



**SKOGSMÄSTARPROGRAMMET**  
Examensarbete 2013:02

## **Produktionsskillnader vid olika antal sortiment**

*Production differences at different quantity of  
assortments*



**Fredrik Jacobsson**

## Produktionsskillnader vid olika antal sortiment

Production differences at different quantity of assortments

Fredrik Jacobsson

**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:** 2013

**Elektronisk publicering:** <http://www.slu.se/skogsmastarskolan/examensarbete>

**Nyckelord:** flerträdshantering, ackumuleringsutrustning, delkvistat sortiment

**Serienamn:** Examensarbete / SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2013:02



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarprogrammet

## **FÖRORD**

Den här studien har genomförts som ett examensarbete på uppdrag av Sydved under sommaren 2012. Detta moment ingår i Skogsmästarskolans utbildning och har skrivits på nivå grund C och omfattar 15 hp vilket motsvarar 10 veckors studier.

Studiens inriktning och mål har diskuterats fram tillsammans med Anders Ehrenström, skogsbruksutvecklare på Sydved region nord. Målet med studien är att ta fram ett underlag som visar hur antalet sortiment påverkar prestationen för både skördare med ackumuleringsutrustning och skotare, i klena gallringar vid olika medelstam.

Stor tack till personerna nedan som bidragit med värdefull hjälp.

- Anders Ehrenström, handledare och skogsbruksutvecklare på Sydved region Nord.
- Staffan Stenhag, handledare och universitetslektor på SLU-Skogsmästarskolan.
- Entreprenörer och maskinförare som deltagit i studien.



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>FÖRORD</b> .....	<b>III</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b> .....	<b>V</b>
<b>1. ABSTRACT</b> .....	<b>1</b>
<b>2. INLEDNING</b> .....	<b>3</b>
2.1 ALLMÄNT OM SYDVED .....	3
2.2 GALLRING .....	3
2.3 GALLRINGENS UTFÖRANDE .....	4
<i>Gallringsformer</i> .....	4
<i>Gallringskvot</i> .....	5
<i>Geometrisk gallring</i> .....	5
<i>Korridorgallring</i> .....	6
2.4 SKOGSBRÄNSLEUTTAG I GALLRING .....	6
<i>Skogsbränsle</i> .....	6
<i>Knäckkvistning</i> .....	6
<i>Delkvistat sortiment</i> .....	7
<i>Kombinerat uttag i gallring</i> .....	7
2.5 TEKNIK FÖR AVVERKNING AV KLENA TRÄD .....	8
<i>Sågklinga</i> .....	8
<i>Klipp</i> .....	9
<i>Sågsvärd</i> .....	10
<i>Jämförande studie av tre tekniker</i> .....	11
2.6 NEGATIVA EFFEKTER AV SKOGSBRÄNSLEUTTAG I GALLRINGAR .....	12
2.7 PRESTATIONER VID GALLRING .....	12
<i>Prestationen för skördare med flerträdshanterande aggregat</i> .....	12
<i>Prestation för engreppsskördare i gallring</i> .....	13
2.8 SYFTE OCH MÅL MED ARBETET .....	13
<b>3. MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>15</b>
3.1 KRAV PÅ FÖRARE OCH MASKINER .....	15
<i>Förare</i> .....	15
<i>Maskiner</i> .....	15
3.2 OBJEKTENS UTFORMNING OCH KRAV .....	15
3.3 STUDIENS GENOMFÖRANDE .....	16
<i>Maskiner</i> .....	17
<i>Tidsstudie</i> .....	17
<i>Beräkning av insamlat material</i> .....	18
3.5 OBJEKTENS EGENSKAPER INNAN GALLRING .....	18
<i>Objekt 1</i> .....	18
<i>Objekt 2</i> .....	19
<i>Objekt 3</i> .....	20
<b>4. RESULTAT</b> .....	<b>21</b>
4.1 SORTIMENTSPÅVERKAN HOS SKÖRDARE .....	21
4.2 SORTIMENTSPÅVERKAN HOS SKOTARE .....	24
.....	26
4.3 PRESTATIONSSKILLNADER VID AVVERKNING AV DELKVISTAT SORTIMENT .....	27
4.4 MEDELSTAMSVOLYMS PÅVERKAN PÅ PRESTATIONEN .....	27
<b>5. DISKUSSION</b> .....	<b>29</b>
5.1 PRESTATIONSPÅVERKNINGAR HOS SKÖRDAREN .....	29
5.2 PRESTATIONSPÅVERKNINGAR HOS SKOTAREN .....	30
5.3 PRESTATIONSPÅVERKAN VID APTERING AV DELKVISTAT .....	31
5.4 MEDELSTAMSVOLYMS INVERKAN .....	31
5.5 FÖR- OCH NACKDELAR MED STUDIENS GENOMFÖRANDE .....	31

5.6 FRAMTIDA STUDIER .....	33
5.7 SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER TILL SYDVED.....	33
<b>6. SAMMANFATTNING .....</b>	<b>35</b>
<b>KÄLLFÖRTECKNING.....</b>	<b>37</b>
PUBLIKATIONER.....	37
INTERNETDOKUMENT.....	38
<i>Personliga meddelanden</i> .....	39

# **1. ABSTRACT**

This study is done together with Sydved AB in the summer of 2012. The purpose of the study is to analyse how different quantity of assortments influence the production for forwarders and harvesters with multiple tree handling aggregate in thinning, by different tree volumes. To make this analyse a time study was performed where three entrepreneurs work has been analysed. Beside the analyse, of different quantity of assortments, has also been analysed how the tree volume and a forest fuel assortment effect the production.

The result of this study shows that the quantities of assortments have a significant meaning for the production. The biggest differences are most distinct between one and three assortments in the smaller tree volumes where production goes down if the quantity of assortments increase. This is obvious from both the harvesters and the forwarders point of view. The forest fuel assortment and the tree volume have a positive effect of the production.

The conclusion is that when the opportunity exists to use as few assortments as possible in the thinning, the production can be kept on a high level.





## 2. INLEDNING

Det här examensarbetet syftar till att undersöka hur antalet sortiment som tas ut påverkar produktionen i gallring. Detta har undersökts för skotare och skördare med flerträdsutrustning i bestånd med olika medelstam.

I detta kapitel kommer först en litteraturoversikt att presenteras. I denna läggs vikten på att beskriva vilka gallringstekniker som finns och i vilken utsträckning flerträds hantering beprövats. För att få en bredare inblick i skogsskötseln har även gallring beskrivits mer noggrant. Inledningsvis följer en kort presentation om uppdragsgivaren Sydved AB.

### 2.1 Allmänt om Sydved

Sydved AB är ett företag som köper leveransvirke och skog på rot samt erbjuder skoglig service och rådgivning. Verksamheten i fält är uppdelad på två regioner, nord och syd, och i tio distrikt. Sydved AB har ca 150 anställda och omsätter varje år ca 3 miljarder kronor. Bolaget, som ägs av Stora Enso och Munksjö, anskaffar årligen ca 6 miljoner kubikmeter virke. Huvuddelen av virket levereras till ägarnas industrier men Sydved försörjer även en rad sågverk och träindustrier med virkesråvara genom leverans av sågtimmer och specialsortiment (Sydved, 2012, Länk A).

### 2.2 Gallring

Huvudskälet till att skogen ska gallras handlar om skogsbrukets ekonomi på både kort och lång sikt. För att man ska gynna utvecklandet av olika strukturer och miljöer i skogen, är gallring en avgörande åtgärd. I och med det blir gallring en viktig faktor när det gäller naturvård, rekreationsskogar och kulturminnesvård. Årligen gallras ca 360 000 ha vilket volymmässigt motsvarar en femtedel av den totala årliga avverkningen (Agestam, 2009).

Gallring är en av de effektivaste åtgärderna när det gäller att styra utvecklingen av skogen. Genom att gallringen utförs minskas risken för självgallring och andelen timmer och massaved som kan tas till vara ökar. De kvarlämnade träden får mer ljus, vatten och näring vilket gör att de växer bättre. Genom gallringen minskas konkurrensen om markens tillväxtresurser och träden med bäst egenskaper får möjlighet att utvecklas. Om gallringen utförs för sent koncentreras tillväxten på fel stammar, där då de förväxande träden kommer att gynnas och de klenare träden få svårt att utvecklas. De kvarstående trädens reaktion vid gallring är att de ökar andelen grönkrona samt sitt rotsystem vilket sedan leder till en ökad diametertillväxt. Denna ökade tillväxt syns på de bredare årsringarna efter gallringen. Överlag så sänker alltid gallringen den totala volymtillväxten, men för att produktionen ska koncentreras till de bästa stammarna behöver det gallras. För att producera det värdefulla virket, det s.k. gagnvirket, är skogen i behov av att gallring sker i rätt tid. Höjdtillväxten är så

gott som opåverkad av tätheten i beståndet, utan påverkas istället av ståndortens bördighet (Agestam, 2009).

När förstagallringen ska sättas in styrs av flera saker såsom trädslag, stamantal och gruppställdheten i beståndet. Om skogen tidigare har röjts kan gallringen generellt sättas in senare. Kronstorleken är även den en avgörande aspekt som avgör gallringsbehovet; när dessa börjar bli små är det dags att gallra. Det är viktigt att gallra i tid. Gallring av äldre bestånd är alltid en risk, framförallt då det gäller stormkänslighet. Problem med markvegetation och lövsly kan även förekomma vid för sen insatt gallring. Andra hjälpmedel för att uppskatta gallringsbehovet är med hjälp av gallringsmallar. De kan för olika trädslag och ståndorter ge svar på hur stor grundyta man helst ska gallra bort så att inte produktionen försämras genom en för klen utförd gallring. Antalet gallringar varierar beroende på vilken bonitet och vilka kvalitetskrav man har. På de svagare boniteterna kan 1 – 2 gallringar vara lämpligt medan det på de högre förekommer att 3 – 4 gallringar utförs (Agestam, 2009; Enström, 1996; Albrektson m.fl., 2008).

Idag är skördare och skotare det maskinsystem som används mest vid gallring. Efter att den mekaniserade gallringen slog igenom i början av 1960-talet har kostnaderna minskats och man kan därför erhålla ett positivt ekonomiskt resultat i en förstagallring. I dagens gallringar tas en stickväg upp av skördaren där den sedan faller, kvistar och kapar träden vinkelrätt mot vägen. Virket hämtas sedan av skotaren som kör ut det till avlägg. Stickvägen som tas upp används sedan också i efterföljande gallringar (Agestam, 2009; Enström, 1996).

## 2.3 Gallringens utförande

### Gallringsformer

Höggallring, låggallring och krongallring är samtliga exempel på gallringsformer där man utför en selektiv gallring. Skillnaderna dem emellan är hur valet går till av vilka träd som skall lämnas kvar respektive gallras ut ur beståndet (Agestam, 2009).

- Med *långgallring* menas att de minsta träden gallras bort medan de grövre lämnas. Orsaken till det är att de klena träden inte kommer att ha samma utveckling som de grövre. Denna gallringsform förekommer mest i dagens gran- och tallgallringar.
- *Höggallring* är motsatsen till låggallring. De grövsta träden gallras bort medan de minsta lämnas kvar. Här kommer istället de klenare träden få utvecklas till det framtida beståndet. Denna gallring bidrar till ett högre netto i och med uttaget av de grövsta träden, vilket är den stora fördelen med höggallring. Det är ändå relativt ovanligt att denna gallringsform förekommer i praktiken.

- *Krongallring* förekommer oftast vid lövskogsskötsel. Här utförs gallringen så att de träd gynnas som har bra möjligheter att utvecklas. Åtgärden i dessa bestånd är att ta bort de träd som har kronor som konkurrerar med de utvalda träden. I och med det drabbar ofta denna gallring träden i mellanskiktet. Detta är också anledningen till att krongallrade bestånd kan vara mer eller mindre tvåskiktade.

## Gallringskvot

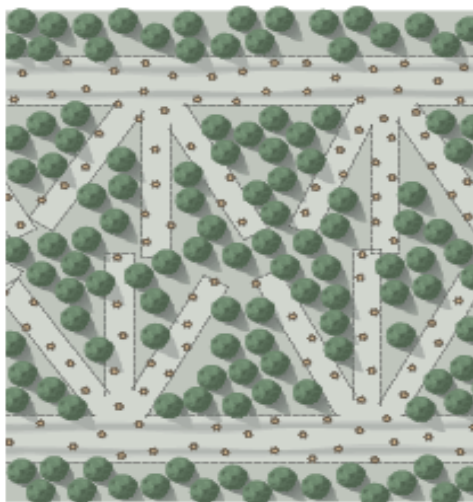
Genom gallringskvoten har man möjlighet att se vilken gallringsform som används. Gallringskvoten beskriver förhållandet mellan medeldiametern hos de stammar som gallras ut och de som får stå kvar. Nedan beskrivs Skogforsk definition på gallringskvot (Skogforsk, 2012, Länk B).

- Vid höggallring fås en gallringskvot  $> 1$ .
- Vid låggallring fås en gallringskvot  $< 0,9$ .
- Vid likformig gallring erhålls en gallringskvot mellan 0,9 och 1.

Gallringsreaktionen är ungefär densamma oavsett gallringskvot i förstagallringar. I äldre bestånd får man generellt en större gallringsreaktion med ökad gallringskvot, framför allt i talldominerade bestånd (Skogforsk, 2012, Länk B).

## Geometrisk gallring

Enligt Nordfjell (2010) kan man öka produktiviteten vid gallring av klena, täta bestånd genom att gallra i ett geometriskt mönster vinkelrätt mot stickvägen. Gallringen sker då i krankorridor eller i solfjärderform mot stickvägen där alla träd gallras ut. Detta kräver dock då att skördaren har någon form av ackumulerande fällningsaggregat som klarar av att samla de stående stammarna i en kontinuerlig rörelse.



Figur 2.1. Krankorridor mellan stickvägarna (SLU, 2010, Länk C).

Ett aggregat som är lämpligt för denna typ av geometrisk skörd i unga, täta skogsbestånd är Bracke C16a som har en sågklinga istället för sågsvärd. Om den tekniska utvecklingen fortsätter kan denna typ av gallring bli ännu mer effektiv och lönsam, samtidigt som den kan användas i allt klenare bestånd (Nordfjell, 2010).

### **Korridorgallring**

Korridorgallring lämpar sig bäst i klensamt täta bestånd där man avverkar alla träd mellan stickvägarna i två stråk istället för att göra en selektiv gallring. Övriga mellanzoner lämnas i denna åtgärd helt orörda. Virket som avverkas läggs mot stickvägarna där sedan skotaren hämtar upp det. Denna typ av gallring har visat sig öka produktionen med 10 - 15 procent i jämförelse med en vanlig selektiv gallring. Lämpliga aggregat för denna typ av gallring är t.ex. Bracke C16a och Silvaro klippaggregat. Båda är aggregat med ackumulerande fällningsteknik (Bergkvist, 2010).

## **2.4 Skogsbränsleuttag i gallring**

### **Skogsbränsle**

I och med att marknaden för skogsbränsle ökar så kommer uttaget av skogsbränsle i gallringar förmodligen att stiga. Idag tas det ut relativt små volymer men det som förekommer tas ut i hela träd eller träddeklar. Uttaget transporteras med skotare ut till vältor där det sedan kan flisas. För att få kvar en stor del av de näringsrika delarna av trädet i skogen "slarvkvistas" träden så att de finare kvistarna slås av. Detta ökar även lastvikten då det blir möjligt med en mer kompakt lastning (Egnell, 2009).

En annan metod är att ta ut skogsbränsle i form av okvistad långtopp, där fördelarna ligger i att de grövre kvistarna från stammen blir kvar i körvägen och minskar risken för rotskador i beståndet (Egnell, 2009). Enligt Di Fulvio m.fl. (2011) så ger uttag av skogsbränsle ett positivt netto vid medelstamsvolymen över 0,030 – 0,035 m<sup>3</sup>sk, när man använder en medelstor skördare och skotare.

### **Knäckkvistning**

Knäckkvistning är en form av skogsbränsleuttag, där man använder sig av aggregat med ackumuleringsutrustning och där sedan de ihopsamlade träden kvistas lätt med slöa kvistknivar. Genom denna typ av kvistning slås de klenare kvistarna av och blir kvar i skogen medan de grövre bryts och kompakteras ihop. De näringsrika delarna blir därmed kvar i beståndet vilket minskar risken för tillväxtförluster i framtiden.

I en studie av Iwarsson Wide (2009a) gjordes en jämförelse mellan fyra olika metoder i gallring där man ville se vilken metod som hade det bästa ekonomiska

nettot. Metoderna som var med i studien var helträdsuttag, knäckkvistning, traditionell gallring och kombinerad gallring. De metoder som gav högst intäkter var helträd och knäckkvistning, men metoden med helträdsuttag hade högre kostnaderna för avverkning, skotning och flisning. Uttag av massaved gav en billigare avverkning men inte samma intäkter. Den metod med högst ekonomiskt netto var knäckkvistning, där avverkningen blev billigare än vid helträdsuttag. Anledningen till det var att hanteringen av trädknippena blev lättare när man kunde ta hjälp av matarhjulen när de skulle läggas ned. Skotningen underlättades även den, i och med att materialet kompakterades bättre vid kvistningen. I en något äldre studie skriver Liss (2004) att ett uttag av enbart massaved ger ett högre netto förhållande till ett uttag av bränslesortiment. Orsaken till det är att kostnaderna blir mycket högre när flis tas ut jämfört med massaved. Det som dock påpekas i denna studie är att maskinförarna inte hade någon erfarenhet av att ta ut bränslesortiment och att studiens omfattning var begränsad, vilket kan ha påverkat resultatet.

### **Delkvistat sortiment**

Enligt VMF Syds mättningsbestämmelser gäller följande krav och punkter på delkvistat sortiment: 1) Klykor, kvist och rotben accepteras, 2) Skogs/lagringsröta och tillredningsfel tillåts i obegränsad omfattning, 3) Inget krav på krökvidd. (VMF SYD, 2009, Länk D).

- Min längd: 270 cm.
- Max längd: 579 cm.
- Min diameter: Ingen.
- Max diameter: 70 cm.

Från Sydveds sida kräver man även att 75 procent av grönmassan skall stanna kvar i skogen vid upparbetningen (Pers. meddelande Anders Ehrenström, Sydved, 2012).

### **Kombinerat uttag i gallring**

I en studie från Finland 2010 har man jämfört produktivitet och kostnad för ett visst antal maskinsystem bestående av skördare utrustade med ackumulerande aggregat och skotare med kranvågar i en förstagallring av massaved och energived (Bergström, 2011, Länk E). Åtta förstagallringsbestånd i centrala Finland var med i studien, där tre avverkningssystem ingick. I alla bestånd utfördes inventering före och efter gallring. Resultatet från denna studie pekar på att med denna typ av kombinerad utgallring av massaved och energived kan uttagsvolymen öka med 40 – 100 procent samtidigt som produktiviteten för skördaren ökar med 11 – 37 procent i jämförelse med en vanlig engreppsskördare.

Slutsatserna från studien var bland annat:

- Beståndets täthet är en starkt bidragande orsak till vilken produktivitet skördaren har. Trädslagsblandningen har däremot inte någon nämnvärd påverkan på produktiviteten.
- Med ökad mängd skördad biomassa per ha ökar skördarens produktivitet. Produktiviteten för skördaren ökade även med stigande medelstam.
- Gallring med denna metod höll en hög kvalitet och nådde rekommendationerna för denna typ av gallring.
- Vid en kombinerad skörd av massaved och energived minskar den totala drivningskostnaden vid en ökad skörd av biomassa per ha.

Enligt Iwarsson Wide (2010) så kan man med uttag av även skogsbränsle, istället för enbart massaved, öka uttagsvolymen med upp till 50 procent i lämpliga förstagallringar. I och med det så ökar naturligtvis också intäkterna. Hanteringsmässigt så kan det dock vara en nackdel att ta ut flera volymmässigt små sortiment, då detta gör hanteringen av sortimenten mer komplicerad vilket i sin tur kan leda till en dyrare avverkning. Men uttag av både massaved och skogsbränsle kan ändå vara aktuellt beroende på skogsägarens uppsatta mål med skogsbruket och det aktuella prisläget på sortimenten.

## 2.5 Teknik för avverkning av klena träd

Idag används tre olika tekniker för avverkning av klena träd: 1) sågklinga, 2) klipp och 3) sågsvärd. Alla tre har sina styrkor och svagheter, men det avgörande är hur dessa tre aggregat fungerar överlag med särskilda krav på hur de klarar av att hantera stammarna efter själva avskiljningen. Aggregaten ska kunna hantera många stammar i varje krancykel, vilket gör att det är ett krav att avskiljningen och ackumuleringen fungerar. Aggregaten måste också klara av att hålla ihop bunten bra och kunna utföra kompakteringen väl. Även frammatning och kapning måste fungera för att göra det lättare för terräng- och vidaretransport. Dagens aggregat klarar dessa krav olika bra och har varierande förutsättningar att utvecklas åt rätt håll (Iwarsson Wide, 2010).

### Sågklinga

Exempel på aggregat med sågklinga är Bracke C16a som är kan utföra både röjning och avverkning av biomassa. De ackumulerande griparmar bidrar till att stammarna enklare kan hanteras och läggas upp i högar. Detta aggregat är även framställt för att kunna användas i olika typer av röjning. Bracke C16a kan användas på skördare, skotare och andra maskiner med kranar. Kapningen utförs av en sågkedja som monteras på en cirkulär klinga, som klarar dimensioner på 1 – 26 centimeter (Iwarsson Wide, 2009b).



**Figur 2.2.** Bracke C16a sågklingaaggregat (tillstånd att använda bild av Klas-Håkan Ljungberg, Brackeforest 2012-07-09).

Iwarsson Wide (2009b) har undersökt aggregatet Bracke C16a:s prestation i olika typer av bestånd. I studien ingår två olika bestånd, ett barrblandbestånd med en del lövinslag, samt ett klenare rent tallgallringsbestånd. Studien utfördes i Gnosjö respektive Hillerstorp i Småland.

Aggregatet hade liknande prestation i de båda bestånden trots att det fanns skillnader då det gäller trädbiomassa per träd på de olika platserna. Anledningen till den liknande prestationen var att beståndet i Gnosjö hade både stor variation i stamtäthet och trädbiomassa. I beståndet i Gnosjö avverkades det 181 träd per timme, medan det i Hillerstorp avverkades 319 träd. Prestationen på de olika lokalerna låg på 6,0 respektive 6,1 ton TS per timme. Antal avverkade stammar per ha var 875 i Gnosjö och 1 320 i Hillerstorp. Slutsatsen av studien är att prestationen är hög i jämförelse med tidigare studier av Bracke, eller liknande aggregat för avverkning av klen skog.

## **Klipp**

Det finns olika varianter av de klippande aggregaten då de kan ordna avskärningen av stammarna med antingen knivar eller giljotin. Fördelarna med dessa klippaggregat, är att de är prisvärda i såväl inköp, drift som underhåll och dessutom har en enkel konstruktion. Nackdelarna består i att själva kapningen av stammarna inte går lika fort jämfört med andra tekniker, att det behövs mer kraft samt att det inte går att avverka under själva körningen (Iwarsson Wide & Belbo, 2009).





**Figur 2.3.** Klippaggregat Biojack 300 (tillstånd att använda bild av Klas-Göran Nord, CG Nord AB, 2012-07-09).

### **Sågsvärd**

Log Max 4000b är ett sågsvärdsaggregat som har möjlighet att kompletteras med ackumuleringsutrustning för flerträdshantering. Ackumuleringsutrustningen gör att aggregatet kan användas både till traditionell gallring och till objekt lämpade för flerträdshantering. Ackumuleringsenheten har möjlighet att öppna större än själva aggregatets maxöppning vilket gör det mycket enklare vid ackumuleringen av även krokiga träd (Log Max, 2012, Länk F).





**Figur 2.4.** Log Max 4000B med flerträdshanteringsystem (tillstånd att använda bild av Jesper Lövgren, Log Max, 2012-07-09).

### Jämförande studie av tre tekniker

Iwarsson Wide och Belbo (2009) jämförde under år 2008 de tre vanligaste aggregaten för uttag av klenta träd. Dessa var Naarva Grip 1500-50E, Log Max 4000b samt Bracke C16a. Det som bland annat undersöktes var aggregatens prestation när skogsbränsle gallrades ut och vad skotaren presterade vid skotning av skogsbränslet. Studien utfördes i fyra studieled i ett talldominerat bestånd. Innan gallring låg stamantalet på ca 5 000 stammar per ha. Medelstamvikten var på 0,018 ton per träd vilket ungefär motsvarar 0,04 m<sup>3</sup> f biomassa. Prestationen för aggregaten låg mellan 3,14 och 4,59 ton TS per produktiv timme och skotningen mellan 7,71 och 9,59 ton TS/G<sub>15</sub>-timme.

Två av de fyra studieleden visade positiva netton. Detta kan främst förklaras genom det stora uttaget per hektar, p.g.a. bland annat hög stamtäthet. Log Max aggregatet hade 30 procent högre prestation jämfört med de övriga aggregaten i studien. Orsaken var att sammanföringen och kapningen kunde utföras mycket lättare med Log Max och att aggregatet kunde använda matarhjulen för att dra ner stammarna. Trädbuntarna undveks då att fastna i trädkronorna. Naarva-aggregatet presterade sämst när det gällde hanteringen av antal träd per avverkningscykel. Det presterade i snitt 2,2 träd per krancykel jämfört med 2,7 för Bracke och 3,1 för Log Max. Detta beror främst på tekniska orsaker som att träd ramlar ut om man har för många träd i aggregatet. Sågklingen och klippen kan dessutom inte dra ut och mata ner stammarna, p.g.a. att de inte har några matarhjul.

## 2.6 Negativa effekter av skogsbränsleuttag i gallringar

Av Jacobsson och Kukkola (1999) framgår följande. De har studerat vilka effekter skogsbränsleuttag har på skogens tillväxt. Resultatet pekar på att det kan ge kännbara tillväxtförluster i gallring om skogsbränsle tas ut. I en större försöksserie i Sverige, Finland och Norge jämfördes tillväxten tio år efter gallring på ståndorter där skogsbränsle tagits ut. Även om biomassuttagen var relativt små så bidrog dessa till en försämrad tillväxt i elva av tolv försök. I tallbestånden var den genomsnittliga tillväxtförlusten 7 procent medan motsvarande siffra i granbestånden låg på 12 procent. Om man överför detta till vilka volymförluster det skulle kunna innebära motsvarar det 5 respektive 17 m<sup>3</sup>sk/ha under en tioårsperiod. Om man skulle införa skogsbränsleuttag som en rutinemässig åtgärd i alla gallringar skulle det alltså innebära stora tillväxtförluster. Om skogsbränsle skulle tas ut på hälften av Götalands alla granmarker en gång under en omloppstid, hade det inneburit tillväxtförluster på 300 000 – 400 000 m<sup>3</sup>sk per år i detta område.

## 2.7 Prestationer vid gallring

### Prestationen för skördare med flerträdshanterande aggregat

Enligt Jansson (2011) ökar prestationen i gallring med flerträdshantering vid medelstamsvolym under 0,12 m<sup>3</sup>fub. I bestånd med medelstam på 0,04 m<sup>3</sup>fub är ökningen så hög som upp till ca 40 procent medan den i bestånd med en medelstam på 0,12 m<sup>3</sup>fub är ca 10 procent. Vid medelstam på 0,04 låg produktionen i Janssons studie på 5,2 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-timme medan den vid 0,12 låg på 10,9. I studien framgår även tydliga prestationsskillnader mellan bestånd som avverkat uttag av delkvistat sortiment och bestånd där det inte gjorts. Det delkvistade sortimentet förstärker flerträdshanteringens ökande prestationseffekter i klena gallringar. Även Rönnqvist (2011) påvisar en högre produktivitet på objekt där delkvistade sortiment har avverkat och även på att flerträdsutrustningen i högre utsträckning används i dessa objekt.

Bergkvist (2003) påstår också att prestationen höjs vid användning av flerträdshanteringsutrustning. I studien undersöktes prestationen på Timberjack 1270B med ett 745-aggregat utrustat med ackumuleringsutrustning. Lokalerna utgjordes av två talldominerade förstagallringar där ett antal stickvägar lades ut. I det ena beståndet användes flerträdsutrustning medan det i det andra utfördes en vanlig gallring med enträdsapatering. Båda gallringarna tidsstuderades.

Beståndet där enträdsapatering användes hade en medelstam på 0,067 m<sup>3</sup>fub medan det andra hade en medelstam på 0,058. Prestationen i respektive bestånd var 7,9 och 9,3 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-timme. I beståndet där flerträdshantering användes hade skördaren en ökad prestation på 18 procent, denna ökning innebär en sänkning av avverkningskostnaden med 10 – 15 kr per m<sup>3</sup>fub, beroende på basmaskinens timkostnad.

## Prestation för engreppsskördare i gallring

I en studie av Brunberg (1997) presenteras grundprestationen i gallring för engreppsskördare. Tabell 2.1 nedan visar att prestationen ökar från 5,2 till 12 m<sup>3</sup>fub/G<sub>15</sub>-timme när medelstammen stiger från 0,04 till 0,12 m<sup>3</sup>fub.

**Tabell 2.1.** Produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. Källa: Brunberg (1997).

Medelstam, m <sup>3</sup> fub	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
Prestation m <sup>3</sup> fub/G <sub>15</sub> -timme	5,2	9,0	12,0	14,5	16,4

## 2.8 Syfte och mål med arbetet

Syftet med föreliggande studie är att analysera hur antalet sortiment påverkar produktionen hos skördare respektive skotare, vid en varierande medelstamsvolym. Denna undersökning grundar sig på flera olika objekt och maskiner vilket sedan skall resultera i ett underlag som Sydved kan ha nytta av. Nyttan ligger i att kunna se hur prestationen förändras vid uttag av olika antal sortiment. Man är redan idag medveten om att antalet sortiment påverkar prestationen, men frågan är hur den förändras vid olika medelstamsvolym och vid speciella sortimentskombinationer.

Inriktningen på detta examensarbete har tagits fram tillsammans med Anders Ehrenström på Sydved under våren 2012.

Studien skall försöka bidra till att besvara följande fyra frågeställningar.

- Hur förändras produktionen hos *skördaren* vid uttag av olika antal sortiment?
- Hur förändras produktionen hos *skotaren* vid skotning av olika antal sortiment?
- Hur stor inverkan har sortimentet "delkvistat" på produktionen när det apteras hos skördaren?
- Vilken påverkan har medelstamsvolymen på produktionen hos skördaren?



### **3. MATERIAL OCH METODER**

I kommande kapitel beskrivs tillvägagångssättet under studien från uppstart av arbetet till färdigställandet av detsamma.

Det hela började med ett telefonsamtal, där ett intresse av att utföra ett examensarbete på Sydved beskrevs. Detta följdes upp av ett möte i mars där olika förslag på examensarbetets inriktning diskuterades. Men det var inte förrän i maj månad 2012 planeringen kom igång på allvar och studiens inriktning och mål bestämdes. När kravspecifikationerna på maskiner och förare var fastställda kontaktades respektive ansvarig inköpare, för att hitta lämpliga avverkningsobjekt. Nästa steg var sedan att försöka samordna avverkningen på dessa objekt tillsammans med entreprenörerna, vilket krävde viss planering då både skördare och skotare skulle infinna sig nästan samtidigt på objekten. De krav som ställdes på förare, maskiner och objekt redovisas under avsnitt 3.1 respektive 3.2 nedan.

#### **3.1 Krav på förare och maskiner**

##### **Förare**

De krav som ställdes på maskinförarna var att de skulle ha erfarenhet av att arbeta med aggregat utrustade med ackumuleringsutrustning. Samt ha god vana att framföra maskinen som skulle användas i studien. Detta gällde även skotarförarna där arbetslivserfarenhet var viktigt.

##### **Maskiner**

Både skördarna och skotarna fick vara högst tre år gamla. Skördarna skulle även vara stickvägsgående engreppsskördare utrustade med ackumuleringsutrustning för flerträdshantering. Kranen skulle även vara 11 meter lång. Skördarna skulle även ha möjlighet att kunna skriva ut produktionsrapporter under arbetets gång, då det var avgörande för studien.

#### **3.2 Objektens utformning och krav**

Objekten som var med i studien skulle bestå av relativt homogena bestånd som det inte tidigare utförts någon gallring i och där medelstamsvolymen låg mellan 0,03 och 0,13 m<sup>3</sup>fub. Objekten skulle vara lätt drivna, med detta avses att det inte skulle finnas några extrema hinder som gjorde körningen problematisk för förarna, samt att förröjning skulle vara utförd. Objekten skulle vara av den storlek att det utan problem fanns plats för flera ytor som var 22 meter breda och 45 meter långa. Anledningen till valet av denna bredd på ytorna var att en stickvägsgående skördare och skotare har en kranlängd på ca 11 meter, vilket gjorde att de kunde arbeta sig igenom hela ytan. Medvetenheten om att beståndens karaktär kunde variera gjorde att olika storlek på ytorna i viss mån accepterades.

Det ursprungliga målet var att utföra studien på fyra olika objekt, men eftersom vissa objekt kunde erbjuda möjlighet till många fler ytor än andra var detta mål en preliminär uppskattning. Antalet ytor per objekt var svårt att säkerställa innan fältarbetet satte igång och fick istället avgöras på plats när det var dags. Det antal objekt som till slut kom att ingå i undersökningen blev tre och det antal provytor som anlades på respektive objekt framgår av tabellen nedan.

**Tabell 3.1.** Antalet ytor på respektive objekt.

Objekt	Antal ytor
1	6
2	9
3	6

Vilka sortiment som skulle förekomma vid avverkningarna fick avgöras av beståndsförhållandena, men några kombinationer som Sydved önskade att ha med i studien var uttag av:

- Endast delkvistat energivedssortiment
- Ett delkvistat energivedssortiment och ett massavedssortiment
- En kombination där delkvistat energivedssortiment inte förekommer

Objekten skulle ge möjlighet till uttag av fler än ett sortiment för att studien skulle kunna genomföras. Önskemål fanns om upp till tre sortiment för att få en ännu intressantare studie men det fick som nämnts tidigare, beståndsförutsättningarna avgöra.

### 3.3 Studiens genomförande

Fältarbetet startade med att kontakt togs med aktuell entreprenör för att kontrollera att de arbetade på objekten, eller var på väg dit. Vid senare ankomst till objekten genomfördes en övergripande genomgång för att hitta lämpliga områden där ytorna kunde placeras. När dessa platser hittats mättes de upp med måttband och snitslades in med storleken 22 meter breda och 45 meter långa. Det som ganska snart upptäcktes var att det i vissa fall kunde bli svårt att få alla ytor 45 meter långa, då beståndens karaktär kunde variera stort. I och med det har ytornas längd anpassats mer till beståndens storlek och karaktär. När alla ytor var insnitslade gjordes vissa uppmätningar på varje yta. Arbetsmetoden redovisas nedan.

- En slumpmässigt utlagd cirkelyta med 5,64 meter stor radie anlades i varje rektangelyta med hjälp av röjsnöre. Sedan räknades stammarna på

ytan och trädens diameter mättes upp genom klavning på 1,3 meters höjd.

- Trädhöjden mättes med hjälp av Haglöfs digitala höjdmätare.
- Grundytan mättes upp med relaskop.
- Åldern på beståndet togs fram genom borring.
- Både G.Y.L och T.G.L bedömdes.
- Ståndortsindex beräknades med hjälp av brösthöjdsålder och övrehöjd.
- Volymen per hektar beräknades genom virkesförrådstabell.

## Maskiner

Vilka maskiner som var med i studien redovisas i tabell 3.2 nedan.

**Tabell 3.2.** Maskiner i studien

Skördare	Aggregat	Skotare
Eco Log 580D	Log Max 500	JD 1010E
Eco Log 560	Sp 451	Gremo 1051
Gremo 1050 H		

## Tidsstudie

När alla grunduppgifter var insamlade var det dags för tidsstudien. Den började med att skördaren skrev ut en produktionsfil innan första ytan där information fanns om hittills producerad volym inom objektet. Denna information skulle sedan jämföras med den utskrivna produktionsfilen *efter* varje yta, där mellanskillnaden mellan ytorna angav producerad volym inom respektive yta. Denna volym låg sedan till grund för att även beräkna skotarprestationen.

Tidstudien utfördes i effektiv tid ( $G_0$ -tid), där inga avbrott är inräknade. Detta för att få en så säker studie som möjligt.

Nedan redovisas vilka moment som ingick i tidsstudien.

- Gallring av ytan. Tiden togs från det att skördaren startade arbetet och fram till det att den var klar med ytan.
- Lastning av de avverkade sortimenten. Tiden togs från det att skotaren började lasta fram till det att den var tillbaka där den startade.

- Lossning av de avverkade sortimenten. Tiden togs från det att skotaren började lasta av, fram till dess att allt var avlastat.

### **Beräkning av insamlat material**

När studien efterhand blev klar på respektive objekt matades det insamlade datamaterialet in i ett MS-Excel-dokument. Detta datamaterial har sedan använts för att besvara de frågeställningar som beskrivits tidigare i arbetet (se avsnitt 2.8). Genom att analysera skillnader i prestationer vid uttag av delkvistat sortiment och vid olika medelstam har sedan frågeställningarna angripits. För att kunna urskilja skillnader i prestation mellan olika medelstamklasser delades ytorna upp i fyra stycken olika klasser. De fyra medelstamsklasserna var: 1) 0,030 – 0,049, 2) 0,050 – 0,069, 3) 0,070 – 0,089 och 4) 0,09 – 0,109 m<sup>3</sup>fub/stam.

Uppgifter från alla objekt har lagts samman vid beräkningarna för att få så många ytor som möjligt inom olika medelstamsvolymer och sortimentskombinationer. Det förekommer även en del variation i antalet sortimentskombinationer mellan objekten, där vissa objekt har fler ytor med en viss kombination än andra. Anledningen till det är beståndens olika förutsättningar innan gallring.

## **3.5 Objektens egenskaper innan gallring**

Nedan kommer en allmän beskrivning av varje objekt samt en presentation av vilka sortimentskombinationer på uttagen som förekom. Mer detaljerade uppgifter för varje objekt visas i tabellform där t.ex. volymer, stamantal och ålder presenteras.

### **Objekt 1**

Detta objekt låg i Hallands län och var ett grandominerat bestånd med högt ståndortsindex (G30). Ytorna som anlades låg nära bilväg vilket underlättade studien. I detta objekt utfördes gallringen på åtta ytor, medan skotningen tidstuderades enbart på fyra p.g.a. praktiska omständigheter. Antalet ytor med respektive sortimentskombinationerna var:

- Enbart granmassaved på en yta (6)
- Enbart delkvistat på fyra ytor (2, 3, 4 och 5)
- Granmassaved och delkvistat på en yta (1)



Nedan presenteras beståndsdata för respektive yta.

**Tabell 3.3** Beståndsdata objekt 1.

Yta nr	1	2	3	4	5	6
<b>Stamantal/ha</b>	1 800	1 300	2 300	2 100	1 800	1 100
<b>Medelstam (m<sup>3</sup>fub)</b>	0,07	0,08	0,04	0,07	0,07	0,11
<b>Volym (m<sup>3</sup>fub/ha)</b>	110	80	70	135	125	90
<b>SI</b>	G30	G30	G26	G30	G30	G30
<b>T.G.L</b>	0.X.0	0.X.0	3.7.0	0.X.0	0.X.0	0.X.0
<b>G.Y.L</b>	1.2.2	1.2.2	1.2.2	1.2.2	1.2.2	1.2.2
<b>Ålder</b>	27	27	27	25	25	25
<b>Höjd</b>	13	12	10	13	13	14
<b>Grundyta</b>	21	18	18	27	27	17
<b>Medeldiameter</b>	11	13	11	12	11	15

## Objekt 2

Detta objekt var beläget väster om Örebro och bestod mest av blandbestånd av tall och gran, med visst inslag av björk. Även detta objekt låg nära bilväg vilket var positivt för studien. I detta objekt utfördes både gallring och skotning på alla ytor vilket i detta fall var tio stycken. Antalet ytor med respektive sortimentskombination var:

- Enbart delkvistat på tre ytor ( 1, 2 och 7)
- Delkvistat och granmassaved på en yta (3)
- Delkvistat, grankubb och gran- och barrmassaved på en yta (4)
- Gran- och barrmassaved på två ytor (5 och 9)
- Gran- och barrmassaved och grankubb på två ytor (6 och 8)

Nedan presenteras beståndsdata för respektive yta.

**Tabell 3.4.** Beståndsdata objekt 2.

Yta nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Stamantal/ha</b>	2 000	2 200	1 500	1 700	2 300	1 700	2 400	2 100	2 200
<b>Medelstam (m<sup>3</sup>fub)</b>	0,08	0,13	0,15	0,11	0,09	0,13	0,09	0,09	0,10
<b>Volym (m<sup>3</sup>fub/ha)</b>	130	164	185	175	140	175	165	130	175
<b>SI</b>	G30	G32	G34	G32	G32	G32	G32	G32	G32
<b>T.G.L</b>	7.2.1	4.4.2	0.9.1	1.8.1	2.8.0	7.3.0	7.3.0	4.6.0	5.5.0
<b>G.Y.L</b>	1.2.1	1.2.1	1.2.1	1.1.1	2.1.1	2.1.1	2.1.1	2.1.1	1.1.1
<b>Ålder</b>	32	32	32	40	36	36	36	36	36
<b>Höjd</b>	13,5	19	16	17	17	15	15	15	15
<b>Grundyta</b>	25	26	31	29	23	31	29	23	31
<b>Medeldiameter</b>	13	14	16	13	12	16	13	13	14

## Objekt 3

Det tredje objektet låg utanför Värnamo i Jönköpings län. Ytorna bestod mest av täta granbestånd med inslag av tall och lite löv. Vid detta objekt var skotningsavståndet längre än i de tidigare objekten vilket gjorde att denna studie var mer tidskrävande. Både gallring och skotning utfördes på alla ytor. Antalet ytor med respektive sortimentskombination var:

- Enbart granmassaved på en yta (2)
- Granmassaved och delkvistat på två ytor (3 och 4)
- Granmassaved och timmer på en yta (1)
- Granmassaved och barrmassaved på två ytor (5 och 6)

Nedan presenteras beståndsdata för respektive yta.

**Tabell 3.5.** Beståndsdata objekt 3.

Yta nr	1	2	3	4	5	6
Stamantal/ha	2 200	3 400	2 700	2 200	2 000	2 100
Medelstam (m <sup>3</sup> fub)	0,19	0,13	0,05	0,09	0,05	0,08
Volym (m <sup>3</sup> fub/ha)	215	260	120	135	100	120
SI	G34	G34	G28	G28	G26	G28
T.G.L	0.X.0	0.X.0	0.7.3	0.7.3	2.8.0	2.8.0
G.Y.L	2.1.1	2.1.1	3.1.1	3.1.1	1.1.1	1.1.1
Ålder	37	37	35	35	35	35
Höjd	20	20	13	14	12	14
Grundyta	32	37	23	26	21	23
Medeldiameter	17	14	10	14	10	13

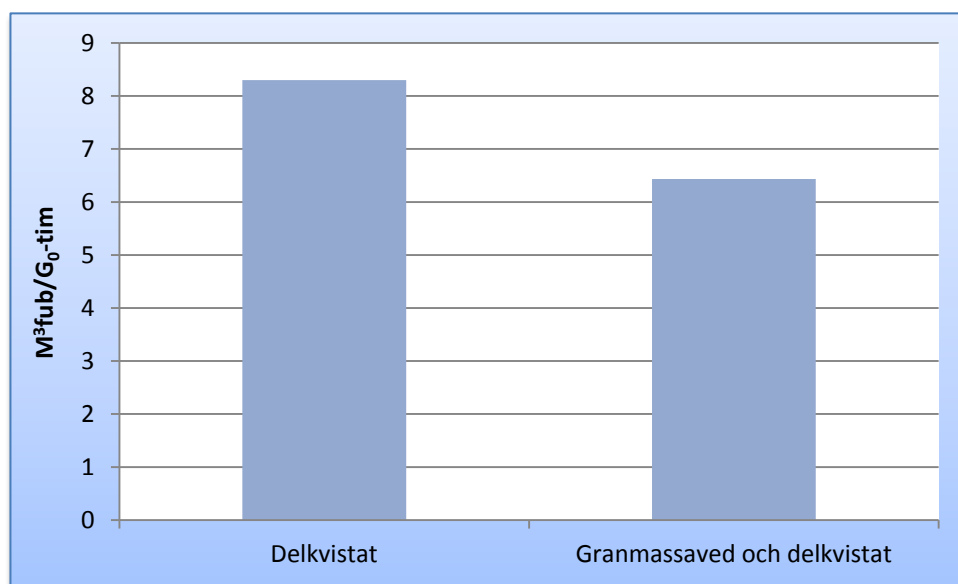
## 4. RESULTAT

Detta kapitel kommer innehålla resultatet av denna studie där de i inledningskapitlet uppställda frågeställningarna besvaras genom diagram av olika slag. Diagrammen presenteras tillsammans med en förklarande text som gör det enklare att tolka och granska dessa.

### 4.1 Sortimentpåverkan hos skördare

I diagrammen nedan presenteras skördarprestationen vid uttag av olika sortimentskombinationer vid en varierande medelstamsvolym. Medelstamsvolymerna varierar mellan 0,030 och 0,109 m<sup>3</sup>fub/stam. Detta intervall är sedan uppdelat i fyra mindre intervall i var sitt diagram som förklaras av respektive figurtext.

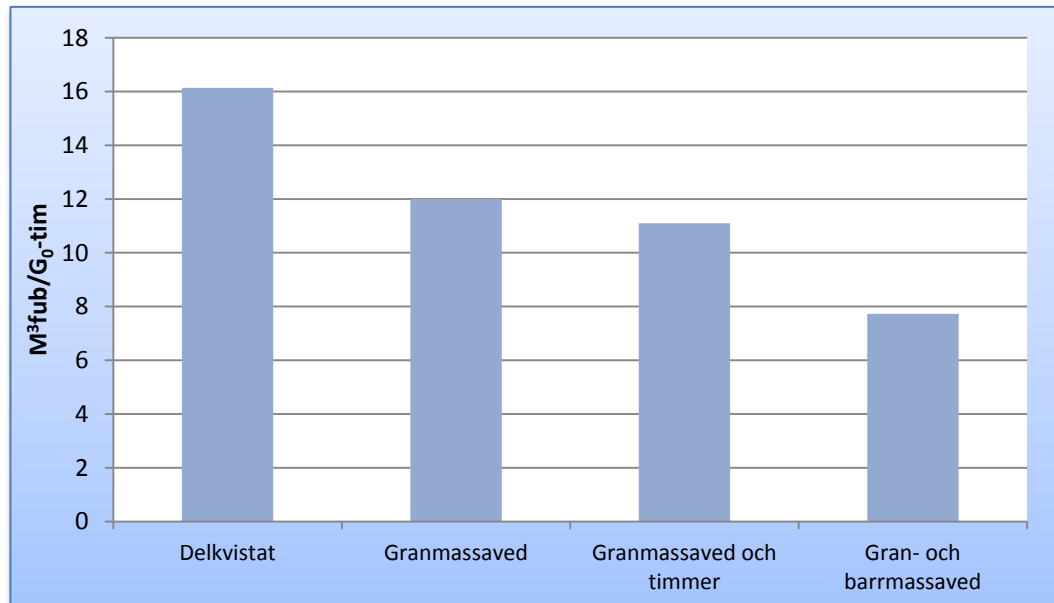
Nedanstående figur 4.1 visar att den högsta produktionen i denna studie ges vid uttag av enbart delkvistat sortiment, i jämförelse med delkvistat tillsammans med granmassaved. Skillnaden i prestation mellan dessa två sortimentskombinationer är ca 30 procent. Antalet sortiment som apteras verkar i detta fall ha betydelse för prestationen. Som syns i diagrammet är prestationen högre vid uttag av enbart ett sortiment. Resultatet baseras på 6 ytor, 3 ytor för vardera sortimentskombinationen.



**Figur 4.1.** Sortimentpåverkan på prestationen hos skördare vid en medelstam i intervallet 0,030 – 0,049 m<sup>3</sup>fub/stam (n = 6 ytor, varav 3 ytor för vardera sortimentskombination).

I figur 4.2 är principen densamma, men med en ökning i antalet sortimentskombinationer. I detta diagram presenteras prestationskillnaderna för fyra olika sortimentskombinationer. Ett uttag av enbart delkvistat sortiment ger en prestation som ligger ca 34 procent högre än för enbart granmassa och hela 109 procent högre än ett uttag av både gran- och barrmassaved.

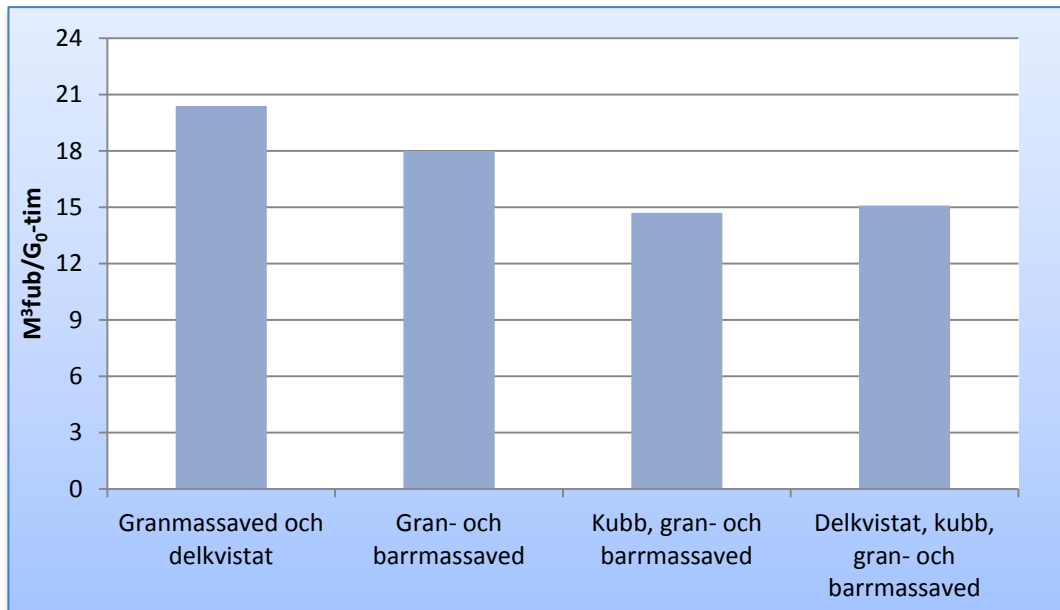
Analysen baseras på 7 ytor, där sortimentet delkvistat beräknas på 3 ytor, granmassaveden och granmassaved tillsammans med timmer på 1 yta vardera samt granmassaved tillsammans med barrmassaveden på 2 stycken ytor.



**Figur 4.2.** Sortimentspåverkan på prestationen hos skördare vid medelstam i intervallet 0,050 – 0,069 m³fub/stam (n = 7 ytor, varav 3<sub>D</sub>, 1<sub>G</sub>, 1<sub>G+T</sub> och 2<sub>G+B</sub>).

I figur 4.3 är antalet sortimentskombinationer fyra stycken. Detta diagram visar på en jämnare prestation mellan de olika sortimentskombinationerna i jämförelse med de tidigare presenterade resultaten vid lägre medelstam. Prestationskillnaden mellan granmassaved tillsammans med delkvistat och gran- och barrmassaved är här enbart 13 procent respektive ca 39 procent högre än vid ett uttag av både kubb, gran- och barrmassaved. Avverkning av fyra sortiment påverkar inte prestationen särskilt mycket i jämförelse med tre sortiment, det visar istället på en liten ökning. Prestationen verkar även i detta fall påverkas av såväl sortimentsval och sortimentsantal.

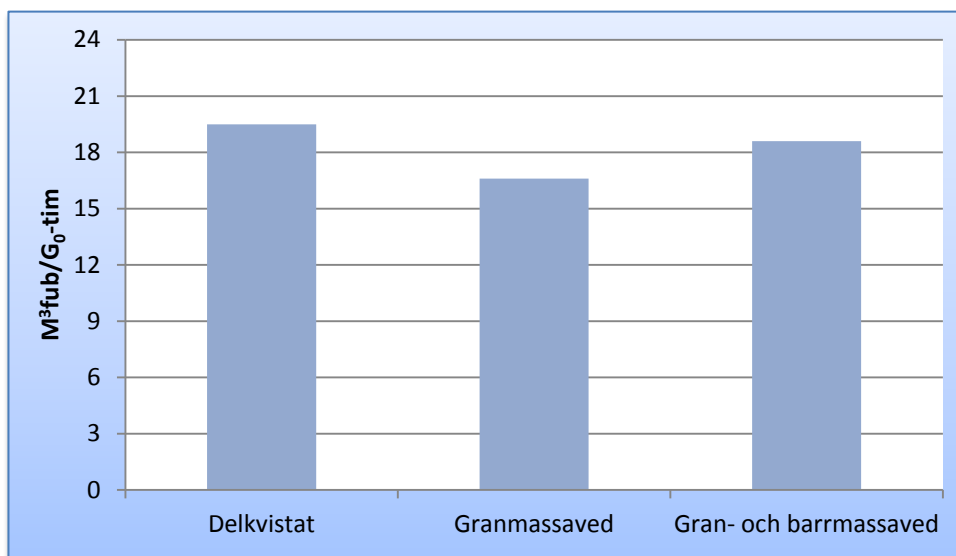
Detta diagram baseras på endast 5 ytor, där både granmassaved tillsammans med delkvistat och gran- och barrmassaved beräknats på 1 yta vardera. Kubb, gran- och barrmassaved baseras på 2 stycken ytor och delkvistat, kubb, gran- och barrmassaved på 1 yta.



**Figur 4.3.** Sortimentpåverkan på prestation hos skördare vid en medelstam i intervallet 0,070 – 0,089 m³fub/stam (n = 5 ytor, varav 1<sub>G+D</sub>, 1<sub>G+B</sub>, 2<sub>K+G+B</sub> och 1<sub>D+K+G+B</sub>).

Figur 4.4 visar en delvis annan bild gentemot övriga diagram. Prestationen ligger ca 17 procent högre vid delkvistat uttag än vid ett uttag av granmassaved vilket liknar de tidigare resultaten. Men vid ett uttag av både gran- och barrmassaved är det bara ca 5 procent skillnad än vid ett uttag av enbart delkvistat sortiment. Vid en högre medelstamsvolym syns inte prestationsskillnaderna lika tydligt som vid de lägre.

Dessa tre sortimentskombinationer baseras på 3 stycken ytor, 1 yta för vardera kombinationen.



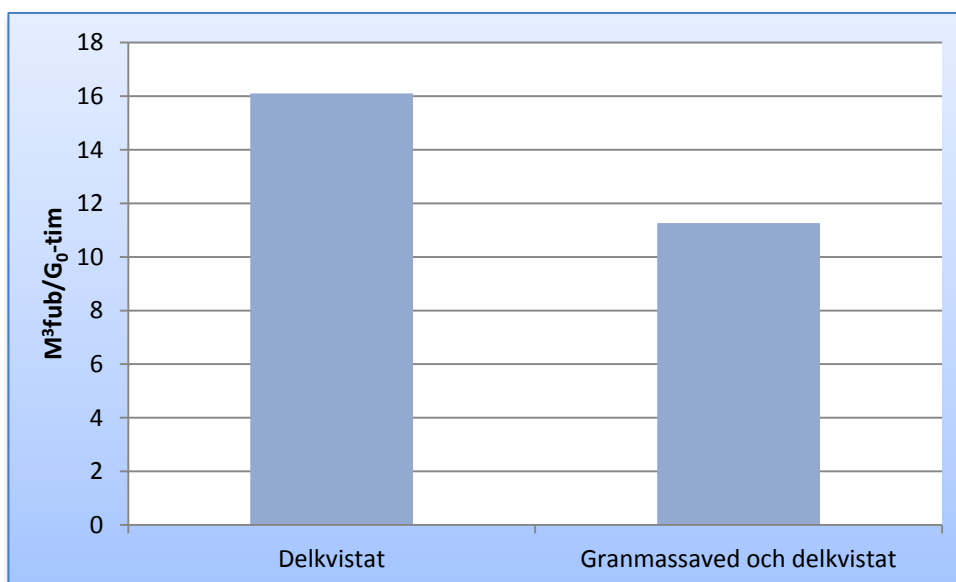
**Figur 4.4.** Sortimentpåverkan på prestationen hos skördare vid en medelstam i intervallet 0,090 – 0,109 m³fub/stam (n = 3 ytor, varav 1<sub>D</sub>, 1<sub>G</sub> och 1<sub>G+B</sub>).

## 4.2 Sortimentpåverkan hos skotare

I följande diagram presenteras skotarpredationen vid hantering av olika antal sortiment vid varierande medelstam. Detta sker på motsvarande sätt som för skördarna. Likt tidigare så skiljer sig även sortimentskombinationerna mellan figurerna.

Figur 4.5 visar prestationen hos skotare vid hantering av de klenare medelstamsvolymer. Diagrammet visar en skillnad mellan att skota enbart ett sortiment jämfört med att skota två stycken. Prestationen ligger ca 45 procent högre vid skotning av delkvistat än vid skotning av delkvistat tillsammans med granmassaved.

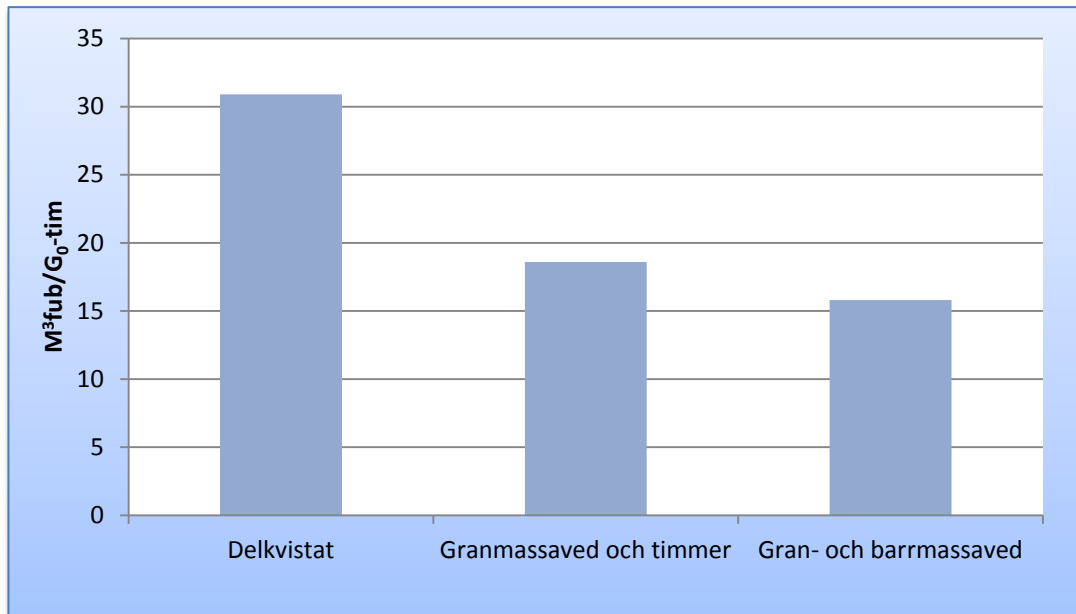
Resultatet baserar här på 5 stycken ytor. Enbart delkvistat på 2 stycken och granmassaved tillsammans med delkvistat 3 stycken.



**Figur 4.5.** Sortimentpåverkan på prestation hos skotare vid medelstam i intervallet  $0,030 - 0,049 \text{ m}^3_{fub}/\text{stam}$  ( $n = 5$  ytor, varav  $2_D$  och  $3_{G+D}$ ).

Figur 4.6 visar på en stor skillnad mellan att skota *ett* gentemot *två* sortiment. I en jämförelse mellan att skota enbart delkvistat mot att skota både gran- och barrmassaved är det ca 95 procent högre prestation. Resultatet liknar det i figur 4.5, men i det här diagrammet är det en ännu tydligare prestationsskillnad.

Detta diagram baseras på 5 stycken ytor där enbart delkvistat sortiment och kombinationen med gran- och barrmassaved har data från 2 stycken vardera. Granmassaved tillsammans med timmer baseras enbart 1 yta.

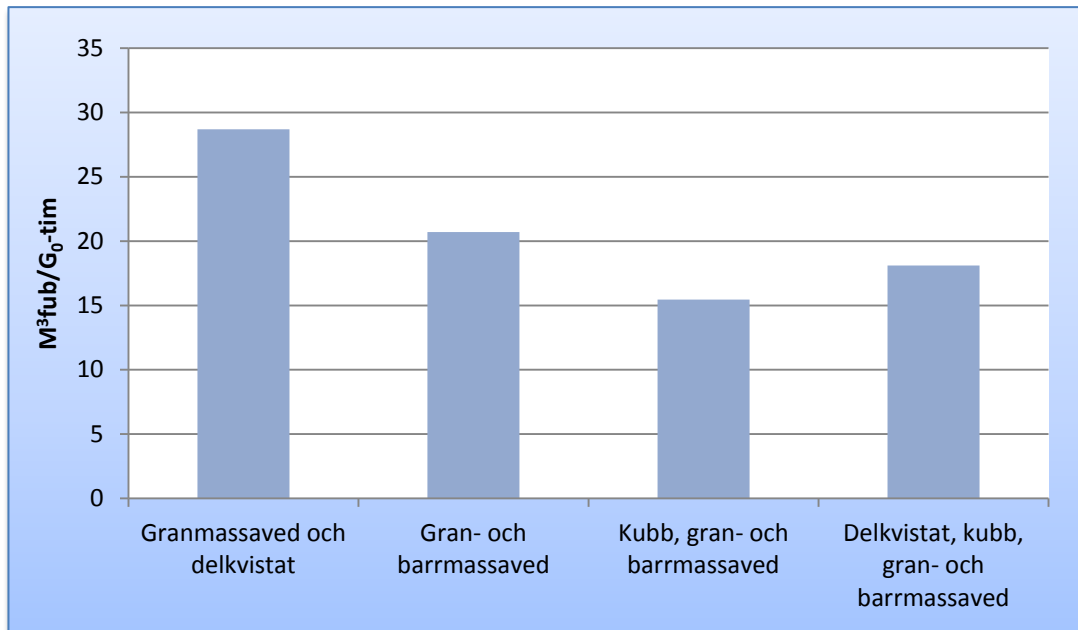


**Figur 4.6.** Sortimentpåverkan på prestationen hos skotare vid medelstam i intervallet 0,050 – 0,069 m<sup>3</sup>fub/stam (n = 5 ytor, varav 2<sub>D</sub>, 1<sub>G+T</sub> och 2<sub>G+B</sub>).

Figur 4.7 och 4.8 visar prestationen för skotare när fyra respektive tre sortimentskombinationer hanteras. Det som syns tydligt i båda diagrammen är att när delkvistat sortiment är inblandat så stiger prestationen. Detta har varit en genomgående trend i samtliga figurer. Förutom prestationsökningen vid hantering av delkvistat så syns även att en ökning av antalet sortiment påverkar prestationen negativt överlag.

I figur 4.7 är prestationen ca 39 procent högre vid skotning av granmassaved tillsammans med delkvistat än vid skotning av gran- och barrmassaved. Prestationen sjunker ännu mer vid inblandning av ytterligare ett sortiment, i det här fallet kubb. Prestationen vid skotning av granmassaved tillsammans med delkvistat är hela 86 procent högre än vid skotning av kubb, gran- och barrmassaved.

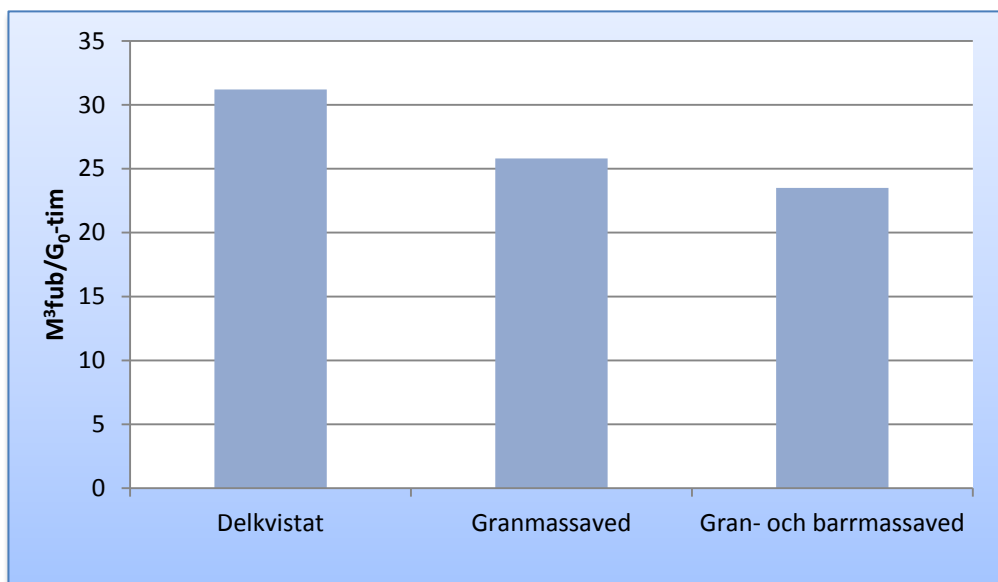
Figur 4.7 baseras enbart på 5 ytor. Där det är sortimentskombinationen med kubb, gran- och barrmassaved som har data från 2 stycken ytor. Övriga prestationssiffror baseras på 1 yta vardera.



**Figur 4.7.** Sortimentpåverkan på prestationen hos skotare vid en medelstam i intervallet 0,070 – 0,089 m³fub/stam (n = 5 ytor, varav 1<sub>G+D</sub>, 1<sub>G+B</sub>, 2<sub>K+G+B</sub> och 1<sub>D+K+G+B</sub>).

I figur 4.8 ingår inte kubbsortimentet, utan prestationen jämförs istället mellan sortimenten delkvistat, granmassaved och granmassaved kombinerat med barrmassaved. Prestationen är ca 21 procent högre vid skotning av delkvistat än vid granmassaved och hela 33 procent högre än vid skotning av gran- och barrmassaved tillsammans.

Detta resultat baseras på 1 yta för respektive kombination.



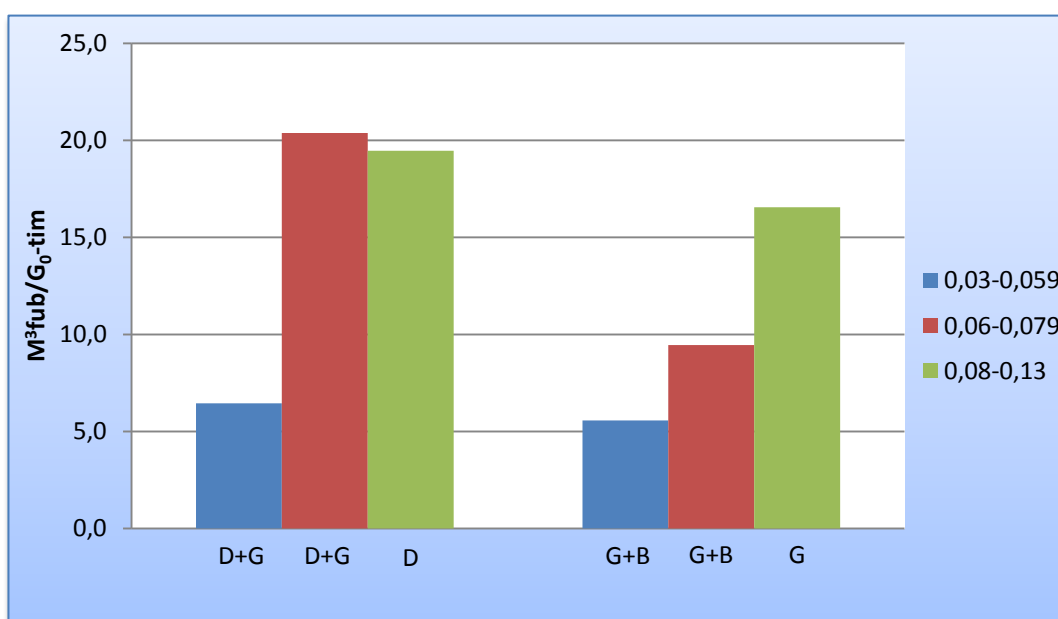
**Figur 4.8.** Sortimentpåverkan på prestationen hos skotare vid en medelstam i intervallet 0,090 – 0,109 m³fub/stam (n = 3 ytor, varav 1<sub>D</sub>, 1<sub>G</sub> och 1<sub>G+B</sub>).



### 4.3 Prestationsskillnader vid avverkning av delkvistat sortiment

Vid inblandning av delkvistat sortiment stiger prestationen i jämförelse med sortimentskombinationer där delkvistat sortiment inte är inblandat. Figur 4.9 nedan visar tydligt hur prestationsökningen stiger, framförallt när det gäller sortiment i medelstamsvolymerna runt 0,06 – 0,079. De sortimentskombinationer som förekommer nedan varierar.

De tre staplarna till vänster beskriver prestationen när delkvistat uttag förekommer i någon form, ensamt eller kombination med andra sortiment, och de tre staplarna till höger i diagrammet när något delkvistat sortiment inte tas ut alls. Prestationen ligger alltså tydligt högre när delkvistat sortiment förekommer. Detta gäller för samtliga tre nivåer på medelstammen.

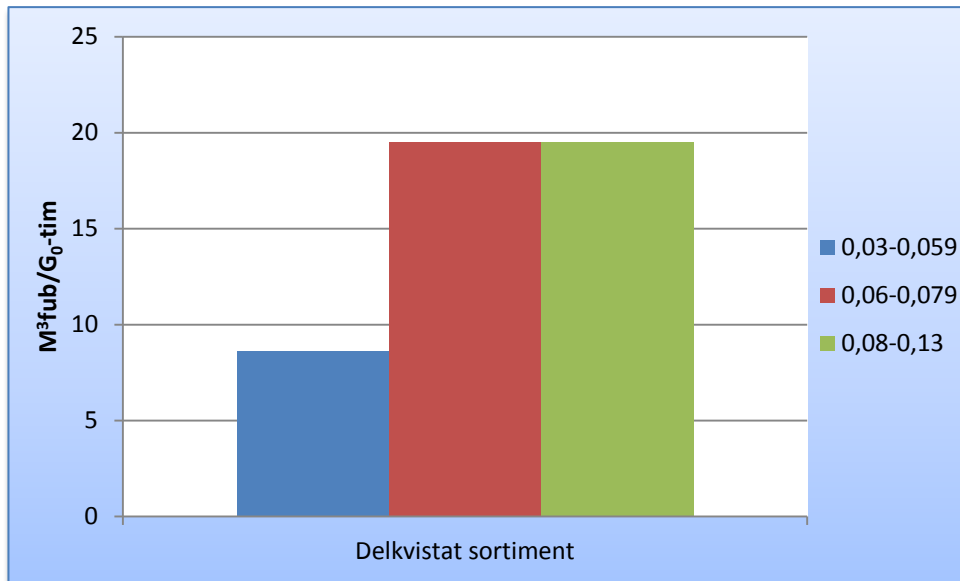


**Figur 4.9.** Delkvistat sortiments inverkan på prestation hos skördaren. D = delkvistat sortiment, G = granmassaved och B = barrmassaved (n = 6 ytor, varav 1 yta för vardera stapel).

### 4.4 Medelstamsvolymens påverkan på prestationen

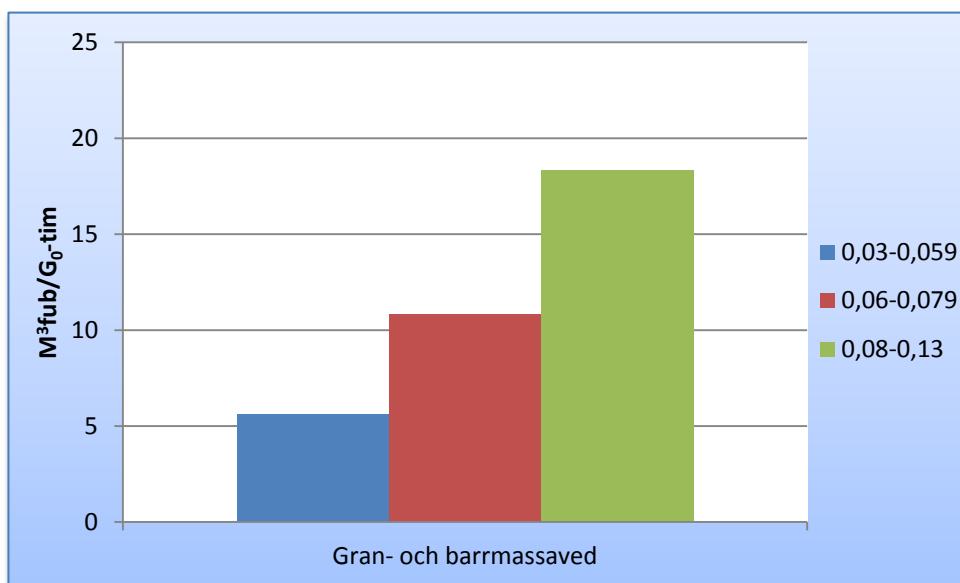
I figurerna nedan presenteras prestationsskillnader vid uttag av samma sortiment men vid olika medelstamsvolymerna. Enbart två olika sortimentskombinationer har tagits med därför att det endast är dessa två som förekommer i alla medelstamsintervaller.

I figur 4.10 visas prestationen vid uttag av enbart delkvistat. Där har medelstamsvolymen en stor betydelse mellan den minsta och de två största medelstamsintervallerna. Prestationen är hela 126 procent högre vid de två största intervallerna än vid den minsta.



**Figur 4.10.** Medelstamsvolymens påverkan vid uttag av delvistat sortiment (n = 3 ytor, varav 1 yta för vardera stapel).

Avslutningsvis visar figur 4.11 nedan prestationen på liknande sätt men vid uttag av en annan sortimentskombination. Här återtas istället gran- och barrmassaved vid olika medelstamsvolym. Prestationen stiger även här med ökande medelstamsvolym och med en tydligare skillnad mellan de två största medelstamsintervallerna. När ett uttag av gran- och barrmassaved sker vid en medelstamsvolym mellan 0,06 – 0,079 är prestationen 93 procent högre än om uttaget skett vid 0,03 – 0,059. Om uttaget sker vid en medelstamsvolym mellan 0,08 – 0,13 är prestationen ännu högre, hela 69 procent gentemot vid en medelstamsvolym mellan 0,06 – 0,079.



**Figur 4.11.** Medelstamsvolymens påverkan vid uttag av gran- och barrmassaved (n = 3 ytor, varav 1 yta för vardera stapel).

## 5. DISKUSSION

I detta kapitel kommer resultaten analyseras och granskas. För att gynna nästkommande studenter i liknande studier kommer även studiens styrkor och svagheter att analyseras i slutet av kapitlet.

### 5.1 Prestationspåverkningar hos skördaren

En genomgående trend i samtliga diagram är att prestationen sjunker när antalet sortiment blir fler, förutom i vissa fall i de större medelstamsintervallerna då prestationen istället stiger något (se figur 4.3 och 4.4). I dessa två fall är dock osäkerheten hög då dessa två enbart grundar sig på en yta vardera. Orsakerna till den övriga genomgående trenden hos resultaten tror jag beror på att skördarföraren måste planera sin körning på ett annat sätt, både beträffande hantering av aggregat och beträffande hantering av maskin. Vid aptering av enbart ett sortiment läggs allt i samma hög vilket kräver mindre planering under själva avverkningen. När flera sortiment hanteras måste flera högar få plats inom ett visst område, detta medför att det blir trångt och mer komplicerat att använda aggregatet på ett smidigt sätt. Skördarföraren planerar även för skotarens senare ankomst, då högarna för de olika sortimenten ska ligga tillräckligt skilda ifrån varandra, för att underlätta för skotaren. Denna hantering av flera sortiment sänker prestationen i en gallring. En ökning av antalet sortiment kan också ha en påverkan på ackumuleringsgraden, då ackumuleringen förmodligen måste utföras i kortare intervaller med fler avbrott. Detta sänker prestationen jämfört med att aptera ett sortiment där ackumuleringsutrustningen kan användas i längre intervaller.

Skillnader i ytornas karaktär kan påverka studiens resultat, där stamantal/ha och medelstamsvolymen kan påverka ackumuleringsgraden, vilket sedan leder till en högre prestation. Det är som sagt främst ackumuleringsgraden som påverkas av ytornas karaktär. På detta sätt har ytornas skillnader i utseende innan gallring en betydelse för resultatet. I tabell 3.4 har delkvistat apterats i ytorna 1,2 och 7. Dessa ytor har alla ett stamantal på över 2 000 stam/ha vilket borde bidragit till en högre ackumuleringsgrad. Då det är tätare mellan stammarna kan föraren använda sig av en mer kontinuerlig kranrörelse vilket optimerar användningen av ackumuleringsutrustningen (jfr Nordfjell, 2010).

Det jag även reflekterat över är sortimentsvalets påverkan på prestationen. Det som syns tydligt i denna studie är att när enbart delkvistat sortiment apteras så stiger prestationen i jämförelse med att enbart aptera granmassaved (se figur 4.2). Prestationen är hela 34 procent högre vid aptering av delkvistat. Då delkvistat sortiment apteras i större grad i de klenare bestånden ökar förmodligen ackumuleringsgraden, vilket ökar prestationen. Detta stämmer väl överens med studien av Jansson (2011), där han påpekar att när ackumuleringsutrustningen används i bestånd med en medelstam på  $0,04 \text{ m}^3/\text{ub}$  ökar prestationen med 40 procent gentemot enträdsaptering.

Vad gäller prestationen på ytor med högre medelstam så skiljer denna sig till viss del mot de med låg medelstam, när antalet sortiment blir fler. Prestationen stiger något vid hantering av fyra sortiment i förhållande till tre (se figur 4.3). I detta fall utgör delkvistat *ett* av de fyra sortimenten, vilket sannolikt höjer prestationen. Då jag inte har någon information om i vilken utsträckning delkvistat sortiment har apterats på respektive yta, är det dock svårt att definitivt säga vilken betydelse detta sortiment har. Liknande resultat uppvisar även figur 4.4. Här stiger prestationen vid aptering av två sortiment i förhållande till ett. I denna figur förekommer inte delkvistat vilket inte kan vara orsaken till prestationshöjningen. Det som både figur 4.3 och 4.4 tyder på är att vid större medelstamsvolymmer sjunker inte prestationen på samma sätt som i de mindre när antalet sortiment blir fler. Vilket sannolikt har att göra med att ackumuleringsgraden generellt minskar vid större medelstamsvolymmer och att vinsten med ackumuleringen då försvinner. Som jag nämnde i början av diskussionen baseras dessa två fall på väldigt få ytor, en yta vardera. Detta gör resultatet osäkert.

Antalet sortiment har alltså sammanfattningsvis en stor inverkan på prestationen. Slutsatsen blir att i framförallt de klenare bestånden märks en tydligare prestationsökning när färre sortiment apteras.

## 5.2 Prestationspåverkningar hos skotaren

Prestationen hos skotaren påverkas på ett liknande sätt som hos skördaren, när antalet sortiment förändras. När antalet sortiment ökar sjunker prestationen i samtliga medelstamsintervaller (förutom en viss skillnad i figur 4.7). Här stiger prestationen något vid skotning av fyra sortiment i förhållande till tre. Detta fenomen uppstod även hos skördaren i de större medelstamsintervallerna. Denna prestationsökning beror sannolikt på den skillnad som alltid finns mellan olika maskiner och förare.

Antalet sortiments påverkan på prestationen verkar även här minska då medelstamsvolymerna kommer upp omkring  $0,07 \text{ m}^3/\text{fub}/\text{stam}$ . Orsakerna till detta kan ligga i att hanteringen blir något enklare då sortimenten får en större medelstam. Det blir lättare att urskilja och hantera sortimenten både vid lastning och vid lossning. Detta ska man dock inte dra för stora slutsatser av då antalet ytor med respektive sortimentskombination är relativt få i denna studie.

Delkvistat sortiment har även en positiv betydelse för prestationen vid skotning (se figur 4.7 och 4.8). Båda diagrammen visar på en tydlig prestationsökning när delkvistat är inblandat. Anledningen till det är svår att förklara, då prestationen borde vara likvärdig vid skotning av delkvistat och massaved. Det jag ändå kan tänka mig som förklaring är att lastning och lossning utförs "slarvigare", då detta är ett sortiment där grenar och ris till viss del sitter kvar på stammarna. Änddragning på lasset kanske inte sker med samma noggrannhet som när massaved och timmer lastas och lossas.

Antalet sortiments betydelse har i vilket fall som helst en stor inverkan även på prestationen vid skotning.

### **5.3 Prestationspåverkan vid aptering av delkvistat**

Delkvistats betydelse på prestationen har nämnts tidigare i detta kapitel, där avverkning av enbart delkvistat höjer prestationen jämfört med att avverka massaved. Vid en jämförelse mellan olika medelstamsintervall syns resultatet tydligt (se figur 4.9). Vid medelstamsintervallet 0,06 – 0,079 är det en stor skillnad i prestation vid aptering av delkvistat och granmassaved jämfört med gran- och barrmassaved. Prestationsökningen är mer än den dubbla till delkvistat och granmassavedens fördel. I de två övriga medelstamsintervallen är det en mindre skillnad i prestation. Detta resultat grundar sig förmodligen på i vilken mån ackumuleringen använts.

Rönqvist (2011) påvisar att i objekt där delkvistade sortiment apteras har skördaren en högre produktion, detta tillsammans med en högre ackumuleringsgrad. Detta stämmer ganska väl med det resultat som figur 4.9 visar. Det jag dock inte vet är i vilken mån ackumuleringsutrustningen används och hur stor andel som är delkvistat sortiment. Resultatet visar i vilket fall som helst på en högre prestation när delkvista sortiment apteras vilket stämmer väl överens med tidigare studier.

### **5.4 Medelstamsvolymens inverkan**

Det har en stor betydelse för prestationen vilken medelstamsvolym som förekommer. Detta syns tydligt vid avverkning av enbart delkvistat sortiment men även när gran- och barrmassaved avverkas (se figur 4.10 och 4.11). Att prestationen stiger med en ökande medelstam är rätt självklart. Men att prestationen är 126 procent högre vid uttag av delkvistat vid en medelstamsvolym mellan 0,06 – 0,079 än vid 0,03 – 0,059 i figur 4.10 är värt att uppmärksamma. Att det sedan inte är någon skillnad i prestation till nästa intervall tror jag beror på att det är för få ytor som ingår i studien och att ackumuleringsgraden generellt minskar vid en högre medelstamsvolym. I en större undersökning skulle resultatet visa en säkrare bild av hur prestationen förändras. Men diagrammet visar ändå tendenserna på hur prestationen generellt ökar vid en högre medelstam.

Figur 4.11 visar på en tydlig prestationsökning mellan respektive intervall. Då ackumuleringsutrustningen förmodligen inte används i samma utsträckning som när delkvistat sortiment apteras, beror nog denna ökning mer på en ökande medelstam än i figur 4.10.

### **5.5 För- och nackdelar med studiens genomförande**

För att denna studie skulle kunna genomföras var det tvunget att den baserades på riktiga objekt som valdes ut till just den här studien. Då information saknades

om vilka sortiment och antalet av dem som avverkats på olika trakter i Sydveds regi så blev det omöjligt att använda sig av historiskt material.

Detta ser jag ändå som en stor fördel, att få komma ut till entreprenörer och se i verkligheten hur de arbetar sig igenom en gallring. Att bestånden kan granskas och undersökas även innan gallringen utförs måste också ses som ett plus. Bestånden eller ytorna i studien kan genom detta sorteras ut och man hittar de lämpligaste områdena för studiens genomförande. Att använda sig av nytt material gör även att rätt entreprenörer är med i studien och att de håller de krav som studien krävde. Vid användning av gammalt material skulle de uppställda kraven ha varit svårare att uppfylla, då det kan vara svårt att hitta tillräcklig information om respektive objekt.

Nackdelen med att använda sig av nytt material är främst att förarna på förhand vet att de granskas vilket möjligen kan påverka resultatet på så sätt att gallringen utförs noggrannare och med högre koncentration mot vad som skulle vara fallet annars. Detta är dock väldigt svårt att säga något om. För i denna studie fanns för övrigt inget annat alternativ.

Det som jag också känt som ett litet problem i denna studie är samordningen mellan skördare och skotare. Då jag var beroende av att ha båda dessa maskiner tillhands för att utföra min studie krävdes stor planering för att detta skulle vara genomförbart under en viss tid. På de tre objekt som besöktes ordnade det sig relativt bra, med undantag för några provytor som inte kunde köras av skotaren på grund av praktiska omständigheter.

Den stora bristen, enligt min uppfattning, är det låga antalet ytor. Det skulle behövas fler provytor för att studien skulle ge ett säkrare resultat och en mer tillförlitlig bild. Då vissa sortimentskombinationer inom vissa medelstamsintervaller endast består av en till två ytor, är det väldigt svårt att helt lita på att resultaten går att generalisera. Dessa ytor ger mer en fingervisning om åt vilket håll det lutar. Svårigheterna med att hitta bestånd med rätt medelstam påverkade även det studiens kvalitet. Den uppmätta medelstammen innan gallring kunde vara långt ifrån den utgallrade medelstammen som användes i studien. Detta är förmodligen en konsekvens av det begränsade antalet ytor. Med dubbelt så många ytor skulle med stor sannolikhet detta problem försvinna då fler ytor skulle fördelas på respektive medelstamintervaller.

Målet från början var att fler objekt skulle ingå i studien, men då fältarbetets tidsåtgång tog mycket längre tid än beräknat räckte inte tiden till. Det skulle i framtida liknande studier säkert underlätta om man kunde koncentrera sig till ett stort enskilt område, där hela studien kunde utföras. Detta skulle medföra att samarbetet mellan skördare och skotare underlättades och att planeringen för tidstudiens ytor kunde tidigareläggas.

## 5.6 Framtida studier

Om liknande studier skall utföras i framtiden är projekttiden en avgörande aspekt. Min uppfattning är att liknande studie behöver mer tid för att få en högre säkerhet i resultatet. Då främst för att hinna träffa mer entreprenörer där fler mätningar kan utföras som ger ett större data underlag. Det som även ska beaktas är storleken på provytorna, där för små ytor kan komplicera studien. Om man istället skulle använda sig av större områden tror jag det skulle ge bättre data då maskinen och föraren får arbeta mer verklighetstroget. Även större områden eller trakter där både skördare och skotare har arbete under en längre tid hade underlättat studien, då man haft båda maskinerna samlade på samma ställe, vilket hade gjort studien mer flexibel. Projektanställning av en driven och intresserad person skulle kunna vara ett alternativ eller ett större examensarbete som är längre än tio veckors studier.

Ett annat alternativ är om man på något sätt skulle kunna få in informationen som behövs för studien genom skördarens produktionsfiler och på så sätt kunna använda sig av redan avverkade trakter. På detta sätt skulle mycket tid sparas och istället kunna läggas på att sortera fram rätt data i Excel. Det går i vilket fall som helst att förbättra studiens kvalitet på flera olika sätt.

## 5.7 Slutsats och rekommendationer till Sydved

Studien har visat hur prestationen förändras när olika sortiment apteras och skotas vid olika medelstamsvolym. Överlag har den genomgående trenden varit att prestationen sjunker när fler sortiment hanteras hos både skördare och skotare. Slutsatsen av resultaten från skördaren är att det inte bara är *antalet* sortiment som styr utan även *vilka kombinationer* av dessa som apteras.

Resultatet visar även tendenser på att det är mellan 1 – 3 sortiment som prestationen sjunker mest för att sedan istället plana ut något. Förmodligen sjunker inte prestationen i samma utsträckning när fler än tre sortiment apteras. Det verkar istället som att prestationen sjunker till en viss nivå, för att sedan plana ut och ligga på en mer jämn nivå när antalet sortiment är högt. Det finns dock för lite information om hur prestationen förändras när antalet sortiment är fler än tre, vilket gör att en slutsats om detta är svår att dra.

Det verkar även som att i de större medelstamsintervallerna har inte antalet sortiment samma betydelse som i de mindre. Det är helt klart svårare att se en trend bland dessa resultat. Detta beror sannolikt på att ackumuleringsgraden sjunker vid en högre medelstamsvolym, vilket minskar skillnaden i prestation mellan olika antal sortiment. Slutsatsen vad gäller skotningen pekar åt samma håll; både antalet och kombinationen av sortimenten påverkar prestationen. Det delkvistade sortimentet har en positiv inverkan på skotningens prestation, detta har dock varit svårt att förklara orsaken till, men det delkvistade sortimentet är prestationshöjande inom alla medelstamsintervaller.

Vid granskning av delkvistat sortiments påverkan på prestationen har resultatet genom hela studien visat på en högre prestation. Vilket tidigare studier av både Jansson (2011) och Rönnqvist (2011) också visat. Även när delkvistat sortiment förekommit i kombination med något annat sortiment har prestationsökningen varit tydlig. Vad gäller medelstamsvolymens påverkan på resultatet har vi samma prestation vid aptering av delkvistat både vid en medelstamsvolym mellan 0,06 – 0,079 och 0,08 – 0,013. Detta beror förmodligen på ackumuleringsgradens avtagande effekt vid grövre medelstamsvolym.

Det Sydved kan använda sig av i denna studie är att anpassa gallringen efter beståndens karaktär, för att hålla så hög produktion som möjligt. Då tänker jag främst på inom vilka medelstamsintervaller som respektive sortiment eller sortimentskombination är mest lämplig. Dessutom finns det nu data på hur antalet sortiment påverkar prestationen i en gallring för både skördare och skotare. Marknadens efterfrågan har en avgörande betydelse men i de fall det går att hålla sig till så få sortiment som möjligt kan man tjäna pengar. Delkvistat har visat sig vara ett starkt sortiment prestationsmässigt rakt igenom denna studie, vilket samtidigt leder till slutsatsen om hur viktig användningen av ackumuleringsutrustningen är. Då dagens massaved tillåter relativt mycket kvist kan ackumuleringsutrustningen också användas i större utsträckning vid aptering av massaved.



## 6. SAMMANFATTNING

Huvudsyftet med denna studie var att analysera hur antalet sortiment påverkar prestationen i gallring hos både skördare med ackumuleringsutrustning och skotare, i bestånd med olika medelstam. Det som även analyserats är hur delkvistat sortiment samt medelstamsvolymen påverkade prestationen. Studien genomfördes under sommaren 2012 och är ett examensarbete inom Skogsmästarprogrammet.

Studien genomfördes via en tidstudie där tre olika entreprenörer granskades. Gallringen utfördes på ytor där volym, medeldiameter, trädslagsfördelning m.m. mätts upp innan gallring. Tiden togs när skördaren gallrade de uppmätta ytorna och även när skotaren senare transporterade ut virket. Den utgallrade volymen som användes för att räkna fram skördarens samt skotarens prestation hämtades från skördarens produktionsfil.

I studien framkom det att antalet sortiments påverkan på prestationen är av betydelse hos både skördaren och skotaren. Både antalet sortiment och kombinationen av sortiment har betydelse för såväl skördarens som skotarens prestation. Vissa tendenser pekar även på att mellan 1 – 3 sortiment syns den största sänkningen i prestation och då främst i de mindre medelstamsvolymerna. När fler än tre sortiment apteras förändras inte prestationen i samma utsträckning utan ligger istället på en mer jämn nivå. Detta finns det dock för lite information om, hur prestationen förändras när antalet sortiment är fler än tre, för att man skall kunna dra någon slutsats. I de större medelstamsvolymerna är det svårare att urskilja sortimentantalets betydelse.

Uttag av ett delkvistat sortimentet har visat sig medverka till en ökning av prestationen vid såväl en låg som en hög medelstamsvolym. Tendensen har varit tydligast vid en låg medelstam, vilket förmodligen beror på en högre ackumuleringsgrad. Det som även var tydligt i studien var att skotarens prestation steg vid skotning av delkvistat, vilket dock är svårare att förklara.

Medelstamsvolymen påverkade prestationen i stor utsträckning vilket redan antogs innan studien. I studien jämfördes prestationsförändringar vid aptering av enbart delkvistat och gran- och barrmassaved tillsammans. Hos delkvistat sortiment sågs den största ökningen inom de mindre volymerna medan det hos gran- och barrmassaved sågs en mer genomgående prestationsökning inom alla medelstamsvolymerna.

I den mån det går rekommenderas därför att hålla sig till så få sortiment som möjligt i gallringar. Detta samtidigt som delkvistat sortiment gärna får vara ett av de sortiment som gallras ut, på grund av dess prestationshöjande kvalitéer.



# KÄLLFÖRTECKNING

## Publikationer

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

Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L. & Valinger, E. (2008). *Skogsskötselserien nr. 1, Skogsskötselns grunder och samband*. Skogsstyrelsen.

Bergkvist, I. (2003). *Flerträdshantering höjer presentationen och ökar nettot i klen gallring. Resultat nr, 5*. Skogforsk.

Bergkvist, I. (2010). *Effektivare Skogsbränslesystem 2007-2010*. Skogforsk.

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

Di Fulvio, F., Bergström, D. & Nordfjell, T. (2011). *Skörd av skogsbränsle och/eller massaved i förstagallringar, vägkanter och på igenväxt åkermark*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. (Arbetsrapport 343, Institutionen för skoglig-resurshushållning).

Egnell, G. (2009). *Skogsskötselserien nr. 17, Skogsbränsle*. Skogsstyrelsen.

Enström, J. (1996). *Grundbok för skogsbrukare*. Skogsstyrelsen.

Nordfjell, T. (2010). *Effektivare Skogsbränslesystem 2007-2010*. Skogforsk.

Iwarsson Wide, M. (2010). *Effektivare Skogsbränslesystem 2007-2012*. Skogforsk.

Iwarsson Wide, M. (2009a). *"Knäckkvistning" – en intressant metod för uttag av skogsbränsle i klen skog. Resultat nr, 8*. Skogforsk.

Iwarsson Wide, M. (2009b). *Skogsbränsleuttag med Bracke C16. Arbetsrapport nr, 682*. Skogforsk.

Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. (2009). *Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. Arbetsrapport nr, 679*. Skogforsk.

Jacobsson, S. & Kukkola, M. (1999). *Skogsbränsleuttag i gallring ger kännbara tillväxtförluster. Resultat nr, 13*. Skogforsk.

Jansson, E. (2011). *Prestationspåverkan av flerträdshantering i klena gallringar*. Examensarbete i skogshushållning. SLU.

Liss, J – E. (2004). *Avverkningsvolym och netton i tidig gallring vid alternativen skogsbränsle eller massaved*. Institutionen för Matematik, naturvetenskap och teknik. Högskolan dalarna.

Rönnqvist, A. (2011). *Produktivitetseffekter av flerträdshantering*. Examensarbete i skogshushållning. SLU.

## Internetdokument

Länk A:

Sydved AB (2012). [Online] Tillgänglig:  
<http://www.sydved.se/page28.aspx> [2012-06-18].

Länk B:

Skogforsk (2011). [Online] Tillgänglig:  
<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Gallra/Gallringsprogram-och-stamval/Gallringskvot/> [2012-06-19].

Länk C:

SLU (2010). [Online] Tillgänglig:  
<http://www.slu.se/sv/samverkan/kunskapsbank/2010/4/tata-ungskogar-ger-klirr-i-kassan/> [2012-10-31]

Länk D:

VFM SYD (2009). Mättningsbestämelse för delkvistad energived (4193) till Stora Enso Bioenergi AB. [Online] Tillgänglig:  
<http://www.vmf Syd.se/Kvalitetssystem/9%20M%C3%A4tningsbest%C3%A4mme lser%20f%C3%B6r%20B6r%C3%B6riga%20travm%C3%A4tta%20sorti/PDF/9.58%20M%C3%84TNINGSBEST%C3%84MMELSE%20F%C3%96R%20DELKVISTAD%20ENERGIVED%20284193%29%20TILL%20STORA%20ENSO%20BIOENERGI.pdf> [2012-10-26]

Länk E:

Bergström, D. (2011). Produktivitet vid integrerad skörd av massaved och energived i förstagallringar. [Online] Tillgänglig:  
[http://www.forestpower.net/data/liitteet/153658=8\\_produk tivitet\\_vid\\_integrerad\\_skord.pdf](http://www.forestpower.net/data/liitteet/153658=8_produk tivitet_vid_integrerad_skord.pdf) [2012-06-22].

Länk F:

Log Max (2012). [Online] Tillgänglig:  
[http://www.logmax.com/pdf/Accumulation/Log\\_Max\\_Accumulation\\_Kit\\_Swedish.pdf](http://www.logmax.com/pdf/Accumulation/Log_Max_Accumulation_Kit_Swedish.pdf) [2012-06-21]

## **Personliga meddelanden**

Anders Ehrenström, skogsbruksutvecklare, Sydved, 2012.