

Skörd av skogsbränsle i förstagallringar

Dan Bergström¹, Thomas Ulvcrona², Tomas Nordfjell¹, Gustaf Egnell³ & Tomas Lundmark³

¹Institutionen för skoglig resurshushållning

³Institutionen för skogens ekologi och skötsel
SLU, Skogsmarksgränd, 901 83 Umeå

²Enheten för skoglig fältforskning

SLU, Svartbergets Fältstation, 922 91 Vindeln



Foto. Dan Bergström

Arbetsrapport 281 2010

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
901 83 UMEÅ
www.srh.slu.se
Tfn: 090-786 81 00



ISSN 1401-1204

ISRN SLU-SRG-AR-281-SE

Skörd av skogsbränsle i förstagallringar

Dan Bergström¹, Thomas Ulvcrona², Tomas Nordfjell¹, Gustaf Egnell³ & Tomas Lundmark³

¹Institutionen för skoglig resurshushållning

³Institutionen för skogens ekologi och skötsel
SLU, Skogsmarksgränd, 901 83 Umeå

²Enheten för skoglig fältforskning

SLU, Svartbergets Fältstation, 922 91 Vindeln

Arbetsrapport 281
Skoglig resurshushållning

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2010

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR-281-SE

Sammanfattning

Efterfrågan på skogsbränslen ökar men någon större ökning av biprodukter från skogsindustrin kan man inte räkna med de kommande 10-20 åren. Detta innebär att konkurrensen om veden kommer att intensifieras och man ser idag möjligheter att skörda skogsbränslen från skogen, i såväl gallringar som förnygringsavverkningar. I Sverige utgör ogallrade skogar med en höjd under 15 m och ett biomassainnehåll mer än 30 ton torrsbstans (TS) per ha cirka 18,4% av den totala skogsmarksarealen. Den totala stående volymen på dessa arealer är cirka 258 miljoner ton TS varav 56% finns i Norrland. Den årliga avverkningspotentialen från dessa skogar ligger på ca 5 miljoner ton TS (ca 23 TWh) för landet som helhet. Vid en konventionell förstagallring tar man ut massaved (och ev. klinttimmer) som gagnvirke där endast stammar med en brösthöjdsdiameter (dbh) över cirka 8 cm är kommersiellt gångbara. I tidiga förstagallringar får den konventionella gallringen höga avverkningskostnader på grund av beståndets låga medelstam (dbh < 12cm) och låg andel gagnvirke. Generellt när man apterar massaved i tidiga gallringar så kan cirka 20-30% av stamvedsvolymen inte användas pga för klenta dimensioner. Denna volym tillsammans med trädets topp och grenar, lämnas outnyttjade i beståndet. Idag med en växande skogsbränslemarknad finns ett nytt sortiment som kan konkurrera med rundvirket i förstagallringar av stamrika, klenta bestånd.

Syftet med denna studie är att påvisa de mängder skogsbränsle som faller ut vid gallring av typiska klenta, täta och normala gallringar i södra Sverige och att jämföra detta med rundvirkesutfallet som samma bestånd kan generera vad avser mängder och lönsamhet vid olika prisrelation mellan sortimenten. I utförda beräkningar har typbestånd använts. Ett relativt högt massavedspris och ett relativt lågt skogsbränslepris jämfört dagens prisnivåer har använts. Resultaten visar att skogsbränsle kan ge uppemot tre gånger högre bruttointäkt per hektar än massaved i ”klenta” (dbh 9 cm) bestånd. Även i en mer normala förstagallring vad gäller stamdiametern (dbh 14 cm) ger skogsbränslet ca 13% högre bruttointäkt. I beräkningarna uppvisar skogsbränsle systemet ett avsevärt högre nettointäkt än massavedssystemet i det ”klenta” beståndet.

Författarna konkluderar att:

- i tidiga/klenta gallringar utgör den potentiella mängden massaved endast en liten del av den totala biomassan vilket också ger ett förhållandevis låg bruttointäkt jämfört med om hela biomassan skördas som skogsbränsle;
- inte ens i ”normala” förstagallringar är bruttointäkten på massaveden högre än för skogsbränsle med dagens prisnivåer;
- i klenta” förstagallringar ger skogsbränsleskörd ett betydligt högre nettointäkt än motsvarande massavedsskörd;
- om anpassad teknik för skörd och hantering av klenta träd utvecklas kan stora mängder bränsle kostnadseffektivt skördas från de svenska ungskogarna. Det är inte något stort tekniksprång som behövs, och med kloka satsningar kan nya system realiseras inom kort tid.

Nyckelord: Bioenergi, biobränsle, röjning, gallring.

Innehållsförteckning

Inledning	4
Marknad	4
Skötsel.....	4
Konventionella system för skörd	5
Skogsbränsle eller massaved?.....	6
Syftet med föreliggande studie	6
Material och metoder	7
Resultat	9
Diskussion.....	14
Produktionsförluster.....	14
Skador	14
Teknikutveckling, kostnader och priser	15
Slutsatser	16
Tillkännagivanden.....	17
Referenser	18

Inledning

Marknad

Historiskt sett har värdet på skog baserats på trädens lämplighet som sågtimmer eller massaved. Idag är situationen sådan att all ved, oavsett trädens dimensioner och kvalitet, har ett värde som skogsbränsle. Avverkningsrester från föryngringsavverkningar är mest kostnadseffektivt att skörda och står idag för den huvudsakliga tillförseln av skogsbränslen till den växande svenska energimarknaden (Athanasiadis et al. 2009). Framförallt genom skörd av grenar och toppar (grot). Skogsbränslen och fasta biprodukter från skogsindustrin motsvarade år 2007 ungefär en tiondel (ca 50 TWh) av den totala energitillförseln i Sverige (Energimyndigheten 2009). Efterfrågan på skogsbränslen ökar men någon större ökning av de fasta biprodukterna kan man inte räkna med de kommande 10-20 åren (Skogsstyrelsen 2008). Detta innebär att konkurrensen om veden kommer att intensifieras och man söker idag möjligheter att skörda skogsbränslen från skogen, i såväl gallringar som föryngringsavverkningar.

Skötsel

Röjning och gallring är åtgärder som reducerar stamtätheten i unga till medelålders bestånd. Röjning innebär att ingen biomassa tas tillvara, dvs. träden fälls och lämnas kvar i beståndet.

Röjning var lagstiftad i 1979 års skogsvårdslag fram till 1994. Under denna period ökade den årligen röjda arealen från cirka 200 000 till 370 000 hektar. Därefter minskade röjningarna kraftigt under några år för att åren 2006-2008 åter ligga på ca 370 000 ha per år (Skogsstyrelsen 2009). Sammantaget har perioden med minskad röjning lett till att vi idag står inför en situation där stora arealer unga skogar inte blivit röjda enligt traditionell rekommenderad skötselmetodik och är därför i behov av att utglesas innan en kostnadseffektiv traditionell gallring kan genomföras. I Sverige utgör ogallrade skogar med en höjd under 15 m och ett biomassa innehåll mer än 30 ton torrsustans (TS) per ha cirka 18,4% av den totala skogsmarksarealen. Den totala stående volymen på dessa arealer är cirka 258 millioner ton TS varav 56% av volymen återfinns i Norrland. Den årliga avverkningspotentialen från dessa skogar ligger på ca 5 miljoner ton TS (ca 23 TWh) för Sverige som helhet om hela biomassan ovan stubben räknas in (Nordfjell et al. 2008).

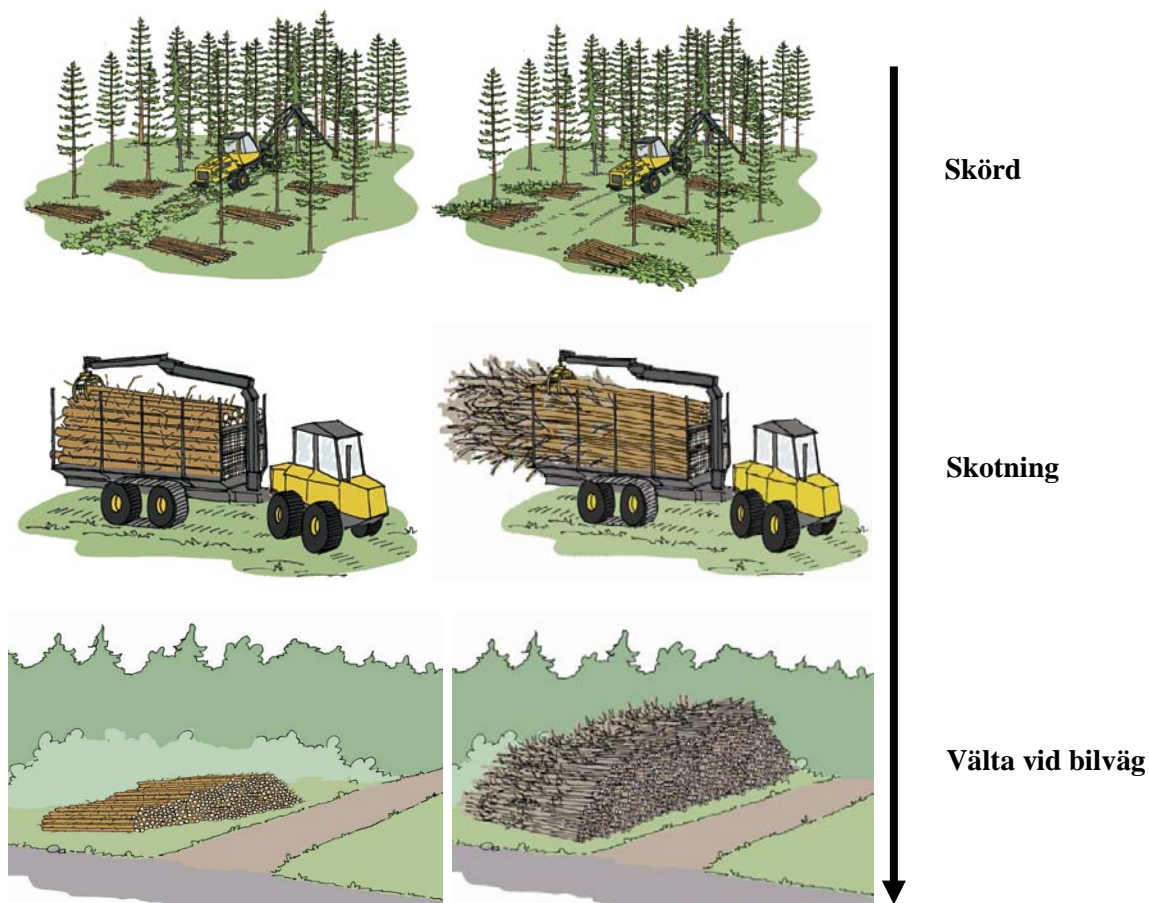
En reducering av stamantalet innan den traditionella gallringen kan genomföras antingen i form av en dyr förröjning innan gallring eller en tidig gallring med enbart skogsbränsleuttag. För skogsägaren är röjningen en kostnad som ökar med beståndets täthet och storlek på träden, dvs med ökad biomassatäthet (Ligné 2004). Detta medför att förröjning är en dyr åtgärd i de bestånd som idag är i behov av utglesning innan en traditionell gallring med skörd av stamved kan genomföras.

Om man istället för att inrikta produktionen enbart mot stamved önskar optimera biomassaproduktionen i unga skogar skall bestånden hållas tätare (4500-5000 träd/ha) än dagens praxis (2500-3000 träd/ha). Produktionsstudier av unga och stamtäta blandbestånd visar att merproduktionen i oröjda bestånd i genomsnitt är 50% högre än i röjda (59 ton TS/ha jämfört med 39 ton TS/ha). Om man dessutom systematiskt gödslar de unga oröjda bestånden med kväve ökar produktionen i snitt med 100% jämfört dagens normala skötselpraxis vilket motsvarar en energimängd av ca 180 MWh/ha (Ulvcrona et al. Manuskript). Ur ett skötselperspektiv finns alltså idag både möjligheter till en ökad biomassaproduktion tidigt i beståndens omloppstid och ett angeläget behov av kostnadseffektiva åtgärdsalternativ i bestånd

som idag eller i en nära framtid är i behov av en utglesning innan en kostnadseffektiv traditionell gallring kan genomföras.

Konventionella system för skörd

Vid en konventionell förstagallring tar man ut massaved (och ev. klentimmer) som gagnvirke där endast stammar med en brösthöjdsdiameter (dbh) över cirka 8 cm är kommersiellt gångbara. I tidiga (klena) förstagallringar får den konventionella gallringen höga avverkningskostnader på grund av beståndets låga medelstamdiameter (dbh < 12cm) och låga andel gagnvirke. Generellt sett när man apterar massaved i tidiga gallringar så kan cirka 20-30% av stamvedsvolymen inte användas kommersiellt pga. för klenta dimensioner (Hakkila 2005). Denna volym tillsammans med trädets övriga delar (topp och grenar) lämnas outnyttjade i beståndet. Som ett alternativ kan hela träd (trädbiomassa ovan jord) skördas som skogsbränsle för att möjliggöra ett större biomassauttag vilket innebär att alla träddimensioner och även grenar, toppar och barr har ett kommersiellt värde. Vid massavedsskörd och helträdsskörd används samma typer av maskiner nämligen konventionella gallringsskördare och skotare (Fig. 1). För att öka produktiviteten vid skörd av i tidiga gallringar (klenta träd) provas idag olika typer av ackumulerande skördar- och fällningsaggregat. Vid helträdsskörd kan skotaren vara försedd med gripsåg för aptering och klämmande stöttor på lastutrymmet för komprimering.



Figur 1. Illustration av ett massavedssystem (till vänster) och ett skogsbränslesystem (till höger) från "stubbe" till välta vid bilväg i ett och samma bestånd. Illustrationer: Juha Varhi, © Metsäteho Oy.

För skördaren skiljer sig inte produktiviteten räknat som antal träd per timme mellan massavedsskörd och helträdsskörd i tidig gallring. Men då helträdsskörden ger ett avsevärt högre uttag per träd och ha så kan produktiviteten räknat som ton TS per timme vara dubbelt så hög. I ”normala” förstagallringar (dbh > 12-14cm) avverkas idag inte helträd då man uppnår lönsamhet vid skörd av massaved. Klena träd och träddelar är relativt voluminösa och medför att produktiviteten vid skotningsarbete relativt massavedsskotning blir lägre. Finska studier visar att vid helträdsskörd i tidiga gallringar kan biomassa uttaget vara 15-50% högre, produktiviteten på skörden kan öka med 15-30% och därmed kan avverkningskostnaderna från stubbe till väggkant minska med 20-40% jämfört med massavedsskörd, trots ökad kostnad för skotning (Hakkila 2003). Detta alternativ har även i Sverige visat sig vara konkurrenskraftigt i jämförelse med konventionell gallring där rundvirke tas ut i klena bestånd (Brunberg et al. 1998, Liss 2004).

Skogsbränsle eller massaved?

I tidiga gallringar är det i många fall svårt att på förhand avgöra om ett uttag av massaved eller helträd (skogsbränsle) blir mest ekonomiskt. I många fall kan det även vara svårt att avgöra om den primära åtgärden skall vara en röjning som senare följs upp av en traditionell förstagallring. Om beslutet om val av förstagallringssystem skall tas så grundar sig beslutet främst på 1) utfallande mängder massaved respektive skogsbränsle för en specifik åtgärd och beståndstyp och 2) den aktuella prisrelationen mellan skogsbränsle och massaved vilket till del styrs av aktuell prislista – men också av transportavståndet och transportalternativen till respektive köpare.

Syftet med föreliggande studie

Syftet med denna studie är att påvisa de mängder skogsbränsle som faller ut vid gallring av typiska klena, täta och normala gallringar i södra Sverige och att ställa detta i relation till den mängd rundvirke av minst massavedsdimension som samma bestånd kan generera. Syftet är också att visa hur prisrelationen mellan skogsbränsle och massaved påverkar bruttointäkterna och nettointäkterna när drivningskostnader är inkluderade.

Material och metoder

För att belysa de tillgängliga biomassamängder som faller ut vid gallringar har fyra typbestånd, två talldominerade och två grandominerade, med nästa åtgärd förstagallring beskrivna av Bredberg (1972) använts för beräkningar (Tabell 1). I vardera beståndet har möjligt uttag av antingen massaved eller skogsbränsle vid dagens gallringspraxis beräknats. En gallringsstyrka på 30-40% av grundytan har valts och gallringsformen är låggallring, vilket betyder att de klenaste stammarna har avverkats i första hand (jfr Bredberg 1972). Tillgänglig mängd massaved per träd har beräknats enligt de restriktioner som används i praktiken, dvs massaveden måste ha en minsta toppdiameter under bark av 5 cm och hålla en längd på minst 3,0 m. Hela trädets biomassa ovan jord har beräknats med Marklunds (1987) biomassafunktioner. I det följande antas 1 ton torrsubstans (TS) skoglig biomassa motsvara en energimängd på 4,65 MWh vilket baseras på ett typvärde på skoglig biomassa av 19,2 MJ/kg TS (Ringman 1996) samt att veden är rå med en fukthalt av 50%.

Tabell 1. Beståndsdata på fyra typbestånd för förstagallring och respektive uttagsmängder av enbart massaved eller enbart skogsbränsle vid två olika gallringsstyrkor

Typ av gallring	Tall		Gran	
	"Klen"	"Normal"	"Klen"	"Normal"
Ålder (år)	39	42	22	40
Beståndstäthet (träd/ha)	2780	1870	3230	1500
Dbh (cm)*	8,8	14,2	8,8	14,2
Trädhöjd (m)	8,8	14,1	7,8	14,6
Medelstam (dm ³)	35	123	31	160
Grundyta (m ² /ha)**	18,4	31,3	21,5	27,7
Stamvolym (m ³ /ha)	97	229	100	240
Uttag av grundyta (%)	30%/40%	30%/40%	30%/40%	30%/40%
Massaved (m ³ f.u.b/ha)***	5,5/14,9	41,4/49,2	5,7/11,8	33,0/42,4
Medel vid 35% uttag	10,2	45,3	8,8	37,7
Skogsbränsle (ton TS/ha)	13,0/19,3	31,1/36,5	20,9/28,0	33,2/41,5
Medel vid 35% uttag	16,2	33,8	24,5	37,4

*Diameter vid brösthöjd (1,3 m). **Grundyta = summan av trädstammars tvärsnittsarea vid dbh. *** m³f.u.b = kubikmeter fast massa under bark.

Det är tydligt att val av beståndstyp och gallringsstyrka starkt påverkar utfallande mängder massaved och skogsbränsle (hela träd). I normalfall gallras bestånden vid en styrka mellan 30 – 40% av grundytan, men detta kan variera i stort. Massavedsvolymer för tall och gran som faller ut i de "klen" bestånden är likvärdiga men för gran faller det ut en mycket större mängd skogsbränsle. Anledningen till detta är att gran relativt tall har en större andel grenbiomassa (jfr Marklund 1988).

I de vidare analyserna nedan har endast utfallande mängder massaved och skogsbränsle för gran vid en uttagsstyrka på 35% använts (Tabell 1). För intäktsberäkningar på respektive sortiment har följande antagits gälla:

- Bränslepriset på okvistade träddelar vid bilväg är 200 kr/råton (vilket motsvarar ett pris på 400 kr/tonTS eller 86 kr/MWh; 8,6 öre/kWh).
- Massavedspriset vid bilväg är 350 kr/m³f u.b.

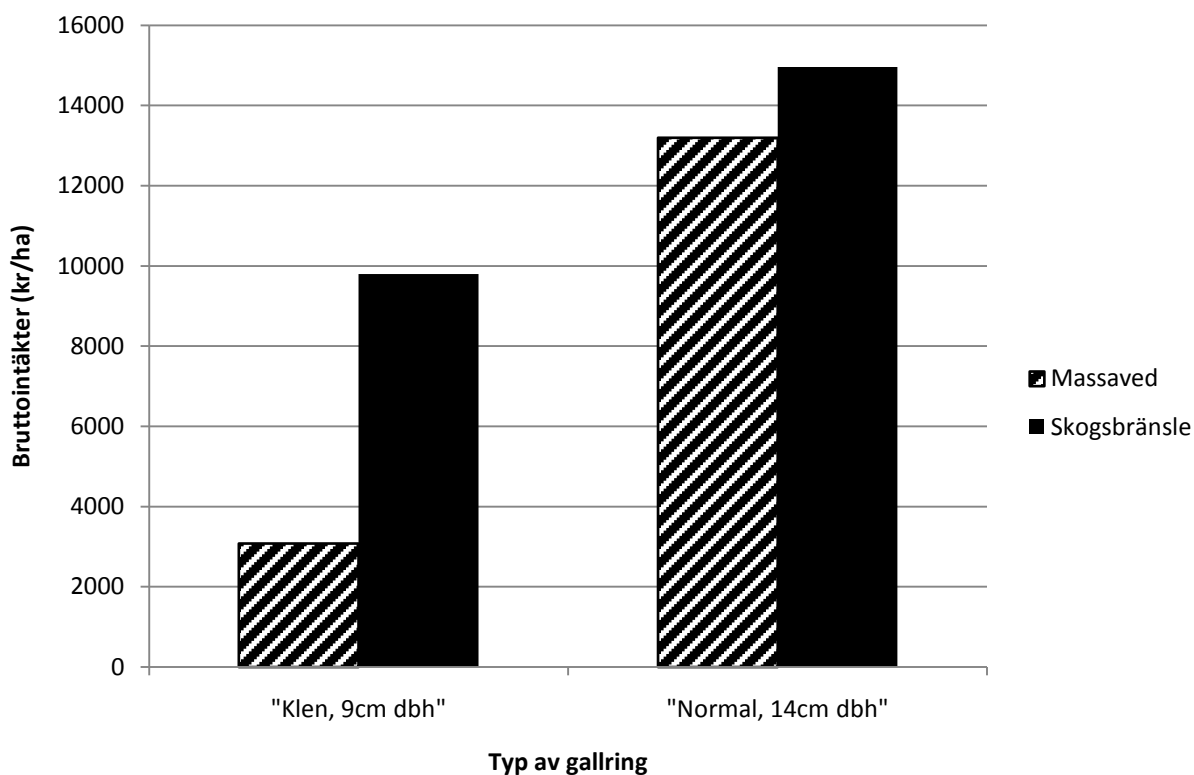
Dagens massavedspris ligger mellan 300-350 kr/m³f u.b. (kubikmeter fast under bark). Skellefteå Kraft AB har under 2009 betalat 200 kr/råton för okvistade träddelar (Skellefteå Kraft, webbsida 2010). I beräkningarna har inte något vrakavdrag på massaveden gjorts. Normalt gör man ett schablonmässigt avdrag på ca 3%. Detta innebär sammantaget att i de följande beräkningarna har ett relativt högt massavedspris och ett relativt lågt skogsbränslepris använts.

Avverkningskostnaderna för respektive system har baserats på prestationsnormer framtagna för engreppsskördare och skotare i förstagallring av massaved. För båda systemen har "samma" maskiner använts; medelstor gallringsskördare och en relativt liten gallringsskotare med en lastkapacitet på 8 m³f. Skillnaden i produktivitet mellan massavedsskörd (m³f u.b./timme) och helträdsskörd (tonTS/timme) speglas av skillnaden på biomassa per träd, dvs produktiviteten räknat som träd per timme är densamma. Ett skotningsavstånd på 300 m har antagits samt att skotning av skogsbränsle utförs med 15% lägre produktivitet (m³f u.b./timme) än skotning av massaved. Kostnaden för skotaren är satt till 800 kr/timme och för skördaren 1000 kr/timme.

Resultat

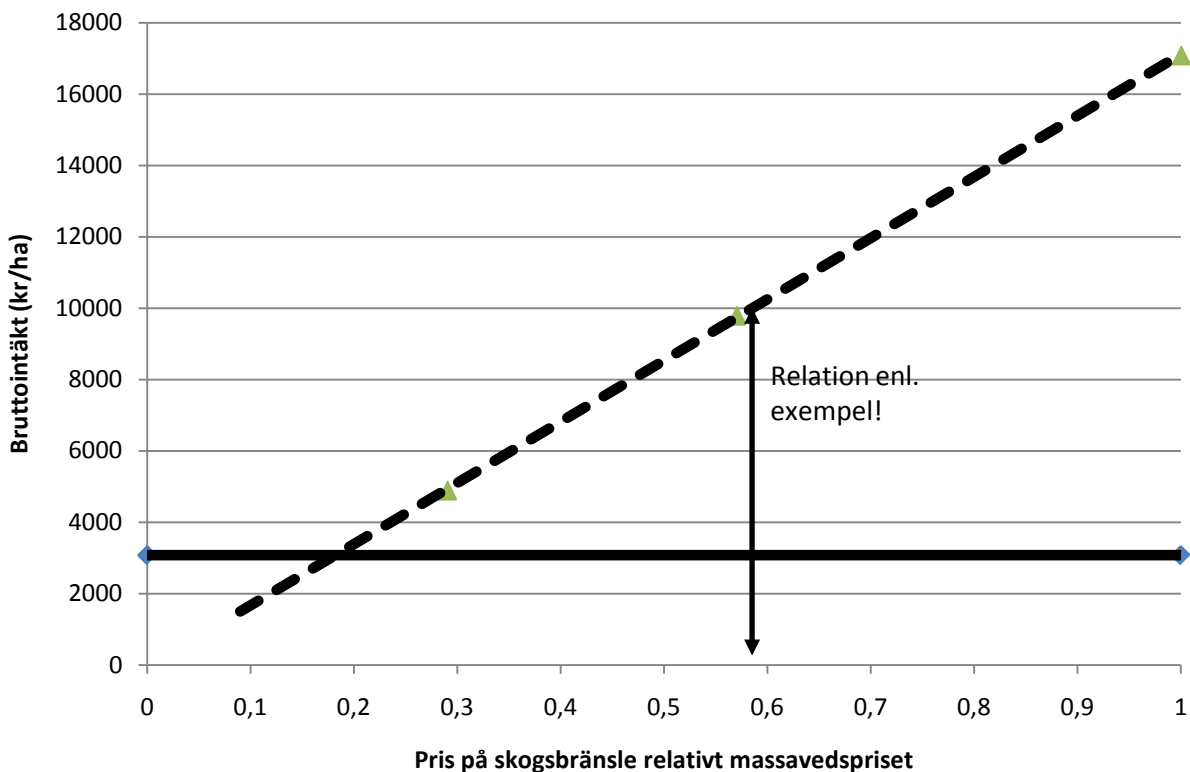
Vid den ”normala” gallringen för tall och gran vid en gallringsstyrka av 35% skördades 38 – 45 m³f u.b./ha massaved eller en motsvarande mängd skogsbränsle på 34 -37 ton TS/ha (motsvarar 68 – 72 m³ f. biomassa; 1 m³f.=0,5 tonTS) , dvs. skogsbränsleskörden var dubbelt så stor som massavedsskörden (Tabell 1). Motsvarande resultat för den ”klena” gallringen visar att det skördades 9 – 10 m³f u.b./ha massaved eller en motsvarande mängd skogsbränsle på 16 – 25 ton TS/ha (motsvarar 32 – 50 m³ f. biomassa), skogsbränsleskörden var 3 – 5 ggr så stor som massavedsskörden.

Skogsbränsle ger med de antaganden som gjorts en avsevärt högre bruttointäkt per ha än massaved i det ”klena” (dbh 9 cm) granbeståndet (Figur 2). Skillnaden är ca 6500 kr/ha, eller en nästan 3 gånger så stor bruttointäkt för skogsbränslealternativet jämfört med massavedsalternativet. Även i den ”normala” grangallringen (dbh 14 cm) ger skogsbränslet en högre bruttointäkt, men skillnaden är endast ca 13% (ca 1800 kr/ha). Anmärkningsvärt är den relativt måttliga skillnaden, ca 35% (ca 3400 kr/ha), mellan massaved i ”normal” gallring och skogsbränsle i ”klena” gallringar (Figur 2).



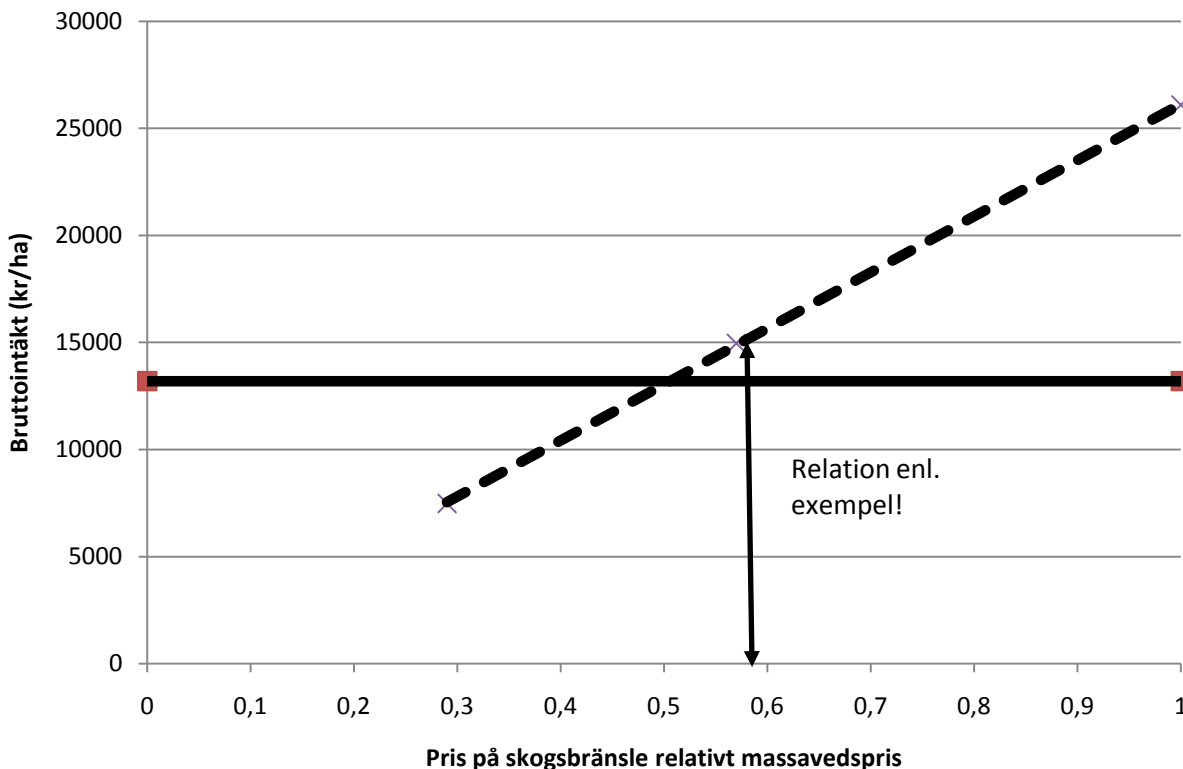
Figur 2. Bruttointäkter vid uttag av enbart massaved eller enbart skogsbränsle från ”klena” och ”normala” förstagallringar av gran vid ett massavedspris på 350 kr/m³f u.b. och ett bränslepris på 200 kr/råton träddelar (pris vid bilväg).

Prisrelationen mellan skogsbränsle och massaved räknat per fastkubikmeter är i exemplet ovan 0,57. En prisrelation på 0,30 motsvarar ett bränslepris på 43 kr/MWh och 0,70 motsvarar 105 kr/MWh vid ett massavedspris på 350 kr/m³fub. Figur 3 visar hur intäkten för skogsbränslet i det "klena" beståndet förhåller sig till massavedsintäkten när prisrelationen bioenergi/massaved ändrar sig. I "klena" gallringar kan skogsbränslepriset minska kraftigt relativt massavedspriset innan en helträdsgallring ger lägre bruttointäkt än ett konventionellt massavedsuttag.



Figur 3. Bruttointäktsnivåer på skogsbränsle (streckad linje) i "klen" gallring vid olika prisrelationer till ett fast massavedspris (horisontal linje; 350 kr/m³f u.b.). Vertikal pil indikerar prisrelationsnivån enl. beräkningsexempel ovan. I exemplet ingår inte avverknings- och transportkostnader för något av sortimenten.

I figur 4 visas samma exempel som ovan fast för ”normal” gallring. I detta fall är prismarginalen för skogsbränslen liten. Om prisrelationen skulle öka från 0,57 till 0,70 skulle detta ge cirka 2500 kr/ha extra vid skogsbränsleuttag i jämförelse med massavedsuttag (med angivna priser!).

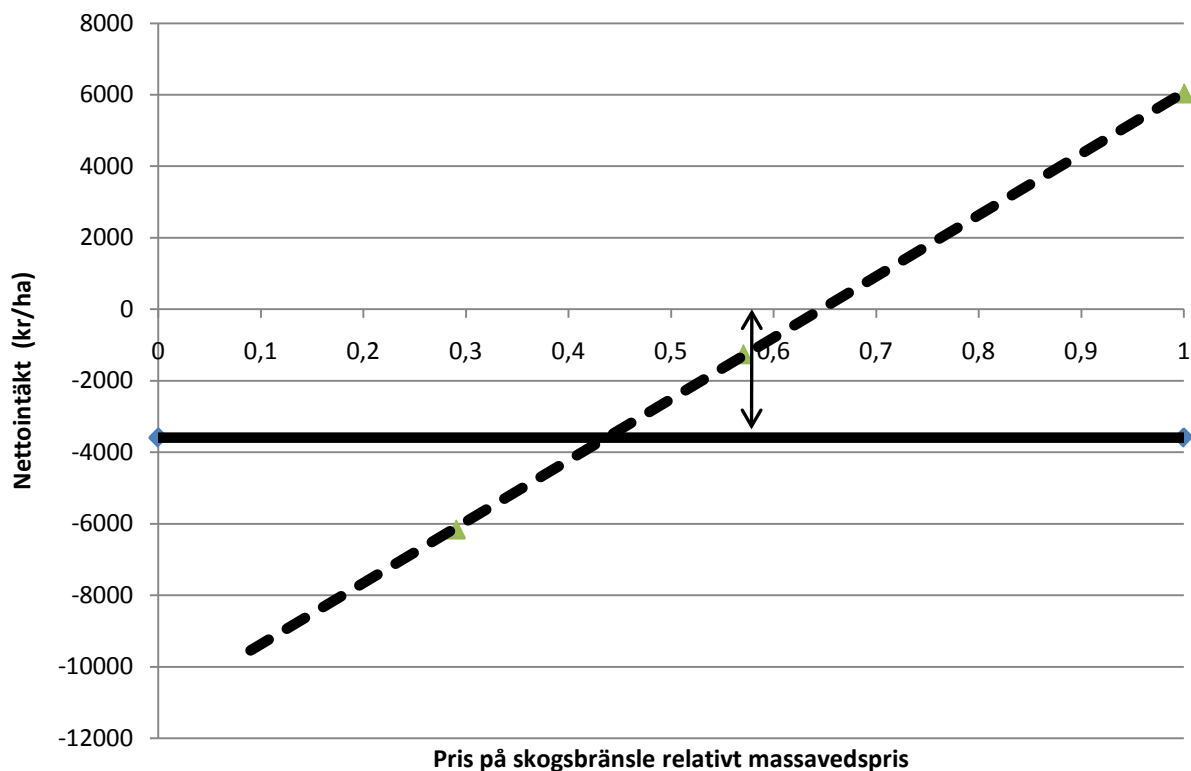


Figur 4. Bruttointäktsnivåer på skogsbränsle (streckad linje) i ”normal” gallring vid olika prisrelationer till ett fast massavedspris (horisontal linje; 350 kr/m³f u.b.). Vertikal pil indikerar prisrelationsnivån enl. beräkningsexempel ovan. I exemplet ingår inte avverknings- och transportkostnader för något av sortimenten.

I det ”klena” beståndet hade skördaren vid skörd av massaved en produktivitet av 1,5 m³f u.b./timme och vid skörd av skogsbränsle 4,2 tonTS/timme. Motsvarande produktivitet för skotaren var 8,8 m³/timme (massaved) och 3,75 tonTS/timme (skogsbränsle). I det ”normala” beståndet hade skördaren vid skörd av massaved en produktivitet av 11,0 m³f u.b./timme och vid skörd av skogsbränsle 10,8 ton TS/timme. Motsvarande produktivitet för skotaren var 10,5 m³/timme (massaved) och 4,45 tonTS/timme (skogsbränsle).

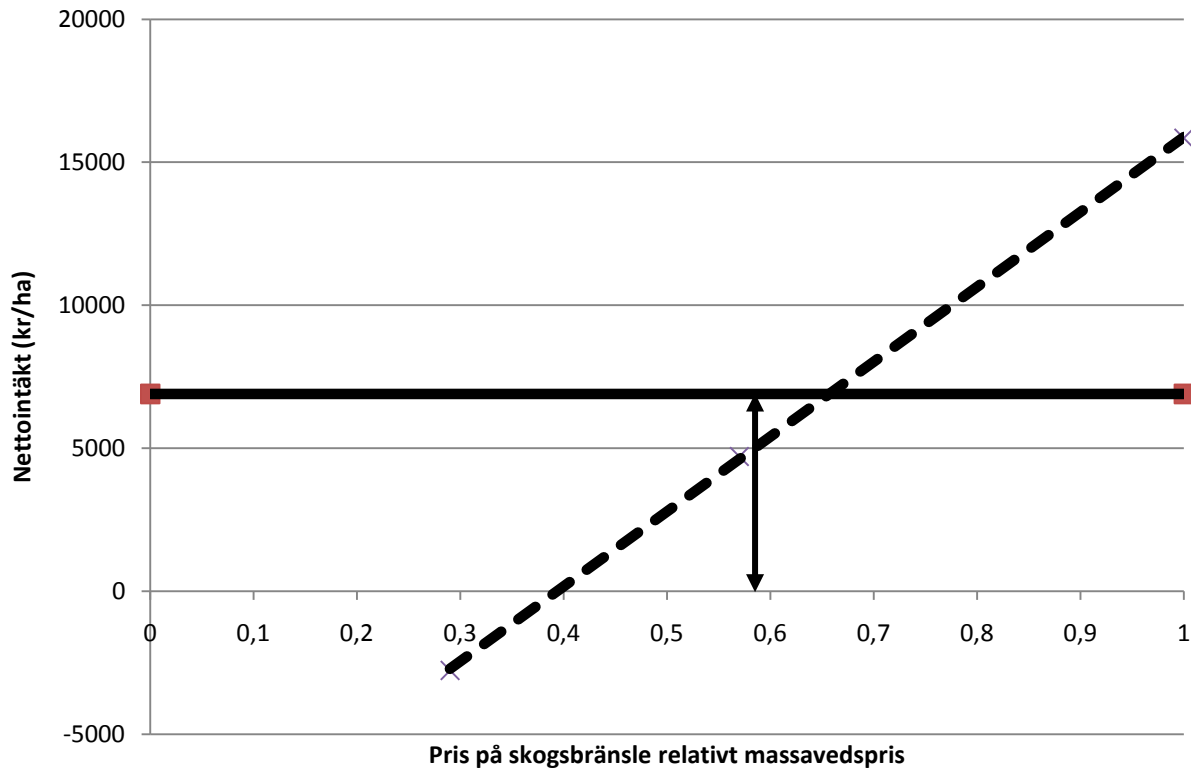
Kostnaden för skörd (från stubbe till bilväg) blev i det ”klena” beståndet 758 kr/m³f u.b. (6670 kr/ha) för massaveden och 451 kr/tonTS (11050 kr/ha) för skogsbränsle. Motsvarande kostnader i det ”normala” beståndet blev 167 kr/m³f u.b. (6296 kr/ha) och 274 kr/tonTS (10248 kr/ha).

Figur 5 visar att nettointäkten vid beräknade priser är negativa för båda systemen i den ”klena” gallringen; massaved -3600 kr/ha och skogsbränsle -1250 kr/ha. Vid en prisrelation på ca 0,65 (228 kr/råtonnet för skogsbränslet) eller en produktivitetsökning motsvarande 15% når skogsbränslesystemet ”break-even”.



Figur 5. Nettointäktsnivåer (intäkt minus kostnad) på skogsbränsle (streckad linje) i ”klena” gallring vid olika prisrelationer till ett fast massavedspris (horisontal linje; 350 kr/m³f u.b.). Vertikal pil indikerar prisrelationsnivån enl. beräkningsexempel ovan.

Figur 6 visar att nettointäkten vid beräknade priser är positiva för båda systemen i den "normala" gallringen; massaved 6900 kr/ha och skogsbränsle 4700 kr/ha. Vid en prisrelation på ca 0,67 (235 kr/råtonnet för skogsbränsle) blir nettointäkten lika mellan systemen.



Figur 6. Nettointäktsnivåer (intäkt minus kostnad) på skogsbränsle (streckad linje) i "normal" gallring vid olika prisrelationer till ett fast massavedspris (horisontal linje; 350 kr/m³f u.b.). Vertikal pil indikerar prisrelationsnivån enl. beräkningsexempel ovan.

Diskussion

Även om beräkningarna ovan faller ut till fördel för skogsbränsleuttag i klena förstagallringar finns det invändningar mot att i dagsläget rekommendera skogsägare att rikta in sig mot lönsamma skogsbränsleuttag istället för att göra tidiga och därmed billiga röjningar med inriktning mot massavedsuttag i förstagallring. Här bör nämnas risken för produktionsminskningar då näringsuttaget ökar avsevärt då de näringsrika grenarna och barren (löven) skördas; risken för skador på det kvarvarande beståndet då träden tillåts växa sig höga men inte i samma utsträckning vind- och snöstabila i täta bestånd och det faktum att dagens skördeteknik inte är anpassad för skörd av stamtäta bestånd med liten medeldiameter.

Produktionsförluster

Till stor del lagras trädens näringsämnen i grenar och barr. Hos yngre träd av gran och tall utgör barr, grenar och topp cirka 50% av trädens biomassa. Eftersom gröndelarna innehåller betydligt mera näringsämnen än stammen innebär ett uttag av dessa träddeelar att förlusterna av näringsämnen blir betydligt större jämfört med ett uttag av enbart stamved. Dessa näringsämnen (fä kväve) är viktiga för tillväxten; helträdsskörd kan på vissa boniteter resultera i framtida tillväxtförluster för beståndet (Jylhä 2004). Enligt Mattsson (1999) leder eventuella tillväxtförlusten vid uttag av skogsbränsle i förstagallring till en förlängning av omloppstiden. Detta bör beaktas vid beräkningar av lönsamheten i uttaget. Mer fördjupade studier av effekter efter bortförande av träden efter röjning pågår idag vid SLU inom forskningsprogrammet Future Forests. Förhoppningsvis kommer dessa studier att bättre klargöra vilka tillväxteffekter som kan uppstå på olika skogsmarker och för olika trädslag. Detta som underlag för att bättre bedöma den totala lönsamheten och miljöbelastningen vid skogsbränsleskörd i gallring.

Skador

Studier visar att störst risk för skador orsakade av vind och snö föreligger under tiden närmast efter gallring av unga skogar och detta verkar vara oberoende av trädslag (Kollberg 1961, Bradley 1970, Harrington & Reukema 1983). Pettersson (1993) visar i studier gjorda på tall och gran att andelen självgallring i beståndet ligger på 1,8% vid 3400 stammar per hektar, respektive 2,2% vid en täthet på 7400 stammar, vilket indikerar att andelen självgallrade stammar är relativt låg även vid täta förband. Salminen & Varmola (1990) visar att självgallring inträffar när oröjda beståndet med upp till 13 000 stammar per hektar når knappt 10 meters höjd. Relativt låga nivåer av skador i kvarvarande bestånd uppvisas efter helträdsgallring i täta tallbestånd i Västmanland och Närke (Ulvcrona et al. 2010). Totalt 15 bestånd studerades och i alla dem befanns det kvarvarande beståndet ha tillräckligt många oskadade stammar efter skogsbränsleuttag, 1900 – 3800 st/ ha vid 7,4 – 11,3 meters medelhöjd, för en acceptabel fortsatt beståndsutveckling. Skador i samband med snö skedde på de träd med lägst diameter och skador i samband med vind skedde på de större och vindutsatta träden i beståndskanter och invid stickväg (Ulvcrona et al. 2010). Ytterligare en betydligt mer omfattande studie av skador i unga bestånd genomförs för närvarande vid SLU inom forskningsprogrammet Future Forests (Ulvcrona et al. Manuskript).

Skador på kvarstående träd orsakade av själva avverkningsarbetet och terrängtransportarbetet skiljer sig inte heller nämnvärt mellan motormanuell röjning, skörd av helträd och skörd av massaved. Normalt ligger andelen skadade träd vid dessa operationer mellan 0-5% (Ligné 2004). Skaderisker på bestånd före och efter tidig helträdsgallring är svåra att skilja från dem i samband med traditionella skötselssystem med tidig röjning följt av massavedsuttag i förstagallringen.

Teknikutveckling, kostnader och priser

Relativt massavedsskörd är teknik och system för skörd av hela träd utvecklade och i nuläget är kostnaderna för skogsbränsleskörd i klena bestånd förhållandevis höga. Kostnadsnivåerna i denna studie för skörd av massaved och skogsbränsle är i nivå med praktiken. Men beroende på val av maskiner, operatörer och andra faktorer kommer produktiviteten och kostnaden att variera i stort. Marginalerna för lönsamhet är små vid skogsbränslegallring i klena bestånd (jmf Figur 5). I skrivande stund har Skellefteå Kraft AB höjt priset för okvistade träddelar från 200 till 250 kr/råton, vilket motsvarar en ökning på 25% (Skellefteå Kraft, webbsida 2010). Prisrelationen mellan skogsbränslet och massaveden blir då 0.71 vilket innebär att nettointäkten i det "normala" beståndet blir något högre för skogsbränslet jämfört massaveden (jmf Figur 6). Med prisnivån 250 kr/råton blir nettointäkten för skogsbränslet i det "klena" beståndet positivt, ca 1000 kr/ha (jmf Figur 5). Bergström (2009) visar att om ny teknik, mer anpassad för skörd av klena träd, utvecklas för krankorridorgallring kan produktiviteten vid fällningsarbetet öka markant, vilket innebär att man även i väldigt klena och täta ungskogar kan uppnå lönsam gallring. Detta skulle innebära att stora mängder skogsbränslen kan skördas från bestånd där i princip ingen andel massaved normalt kan tas ut i gallring. Bergström (2009) visar även på tänkbar teknik för rationell komprimering och reducering av gröndelar i samband med avverkningen vilket innebär att mindre mängd näringsämnen tas ut från skogen samtidigt som bränslets askhalt minskas. Denna teknik medför även att transporteffektiviteten för träddelar sannolikt kan höjas då ett redan i förväg komprimerat material hanteras.

Slutsatser

- De potentiella mängderna skogsbränsle som kan skördas från unga täta tidiga gallringsskogar är stora enligt Riksskogstaxeringens data, ca 23 TWh per år.
- Om unga skogar hålls tätare än daglig praxis kan de potentiella mängderna skogsbränsle från unga skogar öka markant.
- I tidiga/klena gallringar utgör den potentiella mängden massaved endast en liten del av den totala biomassan, vilket ger en förhållandevis låg bruttointäkt jämfört med om hela träden skördas och levereras som skogsbränsle.
- Inte ens i ”normala” förstagallringar är bruttointäkten på massaveden högre än för skogsbränsle med dagens prisnivåer.
- I ”klena” gallringar får man ett betydligt högre netto vid skörd av skogsbränsle än vid skörd av massaved.
- Storleken på eventuella produktionsförluster orsakade av det extra näringsuttaget vid uttag av skogsbränsle behöver klargöras som underlag för lönsamhetsberäkningar och bedömningar om behov av ny avverkningsteknik där mer av de gröna delarna lämnas i skogen och/eller skogsgödsling.
- För att öka lönsamheten vid skogsbränsleskörd är det angeläget att utveckla en kostnadseffektiv teknik och arbetsmetodik för att gallra helträd i tidigare oröjda bestånd som idag eller i en nära framtid kommer att uppnå höjder över 8 meter. Det är inte något stort tekniksprång som behövs, och med kloka satsningar kan nya system realiseras inom kort tid.

Tillkännagivanden

I huvudsak har arbetet med denna rapport har finansierats av E.ON Sverige AB inom ramen för forskningsprojektet *Ökad tillgång och tillgänglighet av skogsråvara*. En mindre del har finansierats av Botnia-Atlantica projektet *Forest Power*.

Referenser

- Athanassiadis, D., Melin, Y., Lundström, A. & Nordfjell, T. 2009. Marginalkostnader för skörd av grot och stubbar från föryngringsavverkningar i Sverige. SLU, Inst f Skoglig Resurshushållning. Arbetsrapport 261. ISSN 1401-1204.
- Bergström, D. 2009. Techniques and systems for boom-corridor thinning in young dense forests. Doctoral thesis. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2009:87. ISSN 1652-6880, ISBN 978-91-576-7434-0.
- Bradley, R.T. 1970. Risk of windfalls, snow-breaks and insect attacks. In: Thinning and Mechanisation. IUFRO Meeting. Royal College of Forestry Stockholm, Sweden September 1969: 156-157.
- Bredberg, C-J. 1972. Typbestånd i förstagångsgallringar. Institutionen för skogsteknik. Rapporter och Uppsatser, nr 55. Skogshögskolan, Stockholm.
- Brunberg, B., Andersson G., Nordén B. & Thor, M. 1998. Uppdragsprojekt skogsbränsle- Slutrapport. Redogörelse nr 6. Skogforsk, Uppsala.
- Energimyndigheten 2009. Energiläget 2009. Statens energimyndighet. Eskilstuna, Sverige.
<http://www.energimyndigheten.se/Energifakta/Statistik/>
- Hakkila, P. 2003. Developing technology for large-scale production of forest chips. Wood Energy Technology Program 1999-2003, Tekes-Technology program report 5/2003 54p.
- Hakkila, P. 2005. Fuel from early thinnings. International Journal of Forest Engineering 16(1): 11-14.
- Harrington, C. A. & Reukema, D. L. 1983. Initial shock and long-term stand development following thinning in a Douglas.fir plantation. Forest Science (29): 33-46.
- Jylhä, P. 2004. Feasibility of an adapted tree section method for integrated harvesting of pulpwood and energy wood in early thinning of Scots pine. International Journal of Forest Engineering 15(2): 32-42.
- Kollberg, O. 1961. Stormhärjningar i södra Sverige den 3 januari 1954. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift (59): 51-62.
- Lingé, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. Swedish University of Agriculture Sciences. Doctoral thesis. ISSN 1401-6230, ISBN 91-576-6715-2.
- Liss J-E. 2004. Avverkningsvolym och netto i tidig gallring vid alternativen skogsbränsle eller massaved. Inst. För matematik, naturvetenskap och teknik. Högskolan Dalarna, Garpenberg.
- Marklund, L.G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogstaxering. Rapport nr 45.
- Mattsson, S. 1999. Tillväxtförluster ger dolda kostnader vid uttag av skogsbränsle – framförallt i gallring. SkogForsk, Uppsala. Resultat nr 14.
- Nordfjell, T., Nilsson, P., Henningsson, M. & Wästerlund, I. 2008. Unutilized biomass resources in Swedish young dense stands. Proceedings: World Bioenergy 2008, 27-29 May, Jönköping, Sweden. pp: 323-325.

Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 528-539.

Ringman, M. 1996. Wood fuel assortments – definitions and properties. Department of Forest Products. Report No. 250. The Swedish University of Agriculture Sciences, Uppsala. ISSN 0348-4599.

Salminen, H. & Varmola, M. 1990. Development of seeded Scots pine stands from pre-commercial thinning to first commercial thinning. *Folia For.* 752: 29 pp. ISBN 951-40-1109-0. (På finska med engelsk sammanfattning).

Skellefteå Kraft AB, 2010. Prislista för skogsbränslen.

[www.skekraft.se/OmOss/Anl%
c3%a4ggningar%20och%20projekt/Pdf/Prislista_Skelleftea_Kraft_20081029.pdf](http://www.skekraft.se/OmOss/Anl%c3%a4ggningar%20och%20projekt/Pdf/Prislista_Skelleftea_Kraft_20081029.pdf) . Nedladdad 2010-04-06.

Skogsstyrelsen. 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008. SKA-VB 08. Rapport 25.

Skogsstyrelsen. 2009. Skogsstatistisk Årsbok 2009. ISBN 978-91-88462-87-9

Ulvcrona, K., Ulvcrona, T. & Lundmark, T. 2010. Skador efter tidig gallring i täta tallbestånd. *Skog & Trä* 2010:1. Sveriges Lantbruksuniversitet, enheten för skoglig fältforskning, Vindelns försöksparker. ISBN 978-91-977896-1-5.

Ulvcrona, K., Nilsson, U. & Lundmark, T. Manuskript. Biomass functions for young Scots pine dominated mixed forests in northern Sweden.

Ulvcrona, K., Kiljunen, N., Nilsson, U. & Ulvcrona, T. Manuskript. Tree mortality in scots pine after pre-commercial thinning at different stand densities and thinning heights in Sweden.