



SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2014:02

Biomassauttag vid delkvistat sortiment i klen gallring

*Removal of biomass in delimbed assortment from
thinning*



Sofia Holmberg

Biomassauttag vid delkvistat sortiment i klen gallring

Removal of biomass in delimbed assortment from thinning

Sofia Holmberg

Handledare: Hans Högberg, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2014

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

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2014:02

Nyckelord: skogsbränslegallring, omräkningstabell, konfliktbestånd



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

FÖRORD

Denna studie har genomförts som ett examensarbete på grundnivå C omfattande 15 högskolepoäng, vilket motsvarar 10 veckors heltidsstudier. Arbetet har gjorts inom huvudämnet skogshushållning med inriktning mot skogsbränsle. Uppdragsgivare har varit Skogforsk i Uppsala.

Ett stort tack till min handledare, Maria Iwarsson Wide på Skogforsk i Uppsala, som gett förslag på litteratur inför rapportskrivningen, kommit med idéer samt bistått med tips och råd och helt enkelt gjort det möjligt att utföra examensarbetet.

Vill även rikta ett stort tack till min handledare på Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg, Hans Högberg, som hjälpt till med korrekturläsningen av rapporten.

Tack till Stora Enso Skog AB i Enköping som bistod med maskiner och förare under fältstudien.

Sist men inte minst vill jag tacka min familj som under hela arbetets gång bidragit med ovärderligt stöd och hjälp.

Skinnskatteberg, februari 2014.

Sofia Holmberg

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD.....	III
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	IV
1. ABSTRACT	1
2. INLEDNING	3
2.1 MÅLSÄTTNING	3
2.2 SYFTE	3
2.3 PROJEKTBAKGRUND	3
2.4 GALLRING I KLENA BESTÅND	4
2.5 VAD SÄGER LAGEN?	4
2.6 TIDIGARE STUDIE	5
2.7 VIKTER FRÅN BIOMASSAFUNKTIONER	6
2.8 NÄRINGSPÅVERKAN VID UTTAG AV BIOBRÄNSLE	8
3. MATERIAL OCH METODER	11
3.1 BAKGRUNDSINFORMATION	11
3.2 BEGREPP OCH FÖRKLARINGAR	11
3.3 GENOMFÖRANDET	12
4. RESULTAT	15
4.1 LÄNGDFÖRDELNING	15
4.2 VIKTFÖRDELNING	15
4.3 SKAPANDET AV OMRÄKNINGSTABELLER	16
4.4 OMRÄKNINGSTABELLER TALL	17
4.5 OMRÄKNINGSTABELLER GRAN	18
4.6 OMRÄKNINGSTABELLER BJÖRK	20
4.7 BIOMASSAUTTAG DELKVISTAT SORTIMENT VS MASSAVED	21
5. DISKUSSION	23
5.1 REFLEKTIONER PÅ RESULTATET	23
5.2 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE STUDIE	24
5.3 JÄMFÖRELSE MED BIOMASSAFUNKTIONER	24
5.4 SAMMANSTÄLLNING AV NÄRINGSFÖRLUSTERNA	25
5.5 INFÖR FRAMTIDA STUDIER	26
5.6 SLUTSATS OCH REKOMMENDATIONER	26
6. SAMMANFATTNING	29
7. REFERENSLISTA	31
BÖCKER	31
PUBLIKATIONER	31
INTERNETDOKUMENT	32
8. BILAGOR	33
BILAGA 1	33
BILAGA 2	35

1. ABSTRACT

The purpose of this study was to estimate the removal of biomass in connection with thinning operations in young stands that are dominated by small diameter trees. The economy of such operations depends on the products generated as well as the performance of the harvesting systems. Conversion tables designed to predict the outcome based on harvesting method was another goal of this study. Removal of biomass affects the nutrient composition of the site. Therefore it is a purpose that this study will provide researchers with some variables that can be utilized when studying this aspect.

Trees were harvested and divided into bunches based on diameter. Thus three fractions were created. Furthermore pine, spruce and birch were kept apart. Three methods of delimiting were utilized. (1) Bunches were kept and treated as such, (2) single trees were delimited by breaking branches and (3) single trees were delimited in a conventional way.

It was established that small to medium diameter spruce bunches retained 30% - 36% more biomass than single trees delimited separately. Pine and birch showed lower proportions. Among bunches with large diameters it was established that birch retained the largest proportion of biomass. The conversion tables provide some guidance when calculating costs and benefits in thinning young stands by different harvesting methods.

2. INLEDNING

Vad är egentligen skogbränslegallring? Leder det till tillväxtnedsättningar och i så fall hur mycket? I detta kapitel presenteras, förutom dessa frågeställningar, även en jämförelse med vikter uträknade från biomassafunktioner, vad lagen säger samt målsättningen och syftet med denna studie.

2.1 Målsättning

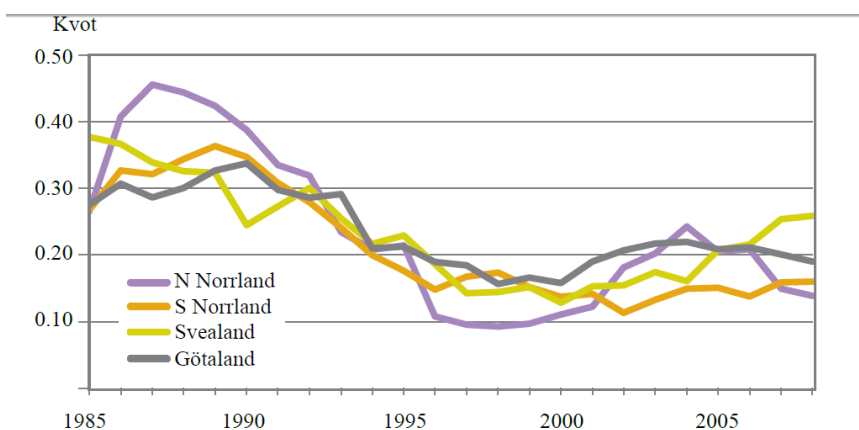
Målsättningen var att undersöka hur stort biomassauttaget blir vid olika uttagsmetoder i klena gallringsbestånd beroende på träslag, dimension och antal stammar i bunten under sommaren. Studien jämför helt okvistade träd, när träden körts igenom skördaraggregatet både buntvis och enskilt samt när träden apterats till massaved.

2.2 Syfte

Studien har utförts för att kunna få fram omräkningstabeller beroende på vilket sätt man väljer att hantera trädet. Med hjälp av omräkningstabellerna kan man få en uppskattad uppgift på hur mycket biomassa man kommer få ut i gallringen beroende på uttagsmetod och med hjälp av det beräkna åtgärdens lönsamhet. Vid uttag av biomassa finns dessutom frågan om risken med näringsförluster. Det tas också upp i denna rapport genom att ta del av redan befintlig litteratur inom området som berör uttag av skogsbränsle i gallringar. Ytterligare ett syfte med rapporten var att ta fram ett underlag för forskare som räknar på hur mycket näring som blir kvar i marken vid uttag av delkvistat sortiment i klena gallringar.

2.3 Projektbakgrund

År 1993 försvann kravet på röjning i Skogsvårdslagen i Sverige. Efter det har andelen oröjda bestånd ökat och begreppet "röjningsberget" myntades i slutet av 1990-talet. I figur 2.3.1 kan man utläsa att det under åren 2003-2008 har röjts betydligt mindre än vad som behövs i hela Sverige. Detta har resulterat i så kallade "konfliktbestånd" som en följd av den uteblivna röjningen. Man vet helt enkelt inte hur dessa bestånd ska skötas. Konfliktbestånden har ett akut behov av att glesas ut antingen genom röjning eller gallring i olika former (Skogsdata, 2012).



Figur 6. Kvot mellan areal årlig utförd plant- och ungsogsröjning (luggningsklass B1-B3) och areal plant- och ungsog med omedelbart behov av röjning. Glidande 5-årsmedelvärden, 1985-2008.

Figur 2.3.1. Figur hämtad ur Skogsdata 2012 sid. 17.

I dagens kretsloppanpassade samhälle är biobränslet från skogen viktigt som en möjlig ersättare till det fossila bränslet (Andersson & Stendahl, 2011). Förutom förpackningar, mat, och kläder ger produkter från jord – och skogsbruket även biobränsle i olika former som bland annat kan användas till drivmedel, el och uppvärmning och därmed bidra till att det inte behöver användas lika mycket kol och andra fossila bränslen (Chum & Overend, 2001).

Idag vill man ha allt mer biobränsle från skogen och skogsbränslegallring är ett sätt att angripa problemet med konfliktbestånden. Sedan mitten av 1990-talet har konfliktbestånden ökat kraftigt. I nuläget uppskattar Skogsdata (2012) att dessa bestånd är relativt jämnt fördelade över hela landet och att arealen uppgår till nästan 1,2 miljoner hektar och innehåller en volym av drygt 170 miljoner m³sk (Skogsdata, 2012).

2.4 Gallring i klena bestånd

Andersson & Stendahl (2011) skriver att i en 8-12 meter hög, tät och ofta orörd skog är skogsbränslegallring ett alternativ till konventionell gallring. I konfliktbestånden är stammarna ofta klena och avverkningen blir därmed kostsam, men om man tar ut biobränsle så kan gallringen gå runt eller till och med att ge ett netto.

Skogsstyrelsen rekommenderar dock inte att man ska låta bli att röja för att i stället ta ut biobränsle vid gallringen. Det finns många risker såsom vind- och snöskador på träden samt att dimensionsutvecklingen hålls tillbaka i de täta bestånden (Andersson & Stendahl, 2011).

Delkvistat sortiment i gallring avverkas idag på liknande sätt som man avverkar klen massaved (Iwarsson Wide, 2009). Skogsbränslegallringen utförs oftast av en traditionell skördare fast med ett flerträdshanterande aggregat, det vill säga som kan hantera flera stammar samtidigt. I och med att fler träd kvistas samtidigt blir kvistningen inte lika fullständig och mer biomassa följer med ut ur skogen jämfört med konventionell gallring (Andersson & Stendahl, 2011).

Om anläggningstrycket på matarhjulen lättas eller om kvistknivarna inte är så vassa kan uttagsvolymen av biomassa öka ytterligare något i och med att kvistningen inte blir lika fullständig jämfört med om man har hårt anläggningstryck och vassa kvistknivar (Iwarsson Wide, 2009). Vanligast är att skördaren, liksom vid konventionell gallring, hugger upp stickvägar och lämnar träden i buntar som sedan med hjälp av en skotare transporteras ut till ett avlägg. Gallringen bör utföras som låggallring, det vill säga att man avverkar de klenaste träden, för att minska risken för de tidigare nämnda vind- och snöskadorna (Andersson & Stendahl, 2011).

2.5 Vad säger lagen?

Skogsvårdslagen innehåller lagar, förordningar och allmänna råd i sådant som berör skogsbruk. Här följer två paragrafer som bland annat berör uttag av träddeklar och som är aktuella vid skogsbränslegallring.

§ 14: Skyldigheten att anmäla uttag av skogsbränsle (grenar, toppar och stubbar) till Skogsstyrelsen är begränsad till uttag efter förnygringsavverkning (Skogsvårdslagen, 2012).

§ 30: Åtgärder ska vidtas när träddelar utöver stamvirket tas ut så att den långsiktiga buffringsförmågan mot försurning inte rubbas samt att inte näringsbalansen i skogsmarken skadas (Skogsvårdslagen, 2012).

Tar man ut träddelar som motsvarar mer än ett halvt ton ren, härdad aska i torrs substans per omloppstid och hektar rekommenderar Skogsstyrelsen att man ska tillföra mineralnäringsämnen till exempel i form av aska. Återföring av aska bör dock alltid göras, oavsett hur stort träddelsuttaget är, om det görs på torvmarker som används för skogsproduktion eller på starkt försurade marker (Skogsvårdslagen, 2012).

Vid askåterföring bör askan vara av en typ som löses upp långsamt, vara stabiliserad samt komma från skogsbränsle. Skogsstyrelsen rekommenderar vidare att man inte bör sprida mer än tre ton torrs substans aska per hektar och tioårsperiod. Under en omloppstid bör inte mer än sex ton torrs substans aska tillföras per hektar i ett bestånd (Skogsvårdslagen, 2012).

2.6 Tidigare studie

Gunnarsson m.fl., (2008) har gjort en studie på uppdrag av Skogforsk där man tittat på hur mycket biomassa i färsk vikt som kvistades bort vid olika hanteringsmetoder i en klen tallgallring. Totalt vägdes 64 träd i 20 buntar med två till fem träd i varje bunt. Medeldiametern i brösthöjd var cirka 8,5 centimeter och medelhöjden var cirka tio meter. Detta gav en medelstamvolym på 0,034 m³fpb (kubikmeter fast på bark). Medelvikten för det hela trädet var 123 kg per träd, 94 kg för det slarvkvistade trädet (flerträds hanterade) och 86 kg massaved i ett träd. I studien användes relativt hårt matartryck och vassa kvistknivar som resulterade i förhållandevis välkvistade stammar. Anledningen till att man inte släppte mer på matartrycket var för att man ville utföra studien utifrån hur man hade aggregatet inställt för dagen samt för att skogsägaren, i detta fall Sveaskog, ansåg att beståndet var mer lämpat för massaved.

Resultatet blev att man fick ut 9 % mer biomassa vid uttag av delkvistat sortiment jämfört med massaved, se tabell 2.6.1. I samma tabell framgår också att 25 % av biomassan kvistades bort i hanteringsledet mellan helträd och slarvkvistat (flerträds hanterat) (Gunnarsson m.fl., 2008).

Tabell 2.6.1. Utdrag ur Gunnarsson m.fl., 2008 sid. 13 som visar en omräkningstabell för relativt biomassauttag på tall vid olika hanteringsmetoder.

Tabell 5 Omräkningstabell mellan olika metoder

	Helträd	Slarvkvist	Massa
Helträd	1	0,75	0,68
Slarvkvist	1,33	1	0,91
Massa	1,49	1,12	1

Man konstaterade även att det inte var någon större skillnad i mängden uttagen biomassa beroende på antal stammar i bunten. Däremot fann man att andelen massaved sjönk desto fler stammar i bunten det var (Gunnarsson m.fl., 2008).

2.7 Vikter från biomassafunktioner

Då det inte fanns så många liknande studier inom området har en jämförelse i stället gjorts med vikter framräknade med biomassafunktioner. Detta för att få en uppfattning om biomassafunktionerna går att tillämpa på provträden i denna studie.

Vikterna som fås fram i biomassafunktionerna anges i torrsvikt (Mencuccini m.fl., 2005). För att få jämförbara siffror med denna studie omvandlades den torra vikten till färsk vikt genom att den torra vikten multiplicerades med en fukthaltsprocent (se tabell 2.7.2).

När fukthalten har bedömts har Lehtikangas (1999) fukthaltstabell (se tabell 2.7.1) studerats samt två studier varav en gjorts av Jonasson (2008) som kommit fram till att det är cirka 38 % fukthalt i granstammar med bark. Den andra studien som studerats är Johansson (2010) där man fått fram fukthalter för det hela trädet på 45 % för björk och 59 % för tall. Motsvarande halter på toppar och grenar som fått fram var 46 % för björk och 62 % för tall medan fukthalten i stamveden var 44 % för björk och 54 % för tall.

Tabell 2.7.2. Fukthalt i olika delar av trädet för olika trädslag som använts vid omräkning från torrsvikt till färsk vikt.

	Hela träd	Stamved	Grenar
Tall	59%	54%	60%
Gran	55%	50%	46%
Björk	45%	44%	45%

Tabell 2.7.1. Utdrag ur boken "Lagringshandbok för trädbränslen" sid. 37. Normala fukthalter i olika delar av trädet för olika trädslag.

Trädslag	Stamved	Bark	Grenar
Tall	45-60	35-65	51-56
Gran	40-60	45-65	42-46
Björk	35-50	50 (näver 15-20)	39-44
Sälg	35-45	45-55	40-50 (skott)
Asp	35-50	-	-
Al	45-50	45-55	-
Ek	40-45	-	-
Bok	40-45	-	-

De oberoende variabler som har använts i biomassafunktionerna var höjd och brösthöjdsdiameter. Vid testet av funktionerna har indata för tre dimensionsklasser konstruerats beroende på buntarnas grovlek. Höjdmåtten som har använts som indata i funktionerna var uppskattade utifrån medelhöjden på buntarna och brösthöjdsdiametererna som använts var klassmitten utifrån dimensionsintervallet i buntarna.

Vikterna från Claesson m.fl. (2001) är inte beräknade med biomassafunktioner utan siffrorna är hämtade från en befintlig tabell i artikeln. Dessa vikter baserades på något lägre medeltal än vad som har använts vid biomassafunktionerna.

Tabellerna 2.3.7 – 2.7.5 nedan visar hur mycket biomassafunktionernas vikter procentuellt över - eller underskattar de vikter som mätts fram i denna studie beroende på trädslag och dimension för den enskilda trädstammen. Varje biomassafunktions referens är uppställda i kolumnen längst till vänster. I vikten för det hela trädet ingår allt förutom stubbe och rötter, i stamveden ingår stamved samt barken och i grenvikterna ingår döda och levande grenar samt barr/löv.

Tabell 2.7.3. Hur mycket biomassafunktionerna över eller underskattat motsvarande vikter som mätts fram i denna studie per träd för trädslaget tall.

Trädslag: Tall	En klen stam			En mellangrov stam			En grov stam		
	Referens	Hela träd	Stamved	Grenar	Hela träd	Stamved	Grenar	Hela träd	Stamved
Mencuccini m.fl. (2005)	-25%	-34%	22%	9%	-29%	-9%	52%	-5%	-21%
Kukkola m.fl. (2007)	-14%	-21%	26%	-2%	-17%	70%	33%	9%	147%
Repola (2009)	-7%	-18%	32%	3%	-15%	73%	39%	9%	148%
Marklund (1988)	-28%	-34%	-34%	-17%	-29%	-4%	17%	-6%	49%
Claesson m.fl. (2001)	Ej data	Ej data	Ej data	-15%	-32%	15%	Ej data	Ej data	Ej data

Tabell 2.7.4. Hur mycket biomassafunktionerna över eller underskattat motsvarande vikter som mätts fram i denna studie per träd för trädslaget gran.

Trädslag: Gran	En klen stam			En mellangrov stam			En grov stam		
	Referens	Helt träd	Stamved	Grenar	Helt träd	Stamved	Grenar	Helt träd	Stamved
Mencuccini m.fl. (2005)	-27%	-23%	-28%	7%	-14%	-16%	15%	-9%	-30%
Kukkola m.fl. (2007)	-6%	-4%	-36%	19%	6%	11%	36%	10%	60%
Repola (2009)	-4%	-9%	10%	20%	2%	65%	36%	3%	121%
Marklund (1988)	-21%	-20%	-45%	4%	-10%	-8%	21%	-5%	25%
Claesson m.fl. (2001)	Ej data	Ej data	Ej data	-5%	-31%	3%	Ej data	Ej data	Ej data

Tabell 2.7.5. Hur mycket biomassafunktionerna över eller underskattat motsvarande vikter som mätts fram i denna studie per träd för trädslaget björk.

Trädslag: Björk	En klen stam			En mellangrov stam			En grov stam		
	Referens	Helt träd	Stamved	Grenar	Helt träd	Stamved	Grenar	Helt träd	Stamved
Mencuccini m.fl. (2005)	-3%	-2%	-46%	-5%	-11%	-44%	51%	33%	7%
Kukkola m.fl. (2007)	-23%	1%	-42%	-28%	-11%	-31%	21%	40%	51%
Repola (2008)	-31%	-13%	-78%	-34%	-21%	-72%	12%	25%	-33%
Marklund (1988)	-12%	-2%	-40%	-18%	-11%	-39%	29%	33%	15%
Claesson m.fl. (2001)	Ej data	Ej data	Ej data	-38%	-37%	-43%	Ej data	Ej data	Ej data

Ett genomsnitt utifrån tabellerna ovan kan utläsas i tabell 2.7.6 som visar att biomassafunktionernas vikter per träd både var lägre och högre än vikterna som har mätts fram i denna studie. I tabell 2.7.6 framgår också att den klena stammen överlag underskattades och att den grova överskattades. Av de tre trädslagen hade granens biomassavikter flest vikter som stämde bäst överens med de vikter som mätts fram i denna studie.

Tabell 2.7.6. Ett genomsnitt hur mycket biomassafunktionerna över eller underskattat vikterna i denna studie per träd för trädslagen tall, gran och björk.

Trädslag	En klen stam			En mellangrov stam			En grov stam		
	Helt träd	Stamved	Grenar	Helt träd	Stamved	Grenar	Helt träd	Stamved	Grenar
Tall	-19%	-27%	11%	-4%	-25%	29%	35%	2%	81%
Gran	-14%	-14%	-25%	9%	-9%	11%	27%	0%	44%
Björk	-17%	-4%	-52%	-25%	-18%	-46%	28%	33%	10%

2.8 Näringspåverkan vid uttag av biobränsle

I en studie som Hanssen & Tveite (2013) gjort i Norge på unga tall - och granbestånd har man tittat på tillväxtförluster i volym beroende på om man gallrat konventionellt eller om man utfört helträds gallring, det vill säga när man tagit ut hela stammen och alla grenar. Massavedsgränsen i försöket var fem centimeter i toppdiameter vid minst två meters längd. Tallbestånden hade en medelålder på cirka 40 år och granen cirka 30 år när försöket påbörjades (Hanssen & Tveite, 2013).

De helträds gallrade tallbestånden uppvisade efter 20 år en genomsnittlig tillväxtförlust på 5 % jämfört med de konventionellt gallrade bestånden. Efter 25 år hade de helträds gallrade granbestånden en genomsnittlig tillväxtförlust på 11 % jämfört med de bestånden som gallrats konventionellt. Dessutom hade granbestånden till skillnad från tallbestånden en signifikant minskad tillväxt redan första året efter helträds gallringen (Hanssen & Tveite, 2013).

I en annan studie har man sammanställt 16 försök där man undersökt tall - och granbestånd som uppnått ålder för första gallring i Sverige, Norge och Finland för att se hur mycket näring som försvunnit efter helträds gallring jämfört med konventionell gallring. Gränsen för massaved i försöket hade satts på sex centimeter i toppdiameter vid minst tre meters längd. Tallens medelålder var 43 år och granens 38 år när försöken startades. (Jacobsson m.fl., 2000).

Under den kommande 10 års - perioden efter helträds gallringen minskade volymtillväxten med 5 % för tall och 6 % för gran jämfört med konventionell gallring. Man kunde konstatera att tillväxtminskningen berodde på att kväveförsörjningen minskat. Man kom också fram till att undersökningsperioden borde förlängas till kommande studier då det fortfarande var en tillväxtminskning tio år efter man utfört de sista mätningarna (Jacobsson m.fl., 2000).

Ivarsson Wide (2009) har under en studie uppskattat att under en 10-20 år lång period kan tillväxtförlusterna grovt uppskattas till 10 % om man i gallringen tar ut finkvistar och barr. Den 10-procentiga tillväxtnedsettningen motsvarar ett till två års förlängd omloppstid.

Vid biobränsleuttag i gallring varar tillväxtnedsettningen sannolikt i minst 15 år efter gallringen om man inte gödslar enligt Jacobsson & Kukkola (1999). Detta därför att tio år efter skogsbränslegallringen visades ingen återhämtning på tillväxtförlusten. Tillväxtförlusterna kunde inte påvisas förrän tre till fem år efter att gallringen genomförts vilket troligtvis har ett samband med att kvävet börjar frigöras från grenarna tre till fem år efter avverkningen. Under den observerade tioårsperioden efter skogsbränslegallringen blev det i granbestånden en genomsnittlig tillväxtförlust på 12 % vilket motsvarar 17 m³sk/ha och i tallbestånden 7 % vilket motsvarar 5 m³sk/ha.

Enligt Andersson & Stendahl (2011) får man räkna med att tillväxten blir något nedsatt om man tar ut delkvistade sortiment jämfört med bara massaved i gallring. Detta för att man vid uttag av delkvistat sortiment tar ut mer grenar som innehåller kväve som är lättnedbrytbart. Man bör därför räkna med att tillväxtnedsettningen

leder till en ökad omloppstid på ett till två år. Det är bra att lämna träd med stor grönkrona samt förväxande träd för att inte tappa allt för mycket produktion.

3. MATERIAL OCH METODER

3.1 Bakgrundsinformation

För att kunna undersöka hur stort biomassauttaget blir vid olika uttagsmetoder i klana gallringsbestånd beroende på trädslag, dimension och antal stammar i bunten under sommaren och för att sedan kunna framställa omräkningstabeller beroende på vilket sätt man väljer att hantera trädet behövde vissa kriterier uppfyllas. Bestånden skulle vara förstagallringar som var så pass klana att man planerat ta ut delkvistat sortiment. Någon minimigräns för antal bestånd fanns inte, bara man kunde skota ut tillräckligt många stammar av rätt dimension och trädslag som behövdes vid fältstudien. För att så lite biomassa som möjligt skulle falla av vid skotningen fanns önskemål om så kort skotningsavstånd som möjligt. Något önskemål om speciell väderlek då fältstudien genomfördes fanns inte. Enda kriteriet när det gällde klimat och väder var att fältstudien, som nämnts tidigare, skulle genomföras sommartid. Förutom dessa kriterier behövdes dessutom ett stort avlägg att hålla till på för att få plats med alla trädstammar och buntar.

Efter kontakt på Stora Enso Skog AB:s kontor i Enköping, där Lars-Erik Kjellin var kontaktperson, utfördes studien på en köptract i Merlänna, cirka en mil söder om Strängnäs. Fältstudien utfördes dagtid, två dagar i början av juli 2013, då det i medeltal var cirka 20° C i luften och ingen nederbörd. Maskinerna som användes var en skördare av märket Eco Log och en skotare av märket Ponsse.

Trakten i Merlänna bestod av flera bestånd men här valdes att koncentrera studierna till två förstagallringar med relativt korta skotningsavstånd och som dessutom innehöll de trädslag och dimensioner som eftersträvades. Det ena beståndet var ett rent granobjekt på före detta åkermark. Åldern var 30 år, grundytan före gallring låg på 24 m²/ha, volymen var 153 m³sk/ha med ett stamantal på 2 500 stam/ha. Ståndortsindex (SI) var G28, vilket är en relativt bördig mark och den bedömda medelstammen i uttaget varierade mellan 0,03-0,04 m³fub/ha på grund av varierande trädhöjd. Skotningsavståndet var i medeltal 50 meter enkel väg.

Det andra beståndet var ett blandbestånd med trädslagsblandningen 30 % tall, 20 % gran och 50 % löv. Även här var åldern 30 år, men grundytan före gallring var något lägre än på granobjektet, 20 m²/ha. Även volymen och stamantalet var något lägre, 127 m³sk/ha respektive 2 300 stam/ha. SI i detta bestånd var T24, vilket är en medelgod mark och den bedömda medelstammen i uttaget var för tall 0,05 m³fub/ha, för gran 0,04 m³fub/ha och 0,04 m³fub/ha för löv. Skotningsavståndet var däremot längre och låg i medeltal på 150 meter enkel väg.

Avlägget där fältstudien utfördes var på en åkerbit som varken var sådd eller planterad. Tack vare att det var så torrt vid studietillfället gick det att köra tunga maskiner utan att köra sönder marken.

3.2 Begrepp och förklaringar

I rapporten används en del fackuttryck som här beskrivs lite närmare.

Apteras = träden kapas i önskade längder.

Helträd = träd som skotas ut hela utan att ha varken kvistats eller apterats. Allt utom stubben och rötterna ingår i vikten.

Flerträd= förkortning av flerträdshanterade (skogsbränslegallrade) buntar. Det innebär att skördaren kör igenom flera träd samtidigt genom aggregatet. I fältstudien innebär det att hela bunten med träd körs igenom en gång. Kallas även delkvistat sortiment eller biobränsle.

Enträd = förkortning av enträdshanterade träd. Skördaren kvistar träden ett och ett och träden toppkapas vid cirka tre centimeter i toppdiameter. Det som blir kvar kallas stamved.

Massaved= Träden kapas vid fem centimeter i toppdiameter vid minst 2.90 meters längd.

Dbh= brösthöjdsdiameter, diametern på bark 1,30 meter från marken.

Konventionell gallring = när man tar ut bara massaved, alltså inga grenar, toppar eller barr/löv.

M³sk=skogskubikmeter. Måttenhet på trädets volym, inklusive topp och bark men utan stubbe och grenar (Länk A).

M³fub=kubikmeter fast under bark. Måttenhet på trädets volym där stubbe, grenar, topp samt bark tagits bort från trädet (Länk A).

Ha = hektar, en yta som är 10 000 m² stor.

SI = Ståndortsindex, trädens höjd i meter vid en given ålder. I denna rapport används åldern 100 år (H₁₀₀).

3.3 Genomförandet

Till förfogande fanns vid studietillfället en skördarförare och en skördare med ett Logmax 5000 aggregat som gått cirka 7 000 timmar. Kvistknivarna i aggregatet var normalt slitna och matarhjulen var inställda på flerträdshantering, det vill säga med ganska löst tryck. Detta är inställningarna som förarna till maskinen normalt hade när de körde delkvistat sortiment i gallringar.

En skotarförare och skotare samt en manuellhuggare med motorsåg deltog också vid fältstudien. För att registrera vikterna användes en kranvåg som tillverkats av Intermecato, modell XW-70BS-UNI och som tillhör Skogforsk i Uppsala. Kranvågen monterades på skotarens kran som behövde ha en rotator typ som heter Indexator G121 eller G141 för att kranvågen skulle passa. Innan fältstudien började hade maskinförarna fått en instruktion, se Bilaga 1. Detta för att de skulle kunna skota ut de mesta träden dagarna innan för att göra själva studieledet effektivare.

Träden kapades med skördaren i skogen och skotades ut hela med skotaren, utan att ha varken apterats eller kvistats, i luftiga lass till avlägget. Av varje trädslag, det vill säga tall, gran och björk, gjordes sedan följande indelning:

- Tio buntar med fem träd i varje bunt á 6-8 cm i brösthöjd (klena)
- Tio buntar med tre träd i varje bunt á 8-12 cm i brösthöjd (medelgrova)
- Tio buntar med två träd i varje bunt á 12-18 cm i brösthöjd (grova)

Fältstudien beskrivs här i fem steg:

- 1) När alla buntar var hopplockade och utlagda längdmättes varje bunt med måttband och fick ett nummer.
- 2) Sedan vägdes varje bunt obearbetad med toppen och alla grenar kvar. Viktigt var att bunten hängde vågrätt och still i gripfen för att vikten inte skulle bli missvisande. Vikten noterades på en blankett, se Bilaga 2.
- 3) Nästa steg var att skördaren körde igenom hela bunten genom aggregatet utan att toppkapa, bara mata så långt det gick och sedan släppa bunten. Det kallas i studien för flerträdshanterat. Sedan vägdes de flerträdshanterade buntarna med skotaren. Vikten noterades återigen på blanketten.
- 4) Efter det körde skördaren igenom varje träd i bunten var för sig och toppkapade vid cirka tre centimeters diameter. Skördaren utförde enträdshanteringen på de grova och medelgrova buntarna medan manuellhuggaren gjorde samma sak på de klena buntarna. Detta för att stammarna i de klena buntarna riskerade att brytas av om de hanteras enskilt av skördaraggregatet. Åter igen vägdes buntarna av skotaren och vikten noterades på blanketten.
- 5) Sista steget i hanteringen av buntarna var att aptera dem till gagnvirke, alltså att kapa bort det som inte höll måttet för massaved. Gränsen för massaved ligger i skrivande stund på en toppdiameter på fem centimeter vid minst 2,90 meters längd. Skördaren apterade massaveden på de grova och medelgrova buntarna och manuellhuggaren gjorde motsvarande på de klena buntarna. De stammar och stamdelar som inte uppfyllde massavedskraven lades åt sidan. En sista vägning med skotaren och vikten noterades på blanketten en sista gång.

Då kranvågen hade en egenhet att kalibrera om sig då och då (trots inlämning hos tillverkaren innan påbörjad fältstudie) kollades vågen av ungefär var 7:e till 8:e bunt för att se så att den inte över eller underskattade buntarnas vikter. Detta gjordes genom att låta vågen hänga fritt och kontrollera att den då visade noll. Visade den en minus - eller plusvikt kalibrerades vågen om innan vägningarna fortsatte.

4. RESULTAT

4.1 Längdfördelning

Som nämnts tidigare längdmättes varje bunt med måttband innan vägningarna med kranvågen påbörjades. Längderna summerades sedan för respektive trädslag och dimension och delades på antalet buntar. I tabell 4.1 kan man utläsa medellängden för de olika buntarna beroende på trädslag och dimension.

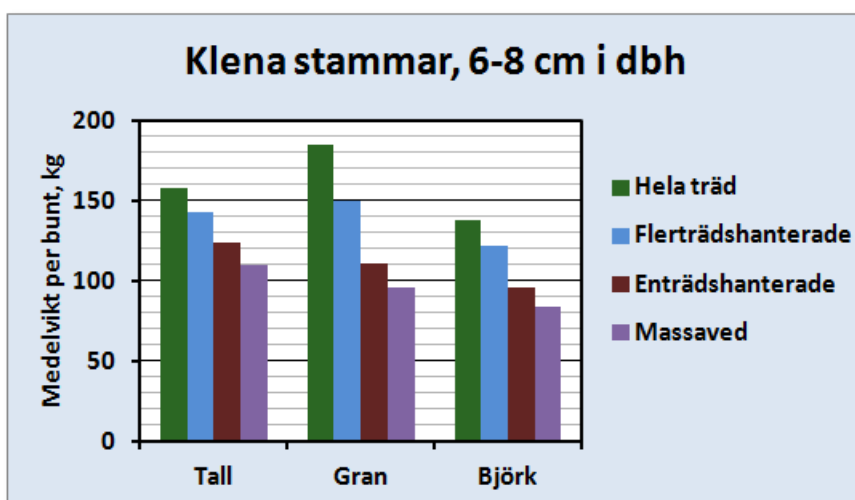
Tabell 4.1. Buntarnas medellängd beroende på trädslag och dimension. Enheten är meter.

	Klena buntar	Medelgrova buntar	Grova buntar
Tall	8,8	8,9	9,9
Gran	9,9	9,5	11,0
Björk	10,5	10,4	11,8

4.2 Viktfördelning

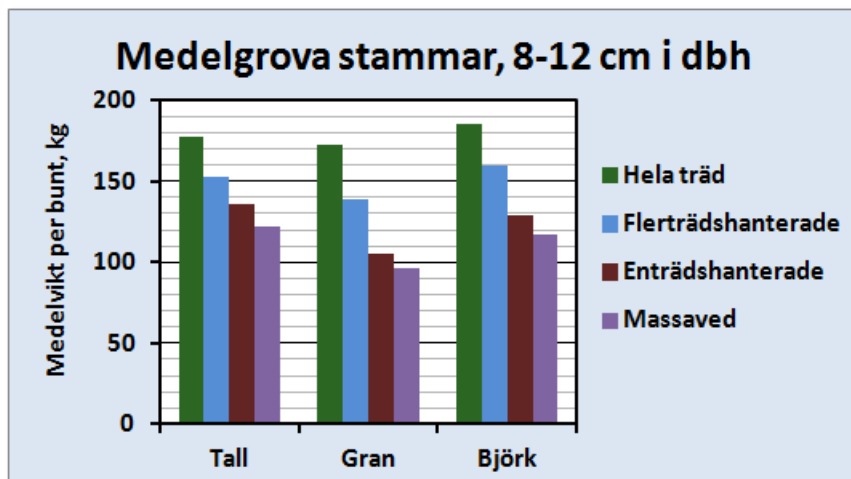
Efter utförd fältstudie beräknades medelvikten genom att vikterna för varje vägning summerades och dividerades med antalet buntar beroende på dimension och trädslag. Förutom klen tall, som det bara fanns nio buntar av, är resterande medelvikter baserade på tio buntar av varje dimension och trädslag. Resultatet är sammanställt i figur 4.2.1 - 4.2.3 där man kan se medelvikten för de olika buntarna beroende på trädslag och dimension.

I figur 4.2.1 kan man utläsa att granen vägde mest och björken minst som hela träd bland de klena buntarna. I tallbunten kvistas det bort minst biomassa mellan flerträds- och enträdshanteringen jämfört med björk- och granbunten. Den klena tallen innehöll däremot störst andel massaved av de tre trädslagen.



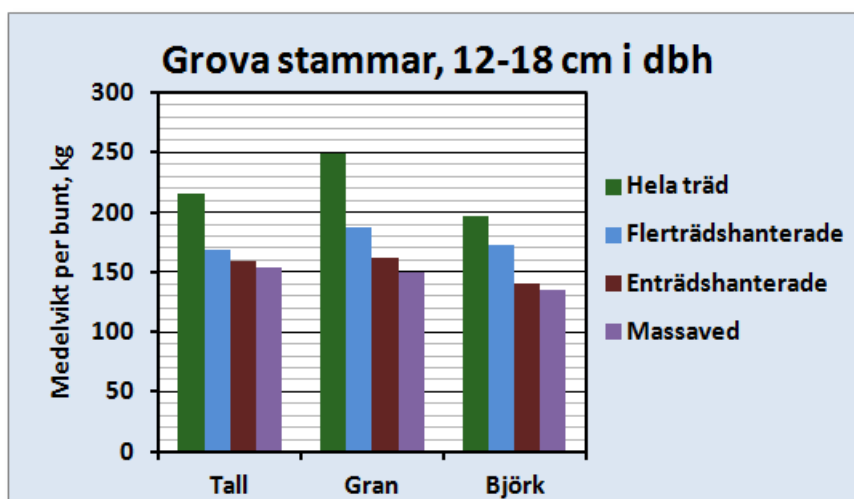
Figur 4.2.1. Medelvikten för de klena tall- gran - och björkbuntarna med fem träd i varje bunt.

Av figur 4.2.2 framgår att rangordningen bland trädslagen kastats om avseende vikten för hela träd. Här väger i stället björkbuntan mest och granbuntan minst. Jämfört mellan flerträds - och enträdshanteringen kvistas det fortfarande bort minst biomassa från tallen, dock är det inte lika stor skillnad trädslagen emellan. Massavedsandelens fortsätter att vara störst i tallbuntan.



Figur 4.2.2. Medelvikten för de medelgrova tall - gran - och björkbuntarna med tre träd i varje bunt.

I figur 4.3.2 ser man att trädslagets viktfordelning för de hela träden återigen är den samma som för de klana buntarna eftersom granbuntan åter igen väger mest och björken minst. Liksom för den klana och medelgrova buntan kvistas det fortfarande bort minst biomassa från tallbuntan mellan flerträds - och enträdshanteringen. Massavedsandelens är fortfarande störst i tallbuntan men den är mer jämn mellan trädslagen.



Figur 4.2.3. Medelvikten för de grova tall - gran - och björkbuntarna med två träd i varje bunt.

4.3 Skapandet av omräkningstabeller

Medelvikterna beroende på dimension och trädslag har använts för att få fram omräkningstalen mellan uttagsmetoderna. Den vågräta raden har dividerats med

den lodräta. För att få ut t.ex. 0,91 i tabell 4.4.1 har medelvikten för den flerträdshanterade buntan dividerats med medelvikten för helträdsbuntan. Omräkningstabellen utläses genom att man går in i den vänstra kolumnen på det sortiment man har, och går till höger till det sortiment man vill omvandla till. När man till exempel vill utläsa hur mycket mer biomassa man får ut om man tar ut delkvistat sortiment jämfört med massaved för klen tall (se tabell 4.4.1) går man in i den vänstra kolumnen på flerträd/delkvistat och subtraherar 1,00 med 0,78 och resultatet blir då ett 22 procentligt större biomassauttag. Vill man istället gå från massaved till delkvistat får man multiplicera sin massavedsvolym med 1,30 om det är klen tall (se tabell 4.4.1).

4.4 Omräkningstabeller tall

På den klena tallen kan man i tabell 4.4.1 nedan utläsa att det vid flerträdshanteringen totalt kvistades bort 9 % biomassa och 20 % vid enträdshanteringen. För de medelgrova och grova buntarna var fördelningen ungefär den samma förutom att den procentuella andelen av bortkvistad biomassa ökade. Andelen massaved i de olika buntarna av tall var i snitt 70 % av trädets totala vikt, där andelen var något högre i de grova buntarna.

Differensen i biomassauttag blir större i vissa hanteringsled jämfört med andra. I de klena tallbuntarna var det mellan flerträds – och enträdshanteringen som det blev störst uttag av biomassa, där 13 % biomassa kvistades bort (se tabell 4.4.1). I de medelgrova och grova tallbuntarna var det i stället mellan helträds- och flerträdshanteringen, där 14 % respektive 21 % kvistades bort, enligt tabell 4.4.2 och 4.4.3.

Tabell 4.4.1. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på klen tall (6-8 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Till Från	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,91	0,80	0,70
Flerträd/ delkvistat	1,10	1,00	0,87	0,78
Enträd/ stamved	1,27	1,15	1,00	0,89
Massaved	1,44	1,30	1,13	1,00

Tabell 4.4.2. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på medelgrov tall (8-12 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Från \ Till	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,86	0,77	0,69
Flerträd/ delkvistat	1,16	1,00	0,89	0,80
Enträd/ stamved	1,30	1,13	1,00	0,90
Massaved	1,45	1,25	1,11	1,00

Tabell 4.4.3. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på grov tall (12-18 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Från \ Till	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,79	0,74	0,71
Flerträd/ delkvistat	1,28	1,00	0,94	0,91
Enträd/ stamved	1,36	1,07	1,00	0,97
Massaved	1,41	1,11	1,04	1,00

4.5 Omräkningstabeller gran

I tabell 4.5.1 nedan där omräkningstalen för klen gran visas framgår att mer biomassa kvistades bort vid samtliga hanteringar jämfört med den klena tallen. Totalt kvistades det bort 19 % biomassa för granen vid flerträdshantering jämfört med tallens 9 %. Vid enträdshantering kvistades totalt 40 % biomassa bort vilket är dubbelt så mycket som för motsvarande tallbuntar. Knappt hälften av trädets vikt är massaved vilket är lägre än tallens cirka 70 %. Massavedsandelens ökade liksom för tallen med ökad dimension och färre antal stammar i bunt.

Det hanteringsled där det kvistades bort mest biomassa hos den klena och medelgrova granen var mellan flerträds- och enträdshantering, 26 % respektive 24 %. I de grova granbuntarna kvistades det istället bort mest biomassa mellan helträds- och flerträdshantering, 25 % enligt tabell 4.5.3.

Tabell 4.5.1. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på klen gran (6-8 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Till Från	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,81	0,60	0,52
Flerträd/ delkvistat	1,24	1,00	0,74	0,64
Enträd/ stamved	1,69	1,36	1,00	0,87
Massaved	1,95	1,57	1,16	1,00

Tabell 4.5.2. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på medelgrov gran (8-12 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Till Från	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,80	0,60	0,56
Flerträd/ delkvistat	1,26	1,00	0,76	0,70
Enträd/ stamved	1,67	1,33	1,00	0,93
Massaved	1,80	1,43	1,08	1,00

Tabell 4.5.3. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på grov gran (12-18 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Till Från	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,75	0,66	0,61
Flerträd/ delkvistat	1,34	1,00	0,88	0,82
Enträd/ stamved	1,54	1,15	1,00	0,93
Massaved	1,67	1,25	1,08	1,00

4.6 Omräkningstabeller björk

I tabell 4.6.1 – 4.6.3 nedan kan man utläsa att andelen biomassa som kvistades bort vid flerträdshantering var relativt konstant oavsett om det gäller de klena, medelgrova eller grova björkbuntarna. Detta skiljde sig från övriga trädslag där mer biomassa kvistades bort ju grövre träden var. Massavedsandelen i den klena björken låg på 60 % vilket är mellan granens och tallens. I likhet med tall och gran ökade massavedsandelen även för björken ju grövre stammarna blev och ju färre stammar i bunten det var.

Vid jämförelsen av differensen i biomassauttag mellan de olika hanteringsleden var det i björken, till skillnad från de två andra trädslagen, störst biomassauttag i samma hanteringsled, oavsett buntarnas grovlek. Som framgår av tabell 4.6.1 – 4.6.3 nedan skedde detta mellan flerträds - och enträdshantering, där det kvistades bort 21 % biomassa i de klena, 19 % i de medelgrova och 18 % i de grova björkbuntarna.

Tabell 4.6.1. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på klen björk (6-8 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Till Från	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,89	0,70	0,60
Flerträd/ delkvistat	1,13	1,00	0,79	0,68
Enträd/ stamved	1,45	1,28	1,00	0,87
Massaved	1,70	1,50	1,18	1,00

Tabell 4.6.2. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på medelgrov björk (8-12 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Till Från	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,86	0,69	0,63
Flerträd/ delkvistat	1,17	1,00	0,81	0,73
Enträd/ stamved	1,46	1,25	1,00	0,90
Massaved	1,63	1,40	1,11	1,00

Tabell 4.6.3. Omräkningstabell för olika uttagsmetoder på grov björk (12-18 cm dbh). Tabellen utläses från vänster till höger.

Från \ Till	Helträd	Flerträd/ delkvistat	Enträd/ stamved	Massaved
Helträd	1,00	0,88	0,71	0,68
Flerträd/ delkvistat	1,14	1,00	0,82	0,78
Enträd/ stamved	1,40	1,23	1,00	0,96
Massaved	1,47	1,29	1,05	1,00

4.7 Biomassauttag delkvistat sortiment vs massaved

Utifrån omräkningstabellerna ovan har det i tabell 4.7.1 nedan gjorts en sammanställning av hur mycket större biomassauttaget blir om man tar ut delkvistat sortiment jämfört med massaved beroende på trädslag och dimension.

Tabell 4.7.1. Hur mycket större biomassauttaget procentuellt blir om man tar ut delkvistat sortiment jämfört med massaved.

	Klena buntar	Medelgrova buntar	Grova buntar
Tall	22%	20%	9%
Gran	36%	30%	18%
Björk	32%	27%	22%

Som framgår av tabell 4.7.1 ovan blir det, oavsett trädslag, störst skillnad i biomassauttag i de klena buntarna, näst störst i de medelgrova och minst i de grova om man tar ut delkvistat sortiment jämfört med massaved. I de klena och medelgrova dimensionerna är det störst differens i uttagen biomassa i granen och minst i tallen. För de grova buntarna är det i stället störst skillnad i biomassauttag i björken och minst i tallen.

5. DISKUSSION

5.1 Reflektioner på resultatet

Som hela träd vägde den klena granen mest och den klena björken minst. Björken är ett pionjärträd och kvistrensas oftast mer när den står tätt än granen som är ett sekundärträd och klarar trängsel och skugga bättre. Detta kan vara en av förklaringarna till varför den klena granen vägde mest och den klena björken minst.

I alla försöksled utom i de medelgrova buntarna vägde granen mer än de övriga trädslagen. En möjlig förklaring till att björken vägde mest i de medelgrova buntarna kan vara att vid fältstudien ingick många björkstammar som låg i den övre delen av dimensionsintervallet, alltså närmare 12 cm än 8 cm. Detta gör att vikterna kan bli missvisande om man jämför trädslagen emellan.

En genomgående trend i tallbuntarna oavsett dimension var att det kvistades bort mindre biomassa i jämförelse mellan flerträds- och enträdshantering jämfört med de andra två trädslagen. Orsaken till detta kan vara att tallens grenar är mer spröda och knäcks lättare än både granens och björkens. De flesta av tallens grenar hade redan hunnit kvistats bort vid flerträds- och enträdshantering och det återstod helt enkelt inte så många grenar att kvista bort vid enträdshantering.

I alla trädslagen får man ut mer biomassa procentuellt sett om man tar ut delkvistat sortiment jämfört med massaved. Detta beror på att det inte kvistas bort lika mycket grenar när man flerträds- och enträdshanterar trädet eftersom man inte har lika hårt matartryck inställt och heller inte lika vassa kvistknivar som när man tar ut massaved. Dessutom kommer inte kvistknivarna åt alla grenarna på de stammar som ligger i mitten av buntens vilket gör att kvistningen inte blir lika fullständig som när man hanterar träden ett och ett.

Som man kan utläsa av tabell 4.7.1 nedan är det, oavsett trädslag, störst skillnad i ökat biomassa-uttag i de klena buntarna och minst skillnad i de grova buntarna när man tar ut delkvistat sortiment jämfört med massaved. I de klena buntarna är det fler stammar och ju fler stammar per bunt desto mindre fullständig blir i kvistningen eftersom grenarna på stammarna i mitten inte kvistas bort.

Tabell 4.7.1. Hur mycket större biomassa-uttaget procentuellt blir om man tar ut delkvistat sortiment jämfört med massaved.

	Klena buntar	Medelgrova buntar	Grova buntar
Tall	22%	20%	9%
Gran	36%	30%	18%
Björk	32%	27%	22%

En teori varför granen hade störst skillnad i ökat biomassa-uttag i de klena och medelgrova buntarna (se tabell 4.7.1) kan vara att granen ofta har störst grönkrona

av de tre trädslagen vilket gör att det också kan kvistats bort mest biomassa mellan hanteringsleden.

5.2 Jämförelse med tidigare studie

Enligt Gunnarsson m.fl., (2008) blev det en ökning på 9 % i biomassaavgång om man tar ut delkvistat sortiment jämfört med massaved. För studien i denna rapport blir motsvarande siffror en ökning på 22 % i biomassaavgång i de klena tallbuntarna. Jämför man bortfallet av biomassa mellan helträds - och flerträdsbehandlingen med studien som Gunnarsson m.fl., (2008) gjort på tall blir också resultaten olika. Gunnarsson m.fl., (2008) kommer fram till att 25 % av biomassan kvistats bort, medan i en klen tallbunt i denna studie kvistats bara 14 % biomassa bort i motsvarande hanteringsled. Den främsta orsaken till dessa skillnader är troligtvis att Gunnarsson m.fl., (2008) hade vassare kvistknivar och ett hårdare matartryck inställt. När på året man utfört studien har troligtvis också betydelse. Ytterligheterna är på vintern då kvistarna är frusna och blir sprödare och lättare bryts av jämfört med på våren när det är savning och grenarna blir sega och inte bryts av lika lätt. I studien som Gunnarsson m.fl., (2008) gjort framgår inte under vilken årstid mätningarna gjorts varför inga slutsatser utifrån detta kan dras.

Jämför man däremot biomassaavgången som Gunnarsson m.fl., (2008) fått med de grova tallbuntarna i denna studie blir ökningen i biomassaavgång detsamma om man tar ut delkvistat sortiment istället för massaved. Bortser man från den lite grövre medeldiametern i denna studie så liknar de grova tallarna deras provträd. Gunnarsson m.fl., (2008) hade nämligen en medelvikt för de hela träden på 123 kg per träd vilket är ganska likt medelvikten för de hela träden i de grova tallbuntarna i denna studie som var 108 kg per träd.

I sin studie kom även Gunnarsson m.fl., (2008) fram till att ju färre stammar i buntan det var desto större andel massaved blev det. Samma resultat fås för alla tre trädslagen även i denna studie. Det blev störst andel massaved i de grova buntarna, där det också var minst antal stammar i buntan, och minst andel massaved i de klena buntarna, där det var flest antal stammar i buntan. Troligtvis beror den överlag fallande mängden massaved med ökande antal stammar i buntan på att ju fler stammar det är per bunt, som motsvarar ett knippe som får plats i aggregatet, desto klenare måste stammarna vara. Eftersom det finns en minimidiameter i topp för vad som får klassas som massaved blir det mer massaved ju grövre stammarna är. Noteras ska dock att i tallbuntarna i denna studie var det bara en marginellt högre massavedsandel i de grova buntarna jämfört med de klena och medelgrova. I de medelgrova var det till och med en något lägre massavedsandel jämfört med de klena tallbuntarna men dessa avvikelser har troligtvis att göra med det tidigare nämnda kalibreringsfelet på kranvågen.

5.3 Jämförelse med biomassafunktioner

Det inte alltid är samma referens som har över - eller underskattat vikterna, ett systematiskt fel i biomassafunktionerna är därmed uteslutet. De grova trädens funktionsberäknade grenvikter var, oavsett trädslag, i snitt tyngre än de som räknats fram i denna studie och beror troligtvis på att träden som använts för att framställa biomassafunktionerna har stått glesare och därmed utvecklat en större grönkrona än träden i denna studie som stått tätare. Den grova tallens grenvikt var överskattad

med 80 % vilket var mer än både granens 44 % och björkens 10 %. Varför det är just tallens grenvikter som överskattas så mycket beror förmodligen på att tallen är ett pionjärträd som får upphissad och liten grönkrona när den står tätt. Dessutom knäcktes tallens grenar och toppar lättast av de tre trädslagen i skotningen och kom därmed inte med i vägningen.

Att vikterna som mätts fram i studien baseras på ett dimensionsintervall och funktionsvikterna på en klassmitt har också betydelse för att resultaten inte blir identiska. En centimeters skillnad i diameter i biomassafunktionerna påverkar resultatet med flera kilo. Diameterintervallen som använts i studien innebär inte automatsikt att medeldiametern är densamma som klassmitten. Medeldiametern låg i vissa buntar över klassmitten på grund av att skördarföraren ofta överskattade diametern från maskinhytten. För att få helt jämförbara siffror skulle varje enskilt träd i buntarna ha diameter - och höjdbestämts för att kunna lägga in de exakta variablerna i biomassafunktionerna. Detta bedömdes vara alltför tidsödande varför klassmitten och medellängden för buntarna valdes som oberoende variabler i funktionerna.

Felaktiga faktorer i denna studie som gjort att inte vikterna överensstämmer med biomassafunktionerna kan vara att fukthalten som funktionsvikterna multiplicerats med inte var korrekt. Det var en genomsnittlig fukthalt som uppskattats med hjälp av tidigare studier och som är oberoende av årstid, temperatur och luftfuktighet. Troligtvis varierar fukthalten ganska mycket beroende på luftfuktighet och temperatur. Biomassafunktionerna som använts har bara haft två oberoende variabler, höjd och brösthöjdsdiameter som ingångsvärden. Hade fler oberoende variabler som till exempel ålder, bonitet, krongränshöjd, stamform och stam per hektar använts hade förmodligen funktionernas noggrannhet också blivit bättre.

Slutsatsen är att man troligtvis inte kommer få samma vikter om man väljer att använda biomassafunktioner med diameter och höjd som oberoende variabler i stället för att väga träden i skogen. Möjligtvis kan det ske om man använder samma diameter och höjd för varje enskilt träd men under förutsättning att övriga förhållanden vad gäller bonitet, ålder, kronans storlek och stamform är identiska för att vikterna ska bli samma vilket inte är så stor sannolikhet i dagens svenska skogar.

5.4 Sammanställning av näringsförlusterna

De olika studier som studerats i rapporten på hur stora näringsförlusterna blir om man tar ut hela trädet eller delkvistat sortiment vid gallring i stället för massaved visar ganska olika resultat. En av orsakerna kan vara att man studerat näringsförlusterna under olika långa tidsperioder efter gallringen, allt från 10-25 år. Dessutom har man studerat bestånd som varit olika näringsrika från början, som legat på olika platser och på olika höjd över havet. Gemensamt är dock att de kommit fram till att granen tappar mer i volym och tillväxt än tallen. Lite grovt utifrån studierna kan man konstatera att granen tappar cirka 10 % och tallen cirka 6 % i genomsnittlig tillväxt under en cirka 15 år lång period efter gallringen. Detta leder till att omloppstiden ökar med cirka 1-2 år. Med i beräkningen ska också tas att några artiklar har räknat på näringsförluster på uttag av delkvistat sortiment och andra på helträdsuttag. Vid helträdsuttag tar man ut alla barr och grenar vilket

resulterar i att näringsförlusterna troligtvis blir något större än vid uttag av delkvistat sortiment. Tyvärr hittades inga siffror på rena björkbestånd.

5.5 Inför framtida studier

Trots att maskinförarna innan studien påbörjats fått en instruktion kring vilka dimensioner som behövdes var det svårt för skördarföraren att uppskatta dimensionerna från maskinhytten och brösthöjdsdiametern blev ofta i grövsta laget. I en del buntar fick stammar som var för grova bytas ut mot klenare. Avlägget kan heller aldrig bli för stort. Trots att vi hade en relativt stor åkerbit att hålla till på var det ändå trångt med alla buntar som behövde läggas ut.

Varför kranvågen ibland visade +/- fyra kg när den hängde fritt i luften har vi fortfarande inte fått något svar på. Det skulle tagit för lång tid att mellan varje bunt kalibrera om vågen, så vi beslutade att göra det mellan var 7:e till 8:e bunt. Man bör därför vara medveten om att siffrorna kan vara under- eller överskattade med några kg.

Tyvärr blev det toppbrott på några träd då skotningsavståndet var mellan 50-150 meter enkel väg. Optimalt hade varit att haft ett ännu kortare skotningsavstånd, men det var svårt att få både kort skotningsavstånd, lämpliga objekt och stort avlägg. Förutom toppbrotten knäcktes även de flesta torra/döda grenarna vid skotningen. Det var besvärligt att skota ut cirka tio meter långa träd utan att knäcka eller skava av alltför mycket grenar, men alla inblandade har verkligen gjort sitt bästa för att få med så mycket biomassa ut till avlägget som möjligt. Själva hanteringen och plockandet med buntarna på avlägget skadade också tyvärr vissa träd så de inte var helt kompletta vid vägning. Allt detta tillsammans kan, förutom vågens ibland felaktiga registreringar, ha orsakat en del underskattade vikter.

5.6 Slutsats och rekommendationer

Litteraturstudien av näringsförluster vid skogsbränslegallring visar att granen förlorar nästan dubbelt så mycket i tillväxt jämfört tallen. Varför granen tappar så mycket mer i tillväxt än tallen beror troligtvis på att granen har cirka 10 % större biomassauttag än tallen vid uttag av delkvistat sortiment jämfört med massaved oberoende av dimension. Av litteraturstudien framgår också att det blir en förlängd omloppstid på cirka 1-2 år oavsett träslag. Här blir den rådande prislistan på massaved kontra delkvistat sortiment en avgörande faktor i valet av om det ändå är lönsamt att skogsbränslegallra trots efterföljande tillväxtförlust.

De framställda omräkningstabellerna där man kan få en uppfattning av hur mycket mer biomassa man får ut om man tar ut delkvistat sortiment i stället för massaved beroende på träslag och dimension tror jag kommer vara ett bra hjälpmedel vid beslutsfattandet i valet av uttagsmetod i klena gallringar. Har man en uppfattning om biomassauttaget kan man få en säkrare beräkning av intäkter och ett eventuellt netto utifrån aktuella prislister.

Valet av gallringsmetod tror jag dock inte uteslutande beror på hur mycket mer volym man kommer få ut om man tar ut delkvistat sortiment i stället för massaved. Faktorer som näringsförluster och aktuella prislister för både biobränsle och

massaved spelar förmodligen också stor roll för att hitta det mest ekonomiska och uthålliga gallringsmetoden av konfliktbestånden.

6. SAMMANFATTNING

Syftet med studien har varit att ta reda på hur stort biomassauttaget blir i klena gallringar beroende på trädslag, dimension, antal stammar i bunten och uttagsmetod på sommaren. Detta för att kunna få en uppfattning om hur mycket större biomassauttaget blir vid delkvistat sortiment jämfört med massaved och därmed kunna beräkna åtgärdens lönsamhet. Ytterligare ett syfte är att ge ett underlag till forskare som räknar på hur stora näringsförlusterna blir vid uttag av delkvistat sortiment i klena gallringar.

Fältstudien har genomförts i Strängnäs. Tall, gran och björk har studerats. Stammarna skotades ut hela och sorterades trädslagsvis i olika buntar på ett avlägg beroende på dimension. För att ta reda på hur mycket biomassa som försvann vägdes buntarna efter varje hanteringsled som var hela träd, flerträdshanterade träd, enträdshanterade träd och träd apterade till massaved.

Resultatet visar att det blev ett större biomassauttag när man tog ut delkvistat sortiment jämfört med massaved. Oberoende av trädslag var det störst skillnad i uttagen biomassa i de klena buntarna och minst skillnad i de grova. Detta beroende på att kvistningen blev mindre fullständig ju fler stammar i bunten det var. Granen har ofta en större grönkrona än både tallen och björken vilket kan vara anledningen till att den också hade störst skillnad i uttagen biomassa, 36 % mer i de klena och 30 % mer i de medelgrova buntarna när man tog ut delkvistat sortiment jämfört med massaved. Lite oväntat var att björken hade störst skillnad i uttagen biomassa i de grova buntarna, 22 % mer.

I rapporten har även tidigare studier om näringsförluster i marken vid uttag av helträds- och delkvistat sortiment i gallringar studerats. Resultatet av dessa studier visar en genomsnittlig tillväxtminskning på cirka 10 % för gran och cirka 6 % för tall under en cirka 15 år lång period efter gallringen, vilket motsvarar 1-2 års förlängd omloppstid.

När man ska beräkna lönsamheten för uttag av delkvistat sortiment kan troligtvis siffrorna i omräkningstabellerna, som visar hur mycket mer biomassa man får ut om man väljer att delkvista i stället för att ta ut massaved, vara till stor hjälp men betydelse har också faktorer som näringsförluster samt rådande prislista på både massaved och delkvistat sortiment.

7. REFERENSLISTA

Böcker

Lehtikangas, P. (1999) *Lagringshandbok för trädbränslen*. Uppsala: Inst. för virkeslära.

Skogsstyrelsen (2012). Skogsvårdslagstiftningen: gällande regler 1 januari 2012. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Publikationer

Andersson, R. (red.) & Stendahl, J. (2011). Skogsbränslegallring. Jönköping: Skogsstyrelsen

Chum, H.L. & Overend, R.P. (2001). Biomass and renewable fuels. *Fuel Processing Technology*, 71(1), 187-195.

Claesson, S., Lundmark, T. & Sahlén, K. (2001). Functions for biomass estimation of young *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula* spp. from stands in northern Sweden with high stand densities. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16(2), 138-146.

Gunnarsson, B.C., Hagberg, L. & Sandberg, D. (2008). Hur stort blir biobränslevinnet vid så kallad slarvkvistning. Uppsala: SLU.

Hanssen, K.H. & Tveite, B. (2013). Whole-tree thinnings in stands of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*): Short- and long-term growth results. *Forest Ecology and Management*, 298, 52-61.

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

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

Jacobsson, S., Kukkola, M., Mälönen, E. & Tveite, B. (2000). Impact of whole-tree harvesting and compensatory fertilization on growth of coniferous thinning stands. *Forest Ecology and Management*, 129, 41-51.

Johansson, P. (2010). Skogsbränsle drivare i klen förstagallring med contorta. Umeå: SLU. (*Arbetsrapport 283*).

Jonasson, M. (2008). Lagring av gran- och contortatimmer – virkeskvalitet och lakvatten vid bevattning och torrlagring av stockar med och utan bark. SLU Institutionen för skogens produkter. (*Uppsats nr 1*).

Kukkola, M., Ojansuu, R. & Repola, J. (2007). Biomass functions for Scots pine, Norway spruce and birch in Finland. *Metla*.

Marklund, L.G. (1988). Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. SLU Institutionen för skogstaxering. (*Rapport nr 45*).

Mencuccini, M., Mukkonen, P., Mäkipää, R. & Zianis, D. (2005). Biomass and Steem Volyme Equations for Tree Spieces in Europe. *Silva Fennica Monographs*, 4.

Repola, J. (2008). Biomass Equations for Birch in Finland. *Silva Fennica* 42(4), 605-624.

Repola, J. (2009). Biomass equations for Scots pine and Norway spruce in Finland. *Silva Fennica*, 43(4), 625-647.

Skogsdata. (2012). Umeå: SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning.

Internetdokument

Länk A

Skogsstyrelsen (2012). [Online] Tillgänglig:

[http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Aga-skog/Matt-och-enheter-/](http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Aga-skog/Matt-och-enheter/) [2013-08-26]

8. BILAGOR

Bilaga 1

Fältstudie Merlänna

Syfte: Studien går ut på att i klena gallringar se hur mycket biomassa som kvistas bort vid flerträds-och enträdshantering på sommaren. De trädslag som ska studeras är tall, gran och björk.

Instruktioner-förberedelser:

Hugg träden hela i skogen utan att aptera eller kvista dem. **Ta ej med kanträd** utan endast träd som står inne i beståndet! Det kan vara lite knöligt/bökigt att få på de hela träden på skotaren så skördaren bör tänka på att underlätta så mycket som möjligt för skotningen redan vid fällningen.

Skota ut i luftiga lass så att så mycket som möjligt av grenarna följer med ut (helst kort skotningsavstånd).

Optimalt är att ha en vändplan/stort avlägg att hålla till på.

Sortera träden efter dimension och trädslag och lägg i buntar enligt följande:

10 buntar med 5 träd i varje bunt á 6-8 cm i brösthöjd av gran
10 buntar med 3 träd i varje bunt á 8-12 cm i brösthöjd av gran
10 buntar med 2 träd i varje bunt á 12-18 cm i brösthöjd av gran

10 buntar med 5 träd i varje bunt á 6-8 cm i brösthöjd av björk
10 buntar med 3 träd i varje bunt á 8-12 cm i brösthöjd av björk
10 buntar med 2 träd i varje bunt á 12-18 cm i brösthöjd av björk

10 buntar med 5 träd i varje bunt á 6-8 cm i brösthöjd av tall
10 buntar med 3 träd i varje bunt á 8-12 cm i brösthöjd av tall
10 buntar med 2 träd i varje bunt á 12-18 cm i brösthöjd av tall

Att tänka på när buntarna läggs ut är att bunten kommer hanteras flera gånger och man bör därför **inte lägga buntarna för tätt** för att underlätta hanteringen. Det går åt ca 4 m/hög + plats för sortering av lassen.

Genomförande under studietillfället:

1. När alla buntar är utlagda numreras och längdmäts varje bunt.
2. Varje bunt vägs sedan med kranvågen (som jag har med) som monteras på skotaren. Viktigt är att bunten hänger helt vågrätt och still för att värdena ska bli så exakta som möjligt!
3. Sedan flerträdshanteras varje bunt utan att toppkapas.

4. Vägning av den flerträdshanterade buntarna.
5. Om manuellhuggare finns att tillgå stamkvistar han/hon varje träd för sig och kapar toppen vid 3 cm. Annars kvistas varje träd i bunten för sig, finns dock risk att de klena stammarna knäcks då.
6. Vägning av de enträdshanterade träden.
7. Manuellhuggaren apterar de som blir massaved (kapar vid minst 2.90 m om 5 cm). Annars apterar skördaren massaveden.
8. Vägning av massavedsbuntarna.

Vid varje vägning kommer jag vara med och notera vikten.

Trakten:

6 Merlännan Granåkrar 2013, trakt nr 265 043 855.

X:6573594 Y:611816

Har ni frågor eller funderingar är ni välkomna att höra av er till någon av oss:

Sofia Holmberg, studerande Skogsmästarskolan, telefonnummer och mailadress.

Maria Iwarsson Wide, handledare Skogforsk, telefonnummer.

Bilaga 2

Klena stammar

5 stammar á 6-8 centimeter i dbh

	Hela träd	Flerträdshanterade	Enträdshanterade	Massaved
TALL	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Medelgrova stammar

3 stammar á 8-12 centimeter i dbh

	Hela träd	Flerträdshanterade	Enträdshanterade	Massaved
TALL	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Grova stammar

2 stammar á 12-18 centimeter i dbh

	Hela träd	Flerträdshanterade	Enträdshanterade	Massaved
TALL	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			