



**SKOGSMÄSTARPROGRAMMET**  
Examensarbete 2011:21

## **Prestationspåverkan av flerträdshantering i klena gallringar**

*Multiple tree handlings impact on the performance  
of weak thinning*



**Emil Janson**

---

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp  
Skogsmästarprogrammet 2011:21  
SLU-Skogsmästarskolan  
Box 43  
739 21 SKINNSKATTEBERG  
Tel: 0222-349 50

# Prestationspåverkan av flerträdshantering i klena gallringar

Multiple tree handlings impact on the performance of weak thinning

*Emil Janson*

**Handledare:** Staffan Stenhag

**Examinator:** Eric Sundstedt

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå med minst 60 hp kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kurskod:** EX0624

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2011

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** prestationskurva, metodutbildning, delkvistade

**Omslagsbild:** Eget fotografi, 2011.



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

# FÖRORD

Detta är ett examensarbete i skogshushållning som är utfört på nivå grund C vid Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg. Arbetet är på 15 hp, vilket motsvarar 10 veckors heltidsstudier. Det har utförts under sommaren 2011 i samarbete med Sydved.

Arbetet har initierats tillsammans med Magnus Alexandersson som är skogsbruksutvecklare på Sydved region nord. Målet med studien är ta fram en prestationskurva som visar på hur mycket en skördare med ett flerträdshanterande skördaraggregat presterar vid en viss given medelstam. Arbetet är en fortsättning på ett arbete av Rönnqvist (2011).

Jag vill här ge utrymme att tacka följande personer som har bidragit med information och kunskap som fört mitt arbete framåt.

- Magnus Alexandersson, kontaktperson och skogsbruksutvecklare på Sydved region nord.
- Staffan Stenhag, handledare och universitetslektor på SLU – Skogsmästarskolan.
- Mattias Mårtensson, Per Andersson och Johan Samuelsson som har gett mig tips och råd i det dagliga arbetet med studien på Sydveds kontor i Svenljunga.
- Andreas Rönnqvist, Sydved.
- Alla inblandade distriktschefer och virkesinköpare på Sydved.
- Alla entreprenörer som har ställt upp på att medverka i arbetet och hjälpt mig med information om objekten.

Emil Janson  
2011-08-26



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord.....	iii
1. Abstract.....	1
2. Inledning.....	3
2.1. Sydved.....	3
2.2 Røjning.....	3
Selektiv røjning.....	4
Schematisk røjning.....	5
Konfliktbestånd .....	5
2.3 Gallringsmetoder.....	5
Schematisk gallring.....	7
Traditionell gallring.....	7
Biobränsleuttag .....	8
2.4 Ny gallringsteknik.....	8
Klippar .....	9
Aggregat med sågsvärd .....	9
Aggregat med klinga.....	10
Jämförelse av de olika aggregaten.....	11
Flerträdshantering i gallring.....	12
2.5 Tillväxtförlust vid uttag av biobränsle i gallring .....	13
2.6 Näringskompensation .....	13
2.7 Prestationskurvor .....	14
2.8 Syfte och mål med arbetet.....	17
3. Material och Metoder .....	19
3.1 Val av medverkande maskiner .....	19
3.2 Val av objekt .....	20
3.3 Genomförande .....	21
4. Resultat .....	23
4.1 Andel flerträdshantering .....	23
4.2 Delkvistade sortiment.....	27
4.3 Prestationer .....	30
4.4 Effekt av metodutbildning.....	36
5. Diskussion.....	39
5.1 Effekter av flerträdshantering.....	39
5.2 Effekt av metodutbildning.....	39
5.3 Framtagen prestationskurva.....	40

5.4 Studiens för- och nackdelar .....	42
6. Sammanfattning .....	43
Källförteckning .....	45
Publikationer .....	45
Internetdokument .....	46
Personliga meddelanden .....	47

# 1. ABSTRACT

The aim of this study is to investigate how multiple tree handling harvesters perform compared to earlier developed standards. The study shows that multiple tree handling harvesters are more efficient in thinnings stands with mean stock volumes less than 0,12 m<sup>3</sup>fub per stock. The increased efficiency is different for different mean stem classes. In stands with a mean stem volume of 0,04 m<sup>3</sup>fub per stock, the increase can be as high as 40 percent while it is about 10 percent in stands with a mean stem volume of 0,12 m<sup>3</sup>fub.

Comparisons have been done between stands that are felled with partly limbed stands and stands without partly limbed assortments. The difference in performance is clear and shows that the partly limbed assortments strengthen the multiple tree handling harvesters positive effects in low dimension thinnings. In stands that are partly limbed and have a mean stem volume of 0,04 m<sup>3</sup>fub per stem the efficiency has increased with about 65 percent, at the same time the increase in not partly limbed stands with the same mean stem volume was just about 20 percent.

The effect of method training that some entrepreneurs have done has been analyzed on machines with drivers who have completed the training. The result shows that the method trained drivers increased their performance after the training.

This study has been done in cooperation with Sydved AB. The study has been done during the summer of 2011 and is based on fellings mostly performed during 2010 and 2011.





## 2. INLEDNING

Syftet med detta examensarbete är att konstruera en prestationskurva för flerträdshanterande skördare. Eftersom det inte finns så mycket litteratur inom området är litteraturstudien breddad från ämnet. Här ges först en kort presentation av Sydved och därefter beskrivs röjning, gallring och de olika tekniker som används vid avverkning med flerträdshanterande aggregat. I slutet av avsnittet, under syfte och mål, presenteras de konkreta frågeställningar som ska besvaras med denna studie.

### 2.1. Sydved

Sydved AB ägs av Stora Enso och Munksjö. Sydved AB har ca 150 anställda som tillsammans anskaffar ca 6 miljoner kubikmeter virke och omsätter ca 3 miljarder kronor. Bolaget har som huvuduppgift att köpa leveransvirke och skog på rot för att förse ägarnas industrier, samt en mängd andra industrier, med råvara. Organisationen består av två regioner med tolv distrikt. Sydved arbetar tätt ihop med Stora Enso Bioenergi som köper, säljer och förädlar träbränsleprodukter (Sydved, 2011, Länk A). Sydveds vision är ”att bli landets bästa affärspartner för handel med skogsråvara” (Sydved, 2011, Länk B).

Eftersom ägarna är stora förbrukare av främst massaved är Sydved en utpräglad gallringsspecialist, men de köper alla förkommande virkessortiment (Sydved, 2011, Länk A).

The logo for Sydved AB, featuring the word "Sydved" in a bold, green, sans-serif font. The letter 'y' is stylized with a long tail that curves under the 'd'.

Figur 2.1. Sydved AB: s logotyp.

### 2.2 Röjning

Det som enligt Skogsstyrelsen avses med röjning är följande.

*”Beståndsvårdande utglesning av plant- och ungskog utan att gagnvirket tas tillvara. Röjningsavfallet kan dock under vissa omständigheter tas tillvara som biobränsle.”*

(Skogsstyrelsen, 2009a)

Röjning är en åtgärd som utförs för att gynna de stammar som ska bilda det framtida beståndet. Efter en röjning ökar diametertillväxten, grengrovleken och rotsystemet. Detta bidrar till att träden blir stabilare. Höjdtillväxten påverkas dock inte av röjningen. Röjningen gör att konkurrensen om vatten, näring och ljus minskar för de kvarvarande träden.

Att röja är en ren investering för framtiden. Eftersom diametern ökar och stamantalet minskar blir de kommande avverkningarna i beståndet billigare samtidigt som virkesvärdet ökar med grövre dimensioner och bättre sågkvalitet (Pettersson et al., 2007).

I 1979-års skogsvårdslag infördes röjningsplikt eftersom det då fanns ett stort röjningsbehov och det ansågs att det utfördes för lite röjningar i Sverige. Den nya lagen gjorde att röjningsaktiviteten ökade från ca 200 000 ha per år till ca 350 000 ha/år under 1980-talet. År 1994 avskaffades röjningsplikten i den nya skogsvårdslagen och då minskade den röjda arealen för att 1996 åter hamna på ca 200 000 ha per år (Pettersson & Backe, 1998). Röjningsbehovet uppskattas nu till ca 275 000 ha per år. Trots att röjningsarealen har ökat så finns det ändå ca 1 000 000 ha skog som behöver röjas i Sverige. Av dessa har det bedömts att ca 470 000 ha är lämpliga för biobränsle och skulle kunna ge ca 64 TWh (Iwarsson Wide, 2009a).

## Selektiv röjning

Vid tillämpning av selektiv röjning bedöms trädens placering, kvalitet och vitalitet för att utse de huvudstammar och bistammar som ska lämnas kvar i beståndet. De övriga stammarna röjer man bort. Selektiv röjning utförs i regel motormanuellt. Man kan tillämpa olika metoder så som punktröjning, enkelställning, lövröjning och vargröjning (Pettersson et al., 2007).

- Vid punktröjning, eller som det också kallas brunnsröjning, koncentrerar man röjningen till att bestå av cirklar med en diameter på mellan 1 och 2 meter runt huvudstammarna. Resten av beståndet låter man vara oröjt.
- Enkelställning innebär att man ställer de träd som man vill ha kvar i ett jämnt fördelat förband. Denna metod tillämpas både i plantskog och ungskog och är den vanligaste röjningsformen.
- Om man gör en lövröjning så koncentrerar man röjningsinsatsen till de lövträd som hämmar barrträdens tillväxt. Man lämnar då barrträden oröjda.
- Vid en vargröjning röjer man bort alla de träd som skiljer sig i storlek och har en sämre kvalitet än det övriga beståndet.

## Schematisk röjning

Schematisk röjning skiljer sig kraftigt från den selektiva röjningen eftersom man här inte tar någon hänsyn till trädens kvalitet och trädslag. Denna typ av röjning utförs mestadels mekaniskt. Här är det trädens placering som styr om de röjs bort eller lämnas kvar. Denna typ av röjning kallas ofta för ”korridoröjning”, eftersom man röjer en gata in i beståndet från ett körstråk eller enbart röjer bort de gator som man kör i. När det är planterade bestånd så tar man ofta bort vissa trädrader (Vida, 2011, Länk B).

## Konfliktbestånd

Ett konfliktbestånd kännetecknas av att det inte har utförts någon röjning eller att uttaget i en eventuell röjning varit för litet. Beståndet är i regel över 6 meter i medelhöjd och innehåller minst fyra till fem tusen stammar per hektar. I ett konfliktbestånd som gallras blir det i regel ett ganska dåligt ekonomiskt netto. Den stora mängd bestånd som idag har eftersatt röjning gör situationen svårhanterlig på grund av att det blir svårt att välja vad som ska göras som nästa åtgärd i dessa (Olsson, 2004).

Som tidigare nämnts uppskattades det (2009) finnas ca 1 000 000 ha skogsmark med ett varierande röjningsbehov i Sverige och ca 470 000 ha av dessa anses lämpliga att ta ut skogsbränsle ur. Det har därför utvecklats tekniska avverkningssystem, vilka beskrivs närmare i gallringsavsnittet nedan. Den tekniska utvecklingen gör att dessa bestånd kan gallras med ett ekonomiskt positivt netto som resultat (Iwarsson Wide, 2009a).

## 2.3 Gallringsmetoder

Gängse definitionen för gallring lyder

*”Beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av virke”.*  
(Skogsstyrelsen, 2009b)

Gallring är en skogsvårdsåtgärd som ger möjlighet att forma beståndet så som man vill ha det i form av trädslag och täthet. Att gallra ökar de enskilda trädens produktion genom att dessa, precis som vid röjning, får större tillgång på vatten, ljus och näring. På grund av det kan trädet öka sin barrmassa och sitt rotsystem och då ökar även diametertillväxten. Däremot ökar inte beståndets totala produktion när man gallrar. Det är faktiskt så att den totala produktionen minskar i takt med att gallringsuttaget ökar (Agestam, 2009). Gallring kan precis som röjning göras selektivt eller schematiskt. Enligt Eric Agestam (2009) väljer man vid selektiv gallring mellan tre olika gallringsformer, låggallring, krongallring eller höggallring.

- Låggallring: när man gallrar bort de mindre och undertryckta träden som inte skulle ha möjlighet att bilda ett lika bra bestånd som de större som man lämnar kvar. Detta är den vanligaste gallringsformen i gran- och tallskog.
- Krongallring: när man väljer ut de träd som man vill ska få vara kvar i beståndet och sedan gallrar bort de som hämmar kronutvecklingen på dessa träd. Man kommer då att gallra bort träd som är högre, lägre och lika stora som de man vill gynna. Denna gallringsform används ofta i lövskogsbestånd.
- Höggallring: när man gallrar bort de högsta och därmed grövsta träden i beståndet. Det är billigt att utföra en sådan gallring eftersom medelstamvolymen i de avverkade träden blir hög och eftersom man inte behöver avverka lika många träd för att få ut samma volym.

Ett mått som man kan använda för att beskriva vilken gallringsform man faktiskt har utfört i beståndet är den s.k. gallringskvoten. Om gallringskvoten är runt 1,0 så har man utfört en krongallring. Om däremot gallringskvoten är en bit under 1,0 är det en låggallring och om den ligger en bit över 1,0 är det en höggallring (Agestam, 2009). För att räkna fram gallringskvoten tar man medeldiametern på virket i uttaget delat med medeldiametern i beståndet efter gallringen (Walentin, 2007).

Gallringsstyrkan mäter man i procent, oftast som den uttagna grundytan delat med grundytan innan gallring. I de flesta gallringar är uttaget mellan 20 och 40 procent. Anledningen till att man mäter på den uttagna grundytan och inte med hjälp av antalet stammar är att grundytan är lätt att mäta och att den står i direkt proportion till volymen i beståndet. Vilket inte stammantalet gör (Agestam, 2009).

Gallring är en åtgärd som det kan vara svårt att besluta om när i tiden man ska utföra. Beroende på när i beståndscykeln man gallrar, hur många gallringar man gör och hur hög gallringsstyrka man väljer, påverkas riskerna som beståndet utsätts för. De största riskerna som tillkommer vid en gallring är rotröta, snöbrott och storm. I en del gallringar är det bättre att man utför åtgärden med ett lågt netto eller med en förlust för att på sikt kunna få ett bättre totalt netto sett över hela omloppstiden (Eriksson et al., 2008).

## **Schematisk gallring**

Ett alternativ att använda sig av vid gallring i mycket klena bestånd är schematisk gallring (korridorsgallring). Precis som i en selektiv gallring så hugger man upp stickvägar som man sedan avverkar korridorer in i mellanzonen ifrån. Denna metod tar, precis som schematisk röjning, inte hänsyn till trädens placering utan man avverkar alla träd i korridoren. En förutsättning för att detta ska fungera är att aggregatet kan avverka alla träden i korridoren i ett svep och sedan nypa åt och lägga dem i en samlad hög utmed väggkanten. De aggregat som idag lämpar sig för detta är de med sågklinga, t.ex. Bracke C16a, men fortsatt forskning på denna teknik krävs (Björheden, 2010).

## **Traditionell gallring**

Normalt har gallringarna i Sverige avverkats av avverkningssystem bestående av en skördare och en skotare. Skördaren hugger upp stickvägar som den kör på och samtidigt gallrar man beståndet mellan det nät av stickvägar som man gör. Man kallar detta för gallring med stickvägsgående skördare. När skördaren är färdig skotas virket ut till bilväg för vidaretransport. De stickvägar som man gör vid den första gallringen återanvänder man sedan i de kommande gallringarna (Agestam, 2009).

Normalt använder man mellanstora skördare när man gallrar stickvägsgående. Kranlängden på maskinerna varierar mellan 9 och 11 meter. Stickvägsavståndet är beroende av kranlängden eftersom man från varje stickväg vill kunna gallra ända in till halva mellanzonen. Det gör att avståndet mellan stickvägarna normalt varierar mellan 18 och 22 meter om man inte vill använda sig av motormanuell fällning i mitten av mellanzonen (Kunskap Direkt, 2011, Länk C). Enligt Bergström med flera (2010) tar man i en traditionell förstagallring endast ut massaved och eventuellt kubb/klentimmer. Vid en sådan gallring kan endast stammar som är grövre än 8 cm i brösthöjdsdiameter (1,3 meter över marken) tas tillvara. Det är därför vanligt att man i förväg röjer bort allt som är under 8 cm i brösthöjd i dessa bestånd för att höja medelstammen för skördaren och på så vis få en billigare gallring. En annan fördel med detta är att det underlättar gallringen (Dehlén, 2010).

Hakkila (2005) säger att det i klena gallringar lämnas kvar 20 till 30 procent av stamvolymen på grund av för klena dimensioner som inte kan användas till massaved. Detta, tillsammans med att det finns mycket eftersatta röjningar som kan ge ett bränsleuttag och den ökade efterfrågan på biobränsle, har gjort att täta bestånd har börjat gallras med metoder som gör att skörd av biobränsle i gallringar blir möjligt (Bergström et al., 2010). Dessa metoder beskrivs nedan.

## **Biobränsleuttag**

Utvecklingen av biobränslen som en alternativ energikälla för fossila bränslen tog fart under den första oljekrisen och har sedan 1970-talet fått en allt viktigare roll för energiförsörjningen i Sverige. När utvecklingen startade var Sverige förutom elproduktionen helt beroende av import av olja för energiproduktion.

Anskaffningen av biobränslen har tidigare skett av industrins överskottsprodukter, men numera är dessa resurser fullt utnyttjade. Idag sker en stor del av anskaffningen från primära skogsprodukter t.ex. grot, stubbar och träddelar i gallringar, vägkanter och åkerkanter.

Från 1980-talet har efterfrågan på biobränsle från skogen ökat med ca 3 TWh per år, vilket motsvarar ca 1,5 miljoner m<sup>3</sup>f. Ökningen beräknas fortfarande ligga på denna nivå och skogsbränslen står nu för ca 120 TWh per år, vilket är cirka en fjärdedel av Sveriges totala energibehov. Fram till år 2005 var priset på primära skogsbränslen ca 12 öre per kWh men nu har priset stigit till ca 20 öre per kWh. Att priset låg stadig på samma nivå i ca 20 år innebar i reala tal att priset sjönk. Att priset under senare år har börjat öka igen beror på en ökad efterfrågan. Priset och alla fördelar med biobränsle gör att det blir intressantare att effektivisera och utveckla hanteringen av skogsbränslen. En ytterligare effekt av att det efterfrågas mer biobränslen idag är debatten om att minska utsläppen av växthusgaser och då främst koldioxid från fossila bränslen (Björheden, 2010).

### **2.4 Ny gallringsteknik**

För att möta den ökade efterfrågan på biobränsle har det utvecklats olika tekniska lösningar för att gallra bestånd med uttag av biobränsle och även tekniska system som klarar både massaved och biobränsle. Det finns idag en mängd olika aggregat för avverkning av klana träd. Alla bygger de på att aggregaten ackumulerar stammar så att flera träd kan hanteras samtidigt (Iwarsson Wide, 2009a). Här nedan ges en översikt av de olika tekniska lösningarna som förekommer och den avverkningsteknik som används för var och en.

## Klippar

Den vanligaste modellen av klippaggregat utnyttjar knivar som antingen jobbar omlott mot varandra eller med en kniv som skär mot ett mothåll. Aggregatet på bilden i figur 2.2 har en klippkniv som arbetar mot aggregatets stomme. Det gör att påfrestningarna på aggregatet minskar (Allan Bruks, 2011, Länk D). Dessa aggregat är långsammare än övriga aggregattyper och kranen kan inte köras samtidigt som man avlägsnar trädet från stubben. Aggregaten är enkla och relativt billiga i inköp (Iwarsson Wide och Belbo, 2009). Ett klippaggregat kostar mellan 300 och 400 tusen kronor beroende på vilken modell man väljer (Pers. meddelande Anders Bruks, Allan Bruks AB, 2011).



**Figur 2.2.** Foto: Klippaggregat av modell Abab 350 (Pers. meddelande Lars Johansson, Allan Bruks AB, *Tillstånd att använda bild på Abab Klippaggregat 350*, 2011-08-11).

## Aggregat med sågsvärd

De aggregat som använder sig av sågsvärd är vanliga skördaraggregat som har utrustats med extra ackumuleringsarmar, se figur 2.3. Dessa sitter mellan rotatorn och aggregatet. Det gör att aggregatet har längre avstånd mellan den översta och den understa punkten som håller fast stammarna. Det bidrar till att träden inte tenderar till att falla isär, utan att de hålls samman bättre än i de andra modellerna. Ackumuleringsarmarna på denna typ av aggregat öppnar sig mer än de vanliga kvistknivarna vilket gör att det är lätt att hantera många träd.





**Figur 2.3.** Foto: Sågsvärdsaggregat med flerträdshantering, här med två ackumulerade stammar (Eget fotografi).

Sågsvärdsaggregat är dyrare än de andra modellerna, men man kan även avverka vanligt rundvirke och inte bara biobränsle med dem. Det är den typ av teknik som snabbast avlägsnar trädet från stubben. De kräver relativt stor effekt på basmaskinen för att de ska fungera. Ett problem med denna typ är att kedjan på svärdet lätt hoppar av och nyper när man avverkar många och klena stammar, men med en skicklig förare som gör ansättningen mot stammen på ett korrekt vis så är det inget stort problem (Iwarsson Wide & Belbo, 2009). Dessa aggregat har fördelen att föraren enkelt kan variera mellan att avverka olika sortiment så som timmer, massaved och/eller energisortiment. Det är även enkelt att avverka så att ris och grenar hamnar i stickvägen för att öka bärigheten och på så vis minska markskadorna (Log Max AB, 2011, Länk E).

### **Aggregat med klinga**

Dessa aggregat avlägsnar stammarna från stubben genom en sågklinga med sågtänder som på en röjsågsklinga eller en klinga med en grov kedja monterad runtom så som Brackes C16a aggregatet i Figur 2.4 har. Med denna metod kan stammar avverkas genom att aggregatet förs med en svepande rörelse och sågar av stammar som sedan nyps fast med ackumuleringsarmarna när rörelsen avslutas. Det kan lätt användas för att röja bort sådant som man inte vill ta vara på. Denna typ är dock ganska stor och det behövs stort utrymme för att inte skada de andra träden (Iwarsson Wide & Belbo, 2009).

Iwarsson Wide (2009c) har gjort en studie där man undersökt prestationsnivån på ett Bracke C16a aggregat som är baserat på avskiljning med klinga. Studien gjordes på två lokaler i Småland, den ena i Gnosjö och den andra i Hillerstorp.



Bestånden som kördes innehöll innan åtgärden 2 325 respektive 2 438 stammar per hektar. Uttaget bestod av 875 stammar per hektar i Gnosjö och 1320 stammar per hektar i Hillerstorp. Beståndet i Gnosjö var lite grövre än det andra och det var mycket luckor och stor diameterspridning. I studien lyckades man avverka 181 respektive 319 träd per timme på de olika objekten. Det framkommer i rapporten att produktionsskillnaden beror på olikheterna i bestånden. I Gnosjö avverkades det 1,71 träd per krancykel och i Hillerstorp kom man upp i 1,93. Det konstateras även att prestationen vid avverkning med detta aggregat till stor del beror på antalet avverkade stammar per krancykel. I slutsatsen bedöms att prestationen är hög när biobränsle avverkas med denna typ av aggregat.



**Figur 2.4.** Foto: Bracke C16a klingaggregat som är monterat på en Valmet skördare (Umbrella Design 2011: *Fotografi Umbrella Design, Tillstånd att publicera bilden av Jonas Gramer på Bracke Forest*).

### **Jämförelse av de olika aggregaten**

Av Iwarsson Wide och Belbo (2009) framgår följande. De har gjort en studie där de har jämfört prestationerna på de olika typerna av aggregat. De har använt sig av ett Klippaggregat (Narva Gripen) ett skördaraggregat med flerträdshantering (Log Max 4000B) och två aggregat med klinga (båda Bracke C16 men med olika basmaskiner). I försöken har de olika systemen fått gallra var sitt område på ca 0,2 ha. Skördaraggregatet visade sig vara det klart effektivaste aggregatet. Det avverkade 305,4 träd/G<sub>0</sub>-h mot 207,8 för klippen och 198 och 204,5 för aggregaten med sågklinga. Skördaraggregatet avverkade 3,1 träd per krancykel, vilket var mest av de undersökta aggregaten. Prestationen är beroende av hur lång tid det tar att avverka varje ton torrsubstans biomassa och även då är

skördaraggregatet mest effektivt, med ca 30 procent högre produktion än de andra aggregaten.

### **Flerträdshantering i gallring**

Enligt en studie av Bergkvist (2003) som jämförde gallring med och utan flerträdshantering och endast uttag av massaved ökade prestationen med 18 procent när man använde sig av flerträdshantering. Det framkommer även att prestationen borde kunna öka ännu mer om man fortsätter utveckla tekniken och arbetsmetoden.

Dehlén (2010) har gjort en studie och jämfört resultatet av gallring med flerträdshantering och uttag av enbart massaved och uttag av massaved samt delkvistat sortiment. Med delkvistat sortiment avses på Sydved ett biobränslesortiment. Vid uttag av delkvistat måste minst 75 procent av grönmassan lämnas kvar i skogen för att undvika tillväxtförluster. Det är därför ett krav att det delkvistade sortimentet ska matas igenom aggregatet med stängda kvistknivar (Pers. meddelande Magnus Alexandersson, Sydved, 2011). Dehlén har i sina försök låtit en skördare göra dessa två skilda gallringar med olika styrka på förröjningen för att även se vilken röjning som är mest lönsam att göra. Hans slutsats är att gallring med uttag av både massaved och biobränsle med en lätt förröjning, där allt mindre än 5 cm i brösthöjd röjs bort, är den metod som ger högst ekonomiskt netto. Han har även tagit hänsyn till skotningskostnaden och kostnaden för förröjningen för de olika gallringarna. Nettot beror även av priserna för de sortiment som man väljer att avverka i beståndet. I denna studie var biobränslepriset satt till 270 kr/m<sup>3</sup>fub och massavedspriset till 330 kr/ m<sup>3</sup>fub.

Rönnqvist (2011) har på uppdrag av Sydved utfört en studie där han har tagit fram ett förslag på en prestationskurva för skördare med flerträdshantering. Han har i sitt arbete jämfört produktionsnivån på fyra skördare med flerträdshantering med Stora Ensos och Skogforsks normer för vad en engreppsskördare ska prestera. Det visar sig tydligt att de fyra maskinerna med flerträdshantering producerar mer än normerna i klena bestånd där ackumulering används. Hans förslag till prestationskurva är högre än normerna i bestånd med klen dimension och vid en medelstam på 0,12 m<sup>3</sup>fub/stam har han valt att följa Stora Ensos nivå.

Sydved har valt att täta och klena gallringar ska utföras av skördare med vanliga skördaraggregat som är utrustade med flerträdshantering. Detta för att man med det systemet kan utföra traditionella gallringar eller kombinerade gallringar där man tar ut både massaved och ett delkvistat sortiment som blir biobränsle (Pers. meddelande Magnus Alexandersson, Sydved, 2011).

## 2.5 Tillväxtförlust vid uttag av biobränsle i gallring

Den största delen av ett träds näringsämnen sitter i barr och grenar. Eftersom små träd som tas ut i förstagallring har ungefär hälften av sin volym i barr, grenar och topp så tar man ut mycket av näringen som finns i trädet när man tar tillvara på biobränsle som innefattar gröndelarna. Om marken går miste om dessa näringsämnen så kan det leda till framtida tillväxtförluster i beståndet. Det är framförallt kvävet som påverkar tillväxten på kort sikt (Bergström et al., 2010). Förlusten av näringsämnen bidrar till att försurningen ökar i marken. Det är oklart hur stor påverkan kontinuerliga uttag har. Men man tror inte att de långsiktiga tillväxtförlusterna beror på för lite kväve utan av minskningen av baskatjoner. Tillväxtförlusterna kommer på sikt att bli högre på bördiga marker än på magra. Det kommer även att påverka södra och västra Sverige i högre grad eftersom nedfallet där redan är surt (Staaf et al., 2004).

Enligt Mattsson (1999) kan uttaget av näringsämnen vid biobränsleuttag leda till att den löpande tillväxten minskar med upp till ca sju procent i tall- och upp till tio procent i granbestånd. Tillväxtförlusterna kan hålla i sig upp till ca 15 år. För att man ska kunna avverka samma volym på samma antal stammar i de kommande avverkningsarna som om man inte gör något biobränsleuttag i förstagallringen, blir man tvungen att förlänga omloppstiden för beståndet. I Mattssons beräkningar förlängdes omloppstiderna mellan 16 till 26 månader. Det har i hans beräkningar förutsatts att alla toppar, grenar och barr avlägsnas ur beståndet. Enligt hans kalkyl minskar nuvärdet på bestånden som han har räknat på med mellan 700 och 3 210 kronor per hektar. Det som påverkar nuvärdet så kraftigt nedåt är att tillväxtförlusten ligger så nära i tiden.

## 2.6 Näringskompensation

Klart är att om man upprepade gånger ska ta ut biobränsle ur ett bestånd bör man kompensera uttaget med återföring av aska eller andra näringsmedel. Den aska man sprider i skogen är till för att långsiktigt bevara markens potential och inte kortsiktigt höja skogsproduktionen. Det är viktigt att den aska man sprider är stabiliserad och i långsamlös form. Det innebär att den är behandlad så att den inte löser upp sig lika snabbt i marken som obehandlad aska. Samt att vissa tungmetaller är borttagna. Syftet med askåterföring är att marken ska återföras den näring som har förts bort i samband med bränsleuttaget (Staaf et al., 2004).

Eftersom askan innehåller alla de ämnen som är kalkverkande och har förts bort hjälper askan till att stabilisera marken så att den inte försuras. Detta är extra viktigt i södra och västra Sverige på grund av den sura nederbörd som förekommer där. I askan finns det dock inget kväve som kan öka produktionen. Förutom kvävet innehåller askan alla de ämnen som finns i biobränslet.

Vid spridning av askan är det viktigt att ta hänsyn och hålla avstånd till vatten, tomter, nyckelbiotoper, våtmarker och skyddad mark. Rekommenderad kantzon mot dessa marker är 25 meter (Skogsstyrelsen, 2011, Länk F).

Näringen kan även återföras till marken med andra medel än aska. Ett sätt är att kompensera med kväve. Det ska dock inte tillföra mer än vad som hade tillförts marken om det inte hade tagits ut biobränsle (Staaf et al., 2004).

## 2.7 Prestationskurvor

Syftet med detta examensarbete är som sagt att konstruera en prestationskurva för flerträdshanterande skördare. Brunberg (1997) har i en studie tagit fram en grundläggande prestationsnorm för engreppsskördare. Normen bygger på skördare som använder sig av enkelhantering av stammarna. Den är utformad utifrån en grundprestation som sedan korrigeras beroende på gallringstyp, antal uttagna träd, antal kvarstående träd och andelen lövträd i beståndet. Prestationen beror på medelstammen i uttaget. Grundprestationen är presenterad i tabell 2.1 där Brunberg har mätt prestationen i träd/G<sub>15</sub>-timme och m<sup>3</sup>fub/ G<sub>15</sub>-timme.

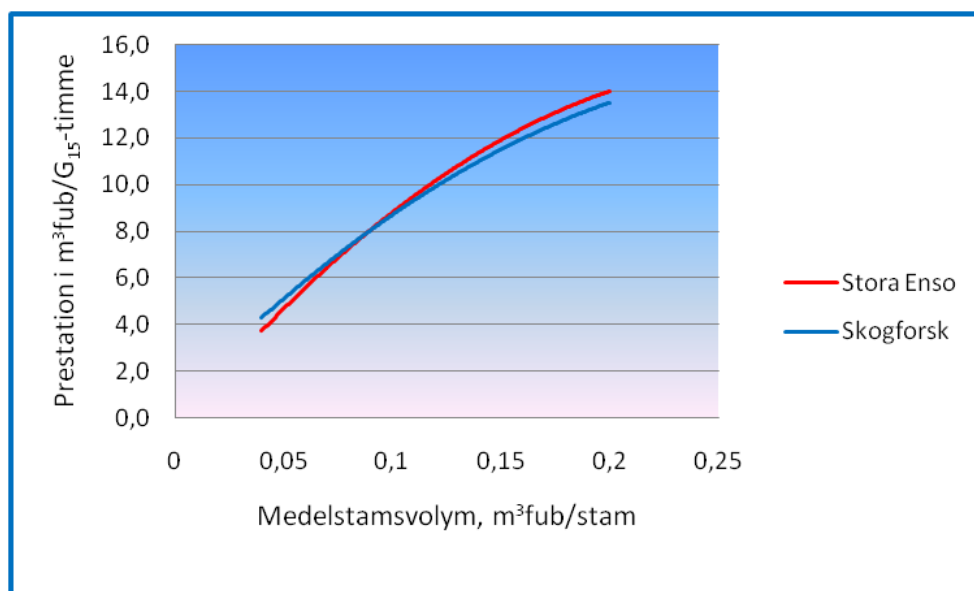
**Tabell 2.1.** Grundprestation enligt Skogforsk, Brunberg (1997).

<b>Medelstam, m<sup>3</sup>fub</b>	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
<b>Träd/G<sub>15</sub>-tim</b>	129	113	100	90	82
<b>m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-tim</b>	5,2	9,0	12,0	14,5	16,4

Rönnqvist (2011) har i sitt arbete tagit fram ett förslag till prestationskurva som han jämför med den modell som Brunberg (1997) har tagit fram. Rönnqvist gjorde en regressionsanalys på tabell 2.1 för att få fram en prestationskurva. Denna kurva kallar han sedan för Skogforsks, eftersom det är Skogforsk som har publicerat den ursprungliga modellen i sin redogörelse nr 8, 1997. Rönnqvist anger även att kurvan i regel bör sänkas med 15 till 20 procent för att motsvara den normala traktkorrigeringen. Rönnqvist (2011) redovisar även en prestationskurva som han kallar för Stora Ensos. Detta eftersom att han tillhandahållit den därifrån. Funktionen ser ut på följande vis:

$$(m^3fub/G15h) = 8,0937 * (4,7555 - 1 / (Medelstam \text{ i } m^3fub / stam + 0,2))$$

Det framkommer att denna kurva ska sänkas, men då med 23 procent för att åstadkomma en normal traktkorrigering. De två kurvorna – Skogforsk och Stora Ensos - redovisas i figur 2.5.



**Figur 2.5.** Stora Ensos och Skogforsks prestationskurvor, prestationen beror på medelstammen i beståndet. Kurvorna är sänkta med 23 respektive 17,5 %.

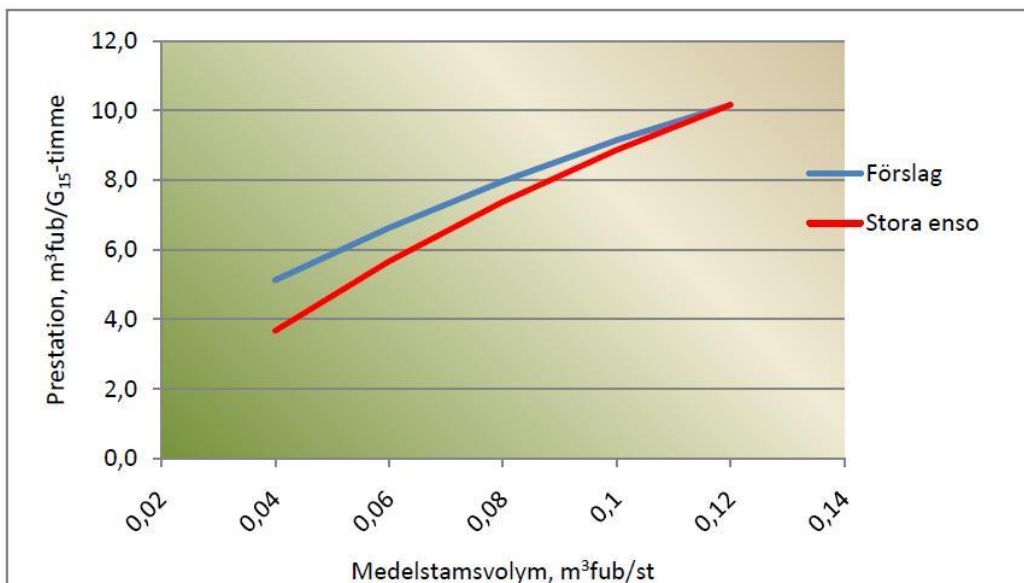
Eftersom denna studie kommer att bygga vidare på Rönnqvist (2011) så följer det här en presentation av den studiens resultat, vilken utfördes under vintern 2010/2011. Syftet med hans studie var att försöka få klarhet i vilka produktivitetseffekter flerträdshanteringen har vid gallring. I rapporten presenteras fyra tydliga mål med studien. Dessa mål ses här nedan.

- Tydliggöra i vilken utsträckning flerträdshanteringen används i praktisk drift och hitta ett samband mellan uttagets medelstam och användning av flerträdsteknik.
- Undersöka hur prestationskurvorna för de flerträdshanterande skördarna i studien ser ut jämfört med produktionskurvor för enträdshanterande skördare.
- Se om en eventuell differens mellan prestationsnormen för enträdshanterande skördare och resultatet från undersökningen går att härleda till flerträdstekniken.
- Undersöka om uttag av delkvistade sortiment påverkar prestation och flerträdshanterande.

Maskinerna som ingår i Rönnqvist studie har ett tydligt samband mellan trädens storlek och andelen flerträdshanterade stammar. Variationen i andelen flerträdshanterade stammar är mellan 0 och 69 procent av antalet avverkade stammar på avverkningen.

Det förslag till prestationskurva som Rönnqvist har presenterat ligger på en högre prestation än Stora Ensos kurva när den är sänkt med 23 procent och sträcker sig mellan medelstammarna 0,04 till 0,12 m<sup>3</sup>fub per stam. Efter 0,12 m<sup>3</sup>fub per stam har han använt sig av Stora Ensos kurva eftersom den grundar sig på enkelhanterade stammar och i skog med så grov medeldiameter kan normalt inte flerträdshantering användas.

Rönnqvist (2011), anger att de fyra maskiner som han har studerat har högre prestationer än Stora Ensos och Skogforsks normer i bestånd med medelstamsvolymer under 0,12 m<sup>3</sup>fub per stam. Detta beror enligt honom på att flerträdshanteringen har en större positiv effekt på produktionen i de klenare bestånden, vilket beror på att det är där som flerträdshanteringen kan utnyttjas som mest. Figur 2.6 här nedanför är den figur som han har presenterat som sitt slutliga förslag till prestationskurva. Han beskriver också i rapporten att uttag av delkvistade sortiment påverkar prestationerna positivt.



**Figur 2.6.** Rönnqvists förslag till prestationskurva.

## 2.8 Syfte och mål med arbetet

Syftet med detta arbete är att försöka vidareutveckla det förslag till prestationskurva som Rönnqvist (2011) har gett i sitt arbete. Studien ska bygga på ett större underlag av maskiner samt fler objekt än vad som ligger till grund för Rönnqvists arbete. Anledningen till att Sydved vill att det ska göras är att det idag inte finns någon prestationsnorm som de kan använda sig av när de vill ta reda på vad en flerträdshanterande skördare bör producera per timme. Eftersom arbetet kommer att bygga vidare på det som Rönnqvist har gjort kommer studien även innefatta de objekt som han har använt sig av samt en mängd nya objekt med samma krav på objekten som Rönnqvist hade.

Idén till arbetet har vuxit fram under flera möten med Magnus Alexanderson, skogsbruksutvecklare på Sydved, under vintern och våren 2011. Arbetet preciserades mer exakt efter att Rönnqvist (2011) var färdig med sitt examensarbete. Det fastställdes då att det var lämpligt att fortsätta att vidareutveckla den prestationskurva som han har börjat ta fram.

I slutändan önskar Sydved få fram en prestationskurva som de ska kunna använda sig av för uppskattningar av skördarproduktion i klenta och täta gallringar. Det bör därför vara intressant för entreprenörerna att ställa upp på att vara med i studien, eftersom de då faktiskt är med och påverkar prestationsunderlaget. Jämförelser mellan bestånd med olika medelstam kommer att göras för att se variationen av flerträdshanterade stammar. På de objekt där det är avverkat delkvistade sortiment kommer undersökas om det ger upphov till en högre andel flerträdshanterade stammar. Även detta har Rönnqvist tittat på, men här ska detta studeras med ett större dataunderlag för att testa om Rönnqvists resultat håller.

De mest centrala frågeställningarna som ska försöka besvaras av detta arbete presenteras här nedan.

- Hur påverkas prestationerna när man använder flerträdshantering i förhållande till tidigare framtagna prestationskurvor?
- Hur stor påverkan har medelstammen på andelen flerträdshanterade stammar?
- Hur påverkas prestationerna när andelen flerträdshanterade stammar ökar?
- Hur påverkas prestationen i gallringarna av att man avverkar ett delkvistat sortiment i förhållande till att man ej avverkar delkvistade sortiment?
- Hur påverkar metodutbildningen förarnas prestationer?





### 3. MATERIAL OCH METODER

I det här kapitlet beskrivs det hur arbetet har gått till och vilka krav som har ställts på de maskiner och objekt som har valts ut för att vara med i studien.

Arbetet startade med ett möte med uppdragsgivaren Magnus Alexandersson, Sydved, i början av februari då det skissades på vad arbetet skulle handla om. Vid ett andra möte i maj ändrades upplägget för arbetet. Efter det kunde planeringen börja och via mejl informerades de berörda distriktscheferna på Sydved om att arbetet kommer att utföras under sommaren 2011.

Det som var viktigt i början var att fastställa de krav som ställs på de maskiner och objekt som ska ingå i studien. Dessa kravspecifikationer redovisas under avsnitt 3.1 och 3.2 här nedan. När kraven var fastställda valdes ca 20 aktuella maskiner ut och sedan startade arbetet att tillsammans med aktuella inköpare på Sydved och entreprenörer ta fram lämpliga objekt.

Det var även viktigt att få fram material om äldre prestationsnormer som gäller för enträdshanterande skördare. Eftersom studien är en vidareutveckling av den som gjorts av Rönnqvist (2011) så är det naturligt att jämförelserna görs mot samma normer som han har jämfört sina resultat med. De normer som använts presenteras under avsnittet 3.1 här nedan.

#### 3.1 Val av medverkande maskiner

För att välja ut de maskiner som skulle vara med i studien sattes det först upp några krav dels på maskinerna och dels på förarna. Det är också så att alla entreprenörerna som kör på ackord måste godkänna att de ska vara med i studien. Alla entreprenörer som är med, och som inte Sydved har kompletta uppgifter på, är tvungna att bidra med uppgifter om enkelhanterade stammar, flerträdshanterade stammar och drifttid i  $G_{15h}$ .

När objekten för entreprenörerna var framtagna kontaktades dessa för att informera om projektet och höra om intresse fanns för att ställa upp med de uppgifter som krävdes. Till de entreprenörer som ställt upp mejlades en fil med objekten där entreprenören själv fick fylla i stamantal och drifttid. Detta har varit ett tidskrävande moment. Eftersom alla entreprenörer har mycket att göra så blir en sådan extrauppgift inte högprioriterad.

Följande krav ställdes för att *entreprenören* skulle kunna medverka:

- Maskinerna måste vara utrustade med flerträdshantering.
- Förarna ska vara vana att arbeta med metoden.
- Maskinerna får inte vara för gamla, dvs. inte överstiga den normala ekonomiska livslängden som bedömts till sex år.

- Entreprenörer som kör på ackord ska godkänna sin medverkan.
- Det ska finnas färdiginmätta objekt som har avverkats under 2010 eller 2011.
- Målet är att få med 15 till 20 maskiner i studien som arbetar spritt på region nord samt några på region syd.
- Det ska vara entreprenörer som kör ordinarie med sina maskiner på Sydved.

### 3.2 Val av objekt

Vid framtagandet av objekt till studien användes samma kravspecifikationer som Rönqvist (2011) hade. Efter diskussion med Rönqvist (2011-06-08), där det säkerställdes att han också tog hänsyn till vissa parametrar, utökades kravspecifikationen med några punkter. Detta för att resultaten ska bli så jämförbara och säkra som möjligt. Här nedan är de krav som ställs på *objekten* presenterade.

- Objekten ska vara gallrade av stickvägsgående engreppsskördare utrustade med flerträdshanterande skördaraggregat.
- Drifttid ( $G_{15}$ -timmar) och stamantal, flerträdshanterade respektive enträdshanterade stammar samt antalet buntar (på de maskiner som det kan se) ska kunna tillhandahållas av Sydved eller entreprenören för varje objekt.
- Uppgifter om inmätt bruttovolym och nettovolym från aktuell mottagningsplats ska finnas tillgängliga i Sydveds system. Allt virke ska vara inmätt.
- Total volymuppgift på eventuellt avverkad volym av sortimenten 4190 och 4193 ska vara separat uträknade. (Detta är delkvistade Biobräslesortiment.)
- Inget får vara undantaget av markägaren eller att det finns något leveransvirke med i de inmätta volymerna som inte skördaren har avverkat.
- Objektet får endast innehålla gallringsvirke. Har slutavverkning skett samtidigt på fastigheten så ska det vara uppdelat på delbestånd och skiljt vid inmätningen för att objektet ska kunna ingå i studien.
- Objekten ska vara avverkade under 2010 eller 2011.
- Målet är att ha ca 10 objekt/maskin

### 3.3 Genomförande

När urvalet av maskiner var gjort fanns det tjugo maskiner som var aktuella att ta med i studien. Det var maskiner av märkena Eco Log, Valmet, John Deere, Gremo, Ponsse, Profi och Rottne. Maskinerna är utrustade med följande aggregat i olika kombinationer Sp, Log Max, John Deere och Valmet. Alla maskinerna är dock inte med i studien eftersom det inte har gått att få tag på lämpliga objekt för alla maskiner. De som är med presenteras här nedan i Tabell 3.1 och 3.2. I resultatdelen jämförs prestationerna mellan olika maskiner och aggregat. Dessa jämförelser är gjorda med hjälp av regressionsanalyser i MS-Excel.

**Tabell 3.1.** Tabell över de maskiner som ingår i studien.

<b>Basmaskiner</b>	<b>Antal</b>
Eco Log 560C	4
Valmet 901	2
Valmet 911	2
Ponsse Beaver	1
Gremo 1050	1
John Deere 1070E	1
John Deere 1170E	1
John Deere 1270D	2

**Tabell 3.2.** Tabell över de aggregat som används på maskinerna i studien.

<b>Aggregat</b>	<b>Antal</b>
Log Max 4000	3
Log Max 5000	2
John Deere H754	4
Sp 451	4
Valmet 350	1

När de aktuella objekten för varje entreprenör var utvalda mejlades en fil med objektsnamn och objektsnummer till entreprenören där de skulle komplettera med de uppgifter som inte Sydved kunde tillhandahålla. I nästan alla fall var det följande uppgifter som behövdes från entreprenören: enkelhanterade stammar, flerträdshanterade stammar, driftstiden i  $G_{15h}$  och för de som har John Deere- eller Timberjack maskiner behövdes även antalet buntar. Som nämnts tidigare var detta ett mycket tidskrävande moment av arbetet, eftersom att de flesta entreprenörer har väldigt mycket att göra. Det har därför krävts en hel del påminnelse mejl och samtal trots att alla som är med i studien först har kontaktats via telefon då de har informerats om arbetet och godkänt sin medverkan samt angett mejladress dit filen skulle skickas.

I vissa fall har det blivit extra utdraget på grund av att arbetet utförts under semestertiden, 8 juni till 15 augusti.

När filerna från entreprenörerna har inkommit har uppgifterna regelbundet förts in i ett MS-Excel-dokument. Författaren av studien har sedan använt datamaterialet för att utföra alla beräkningar och analyser. Figurerna har skapats genom att rätt data först har filtrerats fram och sedan har utfallet förts in i ett punktdiagram. För de figurer som bygger på en regressionsanalys och en trendlinje har det gjorts utifrån punkterna i punktdiagrammen. Regressionstypen har valts efter den funktion som erhållit högst  $R^2$ -värde. I de flesta fall är det typen logaritmiska som har valts, men även och exponentiella funktioner förekommer.

Figurerna som har skapats redovisas i de flesta fall bestånds medelstam i  $m^3$ fub per stam längs x-axeln medan det längs y-axeln varierar mellan olika undersökta parametrar. Bland annat undersöks hur andelen flerträdshanterade stammar påverkas av medelstammen. Olika former av prestationer har ställts i relation till Stora Ensos och Skogforsks normer för skördarproduktion, detta för att se hur flerträdshanteringen påverkar prestationerna i förhållande till de normer som bygger på enkelträdshantering.

Alla volymer som har använts i studien anges i  $m^3$ fub (fast volym under bark) och drifttid på maskinerna i  $G_{15}$ -timmar. Detta gör att det inte förekommer några omräkningar med omräkningstal mellan olika volymer och tider.

## 4. RESULTAT

I detta kapitel kommer resultaten som studien har lett fram till att presenteras genom olika sorters figurer men det förekommer även några tabeller. Alla figurer och tabeller förklaras både genom den tillhörande figurtexten och med hjälp av ett stycke text där det noggrannare beskrivs vad som framgår av figuren.

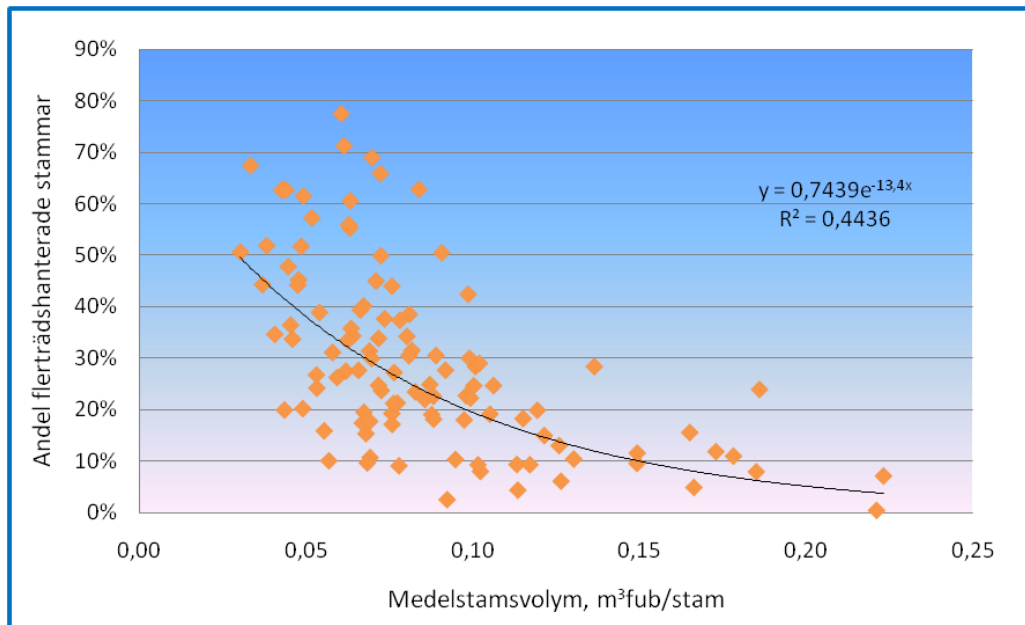
Tabell 4.1 visar vad studien omfattar i antal objekt, volym, stammar och maskiner. Den totala volymen avverkad skog som ingick i studien är 67 744 m<sup>3</sup>fub.

**Tabell 4.1.** Tabell över vad studien omfattar.

<b>Antal Objekt</b>	109
<b>Total volym brutto</b>	67 744
<b>Total volym netto</b>	66 215
<b>Total volym vrak</b>	1 529
<b>Total andel vrak</b>	2%
<b>Antal enkelhanterade stammar</b>	602 402
<b>Antal flerträdshanterade stammar</b>	302 411
<b>Totalt stammantal</b>	904 813
<b>Antal maskiner</b>	14

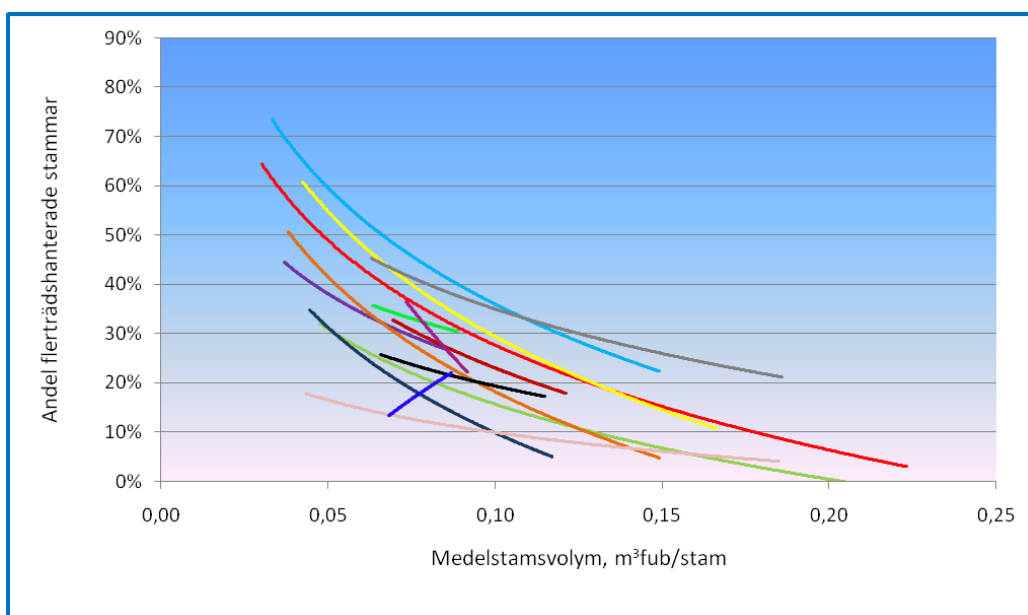
### 4.1 Andel flerträdshantering

Följande diagram (figur 4.1 - 4.6) visar hur mycket entreprenörerna använder möjligheten att flerträdshantera vid olika medelstamsvolymerna i bestånden. I studien är det mellan 0 och 77 procent av stammarna som avverkas med flerträdshantering. Det är tydligt att användningen av flerträdshantering ökar i samband med att medelstammen minskar. I figur 4.1 ingår alla objekt som är med i studien.

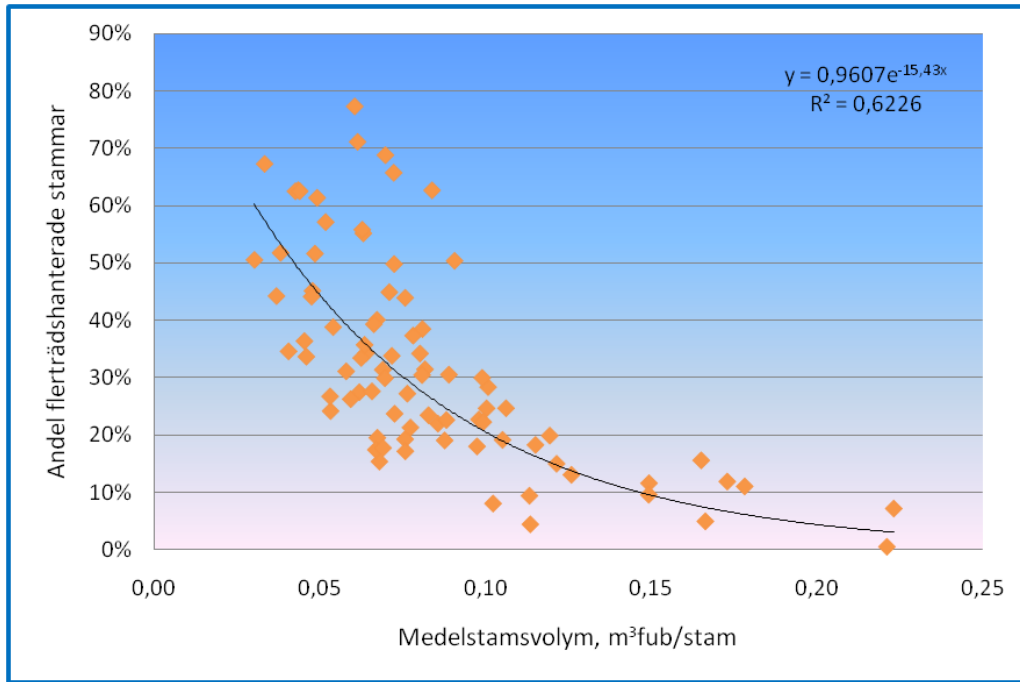


**Figur 4.1.** Andel flerträdshanterade stammar som beror på medelstammen, alla objekt i studien är representerade i figuren.

I figur 4.2 kan man se hur varje maskin i studien utnyttjar flerträdshanteringen. Det finns några maskiner med få objekt (mindre än fem) och de maskinerna har även låga  $R^2$ -värden i regressionen. Dessa maskiner representeras i figuren i regel av de korta trendlinjerna. För att undvika att dessa ska ge missvisande resultat i den totala sammanställningen är de maskiner med  $R^2$ -värden under 0,5 bortsorterade ur figur 4.3. Denna figur grundar sig därför endast på de nio maskiner, och de 86 objekt, som återstår efter filtreringen. Det blir därför ett högre  $R^2$ -värde i figur 4.3 än i figur 4.1.

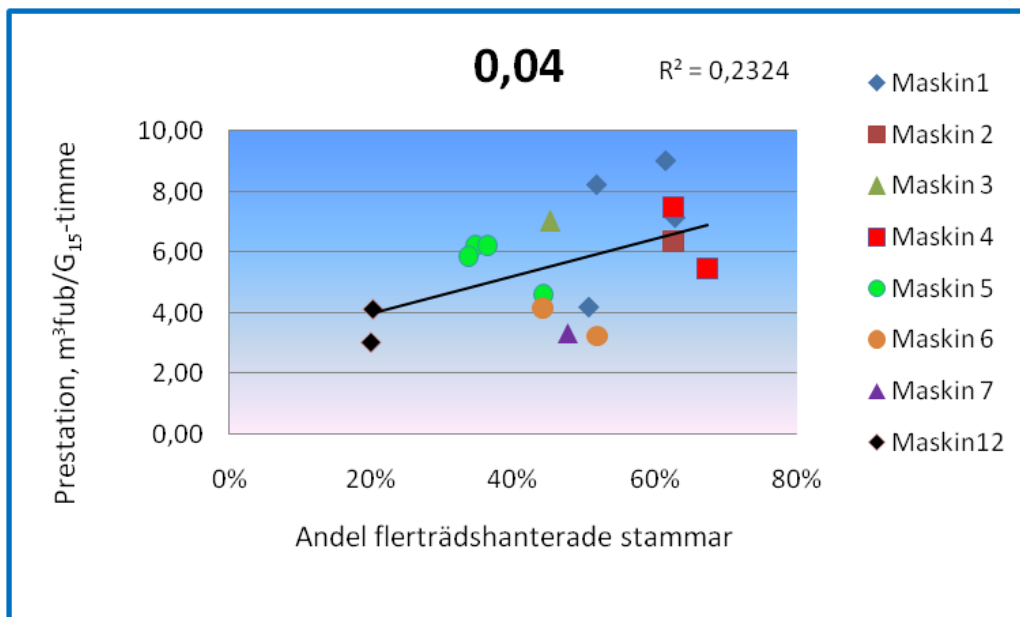


**Figur 4.2.** Andel flerträdshanterade stammar uppdelat på varje maskin.

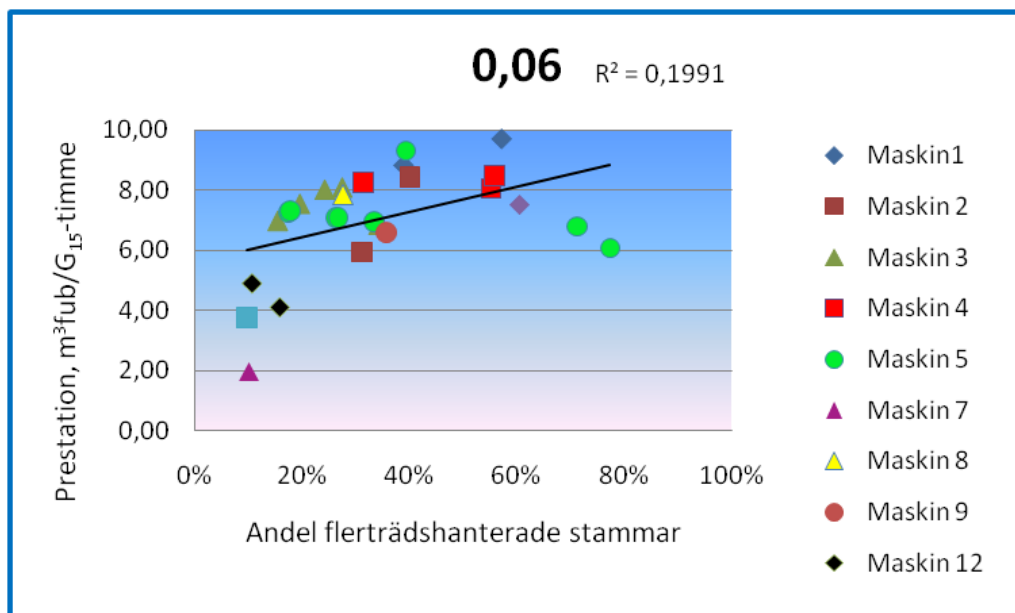


**Figur 4.3.** Andel flerträdshanterade stammar grundat på nio maskiner.

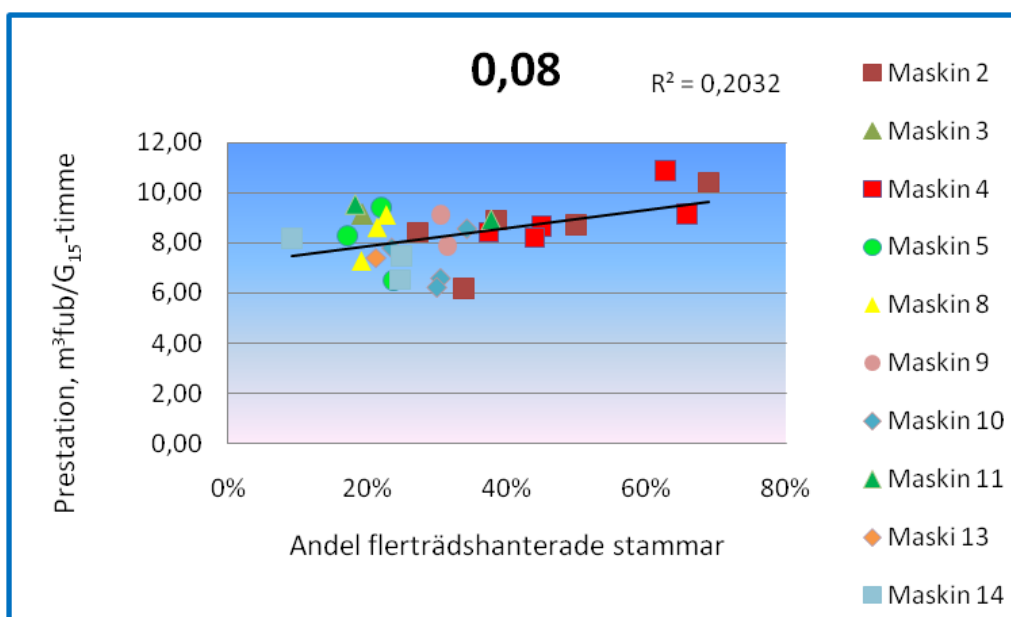
För att påvisa vilken effekt andelen flerträdshanterade stammar har på prestationen i m<sup>3</sup>fub per G15-timme har de tre följande figurerna tagits fram. Figurerna visar hur prestationen förhåller sig till andelen flerträdshanterade stammar i tre olika medelstamsklasser. Klasserna är uppdelade så att till exempel klassen 0,04 innehåller objekt från 0,03 till 0,0499 och likadant för de två andra klasserna. Den utskrivna medelstammen är alltså endast klassmitt för den undersökta klassen. Olika maskiner markeras med olika färg och form på punkterna i figurerna.



**Figur 4.4.** Förhållandet mellan andel flerträdshanterade stammar och prestationen.



**Figur 4.5.** Förhållandet mellan andel flerträdshanterade stammar och prestationen.



**Figur 4.6.** Förhållandet mellan andel flerträdshanterade stammar och prestationen.

I figurerna 4.4 - 4.6 syns det att prestationerna ökar när andelen flerträdshanterade stammar ökar. I alla tre figurerna är  $R^2$ -värdena förhållandevis låga, men linjerna påvisar ändå att det finns ett positivt samband och att prestationen generellt ökar när andelen flerträdshanterade stammar ökar.

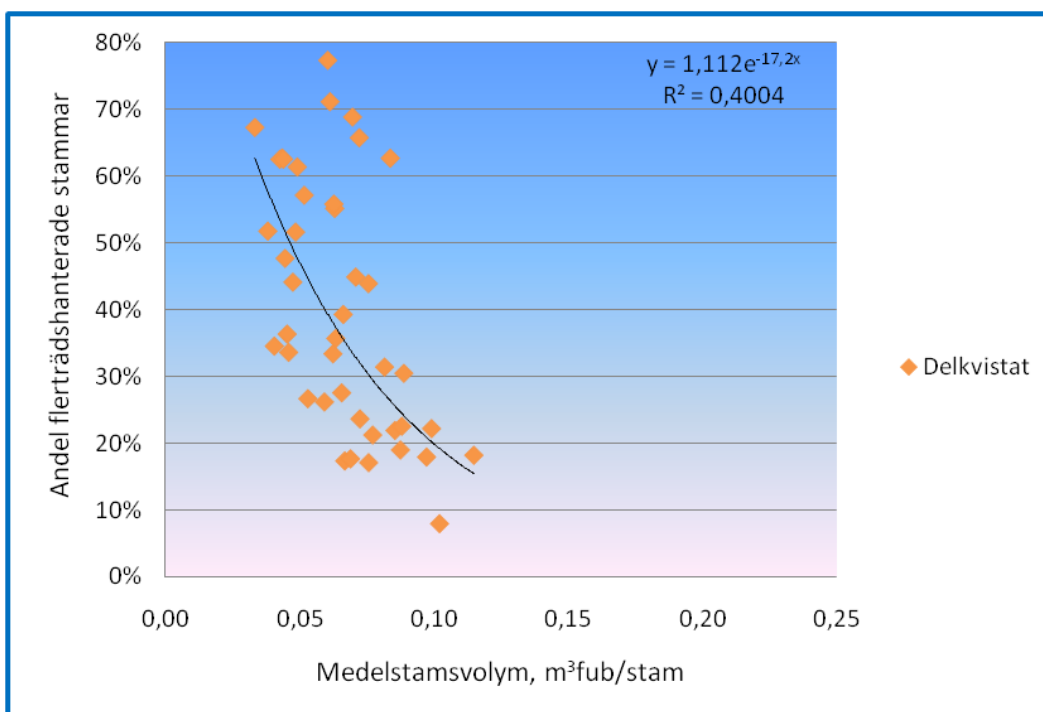


## 4.2 Delkvistade sortiment

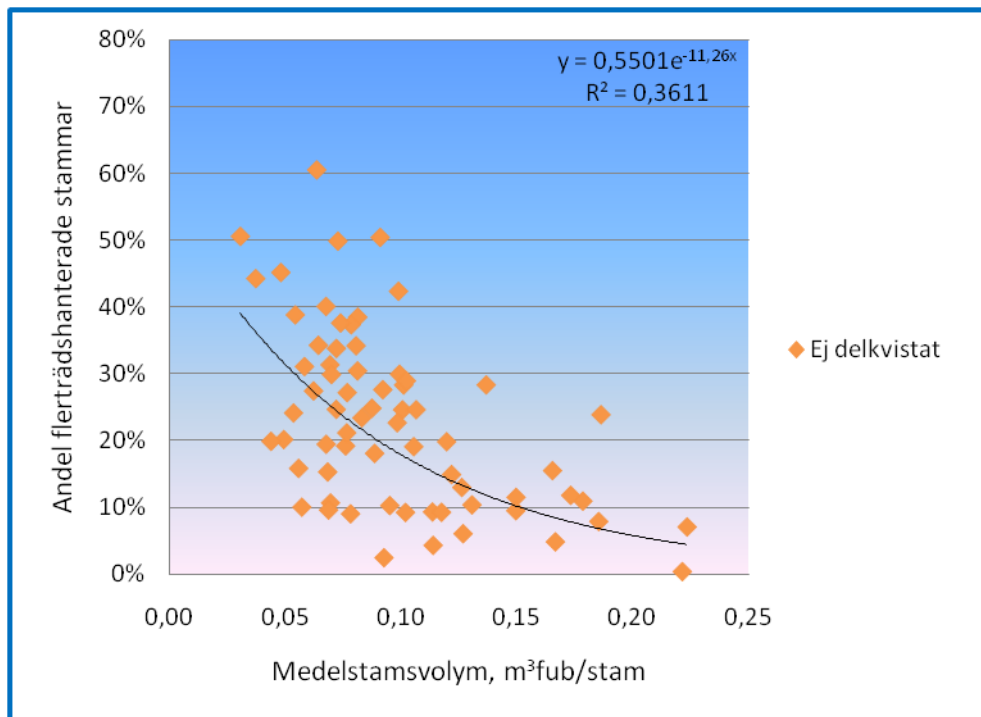
För att se om användandet av flerträdshantering ökar när uttaget innehåller delkvistade sortiment visas här i figur 4.7 de objekt som innehåller delkvistade sortiment och i figur 4.8 de objekt som ej är delkvistade. I de som ej är delkvistade har det avverkats traditionella sortiment och i de som är delkvistade har det avverkats både traditionella sortiment men även ett delkvistat. För att tydliggöra vad det är för objekt som ligger till grund för de två klasserna delkvistat och ej delkvistat visas först tabell 4.4. Där framgår det att objekten där man har apterat delkvistade sortiment är medelstammarna i genomsnitt ca 0,03 m<sup>3</sup>fub klenare än i de objekt där man ej har apterat delkvistade sortiment. Objekten med delkvistade sortiment har också en betydligt lägre standardavvikelse än de utan delkvistade sortiment.

Tabell 4.4. Objektens fördelning mellan delkvistade och ej delkvistade objekt.

	Delkvistade	Ej Delkvistade	Enhet
<b>Total Volym brutto:</b>	27 671	40 072	m <sup>3</sup> fub
<b>Antal</b>	42	67	st
<b>Medelstammarnas medelstam</b>	0,066	0,097	m <sup>3</sup> fub/stam
<b>Standardavvikelse</b>	0,019	0,043	m <sup>3</sup> fub

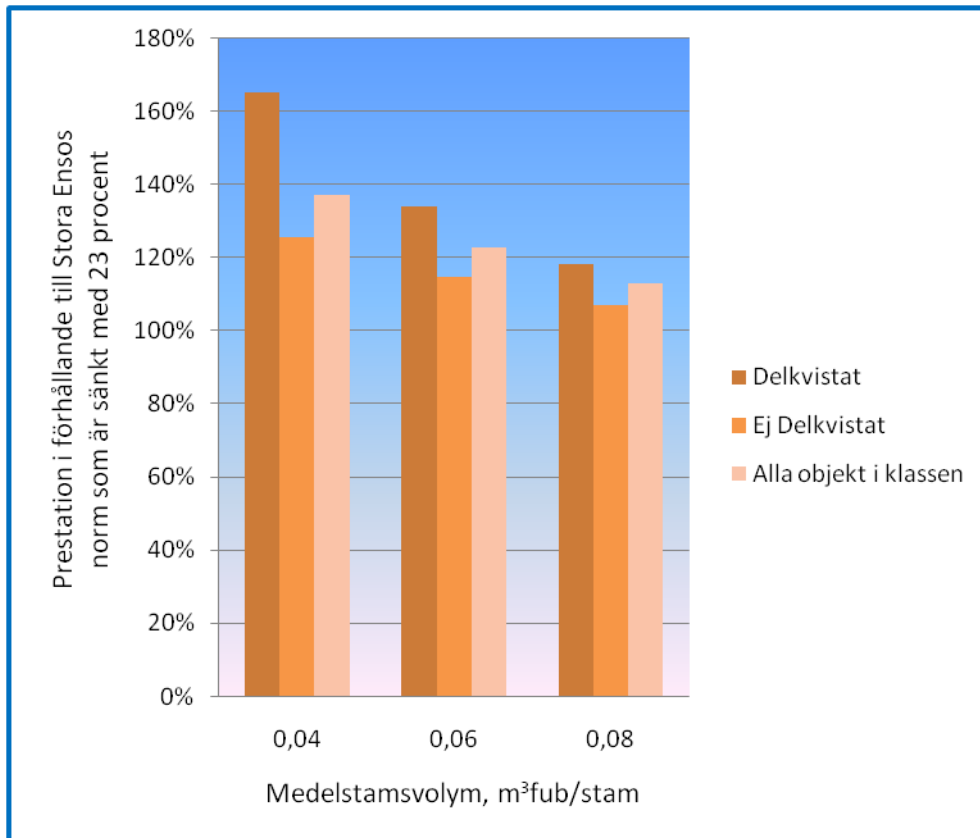


Figur 4.7. Andel flerträdshantering på de objekt där det har apterats delkvistade sortiment.

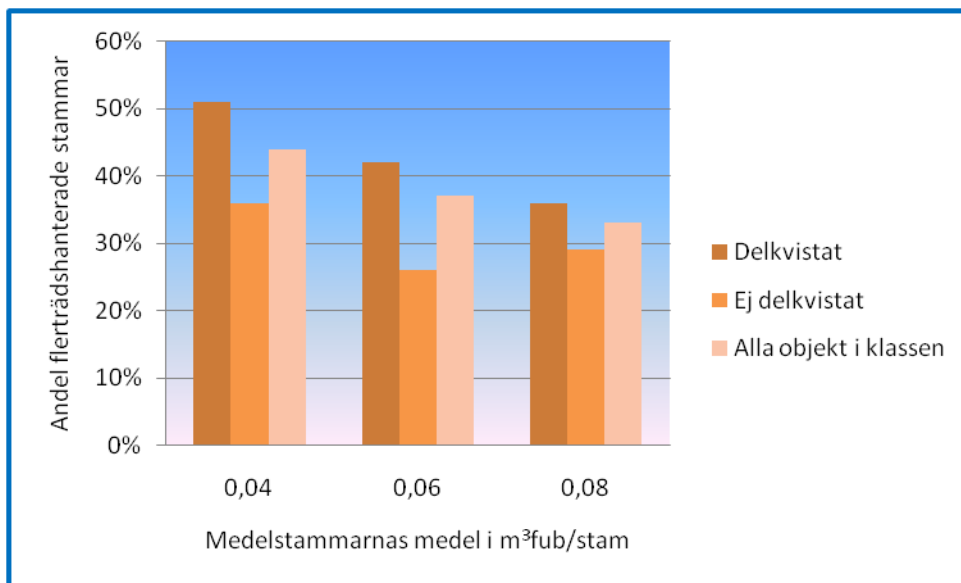


**Figur 4.8.** Andel flerträdshantering på de traditionellt avverkade objekten.

I figur 4.9, ser man skillnaden mellan hur mycket volym i  $\text{m}^3\text{fub}/\text{G}_{15}$ -timme som maskinerna har avverkat när de har apterat delkvistat samt ej delkvistade sortiment i förhållande till Stora Ensos norm som här är sänkt med 23 procent. Det är tydligt att flerträdshantering har en produktionshöjande effekt i förhållande till Stora Ensos norm när man endast apterar traditionella sortiment, särskilt när medelstammen är låg. På de 42 objekt där man har apterat delkvistade sortiment är prestationen avsevärt högre än vid traditionellt uttag. I figuren är objekten indelade i tre olika medelstammsklasser med 0,04, 0,06 och 0,08 som klassmitt. Det innebär att klassen 0,04 innehåller objekt mellan 0,03 och 0,0499. Detta gäller även för de två grövre klasserna. Prestationen för varje stapel i delkvistat och ej delkvistat är ett medel av alla objekten per klass. Det visas även en stapel som kallas för alla objekt och den är endast med för att tydliggöra hur objekten påverkas av de olika sortimenten. Stapeln med alla objekt inkluderar både delkvistade och ej delkvistade objekt.



**Figur 4.9.** Flerträdshanteringen och det delkvistade sortimentets påverkan på prestationen i förhållande till Stora Ensos norm som är sänkt med 23 procent.



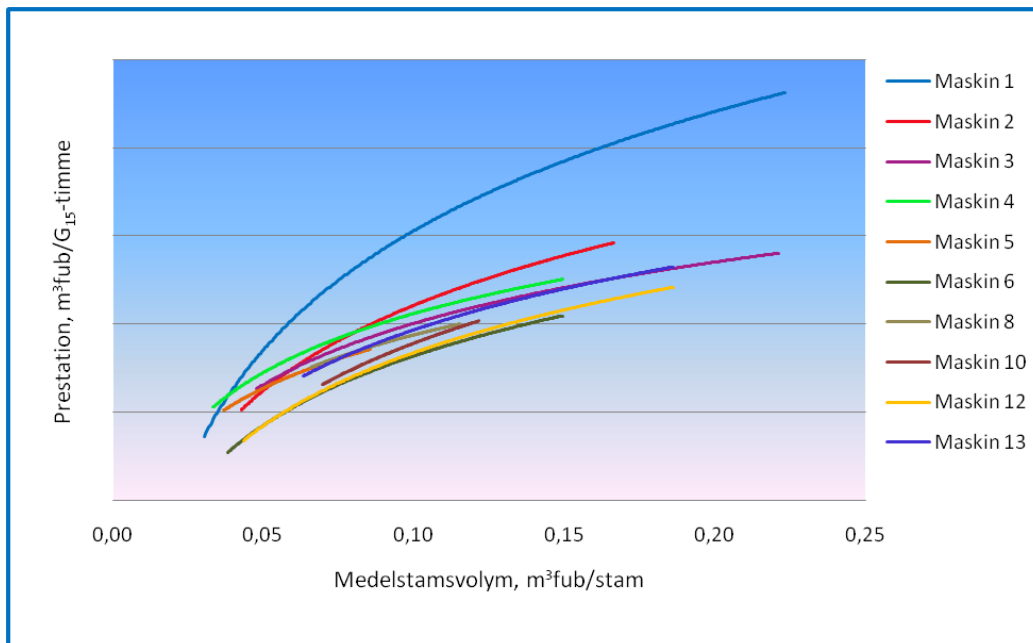
**Figur 4.10.** Det delkvistade sortimentets påverkan på andelen flerträdshanterade stammar.

Figur 4.10 är gjord efter samma sortering som figur 4.9 och här framgår att det på objekt där man har apterat det delkvistade sortimentet är andelen flerträdshanterade stammar betydligt högre än på de ej delkvistade objekten.

### 4.3 Prestationer

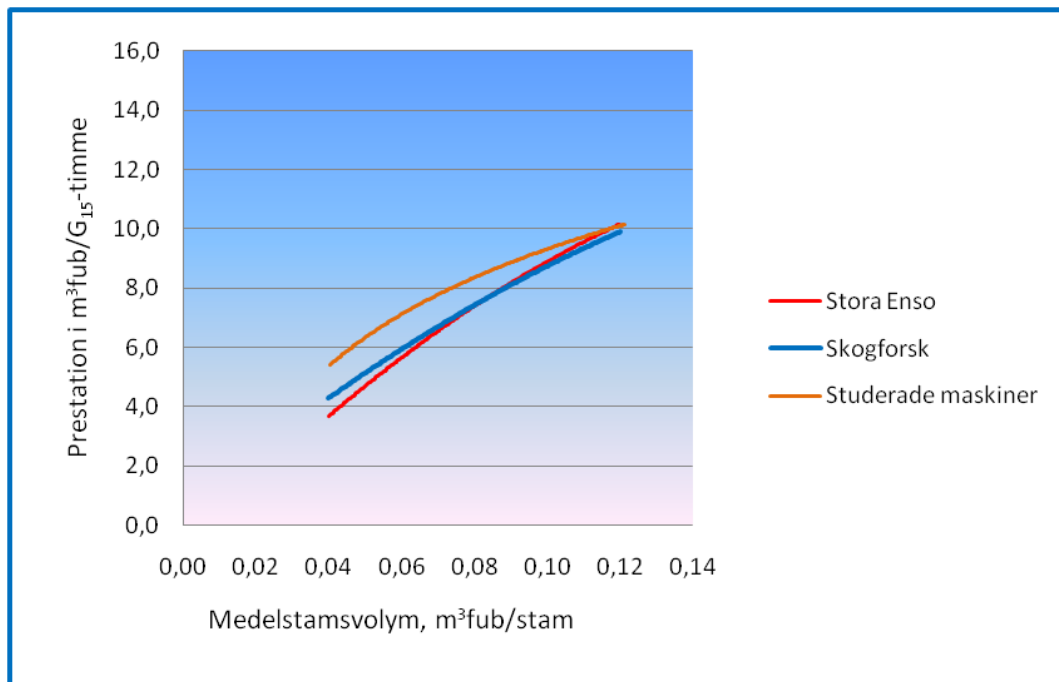
Under denna rubrik kommer det att presenteras figurer som visar hur maskinerna har presterat i jämförelse med Stora Ensos och Skogforsks normer när de är sänkta med 23 respektive 17,5 procent vilket i praktiken är den normala traktkorrigeringen för dessa kurvor.

Figur 4.11 visar prestationsnivåerna vid olika medelstam för de tio maskiner som det finns fem eller fler objekt på. Anledningen till att fyra maskiner är bortsorterade är att det blir en missvisande kurva när trendlinjen grundar sig på för få objekt. Detta är en jämförelse för att se hur prestationen mellan de olika maskinerna i studien skiljer sig åt. Det är därför inte intressant att se prestationsnivån i  $\text{m}^3\text{fub}/\text{G}_{15}$ -timme så volymskalans på y-axeln är borttagen. Maskin 1 utmärker sig mot de andra genom att ha en avsevärt högre prestation.



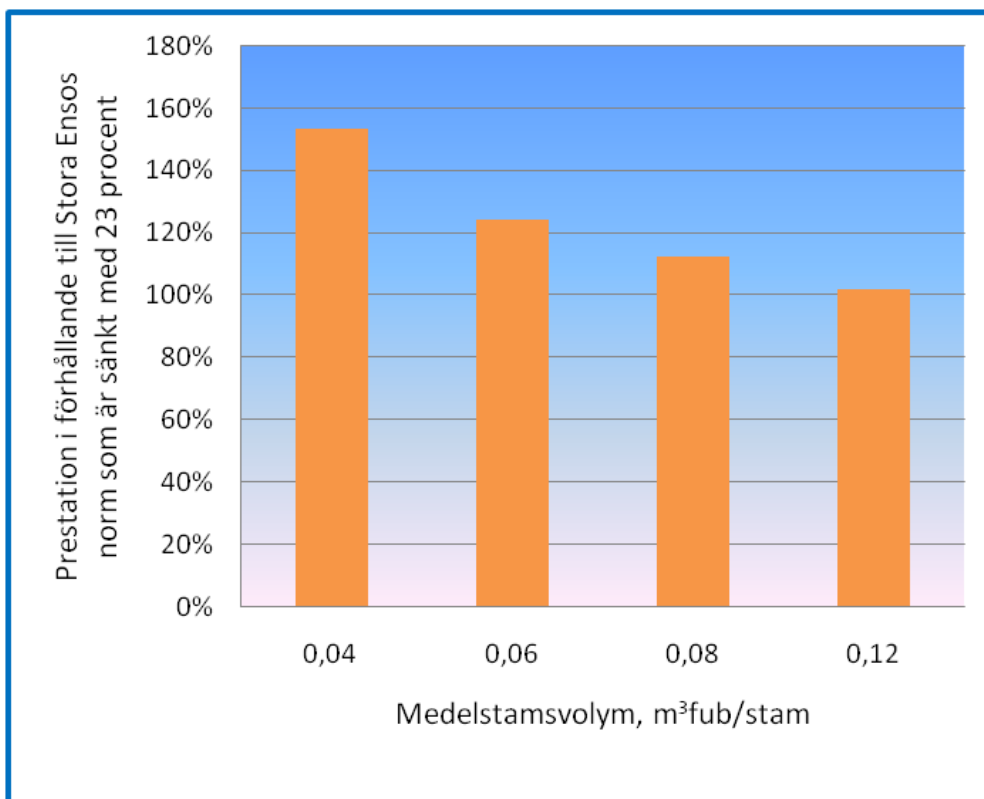
Figur 4.11. Maskinernas individuella prestationskurvor.

I figur 4.12 ser man förhållandet i prestationerna mellan alla objekt på de 14 maskinerna och Stora Ensos och Skogforsks normer efter att de är sänkta för normal traktkorrigerig med 23 respektive 17,5 procent. Trendlinjerna går upp till medelstammen 0,12 m<sup>3</sup>fub/stam eftersom att det är upp till denna medelstam som maskinerna har använt sig av flerträdshantering i tillräckligt stor utsträckning. Efter det minskar frekvensen av användandet och man kan då använda sig av de äldre normerna för att se den förväntade prestationen.

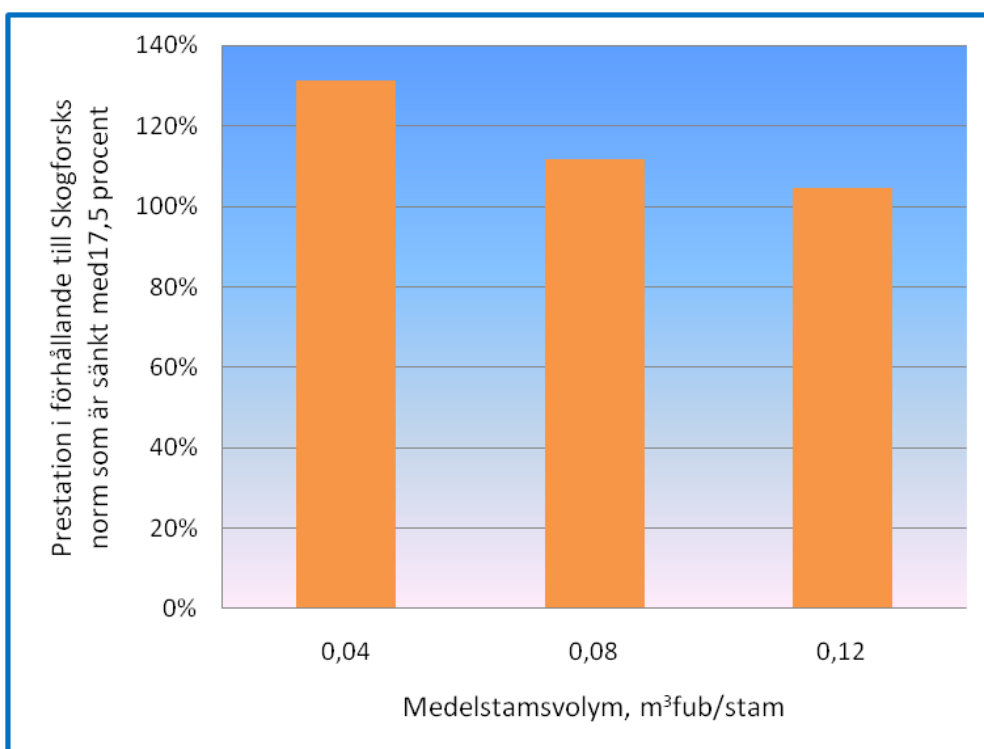


**Figur 4.12.** De studerade maskinernas gemensamma produktion i förhållande till Stora Ensos och Skogforsks normer som är sänkta med 23 respektive 17,5 procent.

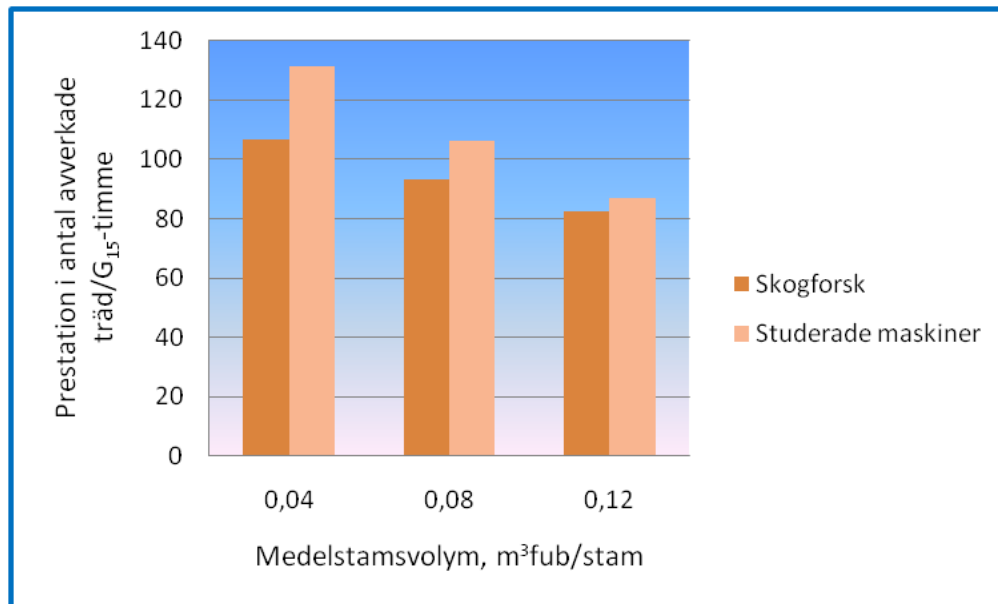
Figurerna 4.13 och 4.14 visar den totala prestationen i förhållande till Stora Ensos och Skogforsks normer uppdelat på olika medelstamsklasser. Objekten är uppdelade med en klassmitt. Varje klass består av en enhet ner och en upp. Här ingår alla objekt, både delkvistade och ej delkvistade. Det är tydligt att prestationerna är betydligt högre än normerna i de klenare klasserna. Men i den grövsta klassen 0,12 är prestationerna nästan på samma nivå som för respektive norm, dvs. på 100 procent.



**Figur 4.13.** Procentuell prestation i förhållande till Stora Ensos norm som är sänkt med 23 procent

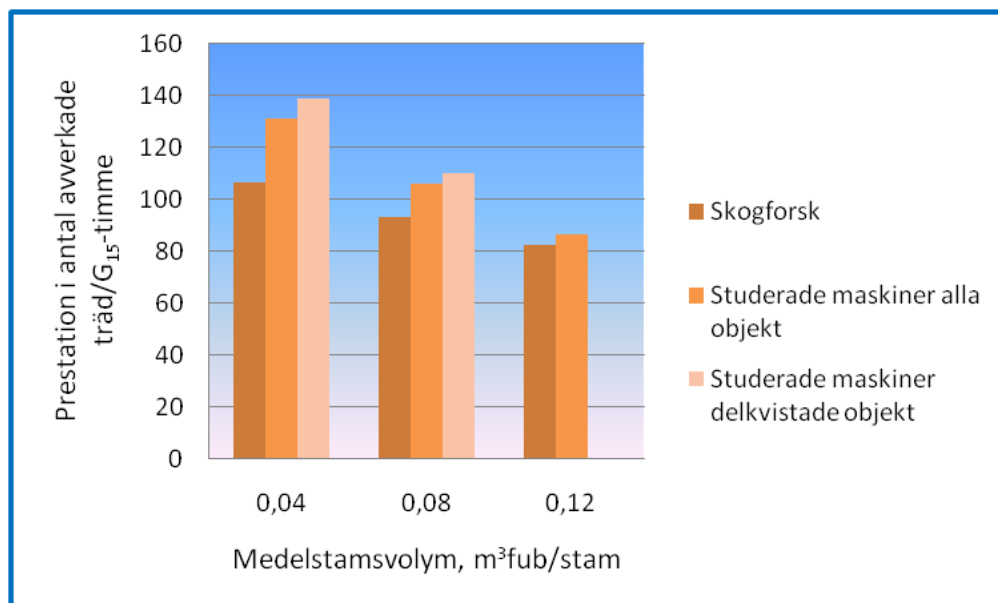


**Figur 4.14.** Procentuell prestation i förhållande till Skogforsks norm som är sänkt med 17,5 procent



**Figur 4.15.** Antalet averkade träd/G<sub>15</sub>-timme i förhållande till medelstammen och Skogforsks norm.

Figur 4.15 visar hur prestationen i antalet averkade träd per G<sub>15</sub>-timme beror av beståndets medelstam. De studerade maskinerna har även här en högre prestation än Skogforsks norm. I ett bestånd med medelstam 0,04 presterar en skördare med flerträdshantering enligt figuren ca 25 träd mer per G<sub>15</sub>-timme än vad en skördare utan denna utrustning gör. I staplarna med de studerade maskinerna ingår både delkvistade och ej delkvistade objekt. För att se om det är någon skillnad mot de objekt som är delkvistade har figur 4.16 skapats. Där ser man samma staplar som i 4.15 men de objekt som är delkvistade är här utsorterade och visas i en egen stapel för de två klenaste klasserna. Det framgår av jämförelsen att de delkvistade objekten har en högre prestation än medlet av alla objekt. Det innebär att de objekt som inte är delkvistade sänker prestationen.



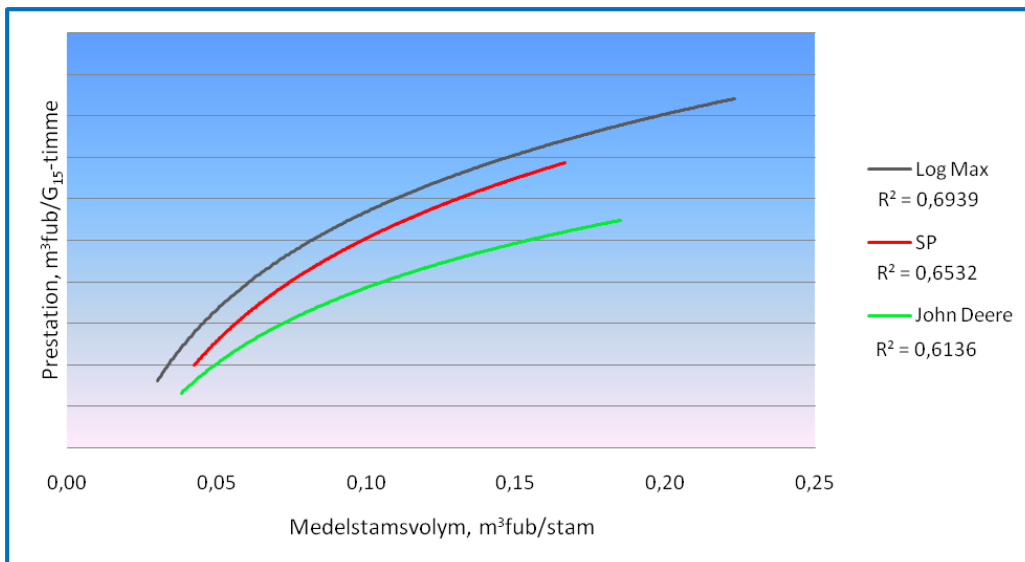
**Figur 4.16.** Antalet averkade träd/G<sub>15</sub>-timme i förhållande till medelstammen och Skogforsks norm. Samt skillnaden mellan delkvistade objekt och medlet av alla objekt. I de kommande figurerna presenteras skillnader i prestationerna mellan olika maskiner och aggregat.

Figur 4.17 jämför prestationerna mellan Eco Log, John Deere och Valmet. I studien finns det fyra maskiner av vart och ett av dessa märken. Storleken på maskinerna varierar för både Valmet och John Deere men för Eco Logs del är alla maskinerna av samma modell. Även om storleken varierar så klassas alla maskinerna som stickvägsgående skördare i mellanklassen. Det gör att en jämförelse av dem är intressant. Valet av aggregat varierar dock men alla Eco Log maskinerna är utrustade med Log Max och alla John Deere maskinerna har John Deeres egna aggregat. Av Valmetmaskinerna är det tre som är utrustade med SP-aggregat och en med ett Valmet-aggregat. Anledningen till att de övriga märkena inte presenteras är att det finns för få maskiner av de representerade i underlaget, det ger då en missvisande bild.

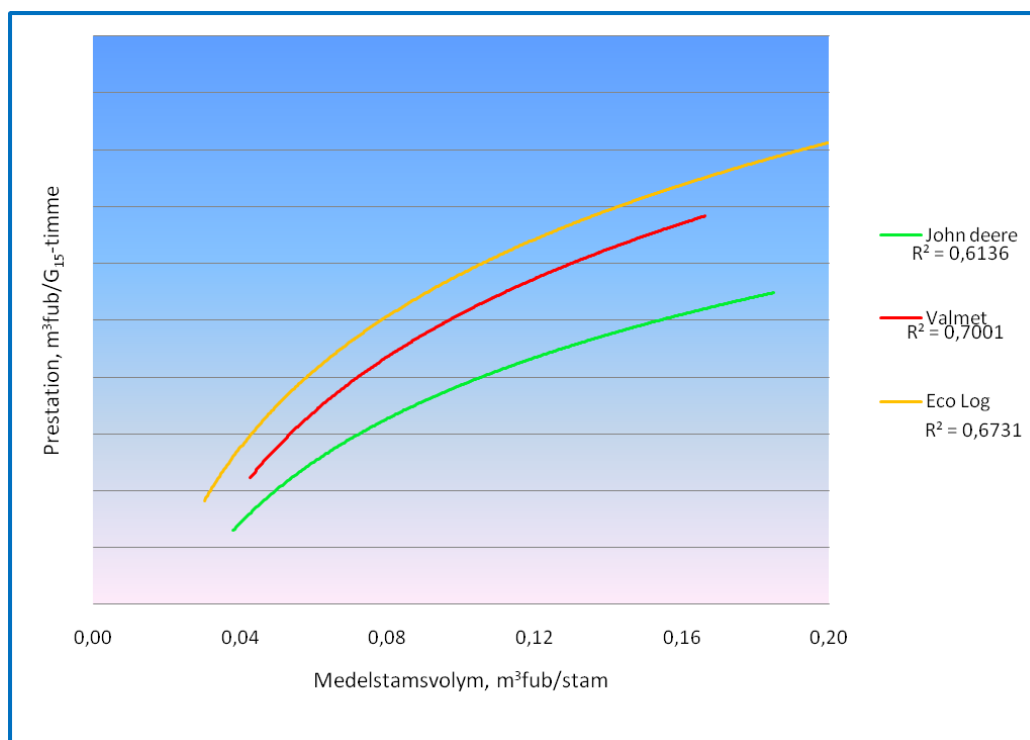
Figur 4.18 jämför prestationen mellan olika aggregat. Kurvan för John Deere i 4.17 är den samma som John Deere i 4.18. Det är dock en maskin som inte är samma i kategorierna Valmet/SP och Eco Log/Log Max. Men kurvorna ser ändå mycket lika ut.

Eco Log och Log Max ligger i figurerna på de högsta prestationerna och eftersom alla Log Max-aggregaten utom ett sitter på Eco Log-maskiner så förefaller kombinationen Eco Log och Log Max att vara den mest produktiva.





**Figur 4.17.** Jämförelse av prestationen som beror på medelstammen mellan tre olika maskinmärken.

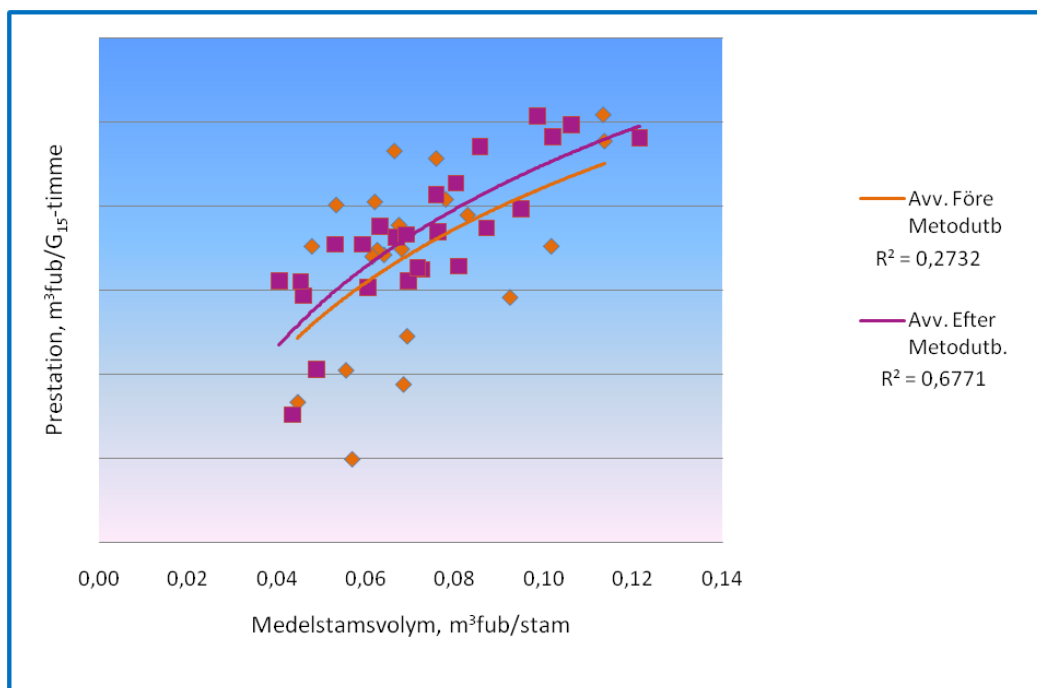


**Figur 4.18.** Jämförelse av prestationen som beror på medelstammen mellan tre olika märken av aggregat.

## 4.4 Effekt av metodutbildning

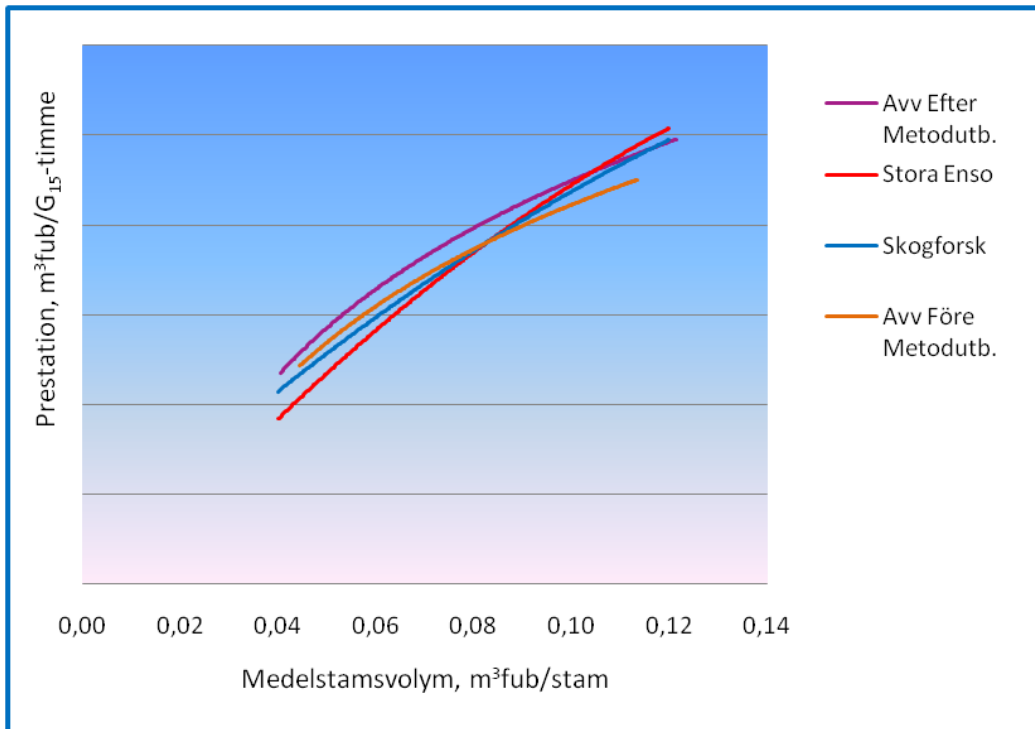
Sydved har under de senaste åren metodutbildat alla de entreprenörer som har önskat få denna utbildning. För att se om utbildningen har haft någon direkt påverkan på prestationen jämförs i figur 4.19 sex maskiners prestationsförändring på objekt som är avverkade före respektive efter det att förarna har genomgått metodutbildningen. Att det endast är sex maskiner som jämförs beror på att det bara är de som har flera objekt som är avverkade både före och efter som kan jämföras för att det ska bli ett så rättvist resultat som möjligt.

Av figur 4.19 framgår att prestationen har ökat efter genomförd metodutbildning. Det syns även att spridningen har minskat och att alla maskinerna nu närmar sig samma nivå på sina prestationer. Detta ses även av att  $R^2$ -värdet för trendlinjen för de objekt som är avverkade efter utbildningen är betydligt högre än för de som är avverkade före utbildningen.



**Figur 4.19.** Förändring av prestationer beroende av medelstammen för objekt avverkade före och efter utförd metodutbildning.

I figur 4.20 ser man prestationsskillnader mellan de objekt som är avverkade före och efter metodutbildningen i relation mot Stora Ensos och Skogforsks normer som i figuren är sänkta med 23 och 17,5 procent. Det är tydligt att prestationen är högst för de objekten som är avverkade efter utbildningen upp till en medelstam på ca 0,10 m³fub/stam. Sedan är prestationen lite lägre än Stora Ensos norm och på ungefär samma nivå som på Skogforsks.



**Figur 4.20.** Jämförelse av prestation på objekten avverkade efter metodutbildningen och Stora Ensos och Skogforsks normer som är sänkta med 23 respektive 17,5 procent.



## 5. DISKUSSION

Här kommenteras först de resultat som studien har genererat. I slutet av kapitlet diskuteras också studiens svagheter och styrkor.

### 5.1 Effekter av flerträdshantering

Det samlade intrycket av studien är att flerträdshanteringen bidrar till att prestationerna ökar. Den största ökningen som ses i studien är den mellan det framtagna förslaget till prestationskurva och Stora Ensos prestationskurva. Vid medelstamsvolymen  $0,04 \text{ m}^3\text{fub}$  per stam skiljer det ca 40 procent mellan de båda kurvorna i prestation (se figur 4.12). Störst fördel med tekniken ses därför i de klenaste bestånden, men i alla bestånd upp till en medelstam på ca  $0,12 \text{ m}^3\text{fub}$  per stam är effekten påtaglig. För objekt med högre medelstam än  $0,12 \text{ m}^3\text{fub}$  minskar effekten. I grövre bestånd med stor diameterspridning kan man dock anta att det finns en positiv effekt beroende på hur träden är placerade i beståndet. Finns det klenare grupper med träd bör det vara positivt om man kan flerträdshantera dessa och på så vis minska antalet upparbetningar.

I bestånd som har en medelstam upp till  $0,10 \text{ m}^3\text{fub}$  per stam flerträdshanteras mellan 0 och 80 procent av stammarna (se figur 4.1). Högst andel flerträdsshantering finns i de bestånd där man har avverkat delkvistade sortiment. I de delkvistade bestånden är den positiva effekten av flerträdshanteringen vid en given medelstam betydligt större än i de bestånd som inte är delkvistade. Som exempel höjs prestationen i bestånd som är delkvistade och har en medelstam på  $0,04 \text{ m}^3\text{fub}$  per stam med ca 65 procent samtidigt som ökningen i de ej delkvistade bestånden med samma medelstam endast är ca 20 procent i förhållande till Stora Ensos norm. Detta syns tydligt i figur 4.9. Anledningarna till att det är så är många. Troligt är att sortimentet som sådant ökar prestationerna eftersom det alltid tas ut som bioenergi på Sydved och att det då får innehålla alla tänkbara trädslag. Maskinerna slipper alltså att sortera träden i många olika högar utan kan lägga allt som inte blir massaved eller timmer i en enda hög. Detta, tillsammans med effekten av flerträdshanteringen, gör att prestationerna blir högre.

### 5.2 Effekt av metodutbildning

Metodutbildningen av maskinförarna har skett genom att en instruktör är med en dag när maskinen är i produktion och hjälper förarna med att hitta rätt körteknik och metod för att planera sin körning. En viktig del i utbildningen är att försöka minska krankörningen och på så vis öka prestationen och samtidigt minska bränsleförbrukningen. Den nya körtekniken bygger till stor del på att man plockar de träd som ska bort i den aktuella kranzonen och sedan upparbetar dem mot maskinen för att sedan lyfta ut riset i vägen när man är färdig i zonen. Detta gör att man endast för ut kranen till vägen en gång och sedan påbörjar nästa zon. Instruktören ger förarna tips och råd på vad de kan göra annorlunda och efter ett

tag sker en uppföljning då instruktören återigen besöker maskinen och följer upp hur arbetet har förändrats och utvecklats.

I figur 4.19 syns hur sex av de metodutbildade maskinernas prestation har förändrats efter att förarna har blivit metodutbildade. Vid medelstammen 0,10 m<sup>3</sup>fub per stam är ökningen mellan objekten som är avverkade före respektive efter utbildningen ca 6 procent. Spridningen i prestationen vid de olika medelstammarna har också minskat och det tyder på att maskinerna får en jämnare prestationskurva efter utförd utbildning.

Efter samtal med olika entreprenörer anser jag att de har upplevt att utbildningen har varit positiv på flera sätt än enbart för att prestationen har ökat. Det uppges bland annat att de inte blir lika trötta längre, att arbetet går lättare och att produktionen på skotaren har ökat. Dessa uppgifter har dock inte någon statistisk säkerhet utan är sådant som de berörda har uppgett i samband med personliga möten och diskussioner med mig.

### 5.3 Framtagen prestationskurva

Huvudmålet med denna studie har varit att den ska leda fram till en prestationskurva för flerträdshanterande skördare som gallrar klena bestånd. Med klena avses alla bestånd som har en medelvolym under 0,12 m<sup>3</sup>fub per stam. Det har tillsammans med Sydved beslutats att prestationskurvan endast ska gälla för maskiner som har ackumulerat mer än 15 procent av stammarna i beståndet. Har maskinen använt sig av tekniken på mindre än 15 procent av stammarna så bör man inte använda denna kurva utan till exempel använda Stora Ensos eller fortsätta att använda den som man tidigare använt för enkelhanterande skördare.

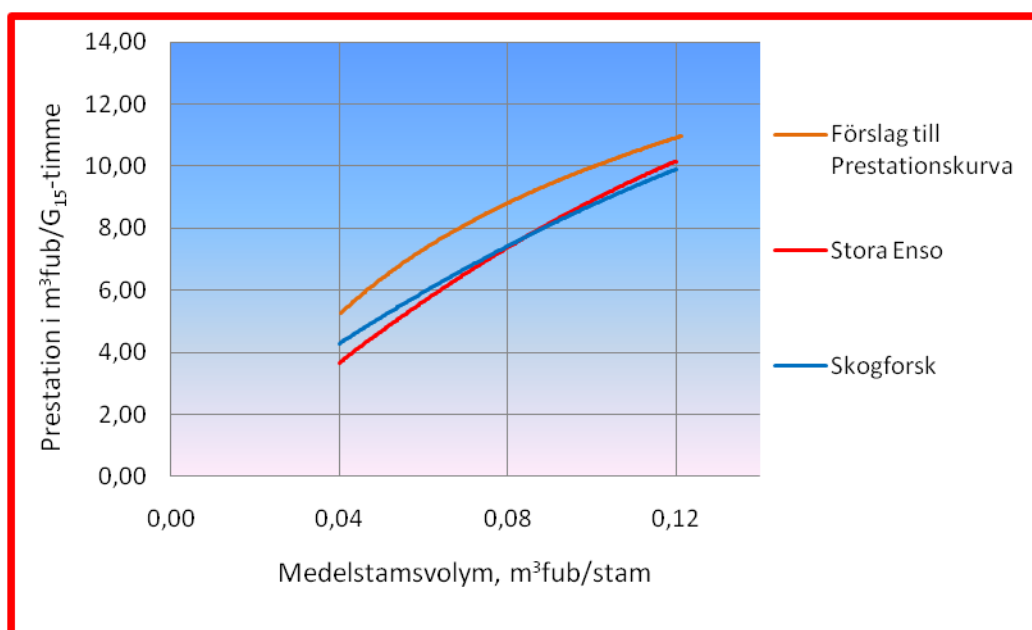
Den framtagna kurvan kan användas för bestånd med en medelstam mellan 0,04 och 0,12 m<sup>3</sup>fub där andelen flerträdshanterade stammar är över 15 procent. I bestånd som har en grövre medelstam än 0,12 rekommenderas att man utnyttjar Stora Ensos eller den tidigare använda kurvan. Funktionen ser ut på följande sätt:

$$y = 5,1878 \cdot \ln(x) + 21,915 \qquad 0,04 \leq x \leq 0,12$$

där  $y$  är prestationen i m<sup>3</sup>fub per G<sub>15</sub>-timme och  $x$  är medelstammen i beståndet i m<sup>3</sup>fub per stam.

I figur 5.1 visas grafen för den framtagna prestationsfunktionen i form av en logaritmisk trendlinje på de objekt som figuren bygger på. Datamaterialet som kurvan är baserad på har sorterats så att det innehåller 80 objekt som alla har en flerträdshanterad andel över 15 procent och en medelstam mellan 0,04 och 0,12 m<sup>3</sup>fub per stam. Kurvan bör endast användas för stickvägsgående skördare med aggregat som är i samma storleksklass som Sp 451 och upp till Log Max 5000. Den framtagna kurvan är baserad på avverkningar gjorda främst under 2010 och 2011 och speglar därför prestationsnivån som har varit under de senaste åren.

Det är därför inte omöjligt att prestationerna kommer att öka med tiden, eftersom att tekniken förfinas, avverkningsmetoden förbättras och att förarna blir skickligare.



**Figur 5.1.** Visar det framtagna förslaget till prestationskurva där prestationen i  $\text{m}^3\text{fub}/\text{G}_{15}\text{-timme}$  beror på medelstammen i  $\text{m}^3\text{fub}/\text{stam}$  för de bestånd med en flerträdshanterad andel av stammarna som är högre än 15 procent. Kurvan jämförs med Stora Ensos och Skogforsks kurvor som är sänkta med 23 respektive 17,5 procent.

I tabell 5.1 jämförs prestationen för det framtagna förslaget med siffror från Stora Enso och Skogforsks normer som är sänkta med 23 respektive 17,5 procent. Det är här tydligt att den framtagna nivån är högre än de två äldre normerna. Prestationssiffrorna för förslaget är framräknade med hjälp av den logaritmiska funktionen som presenterats ovan.

**Tabell 5.1.** Tabellen visar prestationssiffror vid olika medelstamsvolym i bestånden.

Medelstam, $\text{m}^3\text{fub}$	0,04	0,08	0,12	
<b>Prestation Stora Ensos norm sänkt med 23 %</b>	3,7	7,4	10,2	$\text{m}^3\text{fub}/\text{G}_{15}\text{-tim}$
<b>Skogforsks norm sänkt med 17,5 %</b>	4,3	7,4	9,9	$\text{m}^3\text{fub}/\text{G}_{15}\text{-tim}$
<b>Förslag till Prestationskurva</b>	5,2	8,8	10,9	$\text{m}^3\text{fub}/\text{G}_{15}\text{-tim}$
<b>Förslagets prestationsökning i förhållande till Stora Ensos</b>	42,1	19,4	7,4	Procent
<b>Förslagets prestationsökning i förhållande till Skogforsk</b>	21,6	18,7	10,3	Procent

## 5.4 Studiens för- och nackdelar

Den stora fördelen med studien är att den grundar sig på verkliga objekt som är gallrade i Sydveds regi utan att någon i förväg har vetat om att denna studie skulle genomföras. Studien speglar därför sannolikt den verkliga produktionen som Sydveds organisation normalt presterar. Eftersom det ingår så många olika objekt som är avverkade av olika maskiner med olika aggregat och av många olika förare så ger det också en bra bild över vad skördarna normalt presterar vid vissa medelstamsvolymmer i bestånden. Det stora antalet objekt gör även att man kan anta att alla olika typer av bestånd är representerade i underlaget, dvs. både bra och dåliga gallringar.

Det är en stor fördel att alla volymer och tider har inhämtats i  $m^3$ fub respektive  $G_{15}$ -timmar. Det gör att några omräkningar inte förekommer och en felkälla är då eliminerad.

Störst nackdel med studien hittar man i metoden att välja ut objekten. Eftersom det har varit mycket folk inblandade i urvalet är det många olika tolkningar av kravspecifikationen som gör att alla bestånd förmodligen inte har exakt samma klassificering även om man har följt samma specifikation.

Att objekten inte har kunnat besökas för mer noggranna bedömningar av avverkningsförhållandena gör att man inte vet hur stor variation det är mellan objekten. Vid besök skulle det kunna framkomma faktorer som tydligt gör att produktionen har påverkats positivt eller negativt. Exempel på sådana faktorer är brant terräng, blockigt, fuktigt, varierande och ojämna bestånd, snöförhållandet vid avverkningen osv.

Att man inte kan få antalet buntar från mer än John Deere och Timberjack maskinerna gör att man inte kan utläsa antalet krancykler från mer än dessa maskiner. Det skulle vara önskvärt om fler tillverkare kunde erbjuda den informationen. För om man vet det så kan man på ett effektivare sätt se hur väl flerträdshanteringen används och hur många stammar som det är normalt att man ackumulerar i snitt.

Det skulle vara önskvärt att man vid en sådan här studie hade tillgång till exakta arealuppgifter på varje bestånd. Det hade gett möjlighet till att räkna på hur stort uttag man har gjort per hektar, både i  $m^3$ fub och uttryckt som antalet avverkade stammar per hektar. I Rönnqvists studie (2011) framkommer det att antalet uttagna träd per hektar är den faktor som vid flerträdshantering påverkar produktionen mest. Det är dock inte så konstigt eftersom det värdet är ett mått på hur tätt det i snitt är mellan stammarna som tas bort. Ju kortare avstånd det är desto mindre krankörning behövs för att fylla aggregatet.

Det bör framhållas att alla maskiner i föreliggande studie är stickvägsgående och att de jämförs med Stora Ensos och Skogforsks normer som båda bygger på såväl stickvägs- som beståndsgående maskiner.



## 6. SAMMANFATTNING

Det främsta målet med studien har varit att undersöka hur prestationen påverkas när man använder flerträdshantering och med hjälp av det insamlade datamaterialet ta fram ett förslag på prestationskurva för flerträdshanterande skördare. Jämförelser har gjorts med tidigare framtagna prestationsnormer. Arbetet är utfört under sommaren 2011 men grundar sig på avverkningar som till största del är utförda under 2010 och 2011.

Studien visar att flerträdshantering har effekten att prestationerna markant ökar i gallringar med medelstamsvolym under  $0,12 \text{ m}^3\text{fub}$ . Ökningen är olika stor för olika medelstamsklasser. I bestånd med en medelstam på  $0,04 \text{ m}^3\text{fub}$  är ökningen så hög som upp till ca 40 procent medan den i bestånd med en medelstam på  $0,12 \text{ m}^3\text{fub}$  är ca 10 procent. En del av arbetets huvudsakliga syfte har varit att ta fram en funktion som kan användas för att se den förväntade prestationen i gallringar som har en medelstamsvolym under  $0,12 \text{ m}^3\text{fub}$  per stam och en andel flerträdshanterade stammar som är över 15 procent. En sådan funktion presenteras också för stickvägsgående maskiner.

Jämförelser mellan bestånd som är avverkade med uttag av delkvistade sortiment har gjorts med bestånd där delkvistade sortiment ej har tagits ut och prestationsskillnaderna är tydliga. Det delkvistade sortimentet förstärker flerträdshanteringens ökande prestationseffekter i klena gallringar. I bestånd som är delkvistade och som har en medelstam på  $0,04 \text{ m}^3\text{fub}$  är prestationsökningen ca 65 procent, samtidigt som ökningen i de ej delkvistade bestånden med samma medelstam endast är ca 20 procent.

Hur prestationerna påverkas när andelen flerträdshanterade stammar ökar har även undersökts och det finns ett tydligt samband. Det är även tydligt att flerträdshantering ökar på de objekt där man avverkat ett delkvistat sortiment.

Effekten av den metodutbildning som vissa entreprenörer har genomgått har undersökts på de maskiner där förarnas utbildning är slutförd. Enligt resultatet som framkom i de jämförelserna har de metodutbildade förarna ökat sina prestationer efter att de blivit utbildade.



# KÄLLFÖRTECKNING

## Publikationer

Agestam Eric (2009): *Skogsskötselserien nr. 7, Gallring*, Skogsstyrelsen

Bergkvist Isabelle (2003): *Resultat nr.5, Flerträdshantering ökar prestationen och ökar nettot i klen gallring*, Skogforsk

Bergström Dan, Ulvcrona Thomas, Nordfjell Tomas, Egnell Gustaf och Lundmark Tomas (2010): *Skörd av skogsbränsle i förstagallringar*, SLU

Björheden Rolf (2010): *Effektivare Skogsbränslesystem 2007-2010*, Skogforsk

Brunberg Torbjörn (1997): *Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring, Redogörelse nr 8*, Skogforsk

Dehlén Jonas (2010): *Mindre studie av en ny gallringsmetod i stamtät förstagallring av gran i södra Sverige*, Examensarbete i skogshushållning, SLU

Eriksson Lennart, Gullberg Tomas, Woxblom Lotta (2008): *Skogsbruksmetoder för privatskogsbrukaren*, Institutionen för skogens produkter, Rapport nr 10, SLU

Hakkila Pentti (2005): *Fuel From Early Thinnings*, International Journal of Forest Engineering, Volume 16, Number 1

Iwarsson Wide Maria (2009a): *Resultat nr.3, Skogforsk*

Iwarsson Wide Maria (2009b): *Resultat nr.8, Skogforsk*

Iwarsson Wide Maria (2009c): *Arbetsrapport från Skogforsk nr.682*, Skogforsk

Iwarsson Wide Maria och Belbo Helmer (2009): *Arbetsrapport från Skogforsk nr.679*, Skogforsk

Mattsson Staffan (1999): *Resultat nr.14, Skogforsk*

Olsson Staffan (2004): *Behandling av konfliktbestånd – problem och möjligheter*, Examensarbete nr 60, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Alnarp 2004.

Pettersson Bengt, Backe Jan (1998): *Röjningsundersökning 1997: produktion - miljö*, Skogsstyrelsen

Petterson Nils, Fahlvik Nils och Karlsson Anders (2007): *Skogsskötselserien nr. 6, Röjning*, Skogsstyrelsen

Rönnqvist Andreas (2011): *Produktivitetseffekter av flerträdshantering*, Examensarbete i skogshushållning, SLU

Skogsstyrelsens författningssamling (2009a): *Skogsstyrelsens författningssamling, (2009:1)*, Definition av röjning

Skogsstyrelsens författningssamling (2009b): *Skogsstyrelsens författningssamling, (2009:1)*, Definition av gallring

Staaf Håkan, Naturvårdsverket, Egnell Gustaf, Sveriges lantbruksuniversitet  
Anna Lundborg (2004): *Energimyndighetens forskningsprogram om Biobränslen och miljön, delprogram Uthållig produktion av skogsbränsle*, juli 2000 – juni 2004

Walentin Cristofer: *Gallring i granskog*, Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap, Alnarp.

## Internetdokument

Länk A:

Sydved AB 2011-06-07

<http://sydved.se/page28.aspx>

Länk B:

Vida 2011-07-05

<http://www.vida.se/rojningsformer.aspx>

Länk C:

Kunskap Direkt 2011-06-09

<http://www.skoqforsk.se/sv/KunskapDirekt/Gallra/Gallringens-utforande/Maskinell-gallring/Gallringssystem/>

Länk D:

Allan Bruks 2011-08-12

<http://www.allanbruks.se/sv/produkter/klippaggregat/index.php>

Länk E:

Log Max AB 2011-08-06

[www.flertradshantering.se](http://www.flertradshantering.se)

Länk F:

Skogsstyrelsen 2011-06-10

<http://skoqstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skoqsbruk/Skota-skoq-/Skoqsbransle/Askaterforing/>

## **Personliga meddelanden**

Anders Bruks, VD Allan Bruks AB, 2011-07-08.

Magnus Alexandersson, skogsbruksutvecklare, Sydved, maj 2011.