

Avbarrning av skogsbränsle

– pilotstudie av aktiv avbarrning av trädrester med skotargrip vid lastning

Deleted: ..

Deleted: s

Jörgen Filipsson & Berndt Nordén



Omslag: Vid studien samlades barr och finfraktion upp med hjälp av presenningar. **Foto:** Jörgen Filipsson.

Ämnesord: Barravskiljning, barrspridning, näringskompensation och skogsbränsle.

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plant-skolor, SkogsMaskinFöretagarna 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.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktionseffektivitet. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Bakgrund	3
Syfte.....	4
Material och metod	4
SkogForsks studie av näringsutlakning under trädresthögar.....	4
Studie av aktiv barravskiljning	5
Resultat	7
Studie av aktiv barravskiljning.....	7
Turbo, Hedemora, Stora Skog, v. 29.....	7
Högaskog, Eriksmåla, AssiDomän, v. 35.....	8
Asa, Lammhult, Sveaskog, v. 37.....	9
Turbo, Hedemora, Stora Skog, v. 42.....	10
Tidsåtgång och kostnader.....	11
Totala mängden barr i en trädresthög.....	11
Aktiv avbarning med tryckluft.....	12
Diskussion	13
Slutsats	14
Referenser.....	15

Sammanfattning

Vid uttag av trädrester är det önskvärt att växtnäringssämnena blir kvar i skogsmarken. Skogsstyrelsen rekommenderar att barr och fina kvistar lämnas kvar på hygget. De fina fraktionerna i bränslet har den högsta fukthalten varför en minskning av barrandelen i bränslet sänker fukthalten i det bränsle som levereras till kund.

SkogForsk har genomfört en studie i Syd- och Mellansverige för att se om det är möjligt att öka den kvarlämnade mängden barr med aktiv avbarrning i samband med skotningen av trädresterna. Barravfallet vid normal lastning med fyllda gripar har jämförts med samma metod kombinerad med en kraftig skakning av gripen vid lastningen.

Resultaten visar att 0,6 ~~= 2,2~~% av den totala barmängden lossnar vid normal lastning av trädrester. Aktiv avbarrning lämnar i medeltal ytterligare 3,1 ~~= 5,5~~% av barren på hygget. 18 ~~= 24~~% av barren blir lämnade kvar under de bränsleanpassade högarna sedan trädresterna skotats till välta vid bilväg. Merparten av barren, 70 ~~= 77~~%, följde med bränslet och hamnade i flisstacken vid hyggeskanten.

Deleted: -

Deleted: -

Deleted: -

Deleted: -

Deleted:

Aktiv avbarrning medförde en ökad tidsåtgång med 17% räknat på kranarbetet vid lastning. Hela skotningsarbetet omfattar även körning och lossning varför påverkan blir mindre. Räknat på skogsbränslevolyten motsvarar den extra tidsåtgången en merkostnad på storleksordningen ett par kronor per m³s vid ett normalt terrängtransportavstånd. Kostnaden var ca 225 kr/ton TS för de aktivt avbarrade volymerna finfraktion. Inga kostnader för ökat slitage på grip, kran och infästningar har då medtagits. Förarens arbetsmiljö påverkas till det sämre av de skakningar och vibrationer som metoden medför.

Mängden barr som avskiljs är väderberoende. Torrt väder gör att barren ”rinner” av från bränslet medan fuktig väderlek gör att barren fastnar på riset och lättare följer med bränslefraktionen.

Ett första försök med tryckluft för avbarrning har genomförts. Den testade anläggningen med 3/4”-rör kopplade till en tub med 100 bars tryck hade ytterst liten effekt på mängden kvarlämnade barr. Ett par nya/förbättrade idéer med vibrerande gripar och tryckluft kan komma att studeras i framtiden.

Bakgrund

För att trygga försörjningen av inhemskt skogsbränsle krävs en ökad lönsamhet för markägare och producenter (t.ex. Brunberg m.fl., 1998). Skogsbränslehanteringen tål i dagsläget inte några kostnadsökningar, utan ökade marginaler måste skapas genom effektivare leveranssystem. Tillkommande operationer i hanteringen såsom spridning av barr måste därför utföras mycket rationellt och så långt som möjligt rymmas inom existerande logistik- och teknisksystem. För att kunna utveckla rationella system för barrspridning krävs en fortsatt kunskapsuppbyggnad både inom teknik och metod samt inom de biologiska frågeställningarna. Skogsstyrelsen har genomfört en MKB-undersökning (Egnell m.fl.,

Deleted:

1998) om skogsbränsleuttag och näringskompensation och har också gett ut rekommendationer för denna verksamhet. Man rekommenderar i de flesta fall att barren lämnas kvar vid uttag av GROT och att de sprids ut. Dessutom har barr och finfraktion den högsta fukthalten, varför en minskning av barrandelen sänker fukthalten i det bränsle som levereras till kund. Hur spridningen skall göras i praktiken, är för närvarande inte utrett.

Syfte

Syftet var att studera skillnaderna mellan aktiv och passiv avbarrning vid lastning av trädrester på skotare. Vidare var syftet att studera var barren hamnar på hygget samt vilka merkostnader det medförde för skotningen av trädresterna vid aktiv avbarrning.

Material och metod

Studien av aktiv barravskiljning genomfördes parallellt med en studie av näringsutlakning som genomförs av SkogForsk.

SkogForsks studie av näringsutlakning under trädresthögar

Studien av näringsutlakning genomförs i Dalarna (Turbo) och Småland (Asa) med Stora Enso och Sveaskog som markvärdar. Ansvarig för studien är Staffan Jacobson på SkogForsk. Studien av aktiv avbarrning i högarna genomfördes i samband med revisioner av näringsutlakningsförsöken.

Högarna med avverkningsrester vägdes och placerades på hygget vid avverkningstillfället våren/försommaren 2001. En normal rismängd i försöket är 80 kg. Högar med 1x, 2x, 4x och 8x normalmängden ingår i försöken. Lysimetrar placerade under högarna ger data om eventuellt kväveläckage från högarna till markvattnet.

De högar som utnyttjas för studien i avbarrning bestod vid avverkningstillfället av 640 kg trädrester (8x) i varje hög. Hälften av 640-kiloshögarna hade placerats på byggdukar, vilket gav möjlighet att mäta mängden barr och finfraktion som blev kvar under högen när trädresterna tagits bort.

I Dalarna studerades avbarrningen efter ca 1,5 månads lagring (vecka 29) och efter ca 4 månaders lagring i slutet av vegetationsperioden, (vecka 42). I Asa genomfördes studien i slutet av vegetationsperioden (vecka 37), 4,5 månader efter avverkning. Fukthaltsprov från högarna togs för bestämning av materialets torrhalt. En extra studie genomfördes på Högaskog, (Eriksmåla), med AssiDomän som markvärd.

Vid provtagningen i slutet av vegetationsperioden bestämdes den totala mängden barr och finfraktion i två av högarna med trädrester.

Mängden barr och finfraktion som låg kvar under högen, vad som föll av vid lastning, aktiv avbarrning samt mängden barr som satt kvar på grenarna bestämdes.

Studie av aktiv barravskiljning

I första skedet i Turbo testades några olika metoder för aktiv avbarrning. De metoder som prövades var:

Fyllda gripar

- 1.a. utan skakning
- 1.b. med en eller flera skakningar

Små gripar

- 2.a. utan skakning
- 2.b. med en eller flera skakningar

Samtliga studieled tidsstuderades. Då endast åtta högar fanns kunde bara ett fåtal upprepningar göras. Resultaten från detta första skede användes sedan för att bestämma hur arbetet skulle fortsätta.

Vid första studietillfället (Turbo) placerades presenningar under skotaren samt mellan skotaren och trädresthögen så att lösgjorda barr kunde fångas upp och vägas, figur 1. Varje presenning var $3,6 \times 5,4$ meter ($19,44 \text{ m}^2$).



Figur 1.
Skotare, trädrester och presenningar vid aktiv avbarrning, Turbo 2001.

Två studieled ingår efter det inledande försöket i studien av aktiv avbarrning med skotargripen:

- Normal lastning, fyllda gripar med trädrester och direkt lyft till lastutrymmet.
- Aktiv avbarrning, fyllda gripar med trädrester och en kraftig skakning av gripen under lyftet mot lastutrymmet.

Vid de senare revisionerna placerades en presenning mellan högen och maskinen och en annan presenning på motsatt sida av maskinen. Ingen presenning placerades under maskinen. Trädrestknippet lyftes över den första presenningen, (lastning), över vagnen och skakades över den andra presenningen, (aktiv avbarrning).

De uppsamlade barren, figur 2, samlades ihop och lades i en plastbalja som sedan vägdes. Prov för fukthaltsbestämning togs.

Samtliga förare var yrkesskickliga och hade flerårig vana av maskinarbete.



*Figur 2.
Barr och finfraktion uppsamlade på presenning efter aktiv avbarrning.*

Resultat

Studie av aktiv barravskiljning

Turbo, Hedemora, Stora Enso Skog, v. 29

Studien genomfördes i soligt och klart väder med en temperatur på +20 grader. Skogen (30 % tall och 70 % gran) avverkades vecka 22/23, 2001. Trädresterna var torra och ca 1,5 månad gamla. Det fanns 640 kg i varje hög vid avverknings-tillfället. Den Rottneskotare som användes i försöket hade kraftig kran och risgrip.

Kostnaden för den avbarrade barrmängden bygger på en maskinkostnad på 450 kr/G₁₅-timme, vilket motsvarar 7,50 kr/min. Fukthalten har beräknats som ett medelvärde för hela studien, 28 % (23–33 %). Lastning med en skakning tog mer än dubbelt så lång tid för små som för fyllda gripar, (tabell 1 och 2).

Normal lastning med fyllda och små gripar utan aktiv avbarrning gav ungefär samma mängd som det som föll av i lyftet och det som fanns under vagnen, 9,1 kg TS (8,6 – 9,4), vilket motsvarade 6,7 % av totala barrvikten, se tabell 1 och 2. Lastningsmomentet lösgjorde 3,6 kg TS (2,2 – 5) mellan högen och vagnen, eller 2,6 %. Under vagnen föll i medeltal 5,8 kg TS (4,3 – 7,2), vilket utgjorde 4,2 % av barrvikten.

Aktiv avbarrning tillförde 7,2 – 27,4 kg TS beroende av mängden trädrester i gripen samt hur väl gripen skakades, vilket motsvarar 5–20 % av den totala mängden barr. Små gripar med flera skakningar gav bäst avskiljning.

Små gripar medförde att relativt stora mängder flisbart material skakades av och lämnades på hygget utöver de önskvärda barren.

Tabell 1.
Trädresthantering med fyllda gripar, Turbo 2001.

Fyllda gripar	Barrvikt, Lastning/aktiv avbarrn. + under vagn, kg TS	Lastning/aktiv avbarrn. % av 136 kg TS barr	Lastning/aktiv avbarrn. + under vagn, % av 136 kg TS barr	Total lastn.-tid, inkl. skakn., sek.	Skakn. tid, sek.	Antal Kran-cykler	Tid/ kran-cykel, sek.	Kostnad, aktiv avbarrn. Kr/ton TS	Kostnad aktiv avbarrn. Kr/m³s
Utan skakn.	5 + 4,3 = 9,3	3,7	6,8	65,4	–	3	22	–	–
Utan skakn.	2,2 + 7,2 = 9,4	1,6	6,9	35,4	–	2	18	–	–
En skakn.	13,0 + 5,8 = 18,8	9,6	13,8	39,6	10,8	2	20	104	21
Två skakn.	8,6 + 2,9 = 11,5	6,3	8,4	59,4	19,8	3	20	288	58

Tabell 2.

Trädresthantering med små gripär, Turbo 2001.

Små gripär	Barrvikt, Lastning/aktiv avbarrn. + under vagn, kg TS	Lastn./ aktiv avbarrn. % av 136 kg TS barr	Lastning/ aktiv avbarrn. +under vagn, % av 136 kg TS barr	Total, lastnings-tid, sek.	Varav skakn. sek.	Antal kran-cykler	Tid/ kran-cykel, sek.	Kostnad, aktiv avbarrning Kr/ton TS	Kostnad aktiv avbarrn. Kr/m ³ s
Utan skakn.	3,6 + 5 = 8,6	2,6	6,3	75	–	5	15	–	–
En skakn.	17,3 + 3,6 = 20,9	12,7	15,3	84	15	5	17	108	22*
En skakn.	7,2 + 3,6 = 10,8	5,3	7,9	91,2	16,8	5	18	292	58*
Flera skakn.	27,4 + 2,9 = 30,3	20,1	22,2	114,6	27	6	19	123	25*

* Flisförlust.

Högaskog, Eriksmåla, AssiDomän, v. 35

Dessa försök ingår ej i näringsutlakningsförsöken utan avser endast studier av aktiv avbarrning.

Studien genomfördes under växlande molnighet till mulet väder och ca +10 grader. Trädresterna var blöta och riset var ca tre månader gammalt. Skogen (10 % tall 90 % gran) avverkades våren 2001. I flertalet högar hade merparten av barren lossnat och sedan fastnat i tjocka lager inne i högen, figur 3. Maskinen som användes var en äldre Rottne Rapid, 6-spak med risgrip.



Figur 3.

Trädresthögt med avfallna barr i sjök i högens nedre delar, "hättan" på högen bortlyft, Högaskog 2001.

Då trädresterna inte var vägda i förväg användes en modifierad metod. Ett antal gripar lyftes över en presenning, vidare över vagnen och skakades över en annan presenning och lades sedan ner över lyftstroppar på risfri plats bredvid maskinen. Trädrestknippet lyftes i stropparna och vägdes i kranvåg.

Aktiv avbarrning bidrog till att barr motsvarande 1 % av den mängd trädrester (grenar+barr) som hanterades med gripen lämnades på hygget, tabell 3. Lastning och aktiv avbarrning, lämnades tillsammans en barrmängd motsvarande 1,7 % av den hanterade mängden, kvar på hygget. Mängden barr som låg kvar på hygget under de trädresthögar som lastades i studien gick ej att mäta.

Samtliga fukthaltsprover brann upp p.g.a. överhettad ugn. Fukthalten skattades till 40 %, vilken har använts i beräkningarna. Inga tidsstudier genomfördes.

Tabell 3.
Resultat av aktiv avbarrning på Högaskog, 2001.

Duk	Knippets vikt+ lastning+ aktiv avbarrning, kg TS	Lastning, andel av hanterad vikt, %	Aktiv av- barr, an- del av hanterad vikt, %	Lastning +aktiv avbarr. andel av hanterad vikt, %	Övrigt. "Skakmodell"
1	$150 + 0,93 + 1,53 = 152,5$	0,61	1,0	1,6	*Skakn., utskjut med bommen
2	$180 + 1,11 + 1,56 = 182,7$	0,61	0,85	1,5	*Skakn., utskjut med bommen
3	$186 + 1,62 + 2,34 = 190$	0,85	1,2	2,1	Inga toppar i rishögen
4	$168 + 0,84 + 2,4 = 171,2$	0,49	1,4	1,9	Inga toppar i rishögen
5	$189 + 1,65 + 2,37 = 193$	0,85	1,2	2,1	Inga toppar, en hög utan översta skiktet
6	$205 + 0,66 + 1,29 = 207$	0,32	0,6	0,9	Inga toppar
Medel	$179,7 + 1,14 + 1,92 = 182,8$	0,62	1,05	1,67	

* Mycket hanterande av trädresterna med gripen före lyft p.g.a. toppar som behövde läggas tillrätta.

Asa, Lammhult, Sveaskog, v. 37

Studien genomfördes en klar morgon med senare mulnande väder och någon mindre regnskur fram på dagen, temperaturen var ca +15 grader. Trädresterna var blöta och ca 4,5 månader gamla. Mycket barr hade lossnat och låg löst inne i trädresthögarna som hade sjunkit ihop sedan avverkningen. Maskinen som användes var en Rottne Rapid med virkesgrip med för maskintypen normal kranvikt.

Skogen (100 % gran), avverkades v. 17, (april 2001), högarna innehöll 640 kg trädrester vid avverkningstillfället och hade sjunkit samman. Små volymer barr lossnade vid lastning och vid aktiv avbarrning, (tabell 4).

Fukthalten mättes i de högar som låg på underlag. Fukthalten i högarna utan underlag beräknades som medelvärdet av fukthalten i högarna på underlag, vilket var 60 %.

I genomsnitt skakades 4,2 kg TS av från riset (tabell 4). Antar man att samtliga högar innehöll 131 kg TS barr, motsvarar detta ca 3 % av den totala barrmängden. I genomsnitt 18 % av barren låg kvar på dukarna efter skotning av trädresterna.

Tabell 4.
Resultat av aktiv avbarrning, Asa 2001.

Yta Nr	Duk J/N	Barrvikt under högen kg TS	Lastning+ Aktiv avbarrn. kg TS	Aktiv avbarrn. % av 131 kg TS barr	Lastn. +aktiv avbarrn % av 131 kg TS barr	Fukt- halt %	Övrigt
4	J	31,8	0,1 + 1,5 = 1,6	1,1	1,2	57	Extremt försiktig lastning. En skakning
11	N	–	1,6 + 2,2 = 3,8	1,7	2,9	60	Två skakningar
13	N	–	7,6 + 6,2 = 13,8	4,7	10,5	60	Extra noggr. skakning
38	J	18,1	2,5 + 4,9 = 7,4	3,7	5,6	62	Två skakningar
32	N	–	2,6 + 4,8 = 7,4	3,7	5,6	60	–"
29	N	–	1,8 + 3,2 = 5	2,4	3,8	60	–"
27	J	14,1	3,1 + 5,4 = 8,5	4,1	6,5	63	–"
25	J	31,5	3,6 + 4,8 = 8,4	3,7	6,4	58	–"
Med.		23,9	2,8 + 4,2 = 7,0	3,1	5,3	60	

Turbo, Hedemora, Stora Enso Skog, v. 42

Studien genomfördes på förmiddagen i klart väder efter en kall natt, fram på dagen ca +10 grader. Skogen (30 % tall, 70 % gran) avverkades i v. 22/23, 2001. Trädresterna var fuktiga och ca 4 månader gamla. Trädresthögarna innehöll 640 kg vid avverkningstillfället och hade påtagligt sjunkit ihop. Skotaren som användes var en Valmet 832 utrustad med en Cranab 650 XL Combi (långkran), utrustad med gripsåg på virkesgripen.

Fukthalten i barren under högen har mätts särskilt och medelvärdet för de fyra dukarnas barr var 57 % fukthalt, jämfört med 53 % fukthalt i de barr som skakades av.

18–24 % (23,9 – 32,5 kg TS), av barren låg kvar under högarna på duk efter skotning av trädresterna, (tabell 4 och 5). I genomsnitt lämnades ytterligare 3,1 – 5,5 % av den totala barrmängden som en följd av aktiv avbarrning. Vid normal lastning lämnades 0,6 – 2,2 % av barren kvar på hygget. Merparten av barren, 70–77 %, följde med bränslet och hamnade i flisstacken vid hyggeskanten. Den kran som användes i Turbo var avsevärt tyngre än den som användes i Asa.

Tabell 5.
Resultat av aktiv avbarrning, Turbo, 2001.

Yta Nr	Duk	Barrvikt under högen kg TS	Lastning+ aktiv avbarrning, kg TS	Aktiv avbarrn. andel av 136 kg TS barr, %	Lastn. +aktiv avbarrn. andel av 136 kg TS barr, %	Fukt- halt %	Övrigt
1	N	–	2,4 + 9,8 = 12,2	7,3	9,0	51	
2	J	34,8	0,2 + 5,1 = 5,3	3,8	3,9	53	
3	J	24,5	0,8 + 5,8 = 6,6	4,3	4,9	59	
4	N	–	0,3 + 10,6 = 10,9	7,8	8,1	47	
5	N	–	0,2 + 5,6 = 5,8	4,1	4,3	53	
6	J	35,7	0,8 + 10,1 = 10,9	7,5	8,1	58	
7	J	35,1	1,0 + 6,4 = 7,4	4,7	5,5	49	Extra skakn.
8	N	–	0,9 + 5,9 = 6,8	4,4	5,0	55	
Med.		32,5	0,8 + 7,4 = 8,2	5,5	6,1	53	

Tidsåtgång och kostnader

Vid första revisionen i Turbo var krancykeltiden ca 20 sekunder med fyllda gripar, (tabell 1). Föraren vid andra revisionen hade gripsåg och körde mycket mjukt och försiktigt. Krancykeltiderna har därför justerats med en omräkningsfaktor, (0,41), så att medelvärdet blev 20 sek./krancykel vid båda revisionerna i Turbo, (tabell 6). Kostnaden för den avbarrade barmängden bygger på en maskinkostnad på 450 kr/G₁₅-timme, vilket motsvarar 7,50 kr/min.

Tidsåtgången för normal lastning var $87,9 - 12,8 = 75,1$ sekunder/trädresthög, (tabell 6). Merkostnaden för trädrestskotning med aktiv avbarrning var då $12,8/75,1$, vilket är 17 %, (räknat på kranarbetet vid lastning). Kostnaden var ca 225 kr/ton TS barr för de barmängder som föll av som följd av aktiv avbarrning. Detta motsvarar ca 45 kr per m³s.

Tabell 6.

Tidsåtgång och kostnader för aktiv avbarrning med fyllda gripar, Turbo, 2001.

Hög	Total lastn.-tid sek.	Total skakn.-tid sek.	Antal kran-cykler	Tid/kran-cykel inkl. skakn.sek.	Total lastningstid, sek. inkl. skakn. (Justerad)	Total skakn.-tid, sek. (Just.)	Krancykel-tid inkl. skakn.-tid. sek. (Justerad)	Aktiv avbarrn. Kg TS	Kostnad, aktiv avbarrn. Kr/ton TS (Justerad)	Kostnad aktiv avbarrn. Kr/m ³ s (Justerad)
1	241	40,8	5	48	98,8	16,7	20	9,8	213	43
2	215	30,6	4	54	88,2	12,5	22	5,1	306	61
3	250	25,2	5	50	102,5	10,3	20	5,8	222	44
4	161	27,0	3	54	66,0	11,1	22	10,6	131	26
5	108	18,0	3	36	44,3	7,4	15	5,6	165	33
6	296	42,6	6	49	121,4	17,5	20	10,1	217	43
7	199	31,2	4	50	81,6	12,8	20	6,4	250	50
8	245	34,8	5	49	100,4	14,3	20	5,9	303	61
Med.	214,4	31,3	4,4	48,8	87,9	12,8	19,9	7,4	Ca 225	45

Totala mängden barr i en trädresthög

I både Asa (hög 4) och Turbo (hög 2) gjordes ett försök att bestämma den totala mängden barr i en trädresthög. Trädresterna lyftes från duken, aktiv avbarrning utfördes och sedan lades knippet på en ny duk. Sedan skakades trädresterna ytterligare några gånger med gripen över nya dukar för att fånga upp barren. Visst manuellt arbete kompletterade så att merparten av barren skiljdes från grenarna. En liten mängd barr satt mycket hårt fast på grenarna. En mängd som för Asa bedömdes vara ca 10 % av barren och för Turbo ca 15 kg barr (råvikt). Totala mängden barr i trädresthögarna visas i tabell 7 och 8.

Främst är det tallbarr som sitter kvar på kvistarna, men också granbarr som legat kallt och fuktigt i högens centrum under torkningen sitter hårt fast. Lösa barr kläms också fast och följer med trädresterna.

I Turbo erhöles ungefär samma resultat barr som i Asa både vad gäller mängden barr och dess fördelning. En viss mängd finkvist och kvistfraktion ingår i mängden "barr", men bedömdes vara lika i samtliga mätningar.

Tabell 7.

Totala mängden barr och finfraktioner i hög nr. 4 och dess fördelning efter lastning och aktiv avbarrning, Asa, 2001.

Plats	Råvikt, kg	TS, kg	Andel %
Under högen (på duk)	73,9	31,8	24
Lastning (mellan hög och vagn)	0,3	0,1	0,1
Aktiv avbarrning	3,5	1,5	1,1
I bränsledelen	197	84,7	65
Kvarsittande i bränsledelen	30,5	13,1	10
Totalt	305,2	131,2	100

Tabell 8.

Totala mängden barr och finfraktioner i hög nr. 2 och dess fördelning efter lastning och aktiv avbarrning, Turbo, 2001.

Plats	Råvikt, kg	TS, kg	Andel %
Under högen (på duk)	71	34,8	26
Lastning (mellan hög och vagn)	0,5	0,24	0,2
Aktiv avbarrning	11	5,2	3,8
I bränsledelen	190	89,3	65
Kvarsittande i bränsledelen	15	7,0	5,1
Totalt	287,5	136,5	100

Aktiv avbarrning med tryckluft

Skakning av gripen är en metod som frestar på både maskin och förare. För att prova en annan teknik studerades även aktiv avbarrning med tryckluftsteknik.

Testet utfördes på samma hygge som för studien av aktiv avbarrning med skotargripen, Högaskog utanför Eriksmåla med markvärden AssiDomän. Studien genomfördes under växlande molnighet till mulet väder. Trädresterna var blöta och riset var ca tre månader gammalt.

För försöket hade konstruerats en ca meterlång prototyp av $\frac{3}{4}$ "-rör med fyra stycken munstycken växelvis riktade nedåt och åt sidorna, figur 4. Rören var kopplade till en slang som i sin tur anslöts till en fylld syrgastub med högt tryck (ca 100 bar).



Figur 4.

De för aktiv avbarrning testade munstyckena kopplade till en syrgastub.

Testet utfördes över en utlagd presenning. En grip med trädrester hölls över duken och munstyckena hölls med handkraft över gripen när luften släpptes på i omgångar. Huvudsyftet var att se om metoden överhuvudtaget fungerar och har utvecklingsmöjligheter varför mängden trädrester som fanns i gripen aldrig vägdes. Mängderna som lossnade efter tryckluftsblåsningen var små, (tabell 9).

Tabell 9.
Resultat av blåsning med tryckluft på trädrester i skotargrip.

	Antal blåsningar	Avbarrad mängd, kg TS
Försök 1	2 sidor $\times$ 2 = 4	0,21
Försök 2	2 sidor $\times$ 5 = 10	0,21

Diskussion

Det viktigaste vid avbarrning av skogsbränsle är att låta trädresterna ligga och torka på hygget under en vegetationsperiod efter avverkningen eftersom detta gör att barren lossnar bättre.

Antalet skakningar och gripens storlek verkar inte vara så avgörande. Flera skakningar gav i den inledande studien inte alltid bättre resultat men gav större spill av flisbart material, särskilt i studieledet med små gripar. Lastningstiden för en hög var mer än dubbelt så stor för små gripar som för fyllda gripar kombinerat med en skakning. Slitage på maskin och kran ökar också med antalet skakningar. Beslut togs därför att fortsätta arbetet med fyllda gripar kombinerat med en skakning.

Förlusten av flisbart material är också en merkostnad som inte går att mäta med ökad tidsåtgång. Det finns även en garanterad merkostnad i form av kran slitage och tid med små gripar och flera skakningar.

Beaktas endast tidsåtgången var merkostnaden för trädrestskotningen med fyllda gripar och aktiv avbarrning ca 17 %, räknat enbart på krantiden vid lastning. Hela skotningsarbetet omfattar även körning och lossning varför påverkan blir mindre. Räknat på skogsbränslevolymen motsvarar den extra tidsåtgången en merkostnad på storleksordningen ett par kronor per m³s vid ett normalt terrängtransportavstånd. Kostnaden blir ca 225 kr/ton TS för finfraktionen som fallit av vid aktiv avbarrning. Merkostnaden i form av slitage på maskin och kran, samt spill av brännbart material finns inte med i kalkylen.

En viss mängd barr faller av vid lastningen mellan trädresthögen och maskinen, en mängd som går att öka med ”aktiv avbarrning”. Den testade metoden avskiljde 3,1 – 5,5 % av barren, vilket inte är särskilt mycket. Högsta värdet för en enskild hög var 9,6 % i de inledande försöken i Turbo, med den skillnaden att vädret var varmt och torrt liksom trädresterna. Trädresterna hade då en fukthalt på 28 % mot 53 % fukthalt v. 42. Normal lastning lämnade 0,6 – 2,2 % av barren kvar på hygget. Merparten av barren, 70–77 %, följde med bränslet och hamnade i flisstacken vid hyggeskanten.

I medeltal blev 18–24 % av barren kvar där högen hade legat sedan trädresterna skotats ut till välta. En i det närmaste försumbar mängd barr faller också av under maskinen vid lastning av de första griparna på varje påbörjat skotarlass.

2–3 % av barmängden i en hög föll ned under vagnen, men efter att första högen fylt skotarvagnens botten föll inga fler barr ned på marken.

Aktiv avbarrning är starkt väderberoende. Torrt ris och torrt väder gör att metoden fungerar bättre jämfört med blött ris och fuktig väderlek då barren klibbar fast i riset. Riskörning vid bra väder, ”höväder”, är naturligtvis önskvärt, men svårt att genomföra i praktiken.

Ur arbetsmiljösynpunkt är metoden att använda skakning av gripen tveksam. Skakningen fortplantar sig från gripen till kranen och hytten där föraren utsätts för ytterligare icke önskvärda påfrestningar. Dessa hyttskakningar försöker man i andra sammanhang att eliminera. Slitaget på grip, kran och infästningar är uppenbar.

Enkel avbarrning som klarar både gröna, bruna, frusna och ofrusna material till låga kostnader är önskvärda men svårfunna, (Andersson & Filipsson, 2001). De i denna studien testade metoderna är endast prövade på bruna (torra) trädrester. Avbarrning av grönt ris förefaller mer svårlöst om barren skall avskiljas och fördelas jämnt över hygget.

Slutsats

Skakning av kranen och gripen med stängd grip fylld med bruna (torra) trädrester har inte särskilt stor inverkan på den totala mängden barr som lämnas kvar på hygget. Aktiv avbarrning bidrog till att i medeltal ytterligare 3,1 – 5,5 % av den totala barmängden i högarna lämnades kvar på hygget. Även om mängden som aktivt avbarras skulle fördubblas under mycket gynnsamma omständigheter t.ex. vid extremt torrt väder är det ändå ett relativt liten andel av den totala mängden barr.

Den testade prototypen för tryckluft med 3/4”-rör bidrog med en marginell mängd barr.

All aktiv avbarrning med skotargripen lider av det faktum att gripen är stängd och komprimerar trädrester och barr, vilket synnerligen försvårar avbarrningen. Barren faller av vid lyftet från marken och i själva skakningen, eller när gripen/-knippet slår i stöttorna på skotarvagnen. Resultaten av denna studie samt från Andersson & Filipssons litteraturstudie (2001) ger några möjliga utvecklingsvägar eller kombinationer som kan vara värda att arbeta vidare med vid aktiv avbarrning med skotarens grip:

1. Vibrator mellan rotator och grip. Helst bör funktionen kunna fungera med automatik vid kranlyft om den skall vara riktigt användbar. Vibrationerna måste isoleras väl för att minimera slitage på maskinen och för att inte påverka förarens arbetsmiljö.
2. Tryckluft, större luftvolym och grövre dimensioner på rörledningarna som snabbt kan transportera luftvolymerna i form av en luftchock till trärestknippet i gripen. Ett sätt kan vara att bearbeta träresthögen med tryckluft under tiden som föraren bearbetar och plockar med toppar och utstickande

delar av högen innan gripen stängs och lyftet påbörjas. Nackdelar är troligen att kraftig kompressor och mycket stora trycktankar behövs, vilka kan vara svåra att fästa och montera på ett driftssäkert sätt.

Referenser

- Andersson, G. & Filipsson, J. 2001. Teknik för barr- och risspridning. Arbetsrapport nr. 474. SkogForsk. Uppsala. 31 s.
- Brunberg, B., Andersson, G., Nordén, B. & Thor, M. 1998. Uppdragsprojekt skogsbränsle – slutrapport. SkogForsk Redogörelse nr 6.
- Egnell, G., Nohrstedt, H.-Ö., Weslien, J., Westling, O. & Örlander, G. 1998. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen Rapport 1, 1998. Jönköping. 170 s.