



# Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 799–2013

## Är det lönsamt att täcka groten? Effekten av täckpappens bredd på skogsbränslets kvalitet?

Does it pay to cover forest residue piles?  
Effect of tarpaulin width on the quality of forest chips

---

Rolf Björheden, Örjan Grönlund och Hagos Lundström

---

# Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 799–2013

I Arbetsrapporter redovisar Skogforsk resultat och slutsatser från aktuella projekt. Här hittar du bakgrundsmaterial, preliminära resultat, slutsatser och färdiga analyser från vår forskning.

## Titel:

Är det lönsamt att täcka groten?  
Effekten av täckpappens bredd på skogsbränslets kvalitet.

Does it pay to cover forest  
residue piles?

The effect of tarpaulin width on  
the quality of forest chips.

## Bildtext:

Täckning med papp är ett effektivt sätt att skydda grotvältor mot återfuktning p.g.a. nederbörd.

## Ämnesord:

Grot, skogsbränsle, täckning, lagring, kvalitet.

Logging residue, forest fuel, covering, storage, quality.

## Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2012

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



**Rolf Björheden.** Chef för FoU-programmet Teknik- och virke och ledde tidigare Skogsbränsleprogrammet. Han har främst arbetat med metod- och systemutveckling för drivning och transport.



**Örjan Grönlund.** Arbetar huvudsakligen med teknik- och metodutveckling inom skogsbränsleområdet.



**Hagos Lundström.** Arbetar med metodutveckling inom skogsskötsel, skogsteknik och biobränsle.

## Abstract

The effect of tarpaulin width on protection against re-moistening of piled logging residues was studied. Twelve piles containing residues that had been pre-dried on the logging site before piling and nine piles of residues that were piled directly after logging were included in the study. The treatments involved covering the piles with paper tarpaulins of varying widths – 3.1, 4 and 6 m – and leaving the pile uncovered. Height shrinkage and loss of material during chipping were also investigated. An economic analysis was carried out, comparing costs and revenues for the treatments.

The observed effects on dry matter content (DMC) were +2, +4 and +9 per cent respectively for tarpaulin widths of 3.1, 4 and 6 m, compared to no cover. The effect is lower than reported in earlier studies, and may indicate that precipitation was moderate during the storage period. A more probable cause is that current residue piles are broader, so tarpaulins 3–4 m wide cover a smaller portion of the pile now than they did 10–25 years ago.

The height of the piles shrunk by 12–14 per cent during storage. The amount of material left on the site of the pile after chipping was low: 3 kg DM/m<sup>2</sup> pile area for residue piles built directly after logging and 4 kg for pre-dried residues, corresponding to 0.6 and 1.3 per cent respectively of the total mass in the pile.

Even when piles 5–7 m wide were covered with tarpaulins of width 3.1–4 m, the overall economy and the quality of the produced chips were improved. However, covering with a 6 m tarpaulin more than doubled the effect on DMC and economic return: 8 848 SEK/100 m pile when covering with 6 m tarpaulin and 4 164 SEK/100 m pile when covering with 4 m width.

## Förord

Studien har finansierats av programmet ”Effektivare skogsbränslesystem – Program 2011-2014”, vilket ingår i Energimyndighetens temaprogram ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle”. ”Effektivare skogsbränslesystem” finansieras av Energimyndigheten, skogsbruket, bränsleanvändarna och Skogforsk.

Försöksledet med täckning av hyggstorkad grot lades ut med bistånd av Stora Enso, där ett flertal entreprenörer under ledning av Bertil Johnsson, SEBAB accepterat allt krångel vi ställt till med.

Försöksledet omfattande täckning av välttorkad grot genomfördes med stöd av Joakim Blücker, Sveaskog Förvaltnings AB och hans duktiga entreprenörer. Skogforsk och Bränsleprogrammet tackar alla inblandade för stöd och entusiasm!

Uppsala 2013-05-28

*Rolf Björheden*

## Innehåll

Förord .....	1
Sammanfattning.....	3
Inledning.....	4
Material och metod .....	5
Resultat .....	6
Utgångstorrhalt – stickprovstagning med spånsamlarsåg .....	6
Effekt på torrhalten av täckning .....	7
Torrhalt vid leverans normerad för skillnader mellan lokaler .....	9
Vältornas hopsjunkning under lagring .....	9
Kvarlämnat material, spill .....	10
Ekonomisk jämförelse av försökets olika behandlingar.....	11
Slutsatser.....	13
Referenser.....	13
Bilaga 1 Försöksplan och mätinstruktion .....	15
Utläggning.....	15

## Sammanfattning

I denna studie jämförs vilken effekt täckpappens bredd har för att uppnå det skydd mot återfuktning som eftersträvas vid täckning av grotvältor. Undersökningen omfattar 12 vältor bestående av grot som hyggestorkats samt 9 vältor som skotats samman av nyavverkad grot. Behandlingarna var 0, 3, 1, 4 och 6 m bred papp. Dessutom undersöktes vältornas hopsjunkning och mängden spill och materialförluster uppskattades. En ekonomisk analys genomfördes, som tar hänsyn till såväl kostnader som intäkter för de alternativa behandlingarna.

En spånsamlarsåg testades för bestämning av grotens utgångsfukthalt. Det visade sig vara svårt att få tillförlitliga resultat med denna metod och den var arbetsmiljömässigt olämplig.

Jämfört med otäckta vältor var pappens effekt på torrhalt +2, +4 och +9 % för 3, 1, 4 respektive 6 m bred täckpapp, vilket är lägre än vad som redovisats i tidigare studier. Troligen beror detta på att grotvältor numera byggs bredare, vilket gör att täckningsgraden i tidigare försök varit bättre för 3-4 m papp.

Vältorna sjönk samman under lagring. Höjden minskade med 12 procent för välttorkad grot och med 14 procent för den hyggestorkade. Med målet om 4,5 m höga vältor vid flisning bör vältorna vara ca 5 m höga då de byggs.

Mängden material som lämnats kvar på vältplatsen efter flisning var blygsam. För välttorkad grot lämnades 3 kg och för hyggestorkad grot 4 kg torrsustans/m<sup>2</sup> vältyta, vilket motsvarade 0,6 respektive 1,3 procent av vältornas totala material. Andel och mängd spill påverkas av vältans höjd och av underlagets beskaffenhet.

Täckning har god effekt för att bevara den torrhalt som uppnåtts under sommarlagring. Även vid måttlig täckningsgrad, där 5–7 m breda vältor täcks med papp som är 3–4 m bred, förbättras totalekonomi och bränslekvalitet, men täckning med 6 m bred papp fördubblade effekten på torrhalten och gav även dubbelt så högt ekonomiskt utfall, (8 848 kr/100 m vältor) som täckning med 4 m papp (4 164 kr).

## Inledning

Grot produceras i relativt jämn takt under hela året, men mer grot skotas under barmarksperioden än under vintern, medan förbrukningen av skogsflis är hög under vintern och låg eller obefintlig under sommaren. Detta gör det nödvändigt att lagra grot från perioder med överskottsproduktion till perioder med högt värmebehov, vilket görs i vältor vid eller i närheten av bilväg.

Den vanligaste metoden för grotuttag är att skördaren koncentrerar groten i små högar under avverkningsarbetet. Dessa högar lämnas sedan på hygget för att torka och barra av, varefter de skotas samman och läggs i vältor i en separat operation. Av logistik- och kostnadsskäl är det intressant att ibland kunna vältlägga grot i mera direkt anslutning till avverkningen (Björheden 2010). Man kan då, på mindre objekt, låta samma skotare som kör ut rundvirket även utföra skotningen av grot. Särskilt i södra Sverige finns många objekt i goda avsättningslägen och med hög koncentration av grot och som är för små för att kunna bära kostnaden av en extra maskinflytt.

Lagring under vår, sommar och förhöst gör under normal väderlek att groten torkar från de 50-55 % torrhalt den håller som nyavverkad (Lehtikangas 1999). Denna naturliga torkning medför en kvalitetshöjning som höjer priset på råvaran och sänker kostnaderna genom att mindre grotflis behöver produceras för att fullgöra leveransåtagandet. Vid fortsatt lagring, under höst och vinter, riskerar man att materialet återfuktas p.g.a. av höjd luftfuktighet, rikare nederbörd och lägre temperaturer. Att skydda vältorna med speciell täckpapp har etablerats som ett sätt att minska denna risk. Täckning sker med armerad papp, som hålls på plats genom att en del grot läggs ovanpå pappen. Tidigare studier (Jirjis, Gårdenäs & Hedman 1989; Jirjis & Lehtikangas, 1991 m.fl.) har visat att metoden fungerar, men detaljerad kunskap om effekterna, som krävs för att ekonomiskt optimera användningen av täckpapp, saknas. Tidigare har endast lagring av hyggestorkad grot studerats. Det var därför intressant att undersöka kvaliteten även på färsk grot som skotats samman för att sedan lagras i vältor.

Syftet med studien var att jämföra effekten av olika bred täckpapp på torrhalten i grotvältor av hyggeslagrad respektive färskskotad grot, som lagrades från sommar till vinter.

## Material och metod

Studien avser dels torrhalt hos vältlagd, färskskotad grot ("grön grot"), dels grot som vältlagts efter hyggeslagring och som därför torkat redan innan vältläggning ("brun grot"). Dessutom har vältans hopsjunkning och mängden spill, d.v.s. material som ligger kvar på platsen för vältan registrerats. Vältstorleken var avpassad så att varje vält skulle ge minst 100 m<sup>3</sup>s grotflis.

Sveaskog Sörmland, var markvärd för försöken med färskskotad grot. Tre behandlingar ingår: Otäckt vält, 4 m täckpapp och 6 m täckpapp, samtliga utlagda på ett och samma hygge (latitud 59,02886, longitud 15,93590) och under så likartade lagringsbetingelser som möjligt vad avser exponering m.m. Försöket omfattade 3 upprepningar, d.v.s. totalt 9 vältor. Dessa objekt avverkades i mitten av maj 2012 och skotades samman andra veckan i juni 2012. Flisning av ett block (3 vältor) gjordes i slutet av oktober 2012 och redovisas som en egen behandling: "Välttorkad grot, kort lagringstid". På grund av bärighetsproblem uppsköts flisningen av de två återstående blocken (6 vältor), till den sista veckan i februari 2013.

Stora Enso Värmland, var markvärd för försöken med hyggestorkad grot med behandlingarna 3,1 m, 4 m och 6 m täckpapp, samtliga utlagda på ett och samma hygge och under så likartade lagringsbetingelser som möjligt vad avser exponering m.m. Försöket omfattar två lokaler, Spesstjärn (latitud 59,36027 longitud 12,68092) och Kvarndalen (latitud 59,32753 longitud 12,98673) med två kompletta upprepningar på varje lokal, totalt 12 vältor. Objekten avverkades i mars och i juli 2011 och skotades efter hyggeslagring samman i vältor de första veckorna av juni 2012. Materialet flisades i början av december 2012.

Torrhalten mättes i samband med vältuppläggningsprovet på prov tagna med spånsamlarsåg samt vid flisningen av vältan genom prov på den producerade flisen i samband med leverans.

I samband med att försöket lades ut insamlades prover för att bedöma grotens utgångstorrhalt med hjälp av spånsamlarsåg (Nylinder & Fryk, 2012). Spånsamlarsågen (Figur 1) testades i tre metoder:

- **På upplagda vältor genom såginstick** var femtonde meter, ett varv runt vältan. Vältans ytskikt blev därmed överrepresenterat. Vid tillfället rådde måttlig blåst och solsken och materialet var yttorr.
- **På vältor i samband med uppläggning** på det sätt som beskrivs i mätinstruktionen (Bilaga 1).
- **På högarna ute på hygget** omedelbart före hopskotning. Även här blev högarnas ytskikt överrepresenterat och väderleken var liknande den som beskrivits ovan.

Varje spånprov omfattade mellan 100–400 g torrsvikt. Det material som erhöles med spånsamlarsågen samlades successivt till ett generalprov för varje vält i tät plastpåse för att förhindra uttorkning. För den trakt där insamlingen gjordes direkt i högarna där tre generalprov gjordes efter bedömning av hur vältläggningen skulle genomföras.



Figur 1.  
En motorsåg utrustad för uppsamling av spån testades för att samla material för bestämning av den hyggstorkade grotens ingångstorrhalt.

Från den producerade flisen togs flisprover för bestämning av torrhalt, varvid sex prover à 0,5 – 1,0 liter togs ut per vält. Vid torrhaltsbestämningen torkades proverna i 105°C till dess att konstant vikt uppnåts. Torrhalten beräknades som:

$$\text{Torrhalt \%} = 100 \times \left( \frac{\text{Flisens torra massa}}{\text{Flisens råa massa}} \right)$$

Det material som ingår i undersökningen analyserades med hjälp av LSD (Least Significant Difference) för att kontrollera om statistiskt säkerställda skillnader (95 % nivå) i torrhalt kunde påvisas mellan block och behandlingar.

## Resultat

### Utgångstorrhalt – stickprovstagnung med spånsamlarsåg

Utgångstorrhalt inmätt genom provtagning med spånsamlarsåg redovisas i Tabell 1. De värden som erhållits genom huvudmetoden ”Instick under vältläggning”, bedöms väl spegla materialets ursprungstorrhalt. I övrigt visar mätvärdena en kraftig variation och är därför mindre tillförlitliga, främst p.g.a. överrepresentation av ytskiktet. Detta gör spånsamlarsågen mindre lämplig för bestämning av ursprunglig torrhalt i samtliga testade metoder, utom då provtagningen görs under pågående vältläggning. Arbetsmiljömässigt är metoden även då tveksam vid provtagning på ett material som grot, p.g.a. olycksfallsrisken.



Tabell 1.

Torrhalt vid försöksutläggning, skattad genom provtagning med spånsamlarsåg. Block 1, 2, 3, 4 = Stora Enso (hyggestorkad grot), behandlingar 3, 4 och 6 m samt H = provtagning på hygge Block 5, 6, 7 = Sveaskog (färskskotad grot), behandlingar 0, 4 och 6 m bred papp.

Provtagningsmetod	Upprepning-behandling	TH, %	TH, % genomsnitt/block	
Instick runt om färdig välda	1-3	72,7	75,0	
	1-4	76,4		
	1-6	75,8		
		2-3	80,1	77,6
		2-4	79,6	
		2-4	69,7	
2-6		81,2		
Instick under välklägning	3-3	58,6	56,6	
	3-4	53,3		
	3-6	58,0		
Instick i hög på hygge	4-H	75,4	68,9	
	4-H	67,8		
	4-H	63,6		
Instick under välklägning	5-0	59,5	60,0	
	5-4	62,3		
	5-6	58,2		
	6-0	58,5	58,5	
	6-4	57,7		
	6-6	59,4		
	7-0	57,9	59,3	
	7-4	59,3		
	7-6	61,8		

### Effekt på torrhalten av täckning

Projektets huvudsyfte var att undersöka effekten på den färdiga flisens torrhalt efter normal säsongslagring av hygges- och välttorkad grot. De undersökta behandlingarna var otäckt välda samt 3,1, 4 och 6 m bred täckpapp. Resultaten visar tydligt att täckning har god effekt som medel att bevara torrhalten. I detta försök konstateras också att den grot som vältlades i anslutning till avverkning, torkade väl i välda som lagras under sommarmånaderna. I Tabell 2 redovisas den genomsnittliga torrhalten per välda × behandling samt standardavvikelsen för torrhalten.

Tabell 2.

Genomsnittlig torrhalt per vält vid leverans och dess standardavvikelse. Block 1, 2, 3, 4 = Stora Enso (hyggestorkad grot), 5, 6, 7 = Sveaskog (välttorkad), behandlingar 0, 3, 4 och 6 m.

Försöksled	Block-behandling	TH, %	Std TH
Hyggestorkad grot	1-3	47,7	6,28
	1-4	47,1	1,73
	1-6	56,2	3,30
	2-3	44,0	5,83
	2-4	51,1	3,75
	2-4	50,4	8,33
	2-6	60,6	4,43
	3-3	53,9	9,23
	3-4	55,0	3,32
	3-6	62,3	5,83
	4-3	50,4	8,93
Välttorkad grot, kort lagringstid	4-4	54,8	10,82
	4-6	53,8	9,10
	5-0	67,1	7,9
	5-4	68,4	6,2
Välttorkad grot	5-6	66,6	2,2
	6-0	48,6	8,66
	6-4	56,6	11,63
	6-6	58,4	8,28
	7-0	49,6	7,48
	7-4	54,0	6,54
	7-6	53,2	8,48

I Tabell 3 redovisas torrhalt per behandling, före och efter lagring. En tydlig trend är att torrhalten är högre, ju mera vältäckt vältan varit. Försöksledet ”Kort lagringstid” avviker dock från detta mönster, med likartad (och hög) torrhalt, oberoende av behandling. Detta tolkas som att dessa välter inte utsatts för omfattande nederbörd vid flisningstillfället. Därmed är det logiskt att värdena är lika, eftersom det är just som nederbördsskydd täckpappen har sitt värde.

Behandlingen med 6 m täckpapp var signifikant (95 %) skild från samtliga övriga behandlingar. I övrigt kunde inga signifikanta skillnader påvisas.

Tabell 3.

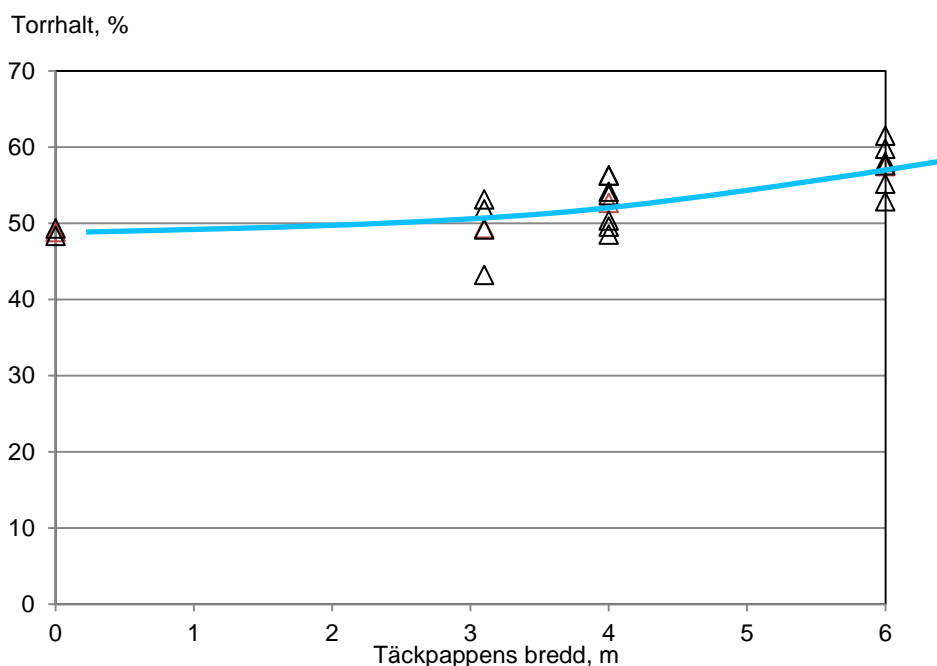
Sammanfattning: genomsnittlig torrhalt per behandling före och efter lagring (vid leverans).

Försöksled	Behandling	TH, % Före lagring	TH, % Efter lagring
Hyggestorkad grot	3,1 m	70,1*	49,0
	4,0 m	69,6*	51,7
	6,0 m	71,0*	58,2
Välttorkad grot, kort lagringstid	0,0 m	59,5	67,1
	4,0 m	62,3	68,4
	6,0 m	58,2	66,5
Välttorkad grot	0,0 m	58,2	49,1
	4,0 m	57,9	55,3
	6,0 m	60,6	55,8

\* För hyggestorkad grot är värdet TH före lagring mycket osäkert p.g.a. överrepresentation av ytskiktet.

## Torrhalt vid leverans normerad för skillnader mellan lokaler

Mellan blocken kunde statistiskt säkerställda skillnader konstateras i flera fall. Detta orsakas huvudsakligen av att väderleken har varit olika för de olika lokaler (block) där försöket lagts ut, men även skillnader i lagringstid kan bidra till olikheterna. Detta motiverar en normering för lokalens effekt. För att renodla effekten av de olika behandlingarna gjordes en normering på så sätt att effekten av de olika behandlingarna sattes i relation till den genomsnittliga torrhalten för respektive block. Resultatet åskådliggörs i Figur 2.



Figur 2. Observerad effekt av täckning med olika bred täckpapp, normerad för olika lokal väderlek. Mätvärdena för färskskotad grot med kort lagringstid har uteslutits ur analysen.

Resultatet av normeringen visar att täckning under höst-vinter har en tydlig effekt på den förväntade torrhalten samt att effekten, inom det undersökta intervallet 0–6 m, ökar med tilltagande bredd på täckpappen. Effekten av 3,1 m papp var i detta försök +2 procent i torrhalt medan 4 m täckpapp gav +4 procent och 6 m +9 procent högre torrhalt.

## Vältornas hopsjunkning under lagring

Vältornas höjd mättes in i samband med vältläggning samt då vältorna revs för leverans. Frågan är intressant av två skäl: För att ge lägsta kostnad för täckning bör vältorna byggas så höga som möjligt, men samtidigt gäller att deras höjd vid flisning ej bör överstiga 4,5 m (Trafikverket, 2012). Resultatet redovisas i Tabell 4. Eftersom skillnader i hopsjunkning antogs kunna bero på om materialet var hyggestorkat, eller hade skotats samman färskt för att torka i vältan så har materialet delats i dessa två grupper.

Tabell 4.

Vältornas höjd, a) vid uppläggning och b), vid flisning och genomsnittlig hopsjunkning i procent av a).

Försöksled	Höjd vid uppläggning, m	Höjd vid flisning, m	Hopsjunkning, %
Hyggestorkad grot	3,7 m	3,2	14
Välttorkad grot	5,9 m	5,2	12

### Kvarlämnat material, spill

En del material kommer att ligga kvar på platsen för vältan efter sönderdelning. Mängden kvarlämnat material undersöktes genom att allt material i fem stycken 0,25 m<sup>2</sup> stora, systematiskt utslumpade provpunkter samlades in från varje vältan, vägdes och torrhaltbestämdes. Undersökningen omfattade sex vältor med hyggestorkad grot och lika många med välttorkad grot.



Figur 3.

Mängden spill undersöktes efter flisning genom insamling av kvarlämnat material i 0,25 m<sup>2</sup> stora ytor, som systematiskt slumpmässigt fördelades där vältan legat.

Spill kan även förekomma senare, t.ex. i samband med containerhantering, men torde vara av mindre omfattning. Resultatet redovisas i Tabell 5.

Tabell 5.

Kvarlämnat material efter flisning dels i absoluta tal, kilogram torrvt/m<sup>2</sup> vältyta, dels relativt vältans totala biomassainnehåll före flisning.

Försöksled	Spill, kg TV/m <sup>2</sup>	Standardavvikelse	Genomsnittlig torrhalt, %	Spill, % av vältans totalvolym
Hyggestorkad grot, medeltal 6 vältor	3,945	2,055	47,0	1,3
Välttorkad grot, medeltal 6 vältor	2,953	0,981	52,5	0,6

## Ekonomisk jämförelse av försökets olika behandlingar

Täckning av grotvältor görs för att skydda dem mot återfuktning med syftet att höja det färdiga bränslets kvalitet genom högre torrhalt. Det högre pris som kan erhållas måste räcka för att betala de extra kostnader som uppstår p.g.a. material och arbete för täckningen. Med hjälp av ett kalkylprogram framtaget av Skogforsk (Johannesson 2013, opublicerat) görs här en ekonomisk jämförelse av utfallet av de olika behandlingar som ingår i försöket.

Kalkylförutsättningar utgörs av den genomsnittliga torrhalt som observerats (normerad) i detta försök, rådande priser på täckpapp och en timkostnad på 800 kr för skotarens arbete med täckning. Kalkylen görs för en standardvälta som är 6 m bred, 100 m lång och 4,5 m hög och med en fastmassa på 20 %.

Tabell 6.

Ekonomiskt utfall av olika täckningsgrad, med den effekt på torrhalt som observerats i detta försök

Alternativ	Täckningskostnad kr/lm välta	Förväntad TH, %	Vältans värde kr/lm välta	Resultat Kr/100 m välta
0 m (otäckt välta)	0	48	2 269,75	0
3,1 m täckpapp	20,06	50	2 276,62	+ 687
4 m täckpapp	23,74	53	2 311,39	+ 4 164
6 m täckpapp	36,38	58	2 358,22	+ 8 848



Figur 4.

Täckning av grotvältorna ger bättre ekonomi och högre bränslekvalitet under den kalla årstiden, då bränslet behövs.

## Diskussion

Bränslekvaliteten efter lagring av grot varierar, beroende på lagringstid, lagringsplatsens beskaffenhet och hur lagringen äger rum. Nyavverkad grot har en torrhalt på ca 45–50 procent. Torrhalten ökar snabbt under vår- och sommarlagring och groten är som torrast under juli-augusti, då den kan vara högre än 70 procent. Det ger vanligen inga kvalitetsvinster att täcka vältor som skall flisas och levereras före mitten av augusti. Vid mera långvarig lagring av grot i vältor från vår-sommar till senhöst-vinter, är möjligheten god att genom täckning påverka bränslekvaliteten, primärt vad gäller torrhalt.

Flera tidigare studier (Jirjis, Gärdenäs & Hedman 1989, Jirjis & Lehtikangas 1991 m.fl.) visar att täckning är ett verksamt sätt att skydda torr grot mot återfuktning under höst och vinter. Täckning påverkar även andra viktiga kvalitetsfaktorer (Lehtikangas, 1999). Askhalten minskar, särskilt genom att torrt material inte binder mineraljordpartiklar, men också genom en mera fullständig avbarrning. Mängden finfraktioner blir lägre i material som hållits torrt, liksom omfattningen av mikrobiella angrepp. Bränsleflis av ett väl täckt material blir även mer homogen, vilket också är en kvalitetsparameter.

I tidigare studier anges att vältor täckta med 3,1 m bred papp kan förväntas ha ca tio procent högre torrhalt efter säsongslagring (variationen mellan olika upp-läggningsplatser är dock stor). I denna studie var effekten lägre, +2–3 procent. Först 6 m bred papp gav, med +7–9 procent torrhalt, en effekt i paritet med tidigare observerade värden. Effekten av täckning är dock, förutom av det tekniska utförandet, beroende av förhållandet mellan pappens bredd och vältans bredd samt mängden nederbörd under lagringsperioden. Den relativt låga effekt som observerats i detta försök kan bero på att nederbörden varit måttlig. Det kan också bero på sämre täckningsgrad, jämfört med tidigare studier. Bredden på vältorna i försöket var 5,5 m för Stora Ensos och 7,3 m för Sveaskogs vältor. Det medför att nederbörd som rinner av en 3–4 m bred täckpapp hamnar i ganska centrala delar av vältan.

I studien placerades vältorna så likartat som möjligt vad gäller underlag och exponering. Vältornas placering och det tekniska utförandet av täckningen ingick inte i studien, men är av stor betydelse för resultatet. Vältan bör läggas så luftigt som möjligt och i terrängavsnitt som är väl-dränerade och torra. Om det är möjligt bör t.ex. vältan läggas på dalsidan av en väg som löper längs en sluttning, hellre än bergsidan, där stora mängder nederbörd kan rinna in i det lagrade materialet. Man kan gärna också minska möjligheten för markfukt att krypa upp i vältan genom att lägga några långa toppar eller vrakad rundved som underlag. Det är även viktigt att täckningen utförs tekniskt korrekt. Vältan bör inte byggas väsentligt bredare än den papp man har att täcka med. Den bör heller inte slutta bakåt, eftersom pappen då kan halka ner i bakkant och skyddar sämre. Man kan även tappa galgen bakom vältan och det kostar tid och irritation att hämta den. I värsta fall kan vältan kalva bakåt under lagringen och bli vidöppen för nederbörd. Vältans tak bör byggas så slätt som möjligt och för att minska risken för vindfång som flyttar eller blåser sönder pappen. Att använda nog med material för att förankra pappen är också viktigt, för att minska risken att pappen blåser ihop till en smal sträng eller delvis blåser av.

## Slutsatser

Grotvältor som endast lagras under vår och sommar torkar så väl att ett bra bränsle kan skapas utan täckning, men att täcka grotvältor är en effektiv försäkring emot återfuktning av vältor som skall lagras in över höst- och vintersäsongen. Även ett måttligt skydd av torrhalten ger en positiv ekonomi i åtgärden, med de priser och kostnader som rådde våren 2013.

Viktiga kvalitetsparametrar för bränsle framställt av grot är torrhalt, askhalt och andelen finfraktioner. Samtliga dessa kvalitetsparametrar påverkas positivt av en korrekt utförd täckning. Hur stor effekten är beror på:

- Materialets utgångstorrhalt.
- Det tekniska utförandet av täckningen.
- Förhållandet mellan pappens bredd och vältans bredd.
- Väderleken under lagringsperioden.

## Referenser

- Björheden, R. 2010. Forwarding fresh or dried logging residues – Effects on logistics and fuel quality. In: Efficient forest fuels supply systems (Thorsén, Å., Björheden, R. & Eliasson, L. Eds.) Skogforsk, 2010.
- Jirjis, R. & Lehtikangas, P. 1991. Storage of forest residue in covered windrows. Proceedings of the IEA/BA, Activity 4 & 5 meeting, England, June 1991. The Danish Forest and landscape Research Institute. Research Report No. 10, p. 46–53.
- Jirjis, R., Gärdenäs, S. & Hedman, G. 1989. Lagring i täckta vältor – avverkningsrester från barrträd. Uppsatser 167. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära, Uppsala.
- Jirjis, R. & Lehtikangas, P. 1993. Bränslekvalitet och substansförluster vid vältlagring av hyggesrester. Rapport nr 236. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära, Uppsala.
- Johannesson, T. 2013. Excelbaserat kalkylprogram för ekonomisk utvärdering av grotlagring i vältor. Opublicerat.
- Lehtikangas, P. 1991. Avverkningsrester i hyggeshögar – avbarrning och bränslekvalitet. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära, Rapport nr 223, 1991.
- Lehtikangas, P. 1999. Lagringshandbok för trädbränslen, Andra upplagan 1999, Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för virkeslära, Uppsala.
- Nylinder, M. & Fryk, H., 2012. Mätning av bränsleved vid ENA Energi AB i Enköping. SLU, Inst för Skogens Produkter, Research Results 9, 2012.
- Trafikverket, 2012. Upplag av virke och skogsbränsle vid allmän och enskild väg. December 2012.





## Försöksplan och mätinstruktion

### UTLÄGGNING

Tre vältor med en minimivolym om ca 100 m<sup>3</sup>s ska läggas upp och täckas på varje objekt. Upplagsplatserna på objektet ska vara likvärdiga och sedan lottas det ut vilken väлта som skall täckas med vilken papp.

Fyra objekt med hyggestorkad grot läggs ut med Stora Enso i Värmland som markvärd, behandlingarna skall vara 3, 4 respektive 6 m bred papp.

Tre objekt med grot utskotad i anslutning till avverkning läggs ut i Södermanland med Sveaskog som markvärd, med behandlingarna otäckt väлта, 4 m och 6 m bred papp.

### Mätinstruktion utgångsläge torrhalt, samt vid flisning för leverans

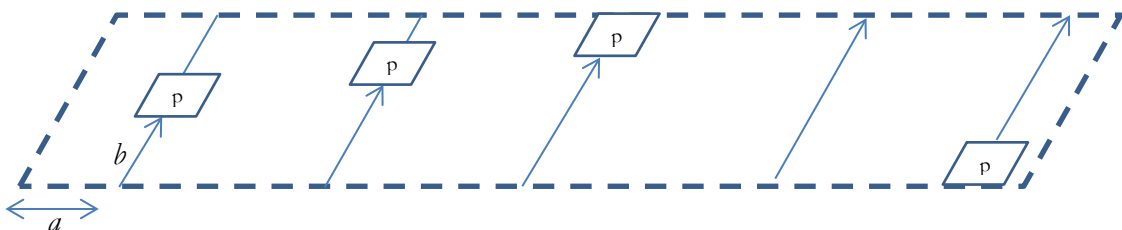


Längd, bredd och höjd mäts för varje väлта. Höjden mäts både i fram och bakkant.

Prover skall tas både vid uppläggning av vältan och då vältan flisas.

Spånprover för fukthaltsbestämning tas med motorsåg från sidan av vältan allteftersom grotten skotas fram. Proverna tas spritt från fram till bakkant i de generella områdena indikerade i figuren nedan. Minst 12 prover per väлта, vilka sammanförs till ett generalprov. Då vältan flisas tas även 10 prover ur flisen från varje väлта.

### Mätinstruktion uppskattning av spill



Vältans bottenyta med utlagda mätpunkter och provtagningspunkter [P].

”Taxeringslinjer” vinkelrätt mot vältan, avstånd från vältans slut till startpunkten a, slumpas, liksom avståndet till första provtagningspunkten, b, i båda fallen i intervallet 1–5 m. Avstånd mellan provytorna = avståndet mellan taxeringslinjerna = 5 m.

På provtagningspunkt [P]: samlas allt spillmaterial inom en kvadratisk yta av 50 × 50 cm från centrum av punkten in. Grövre material klipps med sekator eller sågas med handsåg så att den del som hamnar inom ytan medföljer.

Materialet från samtliga provtagningspunkter för en väлта kan samlas i ett generalprov i plasticsäck för senare torrsubstansbestämning genom torkning.



## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2012

- Nr 758 Löfroth, C. & Svenson, G. 2012. ETT – Modulsystem för skogstransporter – En trave Till (ETT) och Större Travar (ST). 151 s. ETT – Modular system for timber transport One More Stack (ETT) and Bigger Stacks (ST). p. 156.
- Nr 759 von Hofsten, H., Johannesson, T. & Aneryd, E. 2012. Effekter på stubbskördens produktivitet beroende på klipningsgraden. 22 s.
- Nr 760 Jönsson, P. & Englund, M. 2012. Air-Hawk-luftkudde. Ergonomiskt hjälpmedel för skogs- och jordbruksmaskiner. Airhawk Seat Cushion – Ergonomic aid for forestry and agricultural machinery. 24 s.
- Nr 761 Rosvall, O. & Lindgren, D. 2012. Inbreeding depression in seedling seed orchards. Under bearbetning.
- Nr 762 Hannrup, B. & Lundgren, C. 2012. Utvärdering av Skogforsks nya barkfunktioner för tall och gran – En uppföljande studie. – Evaluation of Skogforsk's new bark equations for Scots pine and Norway spruce 26 s.
- Nr 763 Englund, M. 2012. LED-ljus i aggregatet – En pilotstudie. LED lighting on harvester head. A pilot study. 6 s.
- Nr 764 Bhuiyan, N., Arlinger J. & Mölller, J.J. 2012. Kartunderlag för effektivare grotskotning genom export av shapefiler. – Map support for forwarding of logging residues through export of shape files. 22 s.
- Nr 765 Brunberg, T. & Hagos Lundström. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1170E hos Holmen Skog vintern 2012. – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1170E together with Holmen Skog in the winter of 2012. 7 s.
- Nr 766 Löfgren, B., Englund, M., Jönsson, P., Wästerlund, I. & Arvidsson, J. 2012. Spårdjup och marktryck för skotare med och utan band samt styrbar boggi. 15 s.
- Nr 767 Eriksson, B. 2012. Utveckling i outsourcad skogsvård. Improving productivity and quality in out sourced silviculture 14 s.
- Nr 768 Fogdestam, N., Granlund, P. & Eliasson, L. 2012. Grovkrossning och sällning av stubbar på terminal. Coarse grinding of stumps and sieving of the produced hog fuel. 9 s.
- Nr 769 Hannerz, M. 2012. Vem besöker Kunskap Direkt och vad tycker de? – Who visits Knowledge Direct (Kunskap Direkt) and what do they think of it? 38 s.
- Nr 770 Iwarsson-Wide, M., Jönsson, P. 2012. Utvärdering av kranhängda vågsystem. – Evaluation of crane-mounted weighing systems. 24 s.
- Nr 771 Skutin, S.-G. 2012. Lönsamhet för CTI på virkesfordon. Profitability for CTI on round wood haulage vehicles. – Cost-benefit analysis of using CTI on roundwood haulage vehicles 25 s.
- Nr 772 Sonesson, J., Mohtashami, S., Bergkvist, I., Söderman, U., Barth, A., Jönsson, P., Mörk, A., Jonmeister, T. & Thor, M. 2012. Beslutsstöd och metod för att minimera markpåverkan vid drivning. – Slutrapport från projekt ID 0910/143-10. 22 s.
- Nr 773 Barth, A., Sonesson, J., Thor, M., Larsson, H., Engström, P., Rydell, J., Holmgren, J., Olofsson, K. & Forsman, M. Beståndsmätning med mobila sensorer i skogsbruket. – Forest measurements with mobile sensors in forestry. 32 s.

- Nr 774 Brunberg, T. & Lundström H. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1270E hos SCA Skog hösten 2012. – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1270E together with SCA Skog in the autumn of 2012. 10 s.
- Nr 775 Eliasson, L., Granlund, P., von Hofsten, H. & Björheden, R. 2012. Studie av en lastbils monterad kross– CBI 5800 – Study of a truck-mounted CBI 5800 grinder. 16 s.
- Nr 776 Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T. von Hofsten, H. & Lundström, H. 2012. Flisstorlekens effekt på en stor skivhuggs bränsleförbrukning och prestation. – Effects of target chip size on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 12 s.
- Nr 777 Eliasson, L., Granlund, P. & Lundström, H. 2012. Effekter på bränsleförbrukning, prestation och fliskvalité av klenträd vs bränsleved som råvara vid flisning med en stor skivhugg. – Effects of raw material on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 12 s.
- Nr 778 Friberg, G. & Jönsson, P. 2012. Kontroll av noggrannheten av GPS-positionering hos skördare. – Measuring precision of GPS positioning on a harvester. 9 s.
- Nr 779 Bergkvist, I. & Lundström, H. 2012. Systemet ”Besten med virkeskurir” i praktisk drift – Erfarenheter och Utvecklingsmöjligheter – Slutrapport från utvecklingsprojekt i samarbete med Södra skog och Gremo.– The ‘Besten with forwarders’ unmanned logging system in practical operation – experiences and development potential. Final report from development project in collaboration with Södra skog and Gremo 25 s.
- Nr 780 Nordström, M. 2012. Validering av funktioner för beräkning av kvantitet skogsbränsle vid stubbskörd – en pilotstudie. – Validation of functions for calculating the quantity of forest fuel in stump harvest – a pilot study. 33 s.
- Nr 781 Fridh, L. 2012. Utvärdering portabla fukthaltsmätare – Evaluation of portable moisture meters. 28 s.
- Nr 782 Johannesson, T., Fogdestam, N., Eliasson, L. & Granlund, P. 2012. Effekter av olika inställningar av den eftersträvade flislängden på prestation och bränsleförbrukning för en Bruks 605 trumhugg. – Effects of chip-length settings on productivity and fuel consumption of a Bruks 605 drum chipper.
- Nr 783 Hofsten von, H. & Johannesson, T. & Anerud, E. 2012. Jämförande studie av två stubbrytningsaggregat, Biorex 50 och Stubbfräsen – Effekter på stubbskördssystemet från brytning till grovkrossning på avlägg. – Comparative study of two stump lifting heads, Biorex 50 and the Rotary stump cutter – Effects on stump procurement system from lifting to grinding on landing 18 s.
- Nr 784 Arlinger, J. Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. Modern kommunikation med skogsmaskiner. – StanForD 2010. – Modern communication with forest machines. 16 s.
- Nr 785 Arlinger, J. Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. Modern communication with forest machines StanForD 2010. – Modern kommunikation med skogsmaskiner. p. 16.

## 2013

- Nr 786 Grönlund, Ö. & Eliasson, L. 2013. Knivslitage vid flisning av grot. Effects of knife wear on performance and fuel consumption for a small drum chipper. 12 s.
- Nr 787 Sonesson, J. & von Hofsten, H. 2013. Effektivare fältarbete med nya datakällor för skogsbruksplanering.
- Nr 788 Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller, J.J. 2013. Kvalitetssäkring av beräkningsresultat från hprCM och konvertering av pri- till hpr-filer. – Quality assurance of calculation results from hprCM and conversion of prifiles to hpr files. 24 s.
- Nr 789 Brunberg, T. 2013. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare 2012. – Fuel consumption in forest machines 2012. 12 s.
- Nr 790 Eliasson, L. 2013. Skotning av hyggestorkad grot. 11 s.
- Nr 791 Andersson, G. & Frisk, M. 2013. Skogsbrukets transporter 2010. – Forestry transports in 2010. 91 s.
- Nr 792 Nordström, M. & Möller, J.J. 2013. Kalibrering av skördarens mätsystem. – En kartläggning av nuläge och utvecklingsbehov. A review of current status and development needs. 15 s.
- Nr 793 Lombardini, C., Granlund, P. & Eliasson, L. 2013. Bruks 806 STC. 0150 – Prestation och bränsleförbrukning. 9 s.
- Nr 794 Fridh, L. 2013. Kvalitetssäkrad partsmätning av bränsleved vid terminal. – Quality-assured measurement of energy wood at terminals.
- Nr 795 Hofsten von, H. & Brantholm, M.-Å. 2013. Kostnader och produktivitet i stubbskörd – En fallstudie. 9 s.
- Nr 796 Brunberg, T. & Iwarsson Wide, M. 2013. Underlag för prestationshöjning vid flerträds-hantering i gallring. – Productivity increase after multi-tree handling during thinning. 7 s.
- Nr 797 Spatial distribution of logging residues after final felling. – Comparison between forest fuel adapted final felling and conventional final felling methods. Trädresternas rumsliga fördelning efter slutavverkning. – Jämförelse mellan bränsleanpassad och konventionell avverkningsmetod. 19 s.
- Nr 798 Möller, J.J., Arlinger, J. & Nordström, M. 2013. Test av StanForD 2010 implementation i skördare.
- Nr 799 Björheden, R. 2013. Är det lönsamt att täcka grotten? Effekten av täckpappens bredd på skogsbränslets kvalitet. – Does it pay to cover forest residue piles? The effect of tarpaulin width on the quality of forest chips. 15 s.
- Nr 800 Almqvist, C. 2013. Metoder för tidig blomning hos tall och gran. – Slutrapport av projekt 40:4 finansierat av Föreningen skogsträdsförädling. – Early strobili induction in Scots pine and Norway spruce. – Final report of Project no. 40:4, funded by the Swedish Tree Breeding Association. 26 s.
- Nr 801 Brunberg, T. & Mohtashami, S. 2013. Datoriserad beräkning av terrängtransportavståndet. – Computerised calculation of terrain transport distance. 8 s.
- Nr 802 Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobson, S., Wilhelmsson, L. & Arlinger, J. 2013. Analyses of forest management systems for increased harvest of small trees for energy purposes in Sweden. – Analys av skogsskötselsystem för ökat uttag av klen träd som bränslesortiment. s 32.

- Nr 803 Edlund, J., Jonsson, R. & Asmoarp, V. 2013. Fokusveckor 2013 – Bränsleuppföljning för två fordon inom ETTdemo-projektet, ST-kran och ST-grupp. – Focus Weeks 2013. – Monitoring fuel consumption of two rigs in the ETTdemo project, ST-crane and ST-group. 22.s.
- Nr 804 Iwarsson-Wide, M., Kenneth Olofsson, Martin Sjödin, Per-Ove Torstensson, Jörgen Wallerman, Marcus Larsson, Andreas Barth, Tord Aasland 2013. Effektiv volymupp skattning av biomassa i vägkanter och ungskogar med laserdata. – Effective estimate of biomass volume on roadsides and in young forests using laser data. 40 s.
- Nr 805 Iwarsson-Wide, M., L., Bäfver, Renström, C. & SwedPower, P. 2013. Fraktionsfördelning som kvalitetsparameter för skogsbränsle. – Kraft- och värmeverkens perspektiv. 34 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. 799–2013



[www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se)