

## TORRHALTSBESTÄMNING AV SPÅNPROV UTTAGNA MED MOTORSÅG

*Mats Nylinder och Hans Fryk*

### Sammanfattning

Intresset för att fastställa torrhalten i virke har ökat i och med att användning av virke till förbränning vuxit. Torrhalten är en grundläggande parameter för att fastställa energimängden och kvantiteten vid vägning. Under de senaste 20-30 åren har en rad metoder för uttag av torrhaltsprov provats såväl i Sverige som utomlands. De flesta av dessa bygger på olika tekniska utformningar av provtagningsutrustning för att få representativa prov. Variationen i torrhalt inom stamved och mellan stockar talar för att man inte bör inrikta utveckling mot att söka utveckla metoder som har så god noggrannhet och precision för ett enskilt prov utan finna en metod som är robust för en trave som helhet. En sådan metod kan vara att göra en enkel provsamlingsficka för en standardmotorsåg och ta ett antal ”snitt” i en trave för att få spån från så många stockar som möjligt i traven. Syftet med denna studie är att för en sådan lösning få en uppfattning om vilka avvikelser som föreligger mellan torrhalten i spån från en motorsåg och intilliggande ved.

För att klarlägga detta uppsamlades spån från ett helt sågsnitt intill en trissa och ett halvt snitt på andra sidan trissan innan denna sågades fram. Det halva snittets djup i stocken bestämdes genom en visuell bedömning av halva stockdiametern. Spån från sågen uppsamlades i en spånficka kopplad till motorsågen som byggdes för denna studie.

För att minimera eventuell risk för uttorkning av speciellt spån, men även av trissorna, vägdes proven i direkt anslutning till provtagningen i skogen. För att belysa vedens betydelse för provtagningen togs prov av olika trädslag, virke av olika dimensioner, ofruset och fruset virke samt lagrat virke. Detta projekt genomfördes inom ramen för FoU-programmet ”Effektivare skogsbränslesystem” som drivs av Skogforsk.

Resultatet av studien visar att ingen signifikant skillnad kunde påvisas mellan torrhalten i spån från halva snitt, hela snitt eller i mellanliggande trissa. Endast för färsk ek och lagrad klen ek gav de tre metoderna olika

torrhalt. För dessa ekprov uppmättes högre torrhalt i spån än i trissorna. Det avvikande resultatet för ek är litet vad gäller uppmätta medelvärden och avvikelserna är inte de samma mellan metoderna för de olika försöksleden. Ytterligare studier bör därför genomföras för tyngre trädslag likt ek.

Sammanfattningsvis talar resultatet i denna studie för att en konventionell motorsåg men spånsmalare kan användas som redskap för att insamla prov i rundved för torrhaltsbestämning.

*Nyckelord:* Bränsleved, provtagning, torrhalt.

### Bakgrund och syfte

Under de senaste 20-30 åren har en rad metoder för uttag av torrhaltsprov provats såväl i Sverige som utomlands. I Kanada har man haft metoder som byggt på att man sågat ut en eller flera trissor per lastbilsladd (Björklund, L., 1989). I Norge utvecklades tidigt en kedjefräs som sedan fick efterföljare i Centraleuropa och används fortfarande. Denna fräs bygger på att svärdet var kilformat i syfte att få en bra representativitet mellan kärna och splint (Braathe, P. & Okstad, T., 1964). Under en period mellan 1975-1990 då trädelsortimentet blev stort i Sverige utvecklades en metod med borrar monterade på en truck eller monterade på en arm som svängdes ut över lasset. I dessa studier studerades spridning mellan prov och inverkan av snö och is mm (Nylinder, M. & Fryk, H., 1985). Alla dessa metoders syfte var att få ut representativa prov på torrhalten i en trave av massaved eller träddeklar. Nya studier genomförda vid institutionen för skogens produkter under 2008-2010 (Hultnäs, M. & Jonsson, M., kommande) visar att spridningen mellan prov i en och samma massavedsstock är större än man tidigare vetat vilket indikerar att det är mycket svårt att ta ut ett prov som representerar torrhalten i en enskild stock (Hultnäs, M. & Jonsson, M., kommande). Studier under 2010 har genomförts där prov tagits ur travar av bränsleved på ett mycket ”enkelt sätt” med motorsåg. Resultatet från dessa studier indikerar att en möjlighet kan vara att ta fram en modifierad motorsåg och ta spån-

prov efter sidan på en trave och få en relativ god uppfattning om travens torrhalt (Larsson, F., 2011). En sådan variant av provtagning finns i drift vid ett stort antal mätplatser i Österrike (Anon 2004, Hultnäs, M., 2010).

Genomförda arbeten och existerande metoder talar för att man inte bör inrikta utveckling mot att söka utveckla metoder som har så god noggrannhet och precision för ett enskilt prov utan finna en metod som är robust för en trave som helhet. En sådan metod kan vara att göra en enkel provsamlingsficka för en standardmotorsåg och ta ett antal ”snitt” i en trave för att få spån från flera delar av traven. Syftet med denna studie är att för en sådan lösning få en uppfattning om vilka avvikelser som föreligger mellan torrhalten i spån från en motorsåg och intilliggande ved. Parallellt med denna studie provades motorsågen med spånficka i studier för provtagning i travar av bränsleved (Nylinder, M. & Fryk, H., 2012).

## Material och metod

### Försöksvirke

I studien som utfördes vid tre tillfällen ingick virke av tall, gran, björk och ek samt rötskadad gran, i två dimensionsklasser, < 15 cm och > 20 cm. Ved av tre färskhetsklasser ingick:

- nyavverkad, uttagen i september 2011
- sommartorkad, uttagen i oktober 2011
- frusen, uttagen i februari 2012

Den nyavverkade respektive frusna veden tillhandahölls av Holmen Skog AB i Länna och utvaldes i avverkningar i Uppland medan provtagningen av den sommartorkade veden utfördes vid ENA Energis virkesterminal Stenvreten i Enköping.

För varje klass och träslag togs 15 prov vilket resulterade i: 5 trädslag × 2 dimensioner × 3 färskhetsklasser = 450 prov. Dock varierar antalet prover i vissa klasser på grund av avsaknad av provvirke. Provtagningen utfördes på för ändamålet upplagt virke eller i vältor vid bilväg (Figur 1).

### Uttag av prover

Provtagningen utfördes med en motorsåg, Husqvarna 346 XPG, som utrustats med en anordning som med hjälp av en papperspåse samlade upp sågspånet från varje enskilt provtagningssnitt (Figur 2). Provtagningen utfördes i följande tre steg (Figur 3):

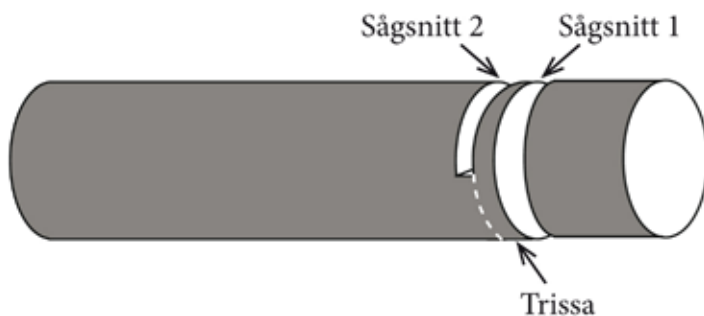
1. Första sågsnittet på varje provstock gjordes ca 40-50 cm in från stockändan och var helt, dvs. stocken sågades av helt. Papperspåsen med spånet numrerats och byttes ut mot en ny tom påse.



Figur 1. Virke upplagt för provtagning, färskt överst och sommartorkat ovan.



Figur 2. Uttag av spånprover med en motorsåg utrustad med spånuppsamlare.



Figur 3. Sågsnittens och trissans läge på provstock.

2. Ett nytt snitt sågades ca 3-5 cm från den nya stockändan. Detta snitt sågades till mitten av stocken varefter spånpåsen togs bort från sågen och numrerades.

3. Därefter fullföljdes detta halva snitt varvid en trissa erhöles mellan de båda snitten.

Efter att samtliga spånprover och trissor i en dimensionsklass uttagits vägdes de på en mobil våg i direkt anslutning till provtagningsplatsen (Figur 4). Därefter transporterades allt provmaterial till institutionen för skogens produkter i Ultuna för torrhaltsanalys. Där noterades även trissornas diameter.



Figur 4. Uttagna prover från en stock till överst och vägning på mobil våg ovan.

### Yttre faktorer

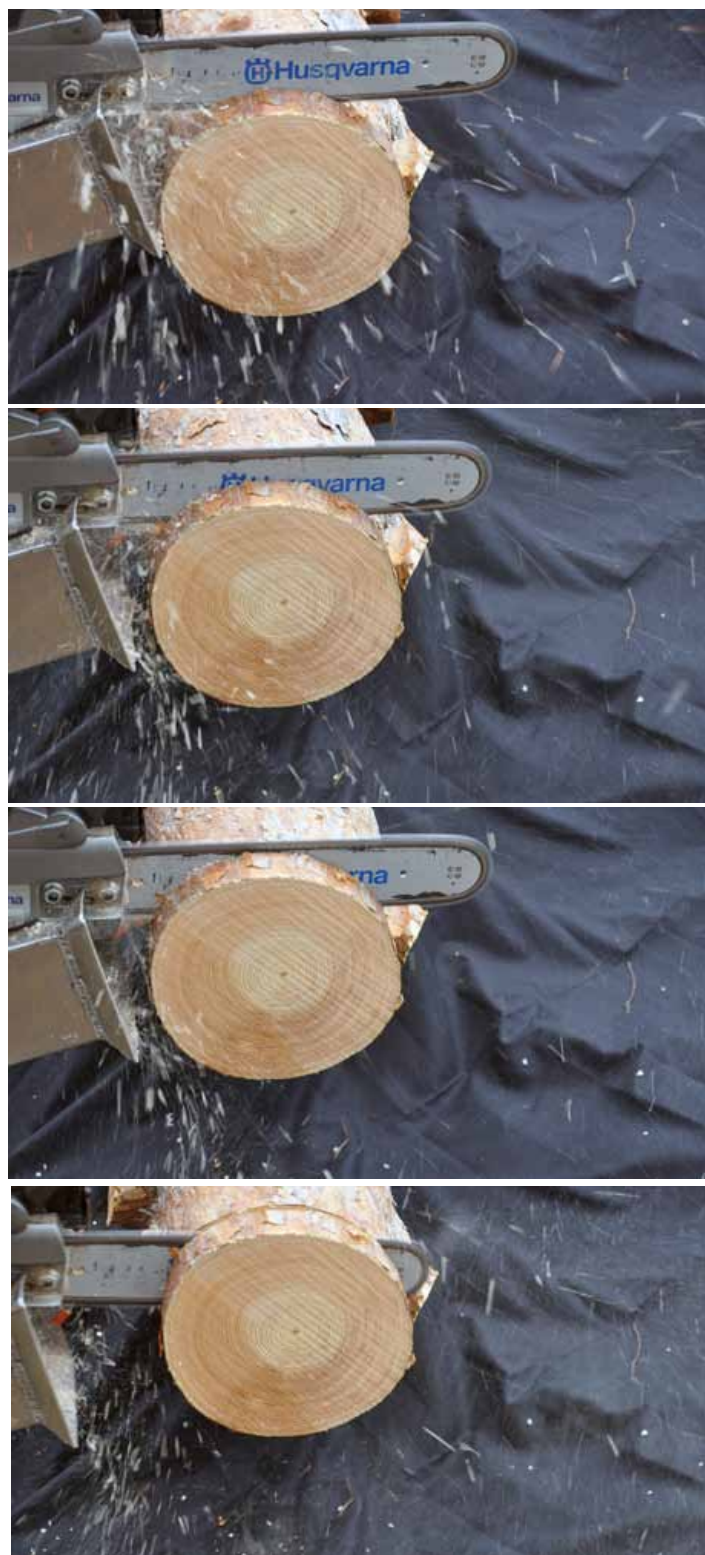
För att få ett mått på yttre faktorer som i samband med provtagning eventuella skulle kunna påverka spånprovrens och trissornas torrhalter utfördes följande två separata mätningar:

- spillet av sågspån från sågen vid provuttag
- mängden sågkedjeolja som följde med sågkedjan ut i proverna

### Spånspill vid provuttag

Spillet av sågspån mättes genom att spånet fångades upp på ett tygskynke som placerats på marken under kapstället på stocken (Figur 5). Efter varje snitt (med propåse monterad på sågen) samlades spånspillet ihop och vägdes. Totalt sågades 10 snitt, fem genom hela stocken och fem genom halva.

Det genomsnittliga spillet utgjorde ca 11 % av den totala vikten spån. Mängden spån som inte fångas upp i påsen beror till stor del på själva motorsågens avstånd och vinkel till stockens mantelyta.



Figur 5. Bildserie som visar spillet av sågspån vid provtagning med ett halvt snitt.

### Mängden sågkedjeolja i proverna

Mängden sågkedjeolja som lämnade sågsvärdet under provtagning mättes genom att sågsvärdet hölls ca 10 cm från ett lodrätt monterat pappersark under gaspådrag (Figur 6). Varje gaspådrag motsvarade den ungefärliga tiden för hel- och halvsnitt genom stocken vid provtagning, dvs. 4 respektive 2 sekunder.



Figur 6. Sågkedjeolja som fångats upp på ett pappersark vid gaspådrag.

Totalt gjordes 10 mätningar, fem av vardera tidskategori och med ca en minuts mellanrum mellan varje gaspådrag då sågen gick på tomgång. Uppehållet motsvarade den tid det tog att under pågående provuttag byta spånpåse på sågen. Efter varje gaspådrag vägdes arket innan det torkades i torkskåp ett dygn, därefter vägdes det igen. Vägningen försvårades dock av att oljan på pappersarket ofta innehöll spånrester som var svåra att separera från provet före vägning. På detta vis erhöles vikten av kedjeoljan både före och efter torkning i torkskåp, allt för att efterlikna torrhaltsbestämningen av spånprover och trissor i studien. Den uppvägda mängden olja var i medeltal 0,6 gram för båda sågsnittstyperna.

För att även få en uppfattning om utomhustemperaturns eventuella påverkan av mängden kedjeolja i proverna förvarades sågen i minus 20° C i en timme varefter fem stycken 4-sekunders gaspådrag mot pappersark utfördes med efterföljande arkvägning. Vikten av oljan på pappersarken i detta försök visade sig vara i medeltal 0,59 gram. Även den mobila vågens noggrannhet jämfördes med en stationär laborievåg och fanns avvika med ca 0,1 gram.

## Resultat

I följande tabeller redovisas uppmätta torrhalter och standardavvikelser för de olika försöksleden. I Tabell 4-6 redovisas resultat från studieledet vad gäller andel spån som uppfångas samt inverkan av stänk av sågkedjeolja.

Tabell 1. Aritmetiska medelvärden för uppmätt torrhalt på färskt virke, % (standardavvikelsen kursivt).

Färskt virke	Antal	Helsnitt		Halvsnitt		Trissa	
Tall, klent	15	28,6	<i>3,5</i>	27,3	<i>3,2</i>	28,3	<i>3,2</i>
Tall, grovt	15	34,7	<i>2,5</i>	34,3	<i>2,0</i>	34,3	<i>2,5</i>
Samtliga	30	31,6	<i>4,3</i>	30,8	<i>4,4</i>	31,3	<i>4,2</i>
Gran, klent	13	35,3	<i>4,2</i>	34,9	<i>4,5</i>	35,2	<i>4,2</i>
Gran, grovt	15	34,2	<i>3,5</i>	32,7	<i>3,7</i>	33,5	<i>3,3</i>
Samtliga	28	34,7	<i>3,8</i>	33,8	<i>4,2</i>	34,4	<i>3,7</i>
Rötgran, klent	15	38,0	<i>2,1</i>	37,0	<i>1,8</i>	38,5	<i>2,1</i>
Rötgran, grovt	15	40,2	<i>2,5</i>	39,7	<i>2,9</i>	40,3	<i>2,9</i>
Samtliga	30	39,1	<i>2,5</i>	38,4	<i>2,8</i>	39,4	<i>2,7</i>
Björk, klent	15	35,5	<i>2,6</i>	33,7	<i>3,1</i>	35,8	<i>2,0</i>
Björk, grovt	15	49,0	<i>1,1</i>	38,3	<i>1,1</i>	39,0	<i>1,0</i>
Samtliga	30	37,3	<i>2,6</i>	36,0	<i>3,3</i>	37,4	<i>2,2</i>
Ek, klent	15	40,8	<i>0,9</i>	39,3	<i>0,8</i>	41,4	<i>0,8</i>
Ek, grovt	15	41,8	<i>0,2</i>	40,9	<i>0,3</i>	41,7	<i>0,2</i>
Samtliga	30	41,3	<i>0,8</i>	40,1	<i>1,0</i>	41,5	<i>0,6</i>
<b>TOTALT</b>	<b>148</b>	<b>36,8</b>		<b>35,8</b>		<b>36,8</b>	

Tabell 2. Aritmetiska medelvärden för uppmätt torrhalt på lagrat virke, % (standardavvikelsen kursivt).

Lagrat virke	Antal	Helsnitt		Halvsnitt		Trissa	
Tall, klent	15	39,3	<i>5,5</i>	37,5	<i>4,4</i>	39,7	<i>4,4</i>
Tall, grovt	15	59,9	<i>3,4</i>	59,8	<i>3,7</i>	58,0	<i>3,4</i>
Samtliga	30	49,6	<i>11,4</i>	48,6	<i>12,0</i>	48,9	<i>10,0</i>
Gran, klent	15	31,1	<i>3,8</i>	29,6	<i>4,3</i>	31,8	<i>3,9</i>
Rötgran, grovt	15	47,3	<i>6,5</i>	46,7	<i>6,5</i>	47,1	<i>6,9</i>
Samtliga	30	39,2	<i>9,8</i>	38,2	<i>10,2</i>	39,5	<i>9,5</i>
Björk, klent	15	45,4	<i>3,7</i>	43,9	<i>4,6</i>	46,7	<i>2,3</i>
Björk, grovt	15	46,5	<i>1,9</i>	45,8	<i>1,9</i>	46,5	<i>2,0</i>
Samtliga	30	46,0	<i>3,0</i>	44,9	<i>3,6</i>	46,6	<i>2,1</i>
Ek, klent	15	58,0	<i>1,9</i>	58,7	<i>2,3</i>	54,2	<i>2,4</i>
Ek, grovt	15	56,0	<i>1,5</i>	56,9	<i>2,1</i>	55,1	<i>3,8</i>
Samtliga	30	57,0	<i>2,0</i>	57,8	<i>2,3</i>	54,7	<i>3,1</i>
<b>TOTALT</b>	<b>120</b>	<b>48,0</b>		<b>47,4</b>		<b>47,4</b>	

Tabell 3. Aritmetiska medelvärden för uppmätt torrhalt på fruset virke, % (standardavvikelsen kursivt).

Fruset virke	Antal	Helsnitt		Halvsnitt		Trissa	
Tall, klent	15	42,1	5,3	42,7	5,9	38,6	6,2
Tall, grovt	15	49,3	4,1	49,2	4,3	48,6	4,5
Samtliga	30	45,7		46,0		43,6	
Gran, klent	15	40,8	8,3	42,2	6,3	42,8	4,7
Rötgran, grovt	15	50,2	3,1	50,4	2,7	50,4	5,3
Samtliga	30	45,5		46,3		46,6	
<b>TOTALT</b>	<b>60</b>	<b>45,6</b>		<b>46,2</b>		<b>45,1</b>	

Andel spån som uppsamlas vid sågning av ett helt snitt redovisas i Tabell 4 och i Tabell 5 uppmätt torrhalt i spånnet som hamnade i spånfickan respektive det spån som hamnade på underliggande presenning.

Tabell 4. Andel spån som samlas upp vid sågning av helt snitt.

Prov nr	Spånficka Rå vikt, gram	Spill Rå vikt, gram	Andel spill %
1	200,1	20,1	10,0
2	203,9	22,1	10,8
3	221,0	26,7	12,1
4	212,5	24,9	11,7
5	198,8	30,1	15,1

Tabell 5. Torrhalt i spån i spånficka respektive spån som inte fångades upp.

Prov nr	Spånficka Torrhalt, %	Spill Torrhalt, %
1	46,9	48,8
2	46,8	48,7
3	48,7	50,9
4	46,7	46,6
5	46,6	42,7
<b>Medelvärde</b>	<b>47,1</b>	<b>47,5</b>

En fråga som ställts är om oljestänk från motorsågen påverkar spånets torrhalt. I Tabell 6 redovisas vikten av sågkedjeolja som uppfångades på pappersark vid tio provmätningar.

Tabell 6. Viktsökning av oljestänk på uppsamlingspapper.

Prov nr	Rå vikt, gram	Torr vikt, gram
<b>Helsnitt</b>		
1	9,9	9,3
2	9,8	9,2
3	9,9	9,3
4	10,0	9,2
5	10,1	9,3
<b>Halvsnitt</b>		
1	9,8	9,2
2	9,8	9,2
3	9,9	9,3
4	9,9	9,2
5	9,9	9,2
<b>Nedfryst motorsåg</b>		
1	9,8	9,3
2	9,7	9,3
3	9,7	9,2
4	9,9	9,3
5	9,8	9,3
<b>Rent papper</b>		
	9,8	9,3

### Signifikanstest

Modell:  $Y_{ij} = \mu_i + \epsilon_{ij}$   $i = 1, 2, 3$  och  $j = 1, \dots, N_i$  ( $N_i$  är regel = 15 med ett undantag).

Nollhypotes:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$  dvs. samma genomsnittliga torrhalt för helsnitt, halvsnitt och trissa.

Mothypotes: Ej alla medelvärden lika.

$$\text{Testvariabel: } \frac{SSB/(3-1)}{SSW/(45-3)}$$

som är F-fördelad med 3 resp. 42 frihetsgrader under vissa förutsättningar om normalitet, samma varianser för observationer i de tre kategorierna och oberoende mellan stickproven (i ett fall divideras SSW med 39-3). SSB: Kvadratsummorna för metoderna. SSW: Kvadratsummorna för proven.

Virkestyp	Färskt		Lagrat		Fruset	
	F	p-value	F	p-value	F	p-value
Tall, klent	0,64	0,53	0,90	0,41	2,18	0,13
Tall, grovt	0,15	0,86	1,40	0,26	0,12	0,89
Gran, klent	0,04	0,96	1,18	0,32	0,36	0,70
Gran, grovt	0,69	0,51	-	-	0,01	0,99
Rötgran, klent	2,18	0,13	-	-		
Rötgran, grovt	0,20	0,82	0,03	0,97		
Björk, klent	2,85	0,07	2,20	0,12		
Björk, grovt	2,15	0,13	0,66	0,52		
Ek, klent	25,2	0,00	18,00	0,00		
Ek, grovt	64,4	0,00	1,73	0,19		

## Slutsatser

Signifikanta skillnader föreligger för färskt virke när det gäller klen ek och grov ek ( $p < 0.01$ ). Även för lagrat virke föreligger signifikans för klen ek ( $p < 0.01$ ). För färskt virke, klen björk, signifikans på 10 % - nivån erhållits ( $p = 0.07$ ). I övrigt inga signifikanta skillnader.

## Diskussion

Målsättningen med studien var att undersöka eventuella avvikelser i torrhalt mellan spån från en konventionell motorsåg och en närliggande trissa. Spånet togs ut med ett helt sågsnitt intill en trissa och ett halvt snitt på andra sidan trissan innan denna sågades fram. Det halva snittets djup i stocken bestämdes genom en visuell bedömning av nivån för halva stockdiametern. Spånet från sågen uppsamlades i en spånficka kopplad till motorsågen som byggdes för denna studie.

I en mindre tilläggsstudie mättes andelen spån som samlades upp i spånfickan och spill som hamnade bredvid. Uppsamlingsgraden berodde mycket på hur sågen vinklades mot och dess avstånd till stammen, men var i nivån 90 %. Någon skillnad i torrhalt för spån från spånfickan respektive spill kunde inte konstateras. Stänk av kedjeolja från motorsågen mättes och visades sig ha marginell eller ingen betydelse för studiens resultat.

För att minimera eventuell risk för uttorkning av speciellt spån, men även av trissorna, vägdes proven i direkt anslutning till provtagningen i skogen. För att belysa vedens betydelse för provtagningen togs prov av olika träslag, virke av olika dimensioner, ofruset och fruset virke samt lagrat virke.

Resultatet av studien visar att ingen signifikant skillnad kunde påvisas mellan torrhalten i spån från halva

snitt, hela snitt eller i mellanliggande trissa. Endast för färsk ek och lagrad klen ek gav de tre metoderna olika torrhalt. För dessa ekprov uppmättes högre torrhalt i spånet än i trissorna. Det avvikande resultatet för ek är litet vad gäller uppmätta medelvärden och avvikelserna är inte den samma för hela resp halva sågsnitt. Ytterligare studier bör därför genomföras för tyngre träslag likt ek.

Sammanfattningsvis talar resultatet i denna studie för att en konventionell motorsåg men spånsmalare kan användas som redskap för att insamla prov i rundved för torrhaltsbestämning.

## Referenser

- Anon 2004. Industrie Rundholz. Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier, Wien.
- Björklund, L., 1988. Vägning av massaved med torrhaltsbestämning. Rapport 198, institutionen för virkeslära, SLU, Uppsala.
- Braathe, P., Okstad, T. 1964. Omsetning av trevirke basert på veiting og tørrstoffbestemmelser. Meddelelser fra Det Norske skogforsöksvesen, nr 72, bind XX hefte 1. Pp. 64.
- Hultnäs, M., 2010. Nuvarande kunskapsläge för användningen av kedjefräsa. PM 2010-02-17, SLU, inst. för skogens produkter, Uppsala.
- Hultnäs, M. 2012. Weight scaling - methods to determine the quantity of pulpwood. Acta Universitatis Agriculturae Suecicae 2012:34. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala.
- Hultnäs, M., Jonsson, M. Kommande. Variation in moisture content of Norway spruce and its consequences for sampling to determine the dry matter content.
- Larsson, F., 2011. Mätning av bränsleved – Fastvolym, torrhalt eller vägning? Rapport nr 18, institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala.
- Nylinder, M. & Fryk, H., 1985. Mätning av träd och träddelar vid Gruvöns bruk, 2, Rapport 166, inst. för virkeslära, SLU, Uppsala.
- Nylinder, M. & Fryk, H., 2012. Mätning av bränsleved vid ENA Energi AB i Enköping. Research Results No 9. SLU, institutionen för skogens produkter, Uppsala.



Mats Nylinder  
mats.nylinder@slu.se  
Tel: 018-672470

Hans Fryk  
hans.fryk@slu.se  
Tel: 018-672518