



Påverkas tillväxten i tallbestånd av grot-uttag vid gallring?

*Does forest residue harvesting in thinning affect growth
in Scots pine stands?*

Markus Jansson



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Markus Jansson
Titel, Sv	Påverkas tillväxten i tallbestånd av grot-uttag vid gallring?
Titel, Eng	Does forest residue harvesting in thinning affect growth in Scots pine stands?
Nyckelord/ Keywords	Skogsbränsle, Helträdsutnyttjande, Kväve (N), Pinus sylvestris. Forest fuels, Whole-tree harvesting, Nitrogen (N), Pinus sylvestris.
Handledare/Supervisor	Gustaf Egnell Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2014

Sammanfattning

Grot-uttag vid gallring kan komma att bli mer utbrett i och med stigande priser på skogsbränsle. Det har dock befarats att grot-uttag vid gallring skulle kunna innebära stora tillväxtförluster eftersom skog i gallringsfas har stort näringsbehov. Tillväxtreduktion av grot-uttag vid gallring har emellertid varit svårt att påvisa i tallbestånd.

Målet med detta arbete var att genom analys av data från ett fältförsök undersöka hur helträdsutnyttjande vid gallring av tallbestånd påverkar tillväxten i det kvarvarande beståndet jämfört med gallring av enbart stammar. Försöket ligger i Granö i Vindelns kommun och anlades 1982. Följande två hypoteser testades: Tillväxten är lägre under andra tioårsperioden efter helträds-gallring än efter gallring av enbart stamved, och tillväxtminskningen förstärks av en andra gallring med grot-uttag.

Parceller behandlade med grot-uttag uppvisade en statistiskt icke-signifikant tillväxtförlust på ca 6 %.

Den statistiska analysens måttliga styrka, försökslokalens höga bonitet och tallbestånds låga grot-mängd och oberoende av kväveupptag från förran föreslogs som anledningar till att behandlingseffekten av grot-uttag inte kunde säkerställas statistiskt.

Nyckelord: Skogsbränsle, Helträdsutnyttjande, Kväve (N), Pinus sylvestris

Summary

Rising forest fuel prices might lead to a more widespread practice of harvest residue extraction in thinnings. Concerns have been raised that whole-tree harvesting in thinnings may be especially detrimental to forest growth, since stands at the thinning stage have an especially high nutrient demand. In most studies, however, growth loss in Scots pine stands following harvest residue extraction has not been confirmed.

The purpose of this project was to study the effect of whole-tree thinning on growth in Scots pine stands as compared to stem-only thinning by analysis of data from a field experiment. The experiment is located in Granö in the municipality of Vindeln and was established in 1982. The two following hypotheses were tested: Stand growth is lower during the second ten-year period after whole-tree thinning than after stem-only thinning, and the growth loss is increased by a second thinning with harvest residue extraction.

Plots treated with removal of harvest residues displayed a non-significant growth decrease of about 6 %.

The limited power of the statistical analysis, the high fertility of the experimental site and the low amount of harvest residues and independence of nitrogen uptake from litter in Scots pine stands were suggested as reasons why the effect of harvest residue extraction could not be statistically confirmed.

Keywords: Forest fuels, Whole-tree harvesting, Nitrogen (N), Pinus sylvestris

INLEDNING

Bakgrund

Nästan all skörd av skogsbränsle kommer från föryngringsavverkningar (Athanasiadis m.fl. 2009) eftersom det är mer kostnadseffektivt att tillvarata avverkningsresterna från föryngringsavverkningar än från gallringar (Bergström m.fl. 2010). Men om efterfrågan på skogsbränsle fortsätter att stiga, vilket är troligt (Anon. 2014), kanske grot-uttag vid gallring kan bli mer intressant i framtiden. Det har dock befarats att tillväxten i gallringsskog kan komma att påverkas särskilt mycket av den större bortförsl av näringsämnen som helträdsutnyttjande innebär (t.ex. Jacobson m.fl. 1996) eftersom näringsbehovet är särskilt stort under gallringsfasen (Mälkonen 1976).

Studier av hur grot-uttag påverkar tillväxten i gallringsbestånd har gjorts av bl.a. Helmisaari m.fl. (2011), Egnell & Leijon (1997) och Tveite & Hanssen (2013). I huvudsak har man funnit att tillväxten reduceras i granbestånd (*Picea abies* L.), medan tillväxtreduktion för tall (*Pinus sylvestris* L.) har varit svårare att påvisa. Tveite & Hanssen (2013) hittade signifikant tillväxtreduktion (både på kort och lång sikt – fem respektive 25 år) för gran, men inte för tall. Egnell & Leijon (1997) undersökte bl.a. det försök som studeras i detta kandidatarbete. De fann ingen signifikant tillväxtförlust under första tioårsperioden efter gallring för vare sig gran eller tall. Av de nämnda studierna hade Helmisaari m.fl. (2011) det största datamaterialet (22 olika försök i Sverige, Norge och Finland). Signifikant effekt uppmättes för gran i både första och andra tioårsperioden efter gallring, men för tall enbart i andra tioårsperioden efter gallring. Det försöksled som gödslades för att kompensera för grot-uttag uppvisade samma volymtillväxt som det försöksled där grot inte skördades, varför man drog slutsatsen att tillväxteffekten främst berodde på bortförsl av kväve.

Mål

Målet med detta arbete är att genom analys av data från ett fältförsök undersöka hur grot-skörd vid gallring av tallbestånd påverkar tillväxten hos det kvarvarande beståndet jämfört med konventionell gallring då avverkningsresterna inte tas tillvara. Tiden efter den första tioårsperioden efter gallring är av störst intresse eftersom det är den tid som följt efter Egnells & Leijons studie (1997) av samma försök. De första elva åren efter en andra gallring med skogsbränsleuttag analyseras också. Dessutom skattas den uttagna mängden kväve vid de olika behandlingarna i försöket.

Hypotes

Följande hypoteser testas i detta arbete:

1. Skogsproduktionen i det kvarvarande beståndet är lägre under den andra tioårsperioden efter helträds-gallring än efter konventionell gallring då enbart stamveden skördats.
2. Tillväxtminskningen förstärks av den andra gallringen med helträdsuttag, som utförs 20 år efter den första gallringen.

MATERIAL OCH METODER

Försöket

I det här arbetet studeras ett av fyra försök i en försöksserie som anlades åren 1982-1985 för att studera tillväxteffekten av grot-uttag vid gallring. Försökslokalen ligger i Granö i Vindelns kommun, på frisk tallmark med ståndortsindex T30. Försöket är ett randomiserat blockförsök med fyra block. Vid blockningen var målsättningen att minimera skillnaden i ståndortsindex, grundyta och ståndortsegenskaper inom block. Försöksleden lottades sedan till parceller inom block. För att konstanthålla gallringsstyrkan inom block och samtidigt utjämna skillnader i stamantal inom block tilläts variation i gallringsform mellan parceller i samma block vid den gallring som utfördes vid försökets anläggning 1982 (tabell 1). Försöket gallrades igen 2002 enligt samma riktlinjer (tabell 2). Den första gallringen utfördes manuellt med vinschning av virket. Den andra gallringen utfördes maskinellt med viss körning i parcellerna (med orisade körvägar i de parceller som behandlades med grot-uttag). Vid behandlingen med grot spreds all grot ut jämnt över försöksytan efter gallringen. Vid behandlingen utan grot bortfördes all grot från lokalen. Behandlingarna motsvarar gallring utan respektive med grot-uttag.

Tabell 1. Beståndsdata per hektar före och efter den första gallringen 1982

Table 1. Stand data per hectare before and after the first thinning in 1982

Behandling	Block	Stamantal före	Stamantal efter	Uttag	Grundyta före	Grundyta efter	Uttag
Med grot	1	1690	860	49 %	28,6	19,5	32 %
Med grot	2	1750	920	47 %	28,7	19,4	32 %
Med grot	3	1630	960	41 %	33,3	21,5	35 %
Med grot	4	1870	1010	46 %	31,1	20,2	35 %
Utan grot	1	1710	890	48 %	30,1	19,9	34 %
Utan grot	2	1790	930	48 %	29,9	19,1	36 %
Utan grot	3	1830	960	48 %	33,3	20,8	38 %
Utan grot	4	1790	970	46 %	31,7	20,6	35 %

Tabell 2. Beståndsdata per hektar före och efter den andra gallringen 2002

Table 2. Stand data per hectare before and after the second thinning in 2002

Behandling	Block	Stamantal före	Stamantal efter	Uttag	Grundyta före	Grundyta efter	Uttag
Med grot	1	820	560	32 %	35,5	26,0	27 %
Med grot	2	760	530	30 %	31,1	22,8	27 %
Med grot	3	790	560	29 %	35,1	25,7	27 %
Med grot	4	920	630	32 %	34,9	25,6	27 %
Utan grot	1	800	550	31 %	34,2	25,2	26 %
Utan grot	2	820	560	32 %	33,0	24,3	26 %
Utan grot	3	800	560	30 %	33,3	24,5	26 %
Utan grot	4	860	610	29 %	33,2	24,5	26 %

Volymskattning

Volymer hos provträd skattades med Brandels funktion 100-01 (Brandel, 1990) med höjd och brösthöjdsdiameter (dbh) som oberoende variabler. Med ledning av provträdens volymer skapades med enkel linjär regression sekundära volymfunktioner med enbart dbh som förklarande variabel enligt Hoffmanns formel (Hoffmann, 1982) där $\ln v = a + b \cdot \ln dbh +$

$c \cdot (\ln dbh)^4 + \epsilon^2/2$. Termen ϵ^2 läggs till för att korrigera för den logaritmiska bias som uppstår vid antilogaritmeringen, där ϵ = regressionens medelfel. De sekundära volymfunktionerna användes för att skatta volymen hos alla träd.

Statistisk analys

De två behandlingarna (med grot och utan grot) jämfördes med variansanalys med avseende på volymtillväxt för perioderna 0-10, 10-20 och 0-20 år efter den första gallringen och 0-11 år efter den andra gallringen. Som oberoende variabler användes behandling och block. Blockeffekten specificerades som stokastisk medan övriga variabler specificerades som fixa. Utgallrad volym och grundyta efter gallring användes som kovariat.

Skattning av uttagen mängd kväve

Den totala uttagna biomassan i olika träddelar vid andra gallringen skattades med Marklunds (1988) enklaste funktioner med brösthöjdsdiameter som enda oberoende variabel. Toppar antogs utgöra 5 % av stambarks- och stamvedsbiomassan. Kvävehalterna i de olika träddelarna antogs genomgående vara desamma som de halter som i genomsnitt för hela lokalen uppmättes vid den första gallringen 1982. Den genomsnittliga kvävemängden per hektar i skördade toppar, grenar och barr från den första gallringen redovisas också, enligt den skattning som gjordes av Egnell & Leijon (1997) för block 2 och 3.

Skattningen av den extra uttagna kvävemängden i toppar, grenar och barr redovisas för båda gallringstillfällena i tabell 3. Det totala kväveuttaget vid andra gallringstillfället var ungefär tre gånger större då avverkningsresterna togs bort jämfört med när de lämnades kvar (tabell 4). Vid helträdsgallringen 2002 fanns merparten av det uttagna kvävet i grenar och barr (figur 1).

Tabell 3. Skattad uttagen kvävemängd i grot vid båda gallringarna (block 2 och 3, parceller utan grot)
Table 3. Estimated amount of nitrogen removed in harvest residues in both thinnings (blocks 2 and 3, plots without harvest residues)

Gallringstillfälle	Block	Uttagen kvävemängd (kg/ha)	Referens
1	2	47,3	Egnell & Leijon (1997)
1	3	54,6	Egnell & Leijon (1997)
2	2	47,7	
2	3	47,5	

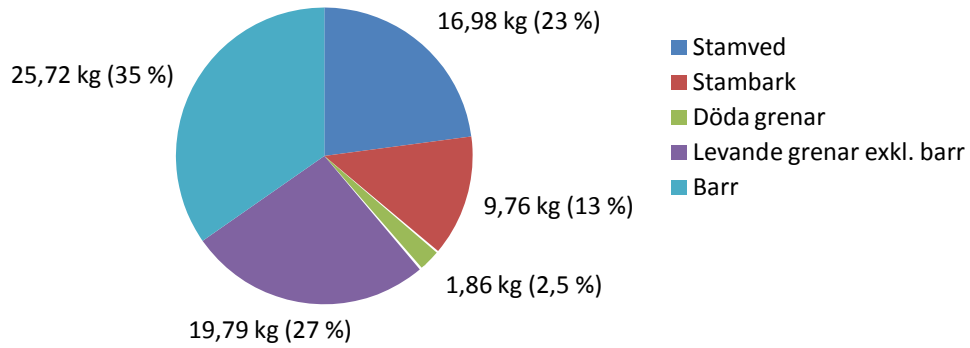
Tabell 4. Skattad total uttagen kvävemängd vid andra gallringen (kg/ha)

Table 4. Total estimated amount of nitrogen removed in the second thinning (kg/ha)

Block	Uttagen kvävemängd, behandling med grot	Uttagen kvävemängd, behandling utan grot
1	28,0	79,3
2	23,6	71,8
3	27,4	72,7
4	25,8	72,6
Snitt	26,2	74,1

Figur 1. Kvävmängd per ha i olika skördade träddelar vid andra gallringen (snitt för behandling utan grot, alla block)

Figure 1. Amount of nitrogen per ha in different parts of harvested trees in the second thinning (average for treatment without harvest residues, all blocks)

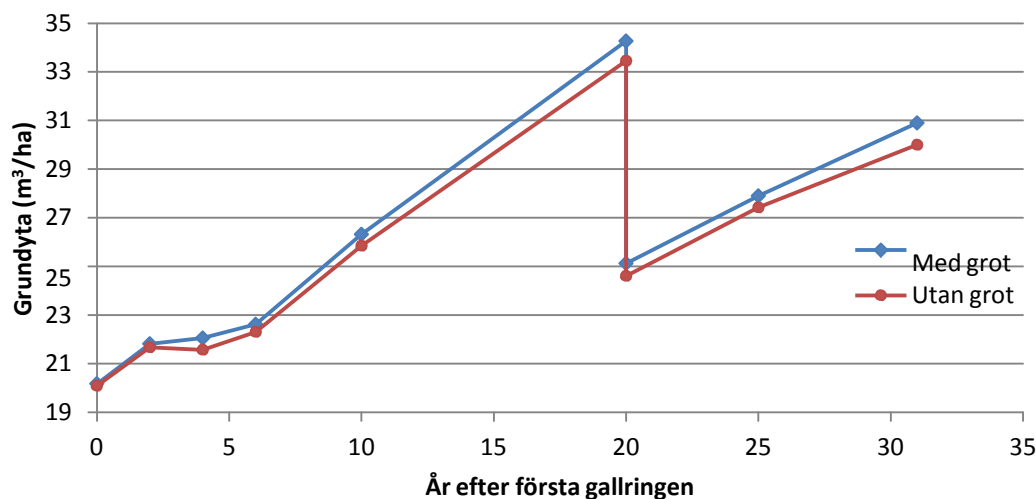


RESULTAT

Behandlingen utan grot uppvisade i genomsnitt 5,2 % lägre grundytetillväxt än behandlingen med grot under de första 20 åren efter första gallringen och 6,6 % lägre tillväxt under de första elva åren efter andra gallringen (figur 2). Detta ligger i linje med hypoteserna 1 och 2, men variansanalyserna visade ingen signifikant behandlingseffekt för någon av de analyserade perioderna (tabeller 5-8) varför båda hypoteserna förkastades.

Figur 2. Grundyta över tid (genomsnitt för behandlingarna med grot och utan grot)

Figure 2. Basal area over time (average for treatments with and without harvest residues)



Tabell 5. Resultat från variansanalysen för perioden 0-10 år efter första gallringen

Table 5. Results of the analysis of variance of the period 0-10 years after the first thinning

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Gy Eft G 1	1	461617	461617	0,38	0,647
Ut Vol G 1	1	60740	60740	0,05	0,859
Behandling	1	917	917	0,00	0,982
Block	3	3244072	1081357	0,90	0,631
Error	1	1200104	1200104		
Total	7	5615869			

Tabell 6. Resultat från variansanalysen för perioden 10-20 år efter första gallringen

Table 6. Results of the analysis of variance of the period 10-20 years after the first thinning

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Gy Eft G 1	1	2199	2199	0,01	0,941
Ut Vol G 1	1	56034	56034	0,22	0,721
Behandling	1	1564	1564	0,01	0,950
Block	3	182540	60847	0,24	0,867
Error	1	254570	254570		
Total	7	1003592			

Tabell 7. Resultat från variansanalysen för perioden 0-20 år efter första gallringen**Table 7.** Results of the analysis of variance of the period 0-20 years after the first thinning

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Adj SS</i>	<i>Adj MS</i>	<i>F-Value</i>	<i>P-Value</i>
<i>Gy Eft G 1</i>	1	400099	400099	0,16	0,760
<i>Ut Vol G 1</i>	1	233454	233454	0,09	0,813
<i>Behandling</i>	1	4877	4877	0,00	0,972
<i>Block</i>	3	4803461	1601154	0,63	0,705
<i>Error</i>	1	2560136	2560136		
<i>Total</i>	7	9237281			

Tabell 8. Resultat från variansanalysen för perioden 0-11 år efter andra gallringen**Table 8.** Results of the analysis of variance of the period 0-11 years after the second thinning

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Adj SS</i>	<i>Adj MS</i>	<i>F-Value</i>	<i>P-Value</i>
<i>Gy Eft G 2</i>	1	2711662	2711662	5,10	0,265
<i>Ut Vol G 2</i>	1	1745545	1745545	3,28	0,321
<i>Behandling</i>	1	1690150	1690150	3,18	0,326
<i>Block</i>	3	5104252	1701417	3,20	0,385
<i>Error</i>	1	532149	532149		
<i>Total</i>	7	9623729			

DISKUSSION

Även om tillväxten var något lägre efter grot-uttag vid gallring i detta tallbestånd kunde inte tillväxteffekten säkerställas statistiskt. Detta överensstämmer med resultatet från Tveite & Hanssen (2013) (fyra ingående försök) och med Helmisaaris m.fl. (2011) analys av fem försök gallrade två gånger – men inte med deras större analys av nio försök gallrade en gång, vilken visade en signifikant behandlingseffekt. Genomgående verkar ändå tallbestånd påverkas mindre av grot-uttag än granbestånd. Detta skulle t.ex. kunna bero på att grot-mängden, och därför också näringsuttaget vid grot-skörd, är mindre i tallbestånd än i granbestånd, eller på att tallens tillväxt i lägre grad är beroende av kväveupptag från förnan eftersom den translokerar en högre andel av kvävet hos döende barr innan de faller (Helmisaari m.fl. 2011).

I gödslingsförsök har man visserligen visat att tillväxten hos gallrade tallbestånd i hög grad kan påverkas av kvävetillförsel (Eriksson & Karlsson 1997), men då har mycket större och fler doser använts (100-200 kg/ha vart femte år) än vad som skulle motsvara en eller ett par gödslingar med grot från utgallrade träd (uppskattningsvis ca 50 kg/ha med 20 års mellanrum i försöket på Granö). Att ståndorten på Granö är av hög bonitet (SI 30) skulle kunna vara en annan orsak till utebliven säkerställd behandlingseffekt eftersom sådana bestånd inte påverkas av gödning i lika hög grad.

Ingen betydande skillnad i kväveuttag relativt ståndortens bördighet verkar föreligga mellan försöket på Granö och försöken i Helmisaaris m.fl. (2011) studie. Uttaget vid första gallringen av lokalen på Granö med SI 30 skattades till ca 51 kg per hektar (Egnell & Leijon 1997). Kväveuttaget vid gallringarna av de två bördigaste försökslokalerna i Helmisaaris m.fl. (2011) analys av tallförsök gallrade en gång skattades till 55 och 46 kg per hektar för SI 29 respektive SI 27. För bestånd av lägre bonitet än så var också det skattade kväveuttaget lägre. I tabell 9 jämförs försöket på Granö med tallförsöken från Helmisaaris m.fl. (2011) studie med avseende på bonitet och kväveuttag.

Den uppmätta tillväxtskillnaden mellan behandlingarna (ca 6 %) är hursomhelst överensstämmande med vad som rapporteras av Helmisaari m.fl. (2011) och Tveite & Hanssen (2013). Att den inte var statistiskt signifikant kan ha att göra med den förmodligen låga styrkan hos analysen, som bara innehöll ett försök. Med ett större stickprov (fler eller större försök) hade kanske tillväxteffekten kunnat säkerställas.

Vid den andra gallringen, som utfördes maskinellt, skedde viss körning i försöksparcellerna. En ökad risk för körskador föreligger i de parceller som behandlades utan grot, eftersom körvägarna där inte risades. Eventuella körskador i dessa parceller skulle kunna leda till en produktionsnedsättning under perioden efter andra gallringen – d.v.s. en överskattning av behandlingseffekten av grot-uttag.

Resultaten antyder att grot-uttag vid gallring av tallbestånd kan utföras utan risk för betydande tillväxtförluster. Vid tolkning av resultaten bör man tänka på att all grot avlägsnats från parcellerna som behandlades med grot-uttag. Vid grot-uttag i skogsbruket lämnas en del avverkningsrester kvar i skogen, t.ex. för att risa körvägar och p.g.a. spill, varför eventuella tillväxteffekter i praktiken blir reducerade i jämförelse med kontrollerade försök – i synnerhet om man använder drivningsmetoder med mycket avbarrning, eftersom barren innehåller särskilt mycket näring – vilket förstärker slutsatsen att tillväxtförlusterna är måttliga. I de fall man inte skördar grot lämnas dessutom mycket av groten i körvägar. Den blir därför ojämnt

utspridd, till skillnad från den jämnt fördelade groten i försöksparceller, vilket skulle kunna reducera den praktiska skillnaden mellan gallring med och utan grot-uttag ytterligare.

Tabell 9. Bonitet (SI) och skattad uttagen kvävemängd i grot (kg/ha) vid behandling utan grot i olika tallförsök
Table 9. Site fertility (SI) and estimated amount of nitrogen removed in harvest residues (kg/ha) in the treatment without harvest residues in various Scots pine experiments

Försök	Antal gallringar	SI	Kväveuttag, 1:a gallring	Kväveuttag, 2:a gallring	Signifikant behandlingseffekt*	Referens
Granö	1	30	51	-	Nej	
184	2	26	37	36	Ja	Helmisaari m.fl (2011)
193	2	26	35	73	Ja	Helmisaari m.fl (2011)
204	1	19	21	-	Nej	Helmisaari m.fl (2011)
219	2	27	41	64	Nej	Helmisaari m.fl (2011)
722	1	21	26	-	Nej	Helmisaari m.fl (2011)
724	1	18	21	-	Nej	Helmisaari m.fl (2011)
726	1	27	46	-	Nej	Helmisaari m.fl (2011)
728	1	20	36	-	Nej	Helmisaari m.fl (2011)
729	2	22	46	24	Ja	Helmisaari m.fl (2011)
730	1	29	55	-	Nej	Helmisaari m.fl (2011)
731	1	20	32	-	Ja	Helmisaari m.fl (2011)
734	2	28	57	59	Nej	Helmisaari m.fl (2011)
1056	1	24	44	-	Ja	Helmisaari m.fl (2011)
1082	1	22	43	-	Ja	Helmisaari m.fl (2011)

*Under andra tioårsperioden efter gallring, vid analys av enskilt försök

REFERENSER

- Anon. (2014). Skogsbränslets framtid är ljus. [Online] Tillgängling: http://bioenergiportalen.se/?p=6857&m=1774&page=skogsbranslets_framtid [2014-03-09]
- Athanassiadis, D., Melin, Y., Lundström, A. & Nordfjell, T. (2009). Marginalkostnader för skörd av grot och stubbar från föryngringsavverkningar i Sverige. SLU, Institutionen för Skoglig Resurshushållning. Arbetsrapport 261.
- Bergström, D., Ulvcrona, T., Nordfjell, T., Egnell, G. & Lundmark, T. (2010). Skörd av skogsbränsle i förstagallringar. SLU, Institutionen för Skoglig Resurshushållning. Arbetsrapport 281.
- Brandel, G. (1990). Volymfunktioner för enskilda träd. Tall, gran och björk. SLU, Institutionen för Skogsproduktion, Rapport 26.
- Egnell, G. & Leijon, B. (1997). Effects of different levels of biomass removal in thinning on short-term production of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12: 17-26.
- Eriksson, H & Karlsson, K. (1997). Olika gallrings- och gödslingsregimers effekter på beståndsutvecklingen baserat på långliggande experiment i tall- och granbestånd i Sverige. SLU, Institutionen för Skogsproduktion. Rapport 42.
- Helmisaari, H., Hanssen, K.H., Jacobson, S., Kukkola, M., Luro, J., Saarsalmi, A., Tamminen, P. & Tveite, B. (2011). Logging residue removal after thinning in Nordic boreal forests: long-term impact on tree growth. *Forest Ecology and Management*, 261: 1919–1927.
- Hoffmann, C. (1982). Die Berechnung von Tarifen für die Waldinventur. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 101: 24-36.
- Jacobson, S., Kukkola, M., Mälkönen, E., Tveite, B. & Möller, G. (1996). Growth response of coniferous stands to whole-tree harvesting in early thinnings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11: 50–59.
- Marklund L. G. (1988). Biomassfunktioner för tall, gran och björk i Sverige. SLU, Institutionen för Skogstaxering. Rapport 45.
- Mälkönen, E. (1976). Effect of whole-tree harvesting on soil fertility. *Silva Fennica*, 10: 157–164.
- Tveite, B. & Hanssen, K.H. (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.