



Examensarbeten

2013:1

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Biogallring – effektivitet och lönsamhet vid gallring i ung skog

Bioenergy thinning

- *efficiency and profitability at thinning in young forests*

Jenny Nilsson



Examensarbeten

2013:1

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Biogallring – effektivitet och lönsamhet vid gallring i ung skog

Bioenergy thinning

- *efficiency and profitability at thinning in young forests*

Jenny Nilsson

Nyckelord / Keywords:

Bioenergi, yngre skog, träddeleggallring / *Bioenergy, young stands, biomass harvest*

ISSN 1654-1898

Umeå 2013

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Skogligt magisterprogram/ Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*

EX0481, 30 hp, avancerad nivå/ *advanced level D*

Handledare / *Supervisor:* Urban Bergsten

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Examinator / *Examiner:* Björn Hånell

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Sammanfattning

I Sverige har sedan mitten av 1990-talet antalet bestånd där röjning inte utförts ökat. Dessa bestånd är åldersmässigt mogna för en första gallring men pga. utebliven röjning är de mycket stamtäta och dimensionerna är klena vilket gör att valet av skötselåtgärd inte är självklart. De senaste åren har intresset för uttag av biomassa även i unga skogar ökat. Under våren/sommaren 2009 startade Stora Enso Skog (SES) ett fullskaleprojekt där syftet var att testa en gallringsmetod med flerträdshanterande skördaraggregat och uttag av (förutom rundvirke) ett bioenergisortiment (träddelar/okvistade toppar) i eftersatta röjningar och tidiga gallringar. För att minska näringsförlusten i och med ökat uttag skulle stor del av den gröna biomassan lämnas kvar i skogen. En jämförelse mellan traditionell gallring och den nyutvecklade biogallringen skulle göras med avseende på produktivitet och lönsamhet. Målet med SES:s projekt var att ta fram ett underlag som visar ev. potential för ökad lönsamhet vid skötsel av ung^{*} skog tack vare mer anpassad gallringsteknik och ökad efterfrågan på biobränsle.

Detta examensarbete ingår i SES:s projekt och omfattar tre delar, en kostnadsjämförelse mellan konventionell gallring och biogallring, en analys av uttagen mängd biomassa från skogen samt att ta fram en enkel lathund för vilka typer av bestånd som biogallring kan vara lämplig. Åtta gallringsmaskiner ingick i studien och jämförelsematerial hämtades från SES:s egna register med gallringshistorik från åren 2007-2008. Det nya biomassasortimentet skulle innehålla träddelar med grövre kvistar och så lite barr som möjligt. I studien ingick 26 trakter/bestånd. I fem bestånd beräknades biomassan före och efter biogallring noggrannare för att kunna beräkna hur stor del av beståndens biomassa som lämnades kvar i skogen. Vid lönsamhetsjämförelsen användes de faktiska kostnaderna och intäkterna för biogallring och för den simulerade gallringen konstruerades jämförelsebestånd, skotar- respektive skördarkostnaden sattes till 550 och 750 kr/G 15-timme, genomsnittliga intäkten för dessa typer av bestånd beräknades med erfarenhetstal till 250 kr/m³fub.

Prestationen (m³fub/G15) var i de biogallrade bestånden gallrade med stickvägsarbetande maskin något bättre jämfört med normalgallring, för uttagen medelstam upp till 0,06 m³fub . För medelstammar mellan 0,03 – 0,05 var prestationen mellan 5 – 10 m³fub/G15 i biogallrade bestånd medan för samma bestånd som normalgallrats var prestationen under 5 m³fub/G15. Biogallring med beståndsgående maskiner var generellt sämre än både normalgallring och biogallring med stickvägsarbetande maskin. Skördarkostnaden för biogallring varierade mellan 65 – 282 kr/m³fub för stickvägsarbetande och 125 – 228 kr/m³fub för beståndsgående maskin. Kostnaden för skotning visade inte på lika stor variation kopplad till medelstam men viss tendens till högre kostnad för lägre medelstam kunde urskiljas. Vid intervjuer med maskinförare framkom att skotningen försvårades av att det nya sortimentet innehöll mycket luft vilket medförde att skotningen tog längre tid. Netto/ha varierade mellan bestånden och mellan maskintyp, för stickvägsarbetande maskin gav biogallring högre netto upp till 0,07 m³fub medelstam jämfört med simulerad normalgallring i samma bestånd. Bestånden som gallrats med beståndsarbetande maskin visade på större variation, för uttagen medelstam 0,06 m³fub gav biogallringen ett netto på mellan -2213 kr och 829 kr.

Enligt biomassaberäkning med Ulvcronas biomassafunktioner lämnades en stor andel (34 – 66 %) av de utgallrade trädens biomassa kvar i skogen, dvs. näringsförlusten vid denna typ av gallring med extra uttag av biobränsle torde vara marginell jämfört med om hela träden tagits ut.

Biogallring med uttag av ett bioenergisortiment som komplement till rundvirkessortimenten verkar, med använd gallringsteknik, vara mest lämplig i bestånd med uttagen medelstam upp till 0,06 m³fub och minst 2000 stammar/ha.

Abstract

From the mid 1990s the number of forest stands in Sweden where no pre-commercial thinning has been done have increased. Many of those stands are now dense enough for thinning but the high number of trees per ha and the small tree dimensions has made it difficult to choose between pre-commercial thinning and thinning. In recent years the interest of harvesting biomass as bioenergy from young forests has increased. During spring/summer 2009 Stora Enso Skog (SES) therefore tested a new method of thinning with harvesters that could handle more than one stem at once, together with a new assortment of bioenergy (tree parts) in stands where a late pre-commercial thinning or an early thinning was the next conventional measure. To minimize the nutrition loss with the increased removal of biomass a large part of the green biomass should be left in the stand. The overall objective in this project was to compare conventional thinning with bioenergy thinning, with the focus on productivity and profitability.

This thesis is a part of SES's project and divided into three parts, a cost comparison between conventional thinning and bioenergy thinning, an analysis of biomass remaining in the stand and a description of stand characteristics where bioenergy thinning could be suitable. Eight bioenergy harvesting teams were analysed in this study and compared to registered SES thinnings from 2007-2008. The new bioenergy assortment should contain tree parts with larger branches and minimized green biomass. There were 26 stands in this study. In five of them the total amount of biomass was calculated before and after the thinning to assess the amount left in the forest.

In the comparison of profitability the actual cost and income from the bioenergy thinnings were used and for the simulated conventional thinning a comparison stand was constructed.

The harvesting productivity ($\text{m}^3\text{fub}/\text{G15}$; m^3fub is m^3 on bark) in bioenergy thinned stands thinned with a strip road working machine were slightly better where the average thinned stem were smaller than $0.06 \text{ m}^3\text{fub}$ compared to conventional thinning. For average stem volumes between $0.03\text{-}0.05 \text{ m}^3\text{fub}$ the productivity was between $5\text{-}10 \text{ m}^3\text{fub}/\text{G15}$ in bioenergy thinned stand and in the same stand with conventional thinning the productivity was under $5 \text{ m}^3\text{fub}/\text{G15}$. Stand operated bioenergy thinning machines (working in passages intermediate to strip roads) had lower productivity and profitability than both of the other thinning types. Harvester costs for bioenergy thinning varied between $65\text{-}282 \text{ SEK}/\text{m}^3\text{fub}$ for strip road working machines and between $125\text{-}228 \text{ SEK}/\text{m}^3\text{fub}$ for stand operated machines. The forwarding cost did not show a great variation with respect to the stem volume but a trend could be seen that forwarding costs increased with for decreasing stem volume. The net income/ha varied between the different stands and machine type, for strip road working machines the bioenergy thinning gave a higher net income up to $0.07 \text{ m}^3\text{fub}$ average stem volume compared to the simulated conventional thinning. Stands thinned with stand operated machines showed a greater variation, for an average thinned stem volume of $0.06 \text{ m}^3\text{fub}$ the net income for bioenergy thinning varied between -2213 and 829 SEK .

Between 22-64% of the biomass was left in the stand after bioenergy thinning which indicates that the loss of nutrients and the effects on growth of remaining trees should be marginal. This new thinning method with an extra bioenergy assortment seemed to be most suitable in stands with an average stem volume of up to $0.06 \text{ m}^3\text{fub}$ and with more than $2000 \text{ trees ha}^{-1}$.

Innehåll

Inledning.....	8
Bakgrund	8
Syfte	9
Material och metod.....	10
Jämförelse av produktivitet och lönsamhet mellan SES:s traditionella gallringsmetod och den nyutvecklade biogallringsmetoden	10
Beräkning av kvarlämnad biomassa.....	11
Enkel lathund ang. vilka beståndstyper som är speciellt lämpliga för biogallring	12
Resultat.....	13
Jämförelse av produktivitet och lönsamhet mellan SES:s traditionella gallringsmetod och den nyutvecklade biogallringsmetoden	13
Beräkna den kvarlämnade mängden biomassa i skogen	16
Enkel lathund ang. vilka beståndstyper som är speciellt lämpliga för biogallring	16
Intervju med fyra maskinlag	19
Diskussion	20
Jämföra produktivitet och lönsamhet mellan SES:s traditionella gallringsmetod och den nyutvecklade biogallringsmetoden för beståndsgående resp. stickvägsarbetande gallringsskördare i bestånd med uttagen medelstam från 0,02 till 0,1 m ³ fub.	20
Beräkna den kvarlämnade mängden biomassa i skogen	21
Visa, i enkel lathund med hjälp av projektets resultat, vilka beståndstyper som är speciellt lämpliga för biogallring.....	22
Litteratur.....	23

Inledning

Bakgrund

Röjning och gallring är två skötselåtgärder inom traktthyggesbruket där ett syfte är att öka beståndets framtida värde genom att koncentrera produktionen till färre antal träd för att dessa träd ska få grövre dimensioner (Hallsby, 2007). Vid röjning sker inget tillvaratagande av virke och om röjningen görs sent är den vanligtvis mycket kostsam (Gullberg och Liss 1997). Sedan skogsvårdslagen ändrades och röjningsplikten försvann 1994 har antalet bestånd med eftersatt röjning, s.k. konfliktbestånd, ökat (Eriksson och Norden 1999, Olsson 2004). Enligt riksskogstaxeringens siffror tillkommer varje år ca 100 000 ha skogsmark i kategorin ”akut röjningsbehov” (Anon. 2002). Många bestånd där röjningen eftersatts närmar sig nu första gallring och problematiken vid val av skötselåtgärd märks av inom skogsbruket (Olsson 2004, Forsman Pers. comm 2009). Åldersmässigt bör bestånden gallras men eftersom konfliktbestånden oftast är mycket stamtäta och diametern är klen är valet av åtgärd inte självklar (Johansson Pers. comm.). Under de senaste åren har en del studier på effektivare maskinell röjning/gallring gjorts, bl.a. Bergströms (2009) studie på krankorridor-gallring med biobränsleuttag, där man belyser samma problem som Stora Enso och Bergvikskog nu står inför. Ny teknik är en viktig del av effektivare maskinell hantering av unga skogar men det är även viktigt att anpassa ny teknik till gamla maskiner eftersom en skogsmaskin är en stor investering för entreprenören och förnygringen av skogsbrukets maskinpark går långsamt i jämförelse med exempelvis jordbrukets (Bergström 2009). En viktig aspekt att ta hänsyn till när biomassa uttagen ur skogen ökar, är näringsförlustens påverkan på det kvarvarande beståndets tillväxt. Ökade uttag av biomassa kan leda till minskad tillväxt och för att kompensera förlusten kan gödsling vara aktuell (Jacobsson och Kukkola 1999).

Bergvik Skog (BS) äger sedan 2004 1,9 miljoner ha produktiv skogsmark. I samband med förvärv slöts skötselavtal med Stora Enso Skog (SES) på de marker som SES tidigare ägde (Anon. 2009, Johansson Pers. comm.). BSs verksamhetsmål är att långsiktigt öka värdet på företagets tillgångar. Ifråga om skogen sker det genom åtgärder för ökad produktion/ha, bl.a. genom friställande av träden genom röjning och gallring (Anon. 2008). Tidigare nämnda problem med oröjda ungsogar som närmar sig gallringsmogen ålder märker skötselansvariga på SES av både inom Bergviks skogar och bland privatskogsägare (Forsman Pers. comm.). Detta tillsammans med en ökad efterfrågan på biobränslen (Jacobsson och Kukkola, 1999) har lett till önskemål från SES att vidareutveckla gallringsmetodiken (Johansson Pers. comm.). Under våren/sommaren 2009 startades därför ett fullskaleprojekt med s.k. biogallring, dvs. gallring med biobränsleuttag kombinerad med uttag av rundvirkes Sortiment skulle testas. Projektet riktades i första hand mot konfliktbestånd och tidiga gallringar. Med tanke på tillväxtförluster som påvisats vid studier av helträdsuttag är tanken att största delen av grenar och grönbiomassan skall lämnas kvar i skogen. Ny gallringsteknik med flerträdshantering i kombination med ett nytt bioenergisortiment var tänkt att ge markägaren ökade intäkter samt valmöjligheter vid val av skötselåtgärd. Samtliga sortiment skulle vara möjliga att transportera med rundvirkesbil. För att utvärdera resultaten av projekten har SES initierat föreliggande examensarbete vid SLU, fakulteten för skogsvetenskap.

Syfte

Syftet med examensarbetet är att:

- Jämföra produktivitet och lönsamhet mellan SES:s traditionella gallringsmetod och den nyutvecklade biogallringsmetoden för beståndsgående resp. stickvägsarbetande gallringsskördare i bestånd med uttagen medelstam från 0,02 till 0,1 m³fub
- Beräkna den kvarlämnade mängden biomassa i skogen från de utgallrade träden för ett antal av de biogallrade objekten
- Presentera, i enkel lathund med hjälp av projektets resultat, vilka beståndstyper som är speciellt lämpliga för biogallring

Material och metod

Studien omfattade tre delar. Del ett är en kostnadsjämförelse mellan konventionell gallring och biogallring, del två är en analys av biomassuttaget i fem bestånd och del tre är framtagning av en enkel lathund för att visa vilka typer av bestånd där biogallring är lämplig.

Jämförelse av produktivitet och lönsamhet mellan SES:s traditionella gallringsmetod och den nyutvecklade biogallringsmetoden

Åtta gallringsmaskiner på Stora Enso Skog ingick i studien med fördelning över alla tre regionerna, både beståndsgående och stickvägsarbetande maskiner har varit representerade. Aggregaten är utrustade för att kunna hantera ackumulerande fällning samt pulsöppning av kvistknivarna för tillredning av sortiment 4193 (bioenergisortimentet) genom knäckkvistning av flera stammar samtidigt. Maskinförarna genomgick utbildning i flerträdshantering samt tillredning av nämnda sortiment.

Med sortiment 4193 avses ett okvistat eller knäckkvistat trädelssortiment. Vid mätning av sortimentet användes VMR 1-99 så långt det var möjligt, sortimentet skulle travmätas med bedömd vedvolymprocent och alla trädslag tillåts. Gällande dimensioner accepteras längder mellan 270-579 dm och diameter upptill 70 cm, toppen ska vara kapad men inget krav på minsta diameter finns. Sortimentet kan vara okvistat eller delvis kvistat och fel så som krök, klykor och rotben accepteras, även skogs- och lagringsröta tillåts. Det får inte förekomma jord, sten och metall i traven medan sot är tillåtet.

De studerade beståndstyperna var:

- (i) ”konfliktbestånd” med låg medelstam och högt stamantal (ej röjda bestånd),
- (ii) bestånd där 1:a gallring och ev. 2:a gallring var aktuella (skötta gallringsbestånd).

I de bestånd där röjningsbehov förelåg röjdes stammar upp till 4 cm i brh bort för att öka sikten åt maskinföraren, de tidigare instruktionerna för den typen av röjning var 8 cm i brh. Planeringsledaren tillsammans med drivningsledaren på respektive distrikt tog fram bestånd ur traktbanken för de två beståndstyperna. Ambitionen var att varje maskin skulle gallra två bestånd av varje beståndstyp. Då detta visade sig vara omöjligt i praktiken användes även bestånd från Sydved i projektet.

För alla bestånden registrerades uttagen medelstam från skördardatorn, produktionskostnaderna hämtades från Stora Ensos redovisningsprogram Prisma och uttagna volymer mättes in av VMF. Referensmaterial hämtades från SESs egna register med gallringshistorik från 2007-2008.

Tabell 1. Maskin och aggregat på Stora Ensos distrikt som ingår i studien samt ägandeform och maskinens arbetssätt.

Distrikt	Basmaskin	Aggregat	Ägandeform	Övriga kommentarer	Region
Bollnäs	Valmet 911	SP451	Egen		Norr
Bollnäs	John Deere 1270	754	Egen		Norr
Hällefors	Valmet 911	Valmet 350	Egen		Öst
Hagge	Forestline	Forestline	Entreprenör	Beståndsgående	Öst
Torsby	Valmet 911	Logmax 4000	Egen		Väst
Storfors	John Deere 1070	745	Egen		Väst
VärmböDal	John Deere 770	742	Entreprenör	Beståndsgående	Väst

Utifrån gallringshistorik hos SES från 2007-2008, erfarenhetstal och produktionssiffrorna från försöket konstruerades tvillingbestånd där gallring simulerades för att jämföra det ekonomiska utfallet med försöket (tabell 2).

Medelstammen i biogallringsbestånden fördes över till tabellen nedan, samma areal användes på den simulerade gallringen i tvillingbeståndet som på det riktiga beståndet. Genomsnittlig kostnad/timme för skördare och skotare sattes till 750 respektive 550 kr (Forsman pers. comm). För varje bestånd lästes medelstammen av och kostnaden/G 15-timme dividerades med skördar- respektive skotarproduktionen per G 15-timme. I de bestånd där röjning ägt rum räknades röjningskostnaden upp med 30 % i den simulerade gallringen i tvillingbeståndet, efter diskussion med röjningsentreprenörer och skogsvårdsledare på SE, för att därefter delas på den uttagna volymen på hela beståndet. Intäkten sattes till ett genomsnitt för gallring på 250 kr/m³fub, vilket bör ligga i nivå med en verklig snittintäkt för gallring enligt erfarenheter på distriktet, och multiplicerades med den uttagna volymen/ha. Kostnaderna, skördar-, skotar och i de fall röjning utförts även röjningskostnad, lades samman för att multipliceras med den uttagna volymen/ha. Nettot räknades ut med intäkt – kostnad och delades sedan med uttagen volym/ha för att få ett netto/m³fub.

Beräkningen ser ut som följer för bestånd med uttagen medelstam 0,03 där ingen röjning utförts:

$$\begin{aligned} \text{Kostnader} & ((750/3,3)+(550/10)) \\ \text{Intäkt} & 30*250 \\ \text{Netto/m}^3\text{fub} & ((30*250)-((750/3,3)+(550/10)))/30 \end{aligned}$$

Beräkning av kvarlämnad biomassa från utgallrade träd

Bergvik Skog är intresserat av att en stor del av grönbiomassan med yttre grenar och barr från de utgallrade träden ska lämnas kvar i skogen för att näringsförlusten och därigenom tillväxtförlusten inte ska bli för stor. Fem bestånd valdes ut för noggrann kvantifiering av biomassa före och efter gallring, tre bestånd på Värmbodals distrikt och två på Torsbydistrikt. Den uttagna volymen från dessa bestånd mättes vid industri för att sedan jämföras med differensen mellan biomassan i bestånden före respektive efter gallring.

Provytor med en radie av 8 meter lades ut i ett rutnät över hela beståndet innan gallring och GPS-koordinaterna för varje ytcentrum noterades för att ytan skulle vara möjlig att besöka igen efter gallring. På varje yta mättes diameter (med dataklave) och höjd på alla träd.

Tabell 2. Produktionssiffror och volymer som användes till att konstruera jämförelsebestånd (Källa: Per Forsman 2009).

Uttagen medelstam m ³ fub	Volym uttag m ³ fub/ha	Skördar produktion/G15-timme	Skotarproduktion/G15-timme
0,03	30	3,3	10
0,04	32	4,1	10,3
0,05	35	5	10,5
0,06	38	6,1	10,8
0,07	42	7	11,2
0,08	46	7,7	11,8
0,09	50	8,3	12
0,1	54	9	12,3
0,11	56	9,6	12,6
0,14	63	11,3	13,1
0,15	65	11,7	13,4

Från dataklaven erhöles information om stamantal, grundyta, trädslagsfördelning, grundtyevägd medeldiameter och medelhöjd samt medelstam. Mätningarna utfördes både före och efter gallring.

Biomassafunktioner för yngre skog användes (Ulvcrona, 2011) vid bestämning av biomassavolym, och beståndens egna höjder användes istället för den i funktionen beräknade höjden. För två bestånd användes höjder för varje tvåcentimeters diametersklass. För de resterande tre bestånden användes grundtyevägd medeldiameter och grundtyevägd medelhöjd som typträd. Biomassan på varje provyta räknades ut med typträdet och ytans stamantal och trädslagsfördelning. Med stöd av biomassan på ytorna räknades sedan beståndets totala biomassa ut.

Erfarenhetstal visar att omräkning från ton till m³fub för färsk ved varierar över året från 0,91 till 1,1 (Johansson Pers. comm.). Inmätningen av virket i försöket skedde under sommaren och av den anledningen ansåg vi att 1,09 var ett rimligt omräkningstal. Fukthalten sattes till 50 % då det enligt Praktisk Skogshandbok kan variera mellan 40 – 60 % men normalt är 50 %. Vid omräkning från SDCs inmätta m³fub till ton räknades först m³fub om till m³sk med omräkningstal 1,2 taget från omföringstabell på www.skogssverige.se, eftersom även barken räknas in som biomassa. Därefter delades m³sk med omräkningstalet 1,09 för att få vikten i ton, för att jämföra med beräknade biomassan behövdes den torra vikten varför råton multiplicerades med 0,5 (fukthalt 50 %). Detta räknades sedan om till kg/ha för respektive bestånd.

Beräkningen ser alltså ut som följer: $((((m^3\text{fub} * 1,2) / 1,09) * 0,5) * 1000) / \text{ha} = \text{kg biomassa/ha}$
Differensen mellan det beräknade uttaget med Ulvcronas (2011) funktion och SDC's inmätta biomassa räknades ut för att sedan räkna fram andelen inmätt respektive kvarlämnad mängd biomassa. Detta för att få fram hur stor del av biomassan från de utgallrade träden som lämnats kvar i skogen jämfört med om hela trädet hade tagits ut.

Enkel lathund ang. vilka beståndstyper som är speciellt lämpliga för biogallring

I denna del utfördes inga nya beräkningar utan de ekonomiska resultaten från första delen tillsammans med biomassaberäkningarna i andra delen användes för att se vilka bestånd som gav de bästa resultaten och där eventuella extra volymer gick att ta ut med den nya gallringsmetoden. Intervjuer genomfördes med fyra av maskinlagen för att ta del av deras kunskap och iakttagelser under projektets gång.

Frågorna som ställdes i intervjun var:

Hur upplevdes den utförda förröjningen jämfört med tidigare röjningsinstruktion (4 cm vs. 8 cm brh)?

Hur är känslan som maskinförare att använda sig av flerträdshantering jämfört med enträdshantering?

Tabell 3. De intervjuade maskinlagens maskiner, aggregat, arbetssätt, region och distrikt samt ägandeform. Samtliga maskiner ingår i biogallringsprojekt hos Stora Enso Skog 2009. Både skördare och skotarförare i respektive maskinlag närvarade vid intervjuerna.

Distrikt	Basmaskin	Aggregat	Ägandeform	Övriga kommentarer	Region
Hällefors	Valmet 911	Valmet 350	Eget	Stickvägarbetande	Öst
Torsby	Valmet 911	Logmax 4000	Eget	Stickvägarbetande	Väst
Storfors	John Deere 1070	745	Eget	Stickvägarbetande	Väst
VärmBoDal	John Deere 770	742	Entreprenör	Beståndsgående	Väst

Vad påverkar skördarens produktivitet?

Vad påverkar skotarens produktivitet?

Helhetsintryck för denna typ av gallring och detta sortiment, möjlighet till risning, skador, lasstorlek, maskintyp med mera.?

Resultat

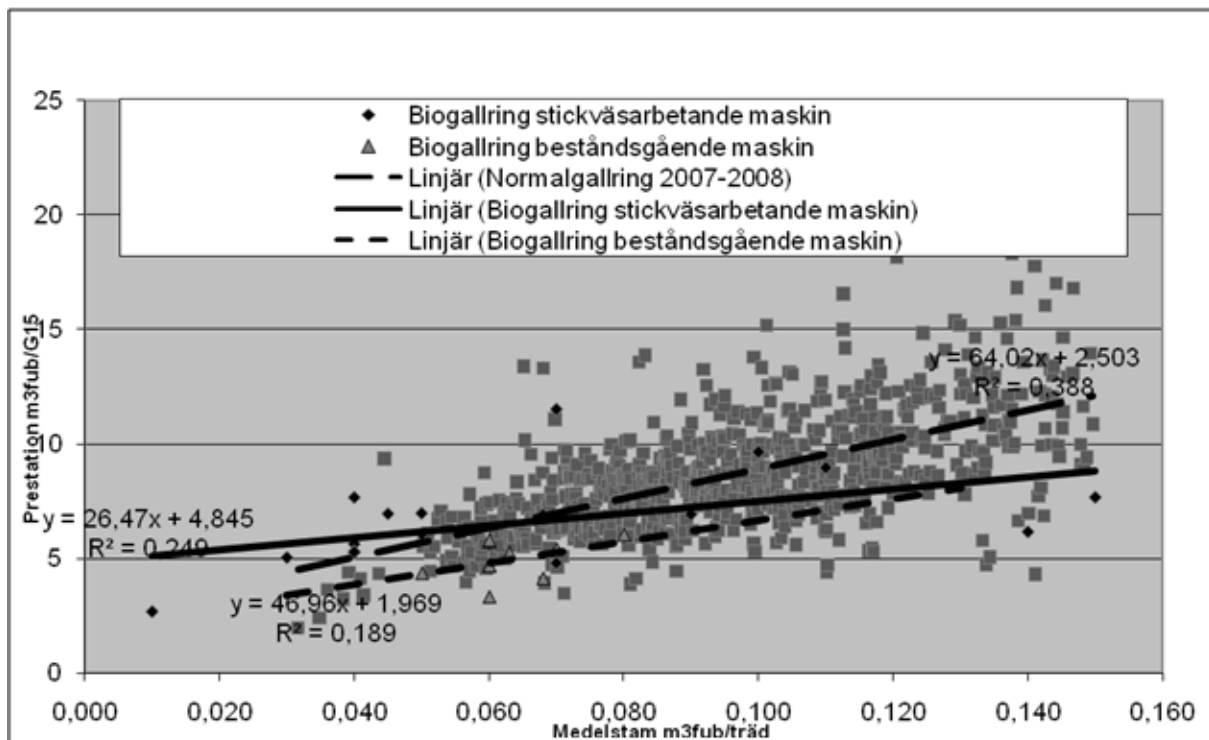
Produktivitet och lönsamhet för SES:s traditionella gallringsmetod och den nyutvecklade biogallringsmetoden

Prestationen för de jämförda skördarna skiljde sig åt där den beståndsgående maskinens prestation var lägre än både stickvägsarbetande maskinerna och normerade gallringsprestationerna från 2007 och 2008. Brytpunkten mellan biogallring och normalgallring fanns vid uttagen medelstam lite över $0,06 \text{ m}^3\text{fub}$ (figur 1).

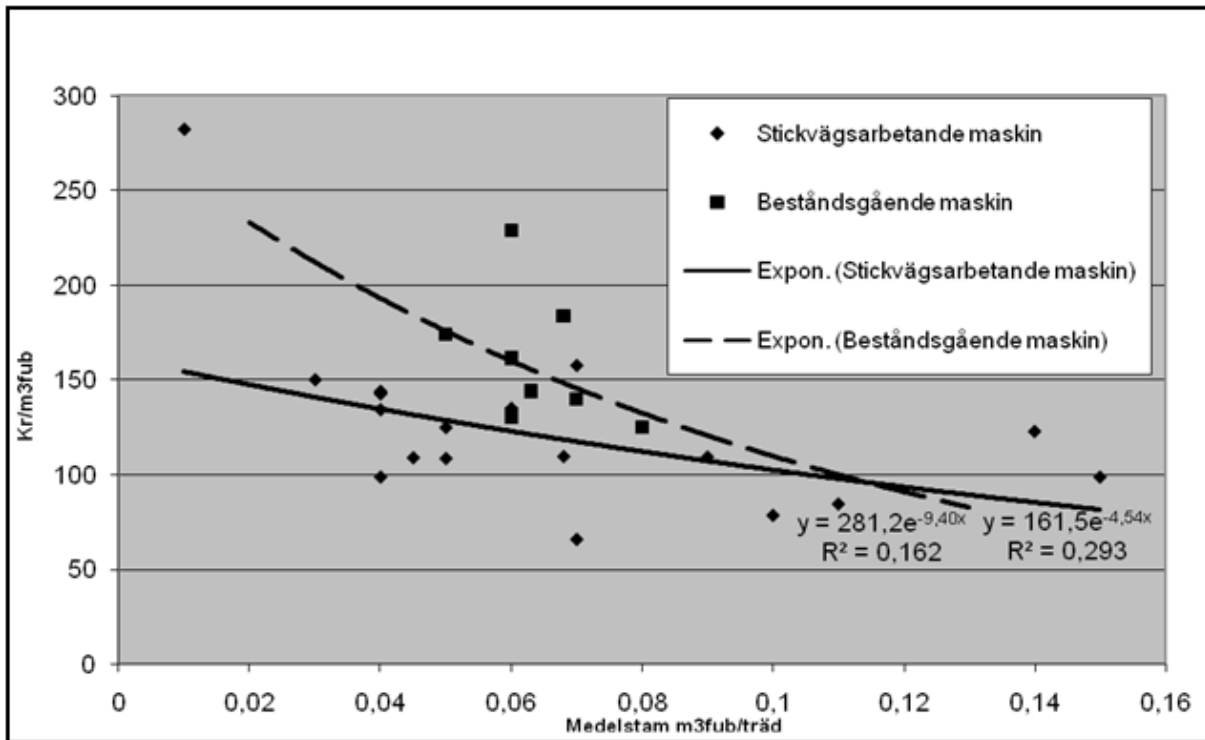
Kostnaden för stickvägsarbetande och beståndsgående maskin per m^3fub skiljde sig åt inom projektet. Störst skillnad fanns i bestånd med låg medelstam i uttaget (Figur 2).

Skotarkostnaden/ m^3fub var inte beroende av medelstammen på samma sätt som skördarkostnaden, men en viss trend med billigare skotning för grövre uttagen medelstam kunde ses. Skotningsavståndet var en uppgift som inte noterades för bestånden varför det är svårt att se hur låg respektive hög skotningskostnad är beroende av skotningsavståndet.

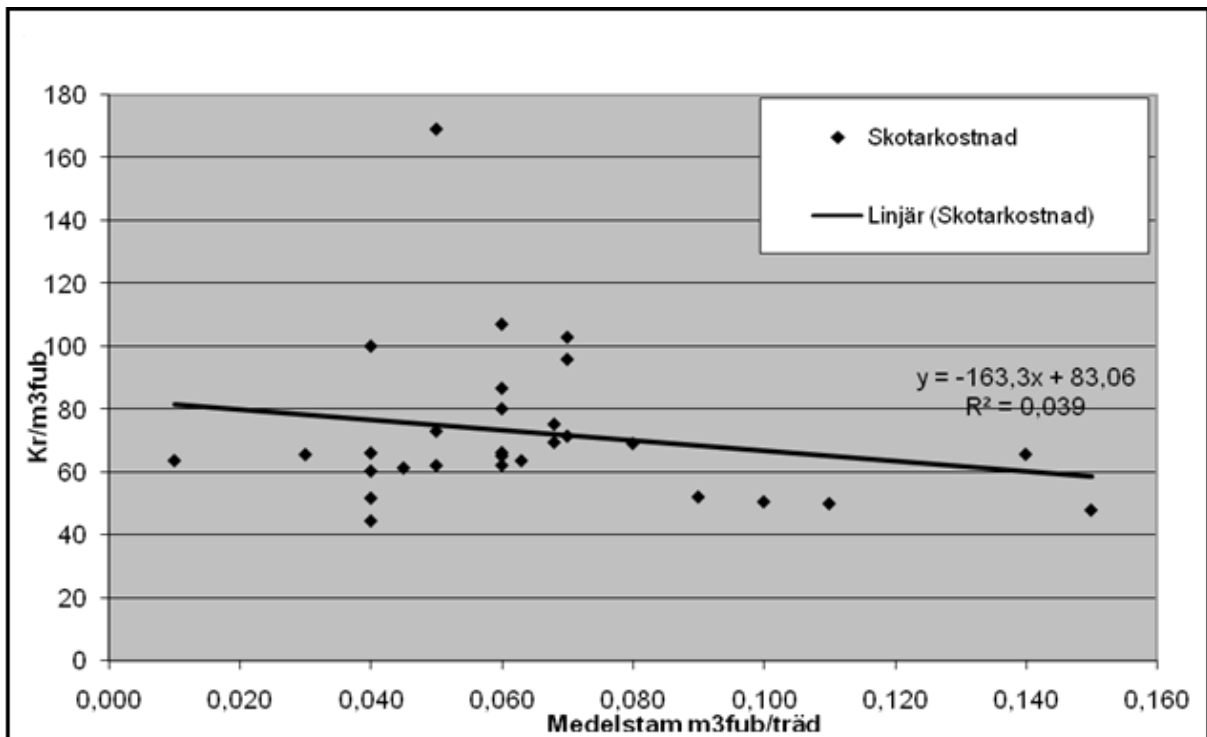
Andelen bioenergisortiment verkar inte ha haft allt för stor inverkan på skotningskostnaden då den i de bestånden med lägst kostnad varierade från 8 till 100 %.



Figur 1. Skördarprestation för normerade gallringar under 2007-2008 hos Stora Enso, biogallrade bestånd med stickvägsarbetande samt beståndsgående maskin under biogallringsprojekt hos Stora Enso Skog 2009.



Figur 2. Skördarkostnad med skillnad mellan stickvägsarbetande och beståndsgående maskin vid biogallring i bestånd med uttagen medelstam mellan 0,03 och 0,15. Gallringar utförda i biogallringsprojekt hos Stora Enso Skog under 2009.



Figur 3. Skotarkostnad i förhållande till uttagen medelstam (m³fub) inom biogallringsprojekt hos Stora Enso Skog under 2009.

Netto/ha varierade mellan bestånden, upp till 0,07 m³fub uttagen medelstam var biogallringen för stickvägsarbetande maskin det mest lönsamma gallringsalternativet (tabell 4). Vid större uttagen medelstam var den simulerade normalgallringen det bättre alternativet.

Netto/ha för bestånden gallrade med beståndsarbetande maskin varierade mer i lönsamhet för både biogallring och simulerad normalgallring (tabell 5) jämfört med stickvägsarbetandemaskin (tabell 3). Exempelvis för medelstam 0,06 m³fub varierade netto/ha i biogallringen mellan -2213 kr/ha till 3176 kr/ha och i den simulerade normalgallringen mellan 184 kr/ha till 1113 kr/ha.

Tabell 4. Netto/ha för bestånden med uttagen medelstam från 0,03 till 0,15 m³fub, både för biogallrade och simulerad normalgallring med stickvägsarbetande maskin.

Uttagen medelstam m ³ fub	Biogallring kr/ha	Simulerad normalgallring kr/ha
0,03	-7106	-17114
0,04	1296	433
0,04	3072	395
0,04	1350	-1060
0,045	3041	-59
0,05	502	1606
0,05	5939	-199
0,06	83	2893
0,068	1889	1262
0,07	4039	3938
0,07	8550	2136
0,09	-1680	5690
0,09	3022	5690
0,1	4652	6098
0,11	4176	7181
0,14	2078	8924
0,15	3754	9331

Tabell 5. Netto/ha för bestånden med uttagen medelstam från 0,05 till 0,1 m³fub, både för biogallring och simulerad normalgallring med beståndsgående maskin.

Uttagen medelstam m ³ fub	Biogallring kr/ha	Simulerad normalgallring kr/ha
0,05	-3352	347
0,06	-2213	1113
0,06	829	192
0,06	-469	414
0,06	545	507
0,06	3176	184
0,068	-840	2895
0,07	1257	743
0,08	3026	1108
0,1	-17128	967

I skogen kvarlämnad mängd biomassa av totalt gallrad

De fem bestånden där biomissan kvantifierades före och efter gallring visar vid jämförelse med den inmätta volymen att mellan 34 – 66 % av den utgallrade biomissan lämnas kvar i skogen vid denna typ av gallring (tabell 6?).

Vid kontrollberäkning med Marklunds biomassafunktion varierade andelen kvarlämnad biomassa mellan 22 – 64 % (tabell 7).

Enkel lathund ang. vilka beståndstyper som är speciellt lämpliga för biogallring

För att avgränsa vilka bestånd som är mest lämpade för biogallring beaktades både ekonomiskt utfall, uttaget/ ha och andel sortiment 4193 i förhållande både till medelstam och till antalet stammar/ ha. Resultatet visar att lämpliga bestånd för biogallring enligt resultat från detta fullskaleprojekt är bestånd med uttagen medelstam upp till **0,06** m³fub (figur 4) och minst **2000** stam/ha (figur 6).

Brytpunkten för lönsamheten mellan biogallring och simulerad normalgallring ligger vid uttagen medelstam 0,07 m³fub, vägs däremot andra faktorer in bör den gränsen flyttas till 0,06 m³fub. Vid högre medelstam sjunker stamantalet (figur 7) och därigenom andelen 4193 och vinsten med att ta ut sortimentet försvinner.

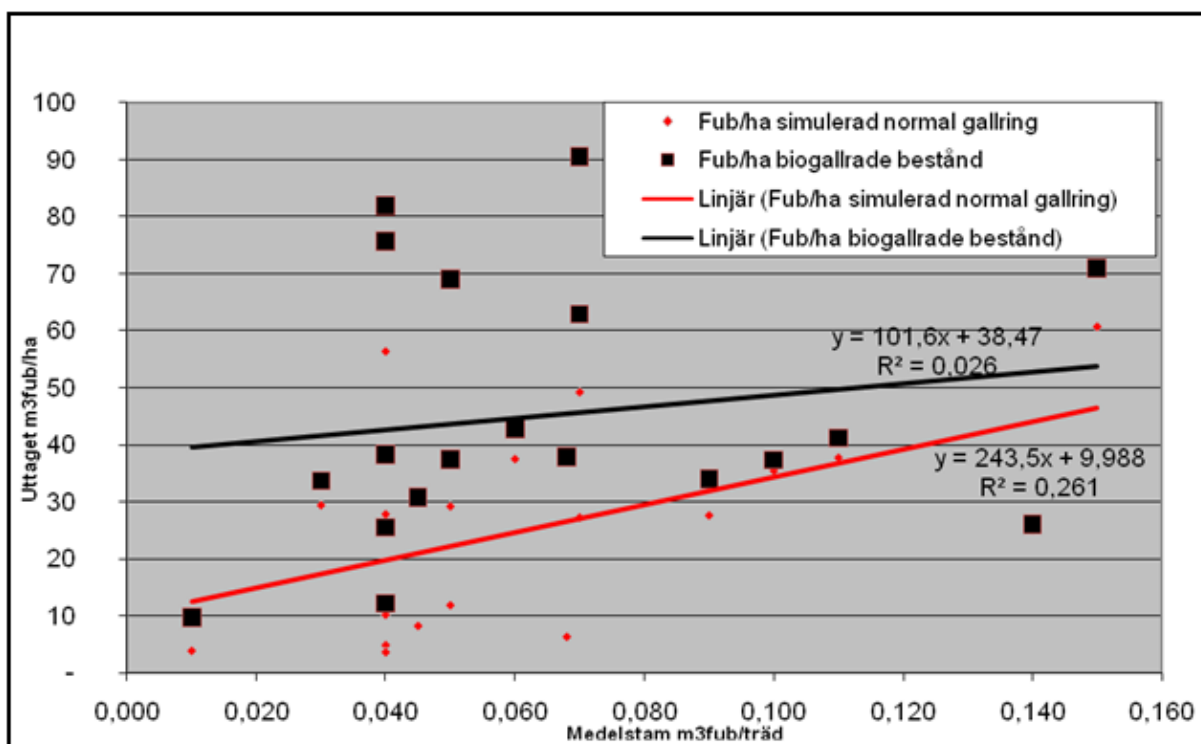
Uttaget m³fub/ha skiljer de båda metoderna åt (figur 4). Störst skillnad syns för bestånd med låg medelstam. I detta diagram skiljs inte de båda maskintyperna åt. Den extra volymen som erhålls vid biogallring blir i genomsnitt 16 m³fub/ha, med variation från 1,8 till 72 m³fub/ha.

Tabell 6. Biomassa i fem bestånd där noggrann mätning före och efter utfördes samt den inmätta volymen från SDC tagits fram. Biomissan är uträknad med Ulvcronas (2011) biomassafunktion för yngre skog.

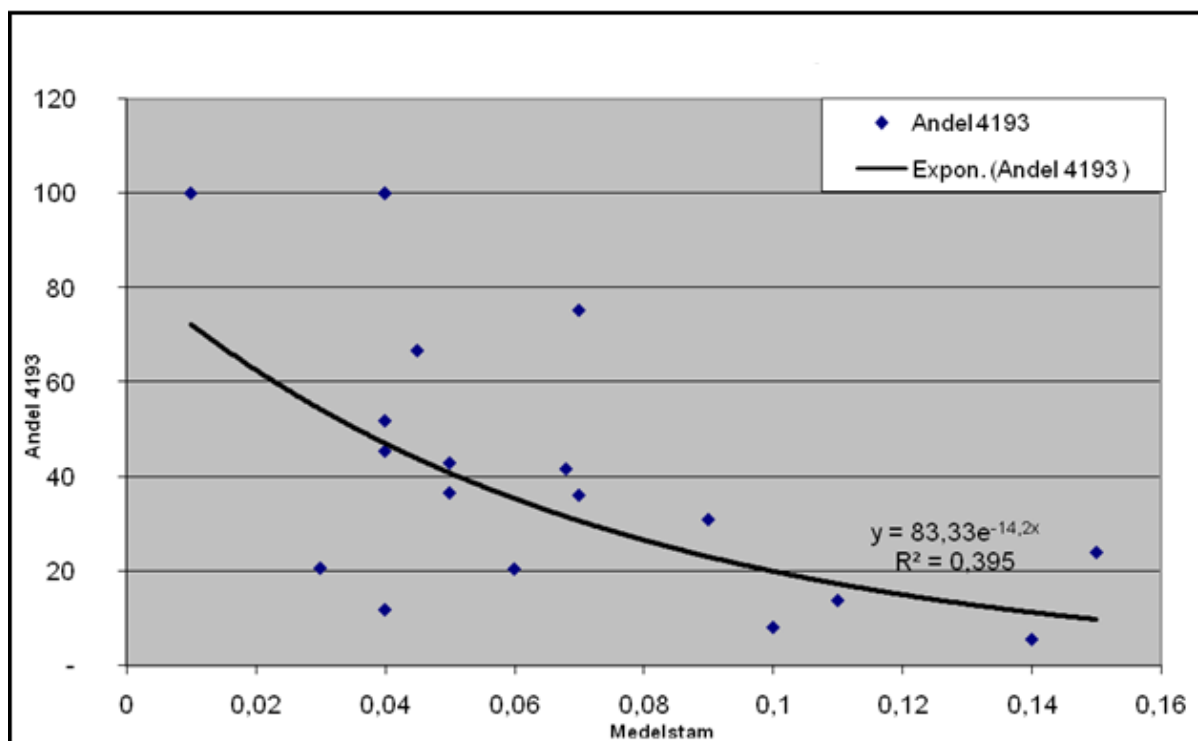
Beståndsnummer	Biomassa före kg /ha	Biomassa efter kg /ha	Uttagen biomassa kg /ha	Inmätt biomassa kg /ha (SDC)	Kvarlämnad biomassa från utgallrade träd (inmätt/uttagen biomassa)
236020686	174 957,1	71 782,5	103 174,6	27 847,0	64 %
236010281	183 456,1	147 928,5	35 527,6	16 021,6	46 %
236010364	240 255,3	115 790,5	124 464,7	35 021,4	66 %
231180294	134 266,5	84 587,3	49 679,1	17 005,3	59 %
231181015	162 120,3	97 327,4	64 792,9	36 658,2	34 %

Tabell 7. Biomassa i fem bestånd där noggrann mätning för och efter utfördes samt den inmätta volymen från SDC, biomissan är uträknad med Marklunds (1988) biomassafunktion.

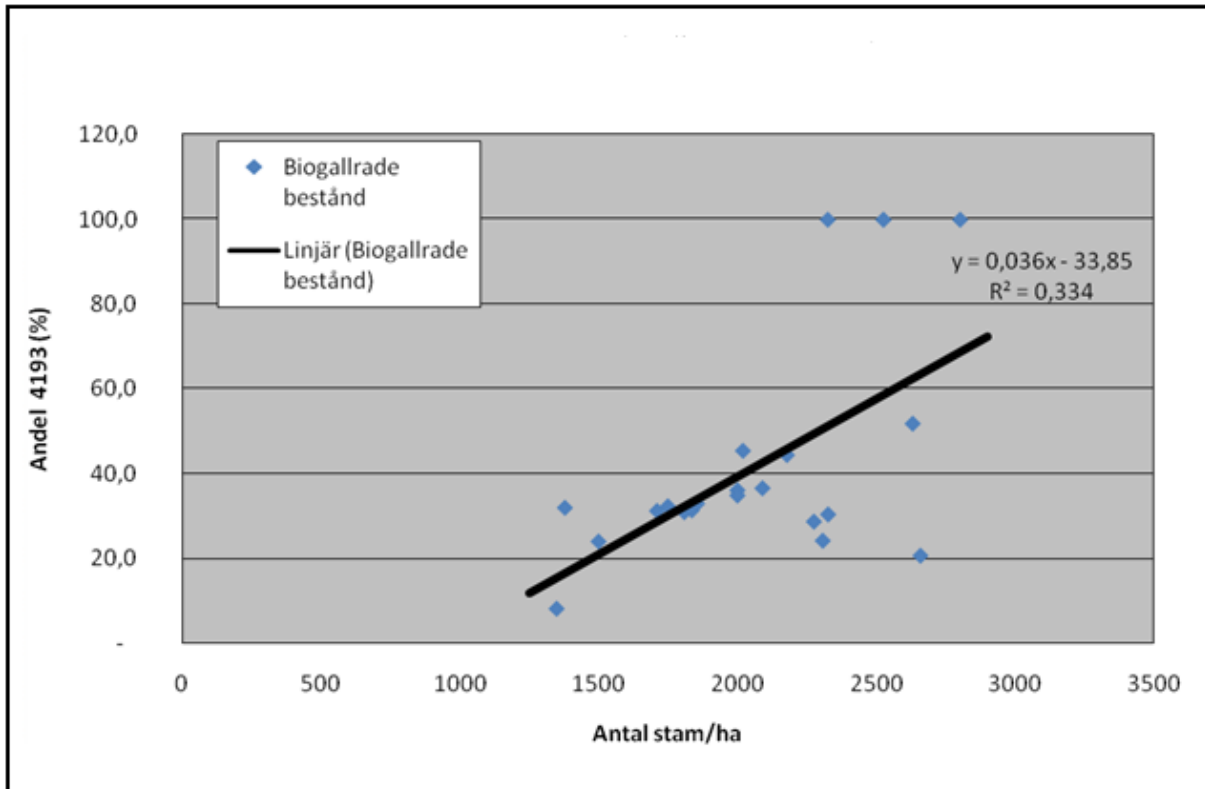
Beståndsnummer	Biomassa före kg /ha	Biomassa efter kg /ha	Uttagen biomassa kg /ha	Inmätt biomassa kg /ha (SDC)	Kvarlämnad biomassa (inmätt/uttagen biomassa)
236020686	132 517,7	58 016,8	74 500,9	27 847,0	53 %
236010281	104 435,2	79 848,3	24 586,9	16 021,6	22 %
236010364	138 032,6	68 141,2	69 891,3	35 021,4	39 %
231180294	117 073,2	61 225,5	55 847,7	17 005,3	64 %
231181015	144 490,5	73 179,2	71 311,4	36 658,2	40 %



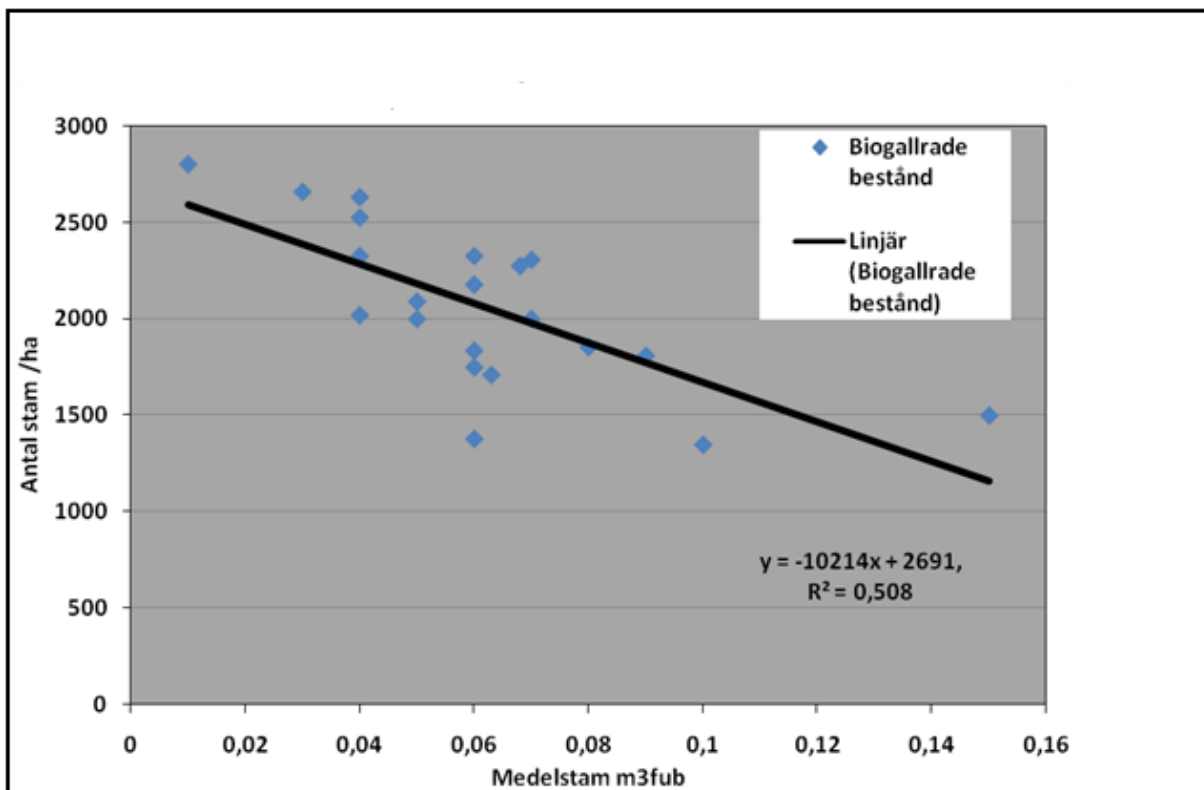
Figur 4. Uttagen volym i förhållande till uttagen medelstam (m^3fub) både för biogallrade bestånd och för simulerad normalgallring på motsvarande bestånd inom biogallringsprojekt hos Stora Enso Skog 2009.



Figur 5. Andelen bioenergisortiment 4193 (% av totala uttaget) i beståndet i förhållande till uttagen medelstam (m^3fub) inom biogallringsprojekt hos Stora Enso Skog 2009.



Figur 6. Andelen bioenergisortiment 4193 (% av uttagen volym) i förhållande till antalet stam/ha innan gallring inom biogallringsprojekt hos Stora Enso Skog 2009 i bestånd där uttagen medelstam varierade mellan 0,01 – 0,15 m³fub.



Figur 7. Antal stam/ha innan gallring i förhållande till uttagen medelstam (m³fub) inom biogallringsprojekt hos Stora Enso Skog 2009.

Intervju med fyra maskinlag

De som utfört gallringarna under biogallringsprojektet utgör en viktig informationsbank gällande utrustningen och hur metoden är att arbeta med. Den generella uppfattningen var att själva arbetsmetodiken med flerträdshantering var något positivt, men att alla aggregat inte var bra. Tidsåtgången ökade något för skotarförarna beroende på att de körde mer volym men mindre vikt eftersom 4193-sortimentet är risigare än normala sortiment. De var tvungna att plocka försiktigare för att inte få med föroreningar. Gällande röjningen ansåg de flesta att röjning till 4 cm i brh var nödvändig. Det ökade stamantal, som kom utav att gränsen för röjningsstammar sänktes från 8 cm till 4 cm, gav en effektivare krancykel, men man ansåg att motormanuell röjning av stammar under 4 cm var nödvändig. Dock producerades fler antal korta bitar som kunde ställa till problem vid transport.

Tabell 8. Intervju med skotar- och skördarförare i fyra maskinlag angående uppfattning av arbetssätt, tillredning och hantering av biogallring och det nya sortimentet 4193 inom Stora Enso Skog biogallringsprojekt 2009.

	Storfors	Hällefors	Värmbodal	Torsby
<i>Hur upplevdes den utförda röjningen jämfört med tidigare röjningsinstruktion (4 cm vs. 8 cm brh)</i>	Tätare bestånd ger effektivare krancykel men röjning till minst 4 cm för god sikt.	Inget problem med gallring om röjning utförs på stammar upp till 4 cm.	Inga problem vid röjning till 4 cm istället för 8 cm.	Röjning till 4 cm är ett måste och det är bra om beståndet får stå ca ett år efter så att röjstammarna inte är ivägen.
<i>Hur påverkar det skördarföraren att använda flerträdshantering jämfört med enträdshantering.</i>	Krancykeln blir smidigare men volymsberäkningen blir sämre i skördardatorn.	Det producerades stumpar vid aptering av flera stammar samtidigt. Svårigheter att greppa två massavedsstammar åt gången med aggregatet	Flerträdshantering gav ökad produktion	Konfliktbestånden var tungkörda, många timmar och liten produktion
<i>Vad påverkar skördarens produktivitet?</i>	Samordning av närliggande objekt	Fler moment ger lägre produktivitet	Lirka med kranen för att inte skada stammar som ska vara kvar	Antalet stammar i beståndet, täta bestånd tar längre tid
<i>Vad påverkar skotarens produktivitet?</i>	Grenar krockar i varandra, mindre volym på varje lass	Svårighet att ta upp 4193 från marken utan att få med föroreningar	Mindre lass, längre tidsåtgång vid lastning för att undvika föroreningar	Röjstammar som är i vägen. Fullt lass är inte det samma som max volym på lasset. Kan skördarföraren lägga i stora högar går det snabbare att lasta.
<i>Helhetsintryck för denna typ av gallring och detta sortiment.</i>	Större tidsåtgång vid lastning och lossning. Aggregatet hanterade klenare bitar vårdslöst	Svårt att beräkna produktiviteten under en dag. Bra arbetssätt för klen förstagallring, säkerhetsproblem för vidaretransporten att aggregatet producerade stumpar	Kostar extra att ta ut sortimentet även om flerträdshantering gav ökad produktion. Mycket skador under savningsperiod i tallbestånd. Såg tendens till ökad stubbhöjd	Rena tallbestånd bra att köra 4193 i. Svårighet att skördarmäta. Mentalt tungt med många stammar i beståndet

Diskussion

Jämförelse av produktivitet och lönsamhet mellan SES:s traditionella gallringsmetod och den nyutvecklade biogallringsmetoden för beståndsgående resp. stickvägsarbetande gallringsskördare i bestånd med uttagen medelstam från 0,02 till 0,1 m³fub.

I första delen av studien, jämförelsen mellan biogallring och traditionell gallring, framgår att stickvägsarbetande maskin är den maskintyp som presterar bäst (figur 1). Kurvan för beståndsgående maskin visar tydligt att prestationen är lägre än för stickvägsarbetande maskin i denna studie. Vid jämförelse med gallring utförda under 2007-2008 i Stora Ensos regi syns en trend att stickvägsarbetande maskin i biogallring producerar bättre upp till uttagen medelstam runt 0,06 m³fub. I data från gallringar under 2007-2008 görs ingen skillnad på stickvägsarbetande respektive beståndsgående maskin.

Studien hade upplägget av ett fullskaleprojekt där förutsättningarna inte har optimerats, av den anledningen ville vi få med ett stort antal bestånd. Målet var att varje maskin skulle gallra två bestånd ur kategorin konfliktbestånd och två ur normalgallring. Detta gick av praktiska skäl inte att genomföra med alla maskiner då några försenades vid uppstarten av projektet när aggregaten skulle justeras och några tilldelades arealmässigt alltför stora bestånd, därigenom hann de inte med tillräckligt många. Urvalet av bestånd utfördes av planerings- och drivningsledare på respektive distrikt, för att få så stora samordningsvinster som möjligt och för att kunna gallra fler bestånd valdes bestånden ut både utifrån det geografiska läget och vilken kategori det tillhörde (konfliktbestånd, 1:a och 2:a gallring). Ur kategorin konfliktbestånd var det svårt att hitta lämpliga objekt då det tidigare satsats på att röja hårt för att komma ikapp med röjningsberget.

I figuren över skördarkostnader i biogallring syns en tydlig skillnad mellan stickvägsarbetande och beståndsgående maskin. I studien ingick fler stickvägsarbetande än beståndsgående maskiner vilken även speglar hur det ser ut i företaget som helhet. Underlaget för beståndsgående maskin är då något mindre än för stickvägsarbetande men trenden med att beståndsgående maskin är dyrare/m³fub torde inte se annorlunda ut även om materialet ökades.

För skotningskostnaden syns inget tydligt samband mellan kostnad och medelstam vilket inte är förvånande då andra faktorer påverkar skotningkostnaden mer såsom skotningsavstånd. Det går att utläsa en liten trend till att kostnaden sjunker något med grövre uttagen medelstam vilket kan sättas i samband med att andelen av bioenergisortimentet 4193 minskar. Intervjun med maskinförarna indikerade att det vid skotning av 4193 var svårt att få fullt lass då sortimentet innehåller mer kvistar och det därigenom transporteras mer luft, det kan vara en av anledningarna till att diagrammet över skotningkostnad visar på dyrare skotning för lägre uttagen medelstam.

I figur 4 syns att ju närmare linjerna kommer varandra desto mindre blir vinsten att ta ut ett extra sortiment, speciellt eftersom skotarförarna märkt av en ökad tidsåtgång vid lastning av 4193 för att minska mängden föroreningar i sortimentet. De märkte även att storleken på lassen minskade eftersom sortimentet var luftigare än massaved och timmer.

Netto/ha är för markägaren en viktig siffra, röjningar är kostsamma men vid en gallring önskar markägaren få intäkt från skogen. I denna studie var stickvägsarbetande maskin bättre än beståndsgående (tabellerna 4 och 5). I intervjun antydde maskinföraren på en

beståndsgående maskin att det var mycket lirande med kranen i beståndet och att det fanns viss risk att skada kvarvarande stammar.

Upp till uttagen medelstam $0,07 \text{ m}^3\text{fub}$ gav biogallringen ett större netto/ha än vid simulerad normalgallring för stickvägsarbetande maskin. För beståndsgående maskiner varierade netto/ha för biogallrade bestånd kraftigt, detta kan bero på att materialet för beståndsgående maskiner var mindre än för stickvägsarbetande maskiner. I organisationen är stickvägsarbetande maskin den maskintypen som dominerar.

En svaghet i dessa resultat är att normalgallringen är simulerad med erfarenhetstal och en snittintäkt/ m^3fub medan biogallringen är de faktiska kostnaderna och intäkterna från detta försök. Det kan ge viss osäkerhet vid jämförelsen utav netto/ha, men trenden i siffrorna visar att brytpunkten för biogallring bör ligga runt uttagen medelstam $0,06\text{-}0,07 \text{ m}^3\text{fub}$.

Studier av maskinell röjningsgallring med aggregatet EnHar (Liss 1999) visar på en ökad produktivitet vid flerträdshantering. I den studien undersöktes även om det geometriska mönstret hade någon effekt på produktiviteten. Resultatet visar på att geometrisk röjningsgallring med flerträdshantering ger en produktivitet på i snitt 202 träd/ G_0 -timme, selektiv röjningsgallring med flerträdshantering 182,7 träd/ G_0 -timme och selektiv röjningsgallring utan flerträdshantering 145,5 träd/ G_0 -timme.

Vid studiens biogallring togs ingen hänsyn till hur kranens rörelse skulle se ut utan maskinföraren fick välja fritt hur denne skulle arbeta, instruktionen var att de träd som kunde avverkas i samma krancykel skulle tas bort samtidigt. Kan man lägga till i arbetet ett geometriskt mönster tror jag effektiviteten skulle kunna öka något. I denna studie har sågande aggregat används till skillnad från EnHar-aggregatet, som är klippande och testades på speciellt klen skog. Jag tror dock att det går att använda de rön som framkommit i EnHar-studien ang. geometrisk gallring och flerträdshantering även i biogallring för att öka lönsamheten ytterligare.

En faktor som gör resultaten i studien något osäkra är det faktum att aggregaten inte är anpassade för att mäta medelstam på flera träd samtidigt. Några maskingrupper påpekade det vid intervjuerna och i siffrorna från bestånden syns några orimliga avvikelser, de bestånden valde jag att utesluta från resultaten. Ska Stora Enso använda medelstammar i beräkningar och skattningar för produktionen bör de titta närmare på hur de skall komma tillrätta med problemet och om det är genomgående för alla aggregat eller om det var något enstaka sådant som gav felaktiga siffror.

Beräkning av den kvarlämnade mängden biomassa av totalt gallrad

Fem bestånd studerades noggrannare med avseende på uttag och kvarlämnad mängd biomassa. Varje ytcentrum koordinatsattes för att de skulle besökas efter utförd gallring, diskussion fördes huruvida detta var en bra metod och om det exakta centrum skulle markeras med någon typ av centrum pinne i stället för att få samma centrumpunkt som innan gallring. Efter diskussion beslutades att om samma metod användes på alla bestånden skulle avvikelser bli liten. Risken att maskinerna körde ner centrum pinnarna var större och då skulle ytan försvinna helt i stället vilket skulle ge ett stort data bortfall i förhållande till antalet bestånd.

Andra försök med uttag av biomassa i yngre skog visar på en nedsatt tillväxt i beståndet i upp till 10 år efter uttaget (Jacobsson och Kukkola 1999). För att minska risken med tillväxtförluster önskade Bergvik att stor del av grönmassan skulle lämnas kvar i skogen. Enligt Ulvcronas biomassafunktion ser fördelningen av biomassa i ung skog ut som följer: 70

% stamved, 17 % grenar och 13 % barr. För att lämna kvar en stor del av biomassan skulle inte hela trädet tas ut utan enbart stammen och större grenar. Ser man till uttaget i tabell 5 i kolumnen ”kvarlämnad biomassa” finns stor potential att ta ut mer biomassa utan att tumma på Bergviks önskemål om att stor andel grön biomassa ska vara kvar i skogen.

För att säkerställa siffrornas trovärdighet, då Ulvcronas (2011) biomassafunktion är utvecklad för klenare träd, utfördes även beräkningarna med Marklunds (1988) biomassafunktion. Andelen kvarlämnad biomassa sjönk då något vilket kan indikera att Marklunds funktion kan var mer lämpad för den trädstorlek det varit fråga om i denna studie. Det är förmodligen så att de två funktionerna kompletterar varandra när det gäller trädstorlek.

Enkel lathund för bestämning av, vilka beståndstyper som är speciellt lämpliga för biogallring

Flertalet studier gällande lönsamhet av uttag i yngre skog och avverkningsmetoder har gjorts, bl. a. Bergström (2009) med olika typer av korridor-gallring och skillnaden i effektivitet mellan dem. Den studien visar att maskinellgallring med flerträdshantering blir effektivare om de utförs i specifika geometriska mönster.

I studie detta examensarbete berör användes ett sågande aggregat och uttagen medelstam varierade mellan 0,01 – 0,15 m³fub. Utifrån resultaten i denna studie, med avseende på ekonomiskt utfall, uttag/ha och andel sortiment 4193 i förhållande till medelstam och till antalet stammar/ha, är bestånd med medelstam upp till **0,06** m³fub och med stamantal över 2000 stam/ha mest lämpade för biogallring. Kan man sedan i dessa gallringar inför specifika geografiska mönster så som i studierna av EnHar och Dan Bergström studie av olika korridor gallringar bör det gå att öka vinsterna med systemet ytterligare.

Vinsten i biogallring, ligger i att det går att ta ut en stor del sortiment 4193, ett sortiment som vid traditionell gallring lämnas i skogen. Vid hög medelstam sjunker antalet stammar/ha och därmed även möjlighet till ökat uttag av 4193. Går man in i klenare och tätare skog där andelen massaved och timmer är låg och uttagen består enbart av klenare stammar skulle detta system tillsammans med gallring i geometriska mönster kunna vara ett bra alternativ och då enbart ta ut sortiment 4193. Vid varje krancykel får maskinföraren med sig fler stammar och ingen tid går åt till att hålla isär sortimenten vilket ger en produktions ökning och således en minskning av produktionskostnaderna. Oron för tillväxtförluster efter uttag av biomassa i gallring (Jacobsson och Kukkola 1999) p.g.a. att all biomassa försvinner kan dämpas eftersom arbetssättet med halvstängda kvistknivar lämnar kvar en stor del av biomassan i skogen, se tabell 6 och tabell 7.

För den enskilde markägaren finns tydliga indikationer på att även gallringar som utförs tidigt i klenare bestånd kan ge pengar tillbaka och inte enbart vara en kostnadspost. De senaste åren har efterfrågan på olika biobränslen ökat, det märks bl.a. i och med alla nya inköpsbolag som är specialiserade på biobränslen. Varje skogsbolag har en egen organisation för biobränslen eller har täta samarbeten med något sådant inköpsbolag. Detta bör ge markägaren större utrymme att få mer pengar för skogen och flera nya typer av gallringar med inriktning mot bioenergi uttag börjar utvecklas. Som Eriksson och Norden skriver (1999) om bränsleuttag i bestånd med eftersatt röjning, att det bästa är alltid att röja noggrant och i rätt tid. En annan aspekt som bör beaktas är huruvida man vill styra kvalitén i det framtida beståndet (Andersson 1984), tidig röjning med selektivt urval skapar förutsättningar för bra kvalitét jämfört om röjning sker sent och blir mer av en akutåtgärd. Har röjning av någon anledning

inte utförts och bestånden är mycket täta är biogallring med bränsleuttag ett alternativ till hård sen röjning till hög kostnad för att sedan gallra efter ytterligare några år.

Slutsatser

- Det finns vissa vinster att göra genom att ta ut biomassa vid tidiga gallringar, men det mest lönsamt för markägaren att röja ungskogar i rätt tid och till för markens produktionsförmåga rätt stamantal.
- Stickvägsarbetande maskiner är att föredra vid biogallringar.
- Skotningen påverkas inte i lika stor utsträckning av den uttagna medelstammen som skördningen gör.
- Så länge priset för massaved är högre än för bioenergisortiment bör man inte ta ut allt för stor andel av bioenergisortimentet eftersom en viss sortimentsvandring kan ske, blir den för stor sänks nettot för markägaren.
- Det ökade volymsuttaget i detta försök var i snitt 16 m³fub/ha, med variation mellan 1,8 till 72 m³fub/ha.

Tillkännagivanden

Jag skulle vilja rikta ett stort tack till min handledare Urban Bergsten på SLU för engagemang och stort tålamod under arbetets gång, samt handledaren på Stora Enso Lars Johansson. Jag vill även tacka de distrikt där gallringarna utförts för hjälp med insamlande av data och stöttning vid bollande av resultat och ideer.

Sedan vill jag rikta ett stort tack till min sambo för ditt stöd och tjt när arbetet dragit ut på tiden.

Jag vill även tacka alla andra i familjen, vänner och bekanta som hjälpt och stöttat mig i detta examensarbete.

Litteratur

- Andersson, S.O. (1984) Røjning och sågtimmerkvalitet. Skogsfakta. Konferens nr 6, 33-38.
- Annon (2002) Skogsdata, Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen, Tema: Ungskogar SLU Institutionen för resurshushållning och geomatik
- Bergström D. (2009) Techniques and systems for boom-corridor thinning in youn dense forests. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Umeå
- Eriksson och Norden (1999) Bränsleuttag i bestånd med eftersatt røjning – ett alternativ till motormanuell røjning. Resultat 7 1999.
- Gullberg, T. & Liss, J. E. (1997). Sänkta skogsvårdskostnader och ökade bränslevolymer med ny teknik. Bioenergi nr 3.
- Hallsby G. (2007) Nya Tidens Skog
- Jacobsson och Kukkola (1999) Skogsbränsle uttag i gallring ger kännbara tillväxtförluster Resultat nr 13
- Liss (1999) Studie av system EnHar vid uttag av skogsenergi i ungabestånd. Högskolan Dalarna, Skogsindustriella institutionen.
- Marklund L-G (1988) Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige, Rapport Sveriges lantbruksuniversitet , institutionen för skogstaxering nr 45 ISBN 91-576-3524-2
- Olsson (2004) Behandling av konfliktbestånd – Problem och möjligheter. Examensarbete vid SLU Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap
- Ulvcrona (2011) Effects of silvicultural treatments in young Scots pine-dominated stands on the potential for early biofuels harvests. Doktorsavhandling vid SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
- Personligamedelanden
- pers med. Lars Johansson,
- pers med Per Forsman
- Webbpublikationer
- Anon. (2009) www.bergvikskog.se Startside (http://www.bergvikskog.se/default.aspx?id=3)
- Anon. (2008) www.bergvikskog.se Startside/Företaget/Affärside och mål (http://www.bergvikskog.se/templates/Page.aspx?id=132)

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2012:9 Författare: Andreas Hagenbo
Allelopathic effects of *Calluna vulgaris* on *Pinus sylvestris* and *Populus tremula*
- 2012:10 Författare: Mikael Öhman
Utveckling av ett GIS-verktyg för selektion av bränningstrakter – en studie genomförd på SCA-skogs marker inom Medelpads skogsförvaltning
- 2012:11 Författare: Klara Joelsson Hedemyr
Soil organic carbon and infiltrability in relation to distance from trees (*Vitellaria paradoxa*) with and without termite mounds in a parkland of central Burkina Faso
- 2012:12 Författare: Felicia Olsson
Tame animals in the wilderness – livestock grazing around summer farms in Jämtland, boreal Sweden 1800-2011
- 2012:13 Författare: Jonas Sjödin
Undersökning av självspridning av contortatallen i norra Sverige
- 2012:14 Författare: Nils Henriksson
Measuring N uptake and transport in *Pinus sylvestris* to estimate mycorrhizal transfer efficiency. A tracer/fertilizer experiment in northern Sweden
- 2012:15 Författare: Mikael Sörhult
Influence of prescribed burning and/or mechanical site preparation on stand stem density and growth of Scots pine stands above the Arctic Circle: - results 9-19 years after stand establishment
- 2012:16 Författare: Per-Olof Nordin
NPK+ och blå målklassning – indikatorer på vattenkvalitet?
- 2012:17 Författare: Erik Söderbäck
Utvärdering av markberedning och plantering på SCA:s mark i Norrland 1998-2001. Föryngringsresultat efter 10 år
- 2012:18 Författare: Erik Söderholm
Lämpliga hybridaspkloner för odling i södra och mellersta Norrland
- 2012:19 Författare: Caroline Pöntynen Boström
Röjningsplan för Sveaskog
- 2012:20 Författare: Robyn Hooper
Climate change impacts and forest management adaptation measures in Sweden and British Columbia, Canada: A case study of Swedish forest managers
- 2012:21 Författare: Addisu Almaw Semeneh
Effects of trees and termite nests in agroforestry parklands on preferential water flows: image analysis of soil profiles after rain simulations and dye experiments
- 2012:22 Författare: Torun Bergman
Skogsutnyttjandet vid den medeltida masugnen i Hyttehamn
- 2012:23 Författare: Johan Bäckman
Umebors åsikter rörande grönområden
- 2012:24 Författare: Andreas Engström
Insekter i hårt törskateangripna ungtallbestånd i Norrbotten. Skadeinventering och artbestämning

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se