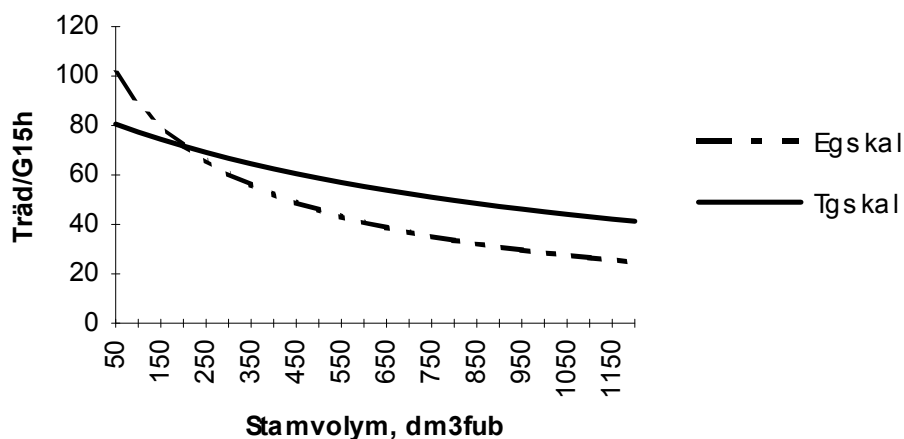
Figuren visar rätt tydligt att tvågreppsskördaren hindras mer än engreppsskördaren av träd som lämnas i en skärm. Trots det hade tvågreppsskördaren i genomsnitt högre prestation (i $m^3\text{fub}/G_{15}\text{-h}$) än engreppsskördaren i alla studieled. Detta beror på att den arbetade med grövre skog. Den avverkade färre men grövre träd, vilket totalt medförde en något högre prestation i $m^3\text{fub}/G_{15}\text{-timme}$.



Figur 9. Jämförelse av en- och tvågreppsskördarens prestation vid skärmhuggning med 442 uttagna och 222 lämnade stammar per hektar respektive 280 uttagna och 216 lämnade stammar per hektar.



Figur 10.
Jämförelse av en- och tvågreppsskördarens prestation vid skärmhuggningsmetoden med 366 lämnade och 366 uttagna stammar per hektar respektive 310 uttagna och 350 lämnade stammar per hektar.



Figur 11.
Jämförelse av en- och tvågreppsskördarens prestation vid kalavverkning av 835 respektive 550 stammar per hektar.

Avverkningskostnad

Kostnaderna är beräknade efter det kalkylpris som MoDo Skog AB tillämpar för respektive maskintyp på Länna distrikt och avser den period då studien utfördes.

Tabell 9.
Kostnadsdata.

Valmet 901 med 942 aggregat	650 kr/G ₁₅ -h
ÖSA 707/280 Master tvågreppsskördare	774 kr/G ₁₅ -h

I tabellen nedan är genomsnittliga prestationer och kostnader redovisade. Engreppsskördarens studieled är sammanslagna, de enskilda studieledens prestationer redovisas i tabell 6.

Tabell 10.
Avverkningskostnad för de olika studieleden.

Studieled	Prestation	Kostnad
Egs 201 och 202	18,7 m ³ fub/G ₁₅ -h	34,8 kr/m ³ fub
Egs 401 och 402	17,0 m ³ fub/G ₁₅ -h	38,3 kr/m ³ fub
Egs kal	16,6 m ³ fub/G ₁₅ -h	39,2 kr/m ³ fub
Tgs 200	21,1 m ³ fub/G ₁₅ -h	36,7 kr/m ³ fub
Tgs 400	19,1 m ³ fub/G ₁₅ -h	40,5 kr/m ³ fub
Tgs kal	28,3 m ³ fub/G ₁₅ -h	27,4 kr/m ³ fub

Tvågreppsskördaren var i genomsnitt ca 2 kr/m³fub dyrare än engreppsskördaren i skärnhuggning, trots att den hade högre prestation i genomsnitt. Detta förklaras av att tvågreppsskördarens högre timkostnad. Vid kalavverkning var tvågreppsskördaren däremot 12 kr/m³fub billigare än engreppsskördaren. Engreppsskördaren var dock i denna studie dyrare i kalavverkning än i skärnhuggning.

Diskussion

Vår hypotes var dels att tvågreppsskördaren skulle hindras mer än engreppsskördaren av träd som lämnas i en skärm, dels att prestationssänkningen skulle bli större ju tätare skärm som ställdes. Resultaten tyder på att hypotesen stämmer. Möjligen var prestationssänkningen från kalavverkning till skärnhuggning större än vi hade väntat oss och sänkningen mellan skärmtätheterna mindre än väntat.

Prestationssänkningen vid övergång från kalavverkning till skärnhuggning beror främst på att tvågreppsskördaren förlorar mycket av sin möjlighet till dubbelarbete (kranarbete under kvistning-kapning) samt att tiden för start, körning och halt ökar mycket. Förklaringen står troligen att finna i att tvågreppsskördaren är en stor maskin som i skärmar med 200–400 stammar per hektar (7–5 m mellan träden) kräver mycket planering vid körning och val av uppställningsplats för att hålla skadenivån nere. Föraren måste hålla uppsikt både på träd som omger kranen vid fällning och intagning men också på träd som står vid upparbetningsenheten så att stockar som matas ut inte slår i omgivande träd.

Utifrån denna studie kan man se flera skäl till att det är tveksamt att regelmässigt ställa skärm med tvågreppsskördare. Ett skäl är att det medför ökad risk för rötangrepp och tillväxtnedsättningar eftersom antalet skadade träd

blir fler än om man använder engreppsskördare. Ett annat skäl är att samma faktorer som bidrar till att prestationen sänks vid övergång från kalavverkning till skärnhuggning gör arbetet mer ansträngande för föraren än motsvarande arbete i en engreppsskördare. Ett tredje skäl är kostnaden för att ställa skärm, även om den inte skiljer så mycket mellan maskinerna i denna studie. Resultatet indikerar dock att avverkning av klenare stammar, än tvågreppsskördaren arbetat med här, ger större fördel för engreppsskördaren. Finns det arealer att kalavverka blir alternativkostnaden för skärnhuggning högre för tvågreppsskördaren eftersom dess prestation sjunker mer än engreppsskördarens vid övergång från kalavverkning till skärnhuggning.

Engreppsskördaren verkar inte hindras lika mycket av omgivande träd i det intervall studien omfattar (200–400 stammar per hektar). I genomsnitt blev prestationen till och med högre i skärnhuggning än i kalavverkning. Att engreppsskördaren uthålligt skulle ha lägre prestation i kalavverkning än i skärnhuggning, vid i övrigt jämförbara förhållanden, är inte troligt. Rimligtvis påverkas prestationen negativt av trädval, planering av körning m.m. Skillnaderna i prestation mellan studieleden (frånsett Egs 201) var dock så små att skälet till att den blev lägre i kalavverkning t.ex. kan ha berott på att vändningstiden där ingick i större utsträckning än i andra studieleden.

Antalet uttagna i förhållande till antalet kvarlämnade stammar var högt i engreppsskördarens studieled. Det är möjligt att skillnaden i prestation mellan skärnhuggning till olika täthet samt skillnaden mellan skärnhuggning och kalavverkning blivit större vid ett lägre uttaget stamantal, dvs. vid ett glesare bestånd i utgångsläget. Det enda studieled som markant avvek från de andra prestationsmässigt var det som hade den i särklass grövsta medelstammen. Det är därför troligt att prestationen påverkas mer av medelvolum per träd än förhållandet mellan antal uttagna och kvarlämnade stammar.

Studien ger inte något svar på sambandet mellan tidsåtgång och förhållandet mellan antal uttagna och kvarlämnade stammar per hektar. För engreppsskördaren är frågan om det finns något tydligt samband inom det stamantal per hektar som studien omfattar. Frågan är där kanske mer aktuell i regelrätt gallringsarbete med betydligt fler (hindrande) kvarstående stammar i förhållande till uttaget eller i glesare bestånd med betydligt färre uttagna stammar per hektar. För tvågreppsskördaren framgår tydligt att redan 200 kvarlämnade stammar per hektar markant hindrar arbetet jämfört med kalavverkning. Ifall det är önskvärt att fastlägga den prestationssänkningen och se vid, vilket stamantal och hur mycket maskinernas prestation påverkas av uttagna i förhållande till kvarstående träd krävs mer omfattande studier.

Avslutningsvis kan man säga att studien visat att tvågreppsskördarens prestation är betydligt känsligare än engreppsskördarens för arbete med 200–400 omgivande träd per hektar. Att skärnhuggning är speciellt besvä-

rande för tvågreppsskördaren visas också av att den skadat betydligt fler av träden i skärmen än engreppsskördaren.

Momentindelning vid tidsstudien

Engreppsskördare

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tvågreppsskördare

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

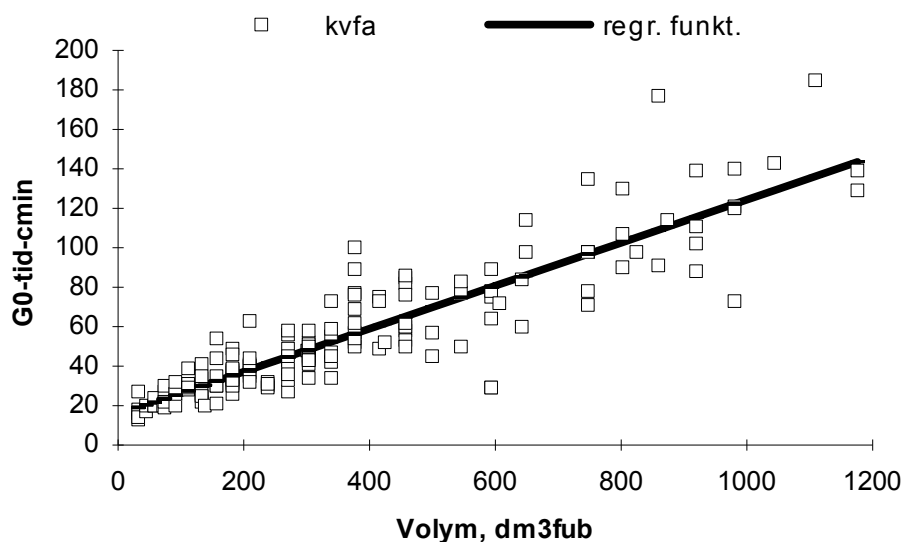
Risrens: Börjar då kranen förs ut mot besvärande underväxt och slutar då underväxten är fälld och kran ut börjar.

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.

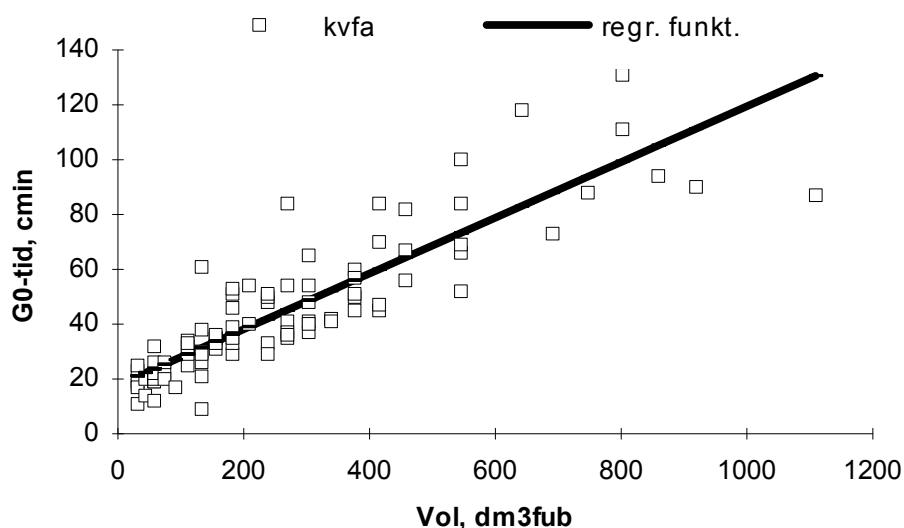
Avbrott: Tid som inte kan hänföras till arbetet såsom raster, reparationer, etc.

Diagram – tidsfunktioner

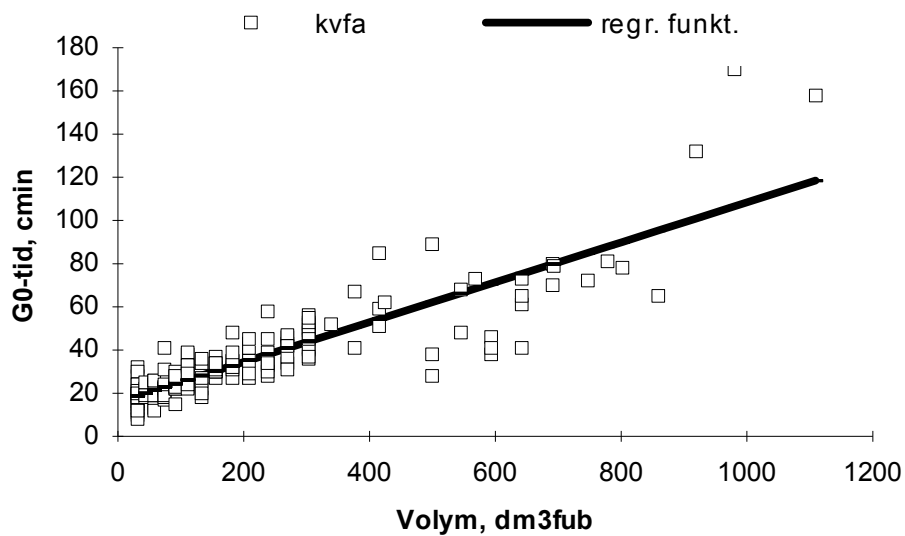
I diagrammen visas tidsåtgång för fällning, intagning och kvistning-kapning som funktion av trädvolymen. Kvadraterna i diagrammen avser tid för enskilda träd och kan ge en uppfattning om materialets spridning kring funktionen.



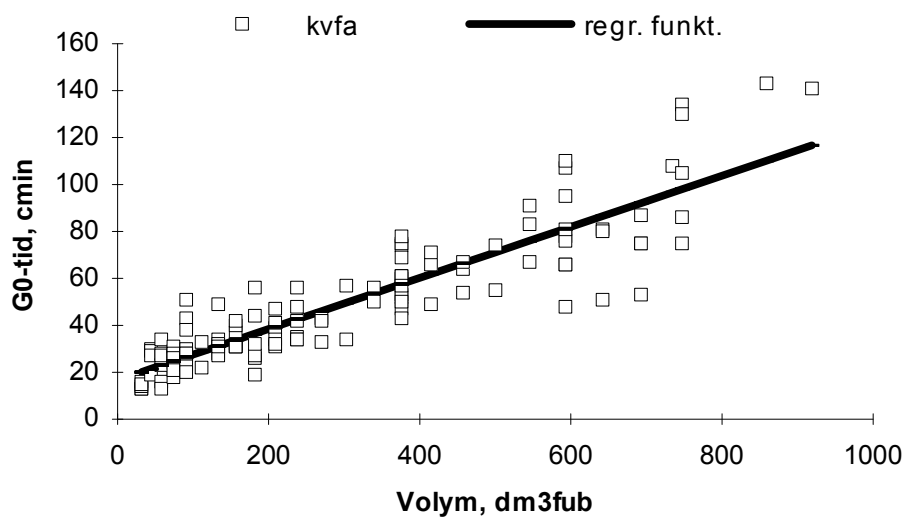
Figur 1.
Regressionsfunktion studiede Egs 201 (kvkp + fällning) samt materialets spridningen runt funktionen.



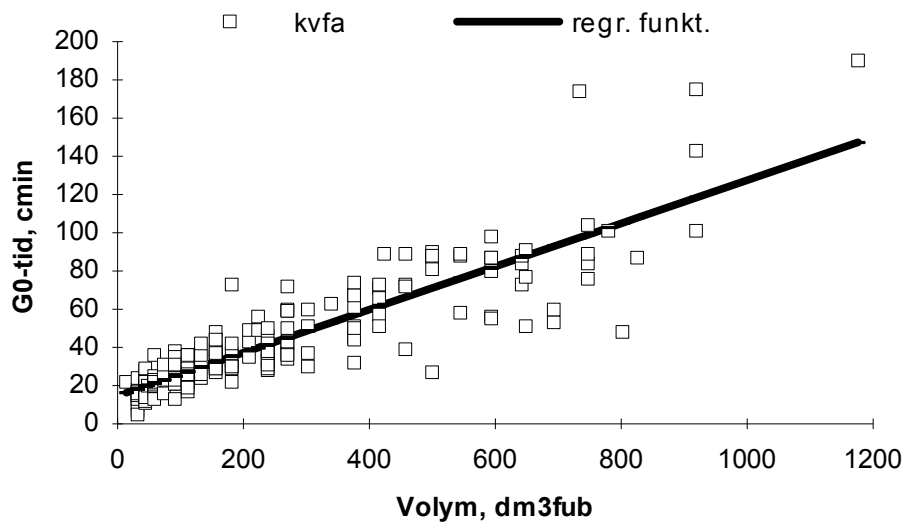
Figur 2.
Regressionsfunktion studiede Egs 202 (kvkp + fällning) samt materialets spridningen runt funktionen.



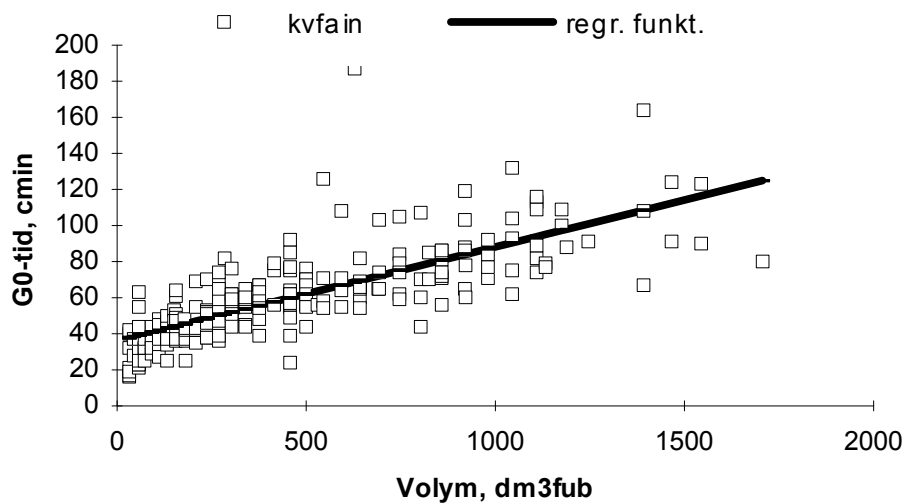
Figur 3.
Regressionsfunktion studieled Egs 401 (kvkp + fällning) samt materialets spridningen runt funktionen.



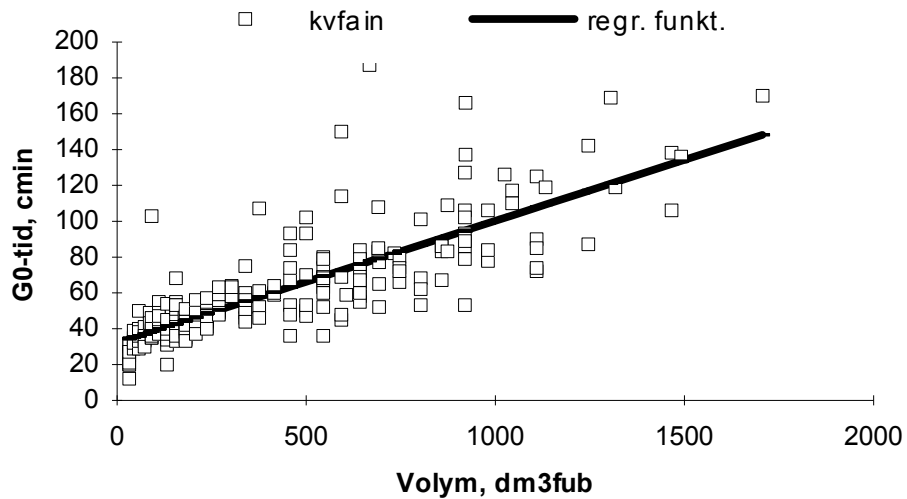
Figur 4.
Regressionsfunktion studieled Egs 402 (kvkp + fällning) samt materialets spridningen runt funktionen.



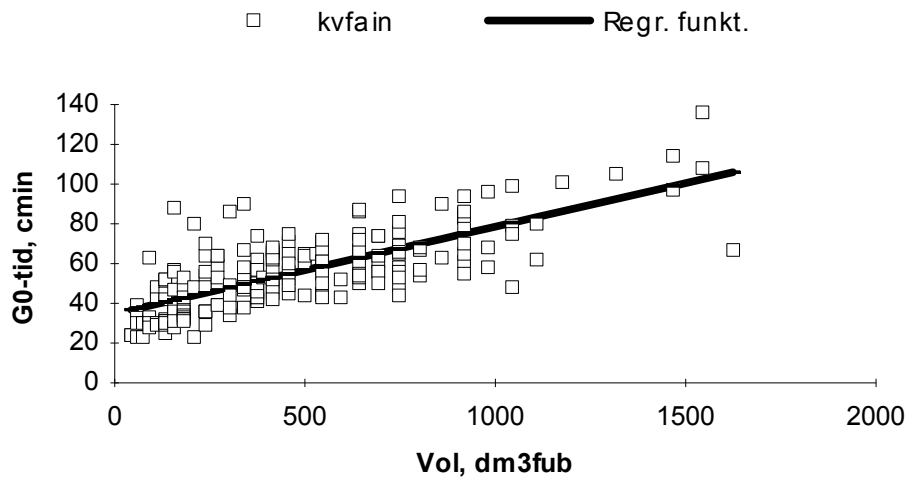
Figur 5.
Regressionsfunktion studiede Egs Kal (kvkp + fällning) samt materialets spridningen runt funktionen.



Figur 6.
Regressionsfunktion studiede Tgs 200 (kvkp + fällning + intagning) samt materialets spridningen runt funktionen.



Figur 7.
Regressionsfunktion studierad Tgs 400 (kvkp + fällning + intagning) samt materialets spridningen runt funktionen.



Figur 8.
Regressionsfunktion studierad Tgs 200 (kvkp + fällning + intagning) samt materialets spridningen runt funktionen.