



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 878–2015

Skotning av grot direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring

Effekter på näringsuttag, barravfall och fukthalt

Forwarding of logging residue immediately after felling or after storage on the clear-cut

Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content

Lars Eliasson, Skogforsk och Bengt Nilsson, Linnéuniversitetet



SKOGFORSK

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 878-2015

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Skotning av grot direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring

– Effekter på näringsuttag, barravfall och fukthalt.

Forwarding of logging residue immediately after felling or after storage on the clear-cut.

Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content.

Bildtext:

Skotning av hyggestorkad respektive färsk grot.

Forwarding of dried and fresh residues.

Ämnesord:

Grönrissskotning, kvarlämnat ris, fukthalt, näringsförluster.

Remaning residues, nutrient losses.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2015

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Lars Eliasson, docent. Arbetar på Skogforsk med teknik och metodutveckling inom skogsbränsleområdet.



Bengt Nilsson, arbetar som doktorand och universitetsadjunkt på Institutionen för skog och träteknik vid Linnéuniversitetet. Bengts huvudområde är skogsenergi, med fokus på hanteringssystem och materialegenskaper för primärt skogsbränsle.

Abstract

Tops and branches from final felling (logging residues) have been harvested for use as a fuel in heating and combined heat and power plants since the 1970s. It has been recommended that the residues be stored in small piles on the clear-cut for a summer to facilitate drying and shedding of needles. Drying increases the effective heating value of the biomass and thereby the economic value as a fuel. Another perception is that future forest growth is positively affected by nutrients that are released from the biomass through leaching and as needles and fine twigs loosen from the residues during the storage period.

However, there are also drawbacks when residues are stored on the clear-cut. Costs are increased, as the same forwarder that extracted the roundwood cannot be used to extract the logging residues, so another forwarder has to be transported to the area. Furthermore, extraction of residues becomes a seasonal work concentrated to late summer and autumn, so areas with soft soil harvested during frozen winter conditions have to be trafficked in unfrozen conditions, thereby increasing the risk of ruts. Finally, the establishment of new forest is delayed, as the clear-cut is filled with residue piles and not available for scarification and planting the first summer after the harvest.

To avoid these drawbacks, interest is growing in extracting the residues at the same time as the other assortments and drying them in a stack on the landing instead. A literature survey was carried out to obtain an overview of the effects of these two strategies for residue extraction.

The survey showed that:

- More than 20 per cent of the top and branch biomass is left on the clear-cut, regardless of extraction strategy.
- Storing residues on the clear-cut does not necessarily lead to nutrient release and shedding of needles in residue piles.
- The moisture content of the biomass at time of delivery to the customers is not affected by the extraction strategy.
- The possible effects on future forest yield should be smaller than the relatively small effects found in studies of full-tree extraction, as biomass is left on the clear-cut.
- The economic effect on the future yield is reduced, as replanting can be done at least one year earlier if the residues are extracted at the time of roundwood extraction, thereby reducing the time to next harvest.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Summary.....	3
Inledning.....	4
Resultat	5
Kvarlämnad grot på hygget	5
Mängden barr som faller av groten	5
Grotens fukthalt vid leverans.....	6
Diskussion	7
Slutsatser.....	8
Referenser.....	9

Sammanfattning

Sedan 1980-talet har rekommendationen varit att grot ska hyggeslagras under en sommar för att torka och ”barra av”. Torkningen ökar det effektiva värmevärdet och därigenom det ekonomiska värdet för den levererade mängden grot samt minskar uttaget av näringsämnen, vilket kan påverka skogsproduktionen. Hyggeslagring innebär samtidigt att grotskotningen måste utföras av en annan maskin än den som skotade rundvirket, vilket medför en extra maskinflytt som i sin tur ökar kostnaden för grotuttaget. Att grotskotningen koncentreras till barmarksperioden innebär att markberedning inte kan utföras under sommaren efter avverkningen, eftersom grothögarna finns kvar på hygget. Intresset för att skota groten direkt efter avverkning och torka den i en välta vid väg har ökat, då det ses som ett sätt att undvika dessa nackdelar.

En genomgång av befintlig litteratur har genomförts för att ge en översikt av effekterna av dessa två uttagsstrategier för grot:

- Skotning av grot till välta vid väg direkt efter avverkning.
- Hyggeslagring av grot under en sommar innan grotskotning till välta vid väg.

Litteraturstudien visar att:

- Oavsett uttagsstrategi så blir mer än 20 procent av groten kvar på hygget.
- Hyggeslagring av groten är ingen garant för att barren faller av och näring utlakas.
- Hyggeslagrad grot är inte torrare än vältagrad vid leverans.
- De eventuella effekter som valet av uttagstrategi har på den framtida tillväxten bör vara mindre än det man kan se i försöken med helträdsuttag.
- Skotning av färsk grot frigör hygget för markberedning och återplantering redan första sommaren efter avverkning, d.v.s. minst ett år tidigare än om groten skall hyggeslagras.

Summary

Tops and branches from final felling (logging residues) have been harvested for use as a fuel in heating and combined heat and power plants since the 1970s. It has been recommended that the residues be stored in small piles on the clear-cut for a summer to facilitate drying and shedding of needles. Drying increases the effective heating value of the biomass and thereby the economic value as a fuel. Another perception is that future forest growth is positively affected by nutrients that are released from the biomass through leaching and as needles and fine twigs loosen from the residues during the storage period.

However, there are also drawbacks when residues are stored on the clear-cut. Costs are increased, as the same forwarder that extracted the roundwood cannot be used to extract the logging residues, so another forwarder has to be transported to the area. Furthermore, extraction of residues becomes a seasonal work concentrated to late summer and autumn, so areas with soft soil harvested during frozen winter conditions have to be trafficked in unfrozen conditions, thereby increasing the risk of ruts. Finally, the establishment of new forest is delayed, as the clear-cut is filled with residue piles and not available for scarification and planting the first summer after the harvest.

To avoid these drawbacks, interest is growing in extracting the residues at the same time as the other assortments and drying them in a stack on the landing instead. A literature survey was carried out to obtain an overview of the effects of these two strategies for residue extraction.

The survey showed that:

- More than 20 per cent of the top and branch biomass is left on the clear-cut, regardless of extraction strategy.
- Storing residues on the clear-cut does not necessarily lead to nutrient release and shedding of needles in residue piles.
- The moisture content of the biomass at time of delivery to the customers is not affected by the extraction strategy.
- The possible effects on future forest yield should be smaller than the relatively small effects found in studies of full-tree extraction, as biomass is left on the clear-cut.
- The economic effect on the future yield is reduced, as replanting can be done at least one year earlier if the residues are extracted at the time of roundwood extraction, thereby reducing the time to next harvest.

Inledning

Ett ökat utnyttjande av grot som bränsle i värmeverk och kraftvärmeverk kan ersätta fossila bränslen med en inhemsk förnybar råvara. Det är viktigt att uttaget sker på ett uthålligt sätt, så att det inte påverkar skogens produktionsförmåga och leder till en försämrad miljö. Av dessa anledningar anser Skogsstyrelsen att uttag inte bör ske i skogar med höga naturvärden eller så att det påverkar lämnad miljöhänsyn, samt att minst en femtedel av groten bör lämnas kvar på hygget (Skogsstyrelsen, 2008).

Sedan 1980-talet har det förordats att groten ska hyggeslagras under en sommar för att torka och ”barra av”. Torkningen ökar det effektiva värmevärdet och därigenom det ekonomiska värdet för den levererade mängden grot.

Det finns två huvudanledningar till att man vill att groten ska ”barra av” på hygget:

- Värmeverken vill av förbränningstekniska skäl inte elda material med högt innehåll av mineralnäringsämnen (t.ex. K, Ca) och kväve (N), eftersom det både ger problem i förbränningsrummet och med NO_x-utsläpp.
- Från en skoglig utgångspunkt vill man behålla näringen i barren på hygget.

Ett uttag av grot i samband med slutavverkning medför ett ökat uttag av näringsämnen, vilket påverkar skogsproduktionen. För gran medför ett grotuttag en sänkning av skogsproduktionen, medan tall inte påverkas i samma utsträckning (Egnell, 2009). Genom att lämna barren på hygget verkar höjdtillväxten för gran och tall förbli på samma nivå som efter att endast stamvirket skördats (Egnell & Leijon, 1999; Egnell & Valinger, 2003; Egnell, 2011).

Att hyggeslagra groten innebär emellertid att grotskotningen måste utföras med en annan maskin än den som skotade rundvirket och att grotskotningen koncentreras till den senare delen av barmarksperioden. Man får även en extra maskinflytt som ökar kostnaden för grotuttaget. Om en trakt med låg bärighet har avverkats under vinterhalvåret för att undvika markskador så verkar det inte logiskt att spara en del av det material som ska transporteras till hösten då risken för markskador är avsevärt högre, bara för att man vill att riset ska tappa barren. Dessutom medför grothögarna på hygget att markberedning inte kan göras under den första sommaren efter avverkningen, vilket i sin tur försenar planteringen. Sammantaget har detta lett till att intresset för att skota groten direkt efter avverkning och torka den i en välta vid väg har ökat.

En genomgång av befintlig litteratur har gjorts för att beskriva vad vi vet om hur skotning av färsk respektive hyggestorkad grot skiljer sig åt i fråga om andelen grot som lämnas kvar på hygget och andelen barr som faller av groten samt hur de två lagringsstrategierna påverkar torkningen av groten.

Resultat

KVARLÄMNAD GROT PÅ HYGGET

Även om man försöker ta ut all grot från ett hygge blir det alltid en del kvar. På 32 försöksytor där den totala mängden grot skulle mätas, togs 89 procent av torrsubstansen ut på grandominerade ytor och 76 procent på talldominerade ytor (Hannrup m.fl., 2009). Enligt de preliminära resultaten från ”Lessebo-försöket” (även benämnt Tommeshultsförsöket) (Nilsson & Nilsson, 2014), där skogsbränsleuttaget skett under mer produktionsmässiga former, var andelen kvarlämnad biomassa mellan grothögarna ca 30 procent, och tar man dessutom hänsyn till den biomassa som lämnats under högarna så lämnades drygt 41 procent av biomassan på hygget. Det verkar inte vara någon skillnad i mängden lämnad grot mellan den hyggeslagrade och färskskotade delen av hygget. Vid en inventering av 10 bränsleanpassade hyggen i mellersta och södra Sverige, konstaterade Jacobson och Filipsson (1999) att 87 procent av rismängden i genomsnitt, koncentrerats till grothögarna på hygget. Sammantaget verkar 20–40 procent av biomassan i groten bli kvar på hygget efter genomförd grotskörd.

MÄNGDEN BARR SOM FALLER AV GROTEN

Det finns flera studier som undersökt hur mycket barr som faller av groten under hyggeslagringen. Upplägget på studierna varierar dock en hel del. Dels finns studier som beskriver hur mycket barr som finns kvar i materialet efter flisning (Thörnqvist, 1984a; Thörnqvist, 1984b; Flinkman m.fl., 1986; Nurmi & Hillebrand, 2001; Nilsson m.fl., 2011; Nilsson m.fl., 2013), dels studier där mängden barr som fallit av groten under lagringen mätts (Lehtikangas, 1991; Nurmi, 1999; Filipsson & Nordén, 2001; Nilsson & Nilsson, 2014).

Thörnqvists två rapporter från 1984 presenterar resultaten från samma studie, och framöver hänvisas bara till Thörnqvist, 1984a, eftersom det är den primära från försöket. Likaledes avrapporteras det stora försök som gjorts med lagring av färskskotad och hyggestorkad grot i Götaland, både i en svenskspråkig rapport (Nilsson m.fl., 2011) och i en vetenskaplig artikel (Nilsson m.fl., 2013), framöver hänvisas till den svenskspråkiga rapporten.

Resultaten från de studier som mätt mängden barr som fallit av visar på en stor variation i andelen avfallna barr. För grot som lagrats en sommar på hygget så varierar mängden avfallna barr mellan 20 och 70 procent. På de flesta lokalerna har grothögarna förlorat mellan 20 och 30 procent av barren. I samband med Lehtikangas (1991) studie, mätte Lundkvist (1991) utlakningen av kväve under högarna och fann att inga större mängder kväve urlakades under perioden maj till september. Lundkvist gjorde antagandet att största delen av en eventuell utlakningsförluster skulle ske under hösten samt under snösmältningen, d.v.s. då en förhållandevis stor mängd vatten passerar genom högen. Dessa resultat motsägs av en studie av Rosén och Lundmark-Thelin (1986) som i en studie av hyggesresternas inverkan på kväveutlakningen fann att koncentrationen av kväve i humus och i lakvattnet under högarna ökade kraftigt.

I de försök där man mätt barrmängden efter flisning (Thörnqvist 1984a; Flinkman m.fl., 1986; Nurmi & Hillebrand, 2001; Nilsson m.fl., 2011), har mellan 60 och 95 procent av barren försvunnit efter en sommars hyggeslagring. I de preliminära resultaten från ”Lesseboförsöket” (Nilsson & Nilsson, 2014), har emellertid bara 36 procent av barren i högarna fallit av, d.v.s. 25 procent av den totala barrmängden på hygget. Intressant nog konstaterar författarna att 13 procent av barren i högarna (9 procent av den totala barrmängden) blev kvar under högen, då den skotades direkt efter avverkning. Detta är en effekt av att skotarföraren lämnade kvar ca 14 procent av biomassan i högen vid skotningen av groten. Då groten hyggeslagrats följde 46 procent av barren i högarna med den levererade flisen, medan 56 procent av barren i högarna följde med i flisen om groten skotades direkt efter avverkning. Det ökade uttaget av barr vid direktskotning motsvarar alltså omkring 10 procent av den totala barrbiomassan.

Hyggeslagringen kan medföra att mängden kväve och mineralnäringsämnen i den levererade groten minskar (Thörnqvist, 1984a; Nurmi & Hillebrand, 2001; Thörnqvist, 2014). Hur långsamt minskningen går beror på vilket ämne det är och från vilken delkomponent i groten det kommer (Thörnqvist 1984a). Snabba minskningar i uttagen näringsmängd per hektar är ofta knutna till att mängden av främst barr och finfraktion i uttaget minskat, inte att näringsmängden per kg TS har minskat.

GROTENS FUKTHALT VID LEVERANS

Särskilt intressant, ur ett affärsmässigt perspektiv, är grotens fukthalt då den flisas och levereras till industri. I en finsk jämförande studie (Nurmi, 1999) var fukthalten 28 procent vid flisning för hyggestorkad grot efter 9 månaders hyggeslagring och 3 månaders vältlagring, och 42 procent för den färskskotade groten som lagrats i välta under ett år. Observera att studien genomfördes på ett hygge för den hyggeslagrade behandlingen och på ett annat för den färskskotade behandlingen samt att vältorna vid väg inte hade täckts.

I en senare studie av 3 delade objekt som avverkades i månadsskiftet maj-juni, fann Nurmi och Hillebrand (2001) att fukthalten efter såväl hyggestorkning och skotning till välta vid väg som skotning och vältlagring av färskt material, låg mellan 20 och 30 procent under perioden augusti till januari om vältorna täcktes med papp. För de vältor som inte täcktes, var fukthalten mellan 35 och 40 procent vid revisionerna i oktober och januari.

Vid en studie av 6 delade objekt i södra Sverige, d.v.s. där halva objektet skotades direkt efter avverkning och den andra halvan efter att groten torkats över sommaren, var medelfukthalten 36 procent i det färskskotade vältorna och 31 procent i det hyggestorkade vältorna, då materialet flisades och levererades till kund (Nilsson m.fl., 2011). Medelfukthalten vid den kommersiella inmätningen av samma material, var 36 procent för de färskskotade vältorna och 33 procent för de hyggestorkade vältorna enligt Haffmar och Eliasson (2010). Dessa grotvältor täcktes direkt efter skotning. I Lesseboförsöket (Nilsson & Nilsson, 2014) fanns endast en marginell skillnad i fukthalt mellan den färskskotade groten (36 procent fukthalt) och den hyggestorkade groten (37 procent fukthalt). Ett försök där ”hyggeshögar” och ”täckt välta” placerats på vägar och vikten följts kontinuerligt, visar att även om groten torkade bra i

hyggeshögarna så återfuktades den också snabbt i dessa högar eftersom de inte var täckta (Erber m.fl., 2014). Grot som skotats till välta och täckts torkade lika bra som groten på hygget och återfuktade inte vid regn. Detta medförde att fukthalten under senare delen av hösten var högre i de små hyggeshögarna än i vältan (Erber m.fl., 2014). Fukthalten i vältan höll sig på en låg nivå, men ovanpå pappen låg ett lager snö som måste tas bort innan vältan flisas, om man vill bibehålla den låga fukthalten vid leverans.

Diskussion

Av den grot som finns på ett hygge så tillvaratas i normalfallet ca 60 till 80 procent, oavsett om groten skotas färsk eller hyggeslagras. Detta innebär att båda uttagsstrategierna uppfyller Skogsstyrelsens rekommendationer om att 20 procent av groten bör lämnas på hygget. På marker med låg bärighet där man måste risa bas- och stickvägarna så minskar tillvaratagandegraden ytterligare (Hannrup m.fl., 2009). Material blir kvar både mellan (Jacobson & Filipsson, 1999; Nilsson & Nilsson, 2014) och under de grothögar som skördaren producerar (Nilsson & Nilsson, 2014). Materialet som lämnas mellan högarna orsakas av att det inte är möjligt, alternativt inte lönar sig för skördaren att upparbeta alla träd så att riset hamnar i en grothög. Risker för föroreningar i materialet ökar om grotskotaren försöker få med sig allt material. Dessutom ökar tidsåtgången för skotningsarbetet så kraftigt att det inte är lönsamt att ta rätt på den extra grot man kan samla ihop genom att kratta ihop all grot i kanten på högarna (jfr. Brunberg m.fl., 2010).

I de tidiga studierna av hyggeslagring av grot flisades groten på hygge eller vid väggkant, och barrmängden bestämdes från stickprov som togs på flisen. Denna metod ger en bra skattning av mängden barr i flisen, men säger inte så mycket om var de barr som fallit av befinner sig. Det är dessutom en stor risk att barren fallit av under hanteringen av groten. Dessa studier visar på en förhållandevis hög andel barr som fallit av groten under lagring- och hantering av groten. I de studier där man i stället mätt barravfallet under högarna har däremot en förhållandevis låg andel av barren fallit av den tillvaratagna groten under hyggeslagringen. För grothögarna i Lehtikangas (1991) studie så var kväveutlakningen under sommaren lägre under högarna än på det öppna hygget (Lundkvist, 1991). Att en förhållandevis låg andel av barren faller av i en del av studierna av hyggeslagring, beror bland annat på att barren som lossnar från grenarna ”fastnat i lager i högen” och följer med materialet i den fortsatta hanteringen (Lehtikangas, 1991; Filipsson & Nordén, 2001). Sammantaget visar studierna på en stor spridning mellan olika lokaler i hur mycket barr som faller av från groten under hyggeslagring. I Lehtikangas (1991) studie ökade en manuell skakning av groten barravfallet med mellan 6 och 24 procentenheter. Maskinell avbarrning genom att skotaren skakar groten vid lastning har däremot bara visat sig öka avbarrningen med mellan 4 och 8 procentenheter (Filipsson & Nordén, 2001). Mängden barr som faller av under hyggeslagringen verkar till stor del bero på vädret under lagringsperioden och mikroklimatet i högen. Barren lossnar bättre från torrt ris och mer barr verkar falla av under lastningen, ju torrare högen och barrlagren i högen är. I studier där det varit torrt under försommaren (t.ex. Flinkman m.fl., 1986; Nurmi & Hillebrand, 2001), har också mängden barr i flisen varit låg redan i juli. Värt att

notera är att i den finska studien gäller detta oavsett om groten skotats direkt efter avverkning eller lagrats på hygget.

Om man antar att 20 procent av groten lämnas på hygget och att 30 procent av barren i högarna i det hyggeslagrade alternativet faller av under hyggeslagringen så blir 44 procent av den totala barrmängden kvar vid hyggeslagring jämfört med 20 procent vid skotning av färsk grot. En höjning av barravfallet under hyggeslagringen till 60 procent höjer andelen kvarlämnade barr på hygget till 68 procent. Det går inte att säga om denna skillnad i kvarlämnad barrmängd är stor nog att påverka den långsiktiga tillväxten i någon nämnvärd omfattning om man tar hänsyn till att skotning av färsk grot medför att man kan återplantera hygget ett år tidigare, än om man lagrat groten på hygget.

Baserat på resultaten från de två sydsvenska studierna och Nurmi och Hillebrands (2001) studie i Finland verkar det som att valet av skotningstillfälle har liten effekt på grotens fukthalt vid leveranstillfället. Nurmis (1999) studie visar på en större skillnad mellan hyggeslagrad och färskskotad grot, men den belyser inte effekten av eventuella skillnader i torkningsbetingelser mellan de båda hyggena. Det är känt att denna kan vara avsevärd (Lehtikangas & Jirjis, 1993). Troligen har valet av var och hur man lägger upp grotvältan minst lika stor påverkan på torkförloppet som valet av skotningstidpunkt, d.v.s. om groten skotats när den var färsk eller hyggestorkad. Man måste också ha i åtanke att hyggeslagrad grot snabbt återfuktas vid regn och fuktig väderlek, medan väl täckta grotvältor på en torr upplagsplats inte påverkas lika mycket och lika fort. Täckning av grotvältorna har en avgörande betydelse för grotens torrhalt oavsett om den skotats ihop direkt efter avverkningen eller efter hyggeslagring (Björheden m.fl., 2013).

Slutsatser

En översikt av effekterna av två olika uttagsstrategier för grot, skotning av groten till vältor vid väg direkt efter avverkning respektive hyggeslagring av groten under en sommar innan grotskotning till vältor vid väg, visar att:

- Mer än 20 procent av groten blir kvar på hygget oavsett uttagsstrategi.
- Hyggeslagring av grot är ingen garant för att barren faller av och näring utlakas.
- Hyggeslagrad grot är inte torrare än vältlagrad vid leverans.
- De eventuella effekter som valet av uttagsstrategi har på den framtida tillväxten bör vara mindre än det man kan se i försöken med helträdsuttag.
- Skotning av färsk grot frigör omedelbart hygget för markberedning och återplantering, d.v.s. minst ett år tidigare än om groten skall hyggeslagras. Det torde kompensera eventuella negativa effekter av det ökade näringsuttaget.

Referenser

- Björheden, R., Grönlund, Ö. & Lundström, H. 2013. Är det lönsamt att täcka groten? Effekten av täckpappens bredd på skogsbränslets kvalitet. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 799, 15 sid. ISSN 1404-305X.
- Brunberg, T., Eliasson, L. & Lundström, H. 2010. Skotning av färsk och hyggestorkad grot. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 726, 11 sid. ISSN 1404-305X.
- Egnell, G. 2009. Skogsbränsle. Skogsstyrelsen, Jönköping. Skogsskötselserien Nr. 17, 68 sid.
- Egnell, G. 2011. Is the productivity decline in Norway spruce following whole-tree harvesting in the final felling in boreal Sweden permanent or temporary? *Forest Ecology and Management* 261(1): 148-153.
- Egnell, G. & Leijon, B. 1999. Survival and Growth of Planted Seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* After Different Levels of Biomass Removal in Clear-felling. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14(4): 303-311.
- Egnell, G. & Valinger, E. 2003. Survival, growth, and growth allocation of planted Scots pine trees after different levels of biomass removal in clear-felling. *Forest Ecology and Management* 177(1-3): 65-74.
- Erber, G., Routa, J., Sikanen, L., Wilhelmsson, L., Raitila, J., Toivanen, M. & Riekkinen, J. 2014. A prediction model prototype for estimating optimal storage duration and sorting. Infres report – D2.2. <http://www.infres.eu/openfile/188>.
- Filipsson, J. & Nordén, B. 2001. Avbarrning av skogsbränsle – pilotstudie av aktiv avbarrning av trädrester med skotargrip vid lastning. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 488, 15 sid. ISSN 1404-305X.
- Flinkman, M., Fredriksson, H. & Thörnqvist, T. 1986. Barravfall hos hyggesrester som funktion av sommarexponeringens torkeffekt. SLU, Inst. f. Virkeslära, Uppsala. Rapport Nr. 174. 24 s.
- Haffmar, J. & Eliasson, R. 2010. Fukthaltsförändringar för skogsbränsle – En jämförelse av torkförloppet i grönrisskotade och brunrisskotade vältor. Linneuniversitetet, Inst. f. Teknik, Växjö. Examensarbete Nr. TEK 079/2010. 30 s.
- Hannrup, B., Möller, J. J., Larsson, W., Malm, J. & Wilhelmsson, L. 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 694. 41 s. ISSN 1404-305X.
- Jacobson, S. & Filipsson, J. 1999. Trädresternas rumsliga fördelning efter slutavverkning – jämförelse mellan bränsleanpassad och konventionell avverkningsmetod. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 422. 18 s. ISSN 1404-305X.
- Lehtikangas, P. 1991. Avverkningsrester i hyggeshögar - Avbarrning och bränslekvalitet. SLU, Inst. f. Virkeslära, Uppsala. Rapport Nr. 223 33 s.
- Lehtikangas, P. & Jirjis, R. 1993. Vältlagring av avverkningsrester från barrträd under varierande omständigheter. SLU, Inst. f. Virkeslära, Uppsala. Rapport Nr. 235. 45 s.

- Lundkvist, H. 1991. Utlakning av kväve under avverkningsrester i hyggeshögar. SLU, Inst. f. Virkeslära, Uppsala. Rapport Nr. 223 34–44 s.
- Nilsson, B. & Nilsson, D. 2014. Var hamnbar barren vid skogsbränsleuttag. I: Bioenergidagen i Växjö. Linnéuniversitetet, Växjö.
- Nilsson, B., Blom, Å. & Thörnqvist, T. 2011. Hanterings inverkan på skogsbränslets barrandel och fukthalt – en jämförande studie mellan grönrisskotning och traditionell brunrisskotning av grot. Linnéuniversitetet, Inst. f. Teknik, Rapport Nr. 08. 30 s.
- Nilsson, B., Blom, Å. & Thörnqvist, T. 2013. The influence of two different handling methods on the moisture content and composition of logging residues. *Biomass and Bioenergy* 52(0): 34–42.
- Nurmi, J. 1999. The storage of logging residue for fuel. *Biomass and Bioenergy* 17(1): 41–47.
- Nurmi, J. & Hillebrand, K. 2001. Storage alternatives affect fuelwood properties of Norway spruce logging residues. *New Zealand Journal of Forestry Science* 31(3): 289–297.
- Rosén, K. & Lundmark-Thelin, A. 1986. Hyggesbruket och markvården. *Skogsfakta Konferens*(9): 42–49.
- Skogsstyrelsen. 2008. Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Skogsstyrelsen, Jönköping. Meddelande Nr. 2-2008.
- Thörnqvist, T. 1984a. Hyggesresternas förändring på hygget under två vegetationsperioder. SLU, Inst. f. Virkeslära, Uppsala. Rapport Nr. 150. 69 s.
- Thörnqvist, T. 1984b. Hyggesresternas som råvara för energiproduktion – torkning, lagring, hantering och kvalitet. SLU, Inst. f. Virkeslära, Uppsala. Rapport Nr. 152. 69 s.
- Thörnqvist, T. 2014. Uttag av växtnäring vid föryngringsavverkning. I: Bioenergidagen i Växjö. Linnéuniversitetet, Växjö.

2014

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2014

- Nr 817 Arlinger, J., Brunberg, T., Lundström, H. & Möller, J. 2014. Jämförelse av JD1170E och JD1470E i slutavverkning hos SCA Skog AB hösten 2013. – Comparison of JD1170E and JD1470E in final felling at SCA Skog AB, autumn 2013. 29 s.
- Nr 818 Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S. & Sonesson, J. 2014. STIG-projektet 2010–2014. The STIG Project, 2010-2014. 19 s.
- Nr 819 Björheden, R. 2014. Studie av Fixteri FX15a klenträdsbuntare. – Study of Fixteri FX15a small-tree bundling unit. 21 s.
- Nr 820 Löfroth, C. & Brunberg, T. 2014. Bränsleförbrukningen hos rundvirkesfordon 2008 och 2013. Fuel consumption of roundwood vehicles in 2008 and 2013. 12 s.
- Nr 821 Jönsson, P., Hannrup, B., Gelin, O. & Löfgren, B. 2014. Utvärdering av sågenheten R5500 med avseende på kaptid och energiåtgång. – Evaluation of the R5500 sawing unit in terms of bucking time and fuel consumption. 24 s.
- Nr 822 Eliasson, L. & Johannesson, T. 2014. Effekten av olika bottensäll på prestation, bränsleförbrukning och flisens fraktionsfördelning för flishuggarna Kesla 645 och Eschlböck. Biber-92. – Effects of sieve size on chipper productivity, fuel consumption and chip size distribution for the chippers Kesla 845 and Eschlböck Biber-92. 18 s.
- Nr 823 Eliasson, L., Lombardini, C., Granlund, P., Magagnotti, N. & Spinelli, R. 2014. Prestation och bränsleförbrukning för en lastbilsmonterad Pezzolato PTH 1200/820 flishugg. – Performance and fuel consumption of a truck-mounted Pezzolato PTH 00/820 chipper. 12 s.
- Nr 824 Iwarsson- Wide, M. Grönlund, Ö. 2014. Lastindikatorer och lastbärarvägar. 15 s. – Load indicators and weighing devices on load carriers 12 s.
- Nr 825 Sikström, U. 2014. Föryngring av gran under högskärm: Försöksverksamhet vid Bergvik Skog-Uppföljning 2013. – Regeneration of Norway spruce under shelterwood: Comparison of two types of thinning at the preparatory felling. 48 s.
- Nr 826 Englund, M. 2014. Mätning av mental arbetsbelastning – En metodstudie. 27. – Measurement of mental workload-A method study. 31 s.
- Nr 827 Jönsson, P., Björheden, R. & Eliasson, L. 2014. Destinering och lägesbyten för att effektivisera transportererna av sko gsfis. – Destination and location exchange will reduce transportation distance. 11 s.
- Nr 828 Barth, A., Holmgren, J., Wilhelmsson, L. & Nordström, M. 2014. – Evaluation of single tree based estimates with terrestrial laser scanning in Sweden.
- Nr 829 Jacobson, S. 2014. Asktilförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus. – Revision av sex fältförsök. – Effect of application of wood ash on tree growth and nutrient status-Revision of six field experiments 32 s.
- Nr 830 Björheden, R. 2014. Proceedings of the Nordic Baltic Conference OSCAR14. Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25-27, NOVA Park Conference, Knivsta, Sweden. – Proceedings från den Nordiska Baltiska konferensen OSCAR14 Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25–27, 2014, NOVA Park Conference, Knivsta, Sverige. 114 s.
- Nr 831 Widinghoff, J. 2014. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST-vehicles. 21 s.

- Nr 832 Fridh, L. 2014. Utvärdering av fukthaltsmätare METSO MR Moisture Analyser. – Evaluation of the METSO MR Moisture Analyser. 8 s.
- Nr 833 Eliasson, L., Lundström, H. & Granlund, P. 2014. Bruks 806 STC. – En uppföljande studie av prestation och bränsleförbrukning. – A performance and fuel consumption when chipping logging residues of beech 10 s.
- Nr 834 Sonesson, J., Berg, S., Eliasson, L., Jacobson, S., Widenfalk, O., Wilhelmsson, L., Wallgren, M. & Lindhagen, A. SLU. Konsekvensanalyser av skogsbrukssystem. – Täta förband i tallungskogar. 105 s.
- Nr 835 Eliasson, L. 2014. Flisning av bränsleved och delkvistad energived med en stor trumhugg–CBI6400. – Chipping of stem wood and partly delimbed energy wood using a large drum chipper, CBI 6400, at a terminal. 12 s.
- Nr 836 Johansson, F., Grönlund, Ö., von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2014. Huggbilshaverier och dess orsaker. – Chipper truck breakdowns and their causes. 12 s.
- Nr 837 Rytter, L. & Lundmark, T. 2014. Trädslagsförsök med inriktning på biomassaproduktion – Etapp 2. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 20 s.
- Nr 838 Skutin, S.-G. 2014. Simulering av TimberPro drivare med lastanordning i slutavverkning. – Drivare med automatisk lastning och nytt arbetssätt. – Simulation of TimberPro harwarder with loading device in final felling.-Harwarder with automatic loading and new method of working. 19 s.
- Nr 839 Fridh, L. 2014. Evaluation of the METSO MR Moisture Analyser. – Utvärdering av fukthaltsmätare METSO MR Moisture Analyser. s. 8.
- Nr 840 Andersson, G. & Svenson, G. 2014. Viktsutredningen del 2. Vägning för transportvederlag. – Weight study Part 2. Weighing for transport remuneration.
- Nr 841 Mullin, T. J. 2014. OPSEL 1.0: a computer program for optimal selection in forest tree breeding. – Opsel 1.0: Dataprogram för optimalt urval i skogsträdsförädlingen s. 20.
- Nr 842 Persson, T. & Ericsson, T. 2014. Projektrapport. Genotyp – Miljösamspel hos tall i norra Sverige. – Projektnummer 133. – Genotype-environment interactions in northern Swedish Scots pine. 12 s.
- Nr 843 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige – Kunskap slägeo och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materials. 55 s.
- Nr 844 Hofsten von, H., Nordström, M. & Hannrup, B. 2014. Kvarlämnade stubbar efter stubbskörd. – Stumps left in the ground after stump harvest 15 s.
- Nr 845 Pettersson, F. 2014. Rönjings- och gallringsförbandets samt gödslingsregimens (ogödslat/gödslat) effekter i tallskog på skogsproduktion och ekonomi. – Effects of spacing (pre-commercial thinning and thinning) and fertilisation regime (unfertilised/fertilised) on production and economy in Scots pine forest. 69 s.
- Nr 846 Pettersson, F. 2014. Behovet av bortillförsel vid kvävegödsling av barrskog på fastmark. – Boron additive needed in nitrogen fertilisation of coniferous forest on mineral soil. 32 s.
- Nr 847 Johannesson, T. 2014. Grövre bränsle en omöjlig uppgift? – Larger fuel chips an impossibility. – Biomass Harvest and Drying Training Seminar Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnesota. s. 16.
- Nr 848 Johannesson, T., Olson, S., Nelson, C. and Zagar, B. 2014. Biomass Harvest and Drying Education Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnesota. – Utbildning i skörd och hantering av skogsbränsle för Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnestota 13 s.

- Nr 849 Jönsson, P., Eliasson, L. & Björheden, R. 2014. Location barter may reduce forest fuel transportation cost. – Destinerings och lägesbyten för att effektivisera transporter av skogsffis. s 10.
- Nr 850 Englund, M., Häggström, C., Lundin, G. & Adolfsson, N. 2014. Information, struktur och beslut – En studie av arbetet i gallringsskördare och skördetröska. – Information, structure and decisions – a study of the work done by thinning harvesters and combine harvesters.
- Nr 851 Berlin, M., Ericsson, T. & Andersson-Gull, B. 2014. Plantval – manual med implementeringsteknisk bakgrund. – Plantval – manual and background to technical implementation. 57 s.
- Nr 852 Jansson, G. & Berlin, M. 2014. Genetiska korrelationer mellan tillväxt- och kvalitetsegenskaper- – Genetic correlations between growth and quality traits. 26 s.
- Nr 853 Hofsten von, H. 2014. Utvärdering av TL-GROT AB's stubbaggregat. – Evaluation of the TL-GROT AB stump harvester 10 s.
- Nr 854 Iwarsson Wide, M., Nordström, M. & Backlund, B. Nya produkter från skogsråvara- En översikt av läget 2014. – New products from wood raw material-Status report 2014. 62 s.
- Nr 855 Willén, E. 2014. Mobilt mätsystem för insamling av träd- och beståndsdata. – Mobile measurement system for collecting tree and stand data. 34 s.
- 2015**
- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av traddelar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning.
- Nr 858 Frisk, M., Rönqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vägerust – Projektrapport. 2015. – Vägerust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Ring, E., Bishop, K., Eklöf, L., Högbom, L., Laudon, S., Löfgren, J., Schelker, R. & Sørensen, R. 2015. The Balsjö Catchment Study – Experiental set-up and collected data. 50 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymer? – En fallstudie inom projektet “Skogsbrukets digitala kedja”. 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas., Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, Johanna 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.

- Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
- Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser.
- Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
- Nr 869 Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av lågskärmar av björk.
- Nr 870 Englund, M., Lundström, H., Brunberg, T. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
- Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. 12 s.
- Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
- Nr 873 Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.
- Nr 874 Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. 22 s.
- Nr 875 Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av lågskärmar av björk. 15 s.
- Nr 876 Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellering av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
- Nr 877 Grönlund, Ö. Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar.
- Nr 878 Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av grot direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring – Effekter på näring suttag, barravfall och fukthalt. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after storage on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 878–2015



www.skogforsk.se