



Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens produkter, Uppsala

Mätning av grotflis

Measuring of fuel chips



Daniel Nilsson, Mats Nylinder,
Hans Fryk & Jonaz Nilsson

The Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Forest Products, Uppsala

Uppsala 2012
ISSN: 1654-1383

Report No 21

Rapport nr 21



Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens produkter, Uppsala

Mätning av grotflis

Measuring of fuel chips

Daniel Nilsson, Mats Nylinder,
Hans Fryk & Jonaz Nilsson

The Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Forest Products, Uppsala

Report No 21

Uppsala 2012
ISSN: 1654-1383

Rapport nr 21

Sammanfattning

Handeln av grothflis, flis från grenar och toppar vid slutavverkning, har ökat kraftigt under de senaste åren. Inmätningen sker vanligtvis vid mottagningsplatsen och betalningen sker vanligen utifrån energiinnehåll med uppgift om fukthalt.

Syftet med denna studie har varit att jämföra olika mätmetoder för grothflis som bygger på volym, vikt och olika sätt att uppskatta fukthalten. Den metod som antas som facit bygger på 10 prover per container vilket innebär 30 prover per leverans. Detta ”facit” har jämförts med sex alternativa sätt att beräkna lassens energivärde. En av metoderna är den som tillämpas av VMF Syd och en annan är en metod som bygger på en finsk modell att uppskatta fukthalten. Studien är avgränsad till 44 leveranser grothflis, i huvudask från barrträd, under vinter och sommarförhållanden och transporten har skett i ekipage om tre fliscontainrar.

Medelfukthalten för de vinterkörda leveranserna bestämdes via 10 prov per container, LNU/SLU, till 39,3 % medan VMF Syd uppmätte en medelfukthalt på 38,7 %, via den finska metoden uppskattades fukthalten för de vinterkörda leveranserna till 45,5 %. Medelfukthalten för de sommarkörda leveranserna bestämdes av LNU/SLU till 27,9 %, av VMF Syd till 27,0 % medan uppskattningen via den finska metoden gav en medelfukthalt på 30 %.

De vinterkörda ekipagen hade enligt det antagna facit, LNU/SLU, ett energiinnehåll i medeltal på 104,2 MWh medan energiinnehållet enligt fukthalten från VMF blev energiinnehållet i medeltal 105,7 MWh och då fukthalten bestämdes med den finska metoden blev energiinnehållet i medeltal 90,8 MWh. För de sommarkörda leveranserna blev energiinnehållet i medeltal 110,8 MWh enligt LNU/SLU, 112,5 MWh enligt VMF Syd och 105,7 MWh enligt den finska metoden.

När det gäller de olika mätmetoderna visade det sig att M6, energivärde direkt ifrån mätsedel, var den bästa med en kvotspredning på 6,4 % i jämförelse med antaget facitvärde beräknat enligt LNU/SLU. Anledningen till detta är att denna mätning baseras på av fukthalten och beräknat effektivt värmevärde för varje enskild leverans medan de andra bygger på ett beräknat ”erfarenhetstal” för energiinnehåll per ton respektive per m³s för leveranserna i studien. Om mätningen istället baseras på erfarenhetstal istället för fukthaltsmätning visar resultaten att volymmätning ger en mindre kvotspredning, runt 10 %, jämfört med viktbaserad mätning där

kvotspridningen hamnar på ca 17 % jämfört med facit. Fukthaltsmätning enligt den finska metoden ger en kvotspridning på ca 15 %.

Volymminskningen under transport för alla leveranser i studien uppmättes i medeltal till strax över 2 % och resultaten visar också att den största volymminskningen, ca 70 %, sker redan under de första kilometrarna. Skillnaden mellan VMFs volymmätning och den mer noggranna volymmätningen utförda av LNU/SLU visade sig vara endast 0,5 %. Men då lassen krattats för att möjliggöra denna mätning har även VMFs inmätning förenklats.

Nyckelord: Mätning, grotflis, energiinnehåll, värmevärde, torrhaltsmetoden, fukthalt, volymmätning

Summary

Trade in chipped forest fuel has increased heavily in recent years. The scaling usually happens at industry receiving site and payment is usually based on the total energy and moisture content.

The purpose of this study has been to compare different scaling methods for fuel chips from forest residues based on volume, weight and different ways of estimating the moisture content. The method used to estimate the true value is based on determining the moisture content via 10 samples per container, which means 30 samples per delivery, and the total delivered mass of forest residue chips. This true value of the total energy content has then been compared to six other methods for determining the total energy content in the delivery. One of these methods is the one used by VMF Syd (The Timber Measurement Association of South Sweden), another is a method based on a Finnish model for determining the moisture content. The study is limited to 44 deliveries of forest residue chips, mainly from conifers, during winter and summer conditions and transportation is in deliveries of three containers.

The average moisture content for the deliveries in wintertime was determined through 30 samples per delivery, by LNU/SLU, to be 39.3%, while VMF Syd measured the average moisture content to be 38.7%. Using the Finnish method the average moisture content was estimated to be 45.5%. For the deliveries during summer conditions the average content was determined to be 27.9%, LNU/SLU, and 27.0%, VMF Syd. The moisture content for these deliveries were estimated via the Finnish method to be 30%.

The total average energy content for the deliveries during winter conditions was determined by LNU/SLU to be 104.2 MWh while the energy content determined via the moisture content determined by VMF Syd to be an average of 105.7 MWh. When the moisture content was estimated via the Finnish method average energy content was calculated to be 90.8 MWh. For the deliveries during summer conditions an average energy content was calculated to be 110.8 MWh according to LNU/SLU, 112.5 MWh, according to VMF Syd, and 105.7 MWh when the moisture content was estimated by the Finnish method.

When the different methods for scaling were compared it was shown that the method M6, energy content directly from receipt, was the best with a standard deviation for the ratio between the two methods of 6.4% in

comparison to the LNU/SLU method. The reason for this is that this method is based on a measurement for each specific delivery while the other methods is based on detailed experiential knowledge of the energy content per tonne and per m³ loose for the deliveries in this study. If the measurements are based on experience rather than measurement of the moisture content for each individual delivery the results show that a volume measurement is more accurate with a standard deviation for the ratio between the two methods of around 10% than a weight-based measurement with a standard deviation of around 17%. If the moisture content is estimated via the Finnish method and weight-based measurement gives a standard deviation of around 15%.

The volume reduction during transport for all deliveries was determined to be just over 2%, and the results also show that the greatest volume reduction, approximately 70%, happens during the first few kilometers. The difference between the volume measured by VMF Syd and LNU/SLU turned out to be only 0.5%. But it must be considered that the chips in every container have been flattened to make the measurement possible via the LNU/SLU method.

Key words: Measuring, forest residual chips, energy content moisture content, volume measuring

Abstract

Trade in chipped forest fuel has increased heavily in recent years. The scaling usually happens at industry receiving site and payment is usually based on the total energy and moisture content.

The purpose of this study has been to compare different scaling methods for fuel chips from forest residues based on volume, weight and different ways of estimating the moisture content. The method used to estimate the true value is based on determining the moisture content via 10 samples per container, which means 30 samples per delivery, and the total delivered mass of forest residue chips. This true value of the total energy content has then been compared to six other methods for determining the total energy content in the delivery. One of these methods is the one used by VMF Syd (The Timber Measurement Association of South Sweden), another is a method based on a Finnish model for determining the moisture content. The study is limited to 44 deliveries of forest residue chips, mainly from conifers, during winter and summer conditions and transportation is in deliveries of three containers.

When the different methods for scaling were compared it was shown that the method M6, energy content directly from receipt, was the best with a standard deviation for the ratio between the two methods of 6.4 % in comparison to the LNU/SLU method. The reason for this is that this method is based on a measurement for each specific delivery while the other methods is based on detailed experiential knowledge of the energy content per tonne and per m³loose for the deliveries in this study. If the measurements are based on experience rather than measurement of the moisture content for each individual delivery the results show that a volume measurement is more accurate with a standard deviation for the ratio between the two methods of around 10% than a weight-based measurement with a standard deviation of around 17%. If the moisture content is estimated via the Finnish method and weight-based measurement gives a deviation of around 15%.

The volume reduction during transport for all deliveries was determined to be just over 2%, and the results also show that the greatest volume reduction, approximately 70%, happens during the first few kilometers.

Förord

Studien som redovisas i denna rapport har finansierats av Projektet ESS, Effektivare Skogsbränslesystem, som administreras av Skogforsk.

Studien är ett samarbete mellan institutionen för skog och trä vid Linnéuniversitetet, institutionen för skogens produkter vid Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, Södra och VMF Syd.

Projektlots och värd för studien har varit Mats Johansson på Södra Skog.

Ett stort tack riktas till såväl finansiärer, projektlots och personal på Växjö Energi AB, Kalmar Energi AB, Trollhättan Energi AB och Södras personal och underentreprenörer, här inkluderas åkerier och flisare, som ställt upp och varit behjälpliga så att denna studie kunnat genomföras.

Agunnaryd 2012-12-14

Daniel Nilsson

Innehållsförteckning

Sammanfattning

Summary

Abstract

Förord

Innehållsförteckning	7
1 Inledning.....	8
1.1 BAKGRUND	8
1.2 SYFTE	8
1.3 AVGRÄNSNING	9
1.4 TEORI.....	9
1.4.1 GROT - hyggesrester	9
1.4.2 Fukt	9
1.4.3 Askhalt	11
1.4.4 Energiinnehåll.....	11
1.4.4.1 Kalorimetriskt värmevärde	11
1.4.4.2 Effektivt värmevärde	12
1.4.5 Volym	15
1.4.6 Vikt.....	15
1.4.7 Definition lastbil	15
1.4.8 Mätmetoder	16
1.4.9 Statistik.....	16
2 Material och metoder	20
3 Resultat	26
3.1 FUKTHALT	26
3.2 ENERGIINNEHÅLL	28
3.3 UTVÄRDERING AV MÄTMETODER	32
3.4 VOLYM	33
4 Diskussion	37
4.1 FUKTHALTMÄTNING	37
4.2 MÄTMETODER.....	37
4.3 VOLYMMÄTNING.....	39
5 Slutsats.....	40
Referenser.....	40
Bilagor	43

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

Handeln av grothflis, flis från grenar och toppar vid slutavverkning, har ökat kraftigt under de senaste åren. All handel underlättas om både köpare och säljare kan enas om vilken enhet, volym, vikt eller energiinnehåll som skall tillämpas och hur mätningen skall tillgå.

Enheten för kvantitet kan vara lösvolym, rå vikt, torr vikt eller energiinnehåll. Alla enheter och metoder har sina för och nackdelar. Föreliggande studier avser mätning av grothflis.

Brukaren av grothflis vill oftast ha mätning gjort vid mottagningsplats och enheten uttryckt i energiinnehåll med uppgift om fukthalt. Dessa uppgifter är de som bäst kopplar till den energimängd som fås vid förbränning och kunskap om fukthalten medför ökade möjligheter att optimera förbränningen. Säljaren vill ofta för sina beräkningar kunna jämföra priset i samma enheter som gäller för rundved dvs. volym. Med volym uppstår frågor kring flisens packningsgrad som bl.a. beror av huggutrustning, lastningsätt och transportavstånd. Vägs flisen får fukthalten en avgörande betydelse som inte alltid säljaren kan påverka. Köparen av flis kan normalt styra flisning av råvaran med hänsyn till dess uttorkning mm. Affären mellan köpare och säljare i första ledet görs ofta utan avtal om när flisningen och leveransen skall ske.

Idag dominerar två sätt att handla med grothflis. Det ena är att flisen mäts i m^3 vid framkomst till industri. Härvid föreligger en osäkerhet om packningsgrad och hur den förändras under transport. Eventuell omföring av volym till energimängd bygger vid denna typ av mätning på ett erfarenhetstal. Den andra metoden är att flisen vägs och att fukthalten bestäms genom uttag av flisprov. Vägning och fukthaltsbestämning kan dels användas för bestämning av torr vikt dels för att beräkna energimängden.

Föreliggande studie är ett samarbete mellan Södra, Linnéuniversitetet, VMF Syd och SLU, Uppsala. Arbetet har finansierats av Projektet ESS, Effektivare Skogsbränslesystem, som administreras av Skogforsk.

1.2 SYFTE

Syftet har varit att utvärdera och jämföra mätmetoder för grothflis som bygger på volym, vikt och olika sätt att uppskatta fukthalten. Samt en metod som bygger på skattning av fukthalt efter en finsk modell.

Ett delmål är att beräkna flisens sättning, hopsjunkning, under transport vilket gjorts på ca 20 % av de inmätta ekipagen.

1.3 AVGRÄNSNING

Studierna är avgränsade till.

- Endast grotflis av barr (3 st. containrar domineras dock av lövflis)
- Flis under vinter och sommarförhållanden
- Grot som flisats, inte krossats
- Flis transporterad i containrar, tre per ekipage

Fastställande av fukthalt genom torkning av prov i torkskåp.

1.4 TEORI

1.4.1 GROT - hyggesrester

Hyggesrester består av grenar, toppar och småträd som tas tillvara efter slutavverkning. I dagligt tal brukar detta sortiment benämnas grot – grenar och toppar (Ringman 1996).

1.4.2 Fukt

Det finns tre olika sätt att beskriva fuktandelen i trämaterial och dessa är fukthalt, torrhalt och fuktkvot. I den här rapporten har vi valt att använda oss av begreppet fukthalt men de andra två begreppen kommer även de att definieras nedan.

Fukthalten i skogsbränslet har stor betydelse för bränslets värmevärde men även ur lagringsynpunkt, där fukthalten hos skogsbränslet är avgörande för temperaturutvecklingen som i sin tur påverkar den mikrobiella aktiviteten i stacken.

Fukthalten definieras som vattnets procentuella andel av materialets råa massa (Thörnqvist 1984) och beräknas enligt följande formel:

$$f = \frac{m_u - m_o}{m_u} \times 100 [\%]$$

där

f = fukthalten i %

m_u = bränslets massa i rått tillstånd [kg]

m_o = bränslets massa i torrt tillstånd [kg]

Inom värmeindustrin används vanligtvis bränslets torrhalt vilket definieras som den absolut torra vedens procentuella andel av materialets råa massa, denna beräknas genom följande formel:

$$t = \frac{m_o}{m_u} \times 100[\%]$$

där

t = torrhalten i %

Inom övrig träindustri är fuktkvoten det gällande begreppet och definieras som vattnets massa i förhållande till vedens absolut torra massa och kan beräknas med följande formel:

$$u = \frac{m_u - m_o}{m_o} \times 100 [\%]$$

Generellt sett ligger fukthalten för nyavverkade och obearbetade hyggesrester på ca 50 % (Hakkila 1989). Detta styrks av Jirjis & Lethikangas (1993). Efter ca ett halvårs lagring i välta har fukthalten sjunkit till 35-40 % (Nurmi & Hillebrand 2001). En annan studie utförd av Nurmi (1999) uppmättes hyggesresternas fukthalt vid avverkning, i september, till 56,0 % då hyggesresterna lades i processorhögar. I juni året efter skotades hyggesresterna ihop till en välta på avlägg och då hade fukthalten minskat till 46,7 %. Efter ytterligare 3 månaders lagring, då vältan bröts i september efter ett års lagring, hade fukthalten minskat till 28,5 %. Under samma försök skotades hyggesrester från samma avverkning direkt ihop till en välta och efter ett års vältagring uppmättes fukthalten till 42,2 %. En studie utförd av Nilsson m.fl. (2011) visar att uttorkningen av groten är god oavsett om den skotas direkt efter avverkning (grönrisskotning) eller skotas efter torkning i processorhögar på hygget (brunrisskotning). Fukthalterna uppmätta för de olika metoderna anges till 36 % respektive 31 %.

Fukthalten bestäms vanligen med stickprov via torkskåpsmetoden men på Skogforsk pågår arbete med att kunna skatta fukthalten i grot genom uppgifter från skördarmätningen, trädslagsfördelning, diameter osv. Avsikten är att sedan koppla detta till väderdata från SMHI och lagringstid och därmed skatta fukthalten.

Bestämning av fukthalten genom stickprov försvåras av skogsbränslets variation av sammansättningen, temperatur, torr-rådensitet och bulkdensitet (Nurmi 1992).

Fukthalten varierar mellan olika lass men även inom en enskild container enligt Nurmi (1992). Variationen mellan olika lass beror på rådande förhållanden under lagringen av respektive obehandlade material, lagringstid, rådande säsong och storlek på vältan. Variationerna är större för lagrade material än för färskt men det lagrade materialet är i regel torrare. Inom en enskild container varierar fukthalten och den minsta skillnaden finns i toppskiktet (Nurmi 1992). Skillnaderna beror på hur flisbitarna "självsorterats" under lastning beroende på storlek och vikt men det är även väderberoende då toppskiktet torkar mer än resten av flisen i containern vid torrt väder men blir betydligt blötare vid regn.

1.4.3 Askhalt

I alla trädbränslen finns förutom den brännbara substansen en oorganisk restprodukt som inte kan förbrännas, detta är i vanligt tal askan. Askhalten definieras som askans andel i procent av trädbränslets torrmasa. Den totala askhalten kan i sin tur delas in i två delar, naturlig askhalt och föroreningsaskhalt (Thörnqvist 1985). Den naturliga askhalten består av icke brännbara substanser, såsom t.ex. kalium (K), kalcium (Ca), magnesium (Mg) och kisel (Si), som trädet tagit upp under sin tillväxt medan föroreningsaskhalten består uteslutande av olika oorganiska föreningar som sand och grus som kan tillkomma i hanteringskedjan mellan avverkning och slutanvändning. Den naturliga askhalten är inte påverkbar medan föroreningsaskhalten i högsta grad är påverkbar.

Enligt en finsk studie utförd på askhalten i ett träd av Hakkila (1989) är askhalten för stamved 0,46 %, stambark 2,97 %, obarkade grenar 1,52 % och blad-/barrmasa 4,97 %. En annan studie utförd av Thörnqvist (1985) anger askhalten för ved till 0,6 %, bark 4,4 % och barr till 4,4 %, dessa askhalter gäller för beståndsdelarna i nyavverkade hyggesrester av barrvirke. I medeltal uppges askhalten för hyggesrester av barrved vara 1,8 % medan avverkningsrester av lövved har en askhalt på 2,4 % (Nylinder & Törnmarck 1986). Thörnqvist (1985) anger en askhalt för nyavverkade hyggesrester av barr till 2,1 %. Med anledning av detta har askhalten antagits vara 2 % och det har inte gjorts några askhaltsanalyser inom denna studie.

1.4.4 Energiinnehåll

1.4.4.1 Kalorimetriskt värmevärde

Bränslets kalorimetriska värmevärde, W_k , definieras enligt Anon (2005) som den värmemängd som utvecklas vid fullständig förbränning av ett bränsle under konstanta förhållanden, tryck eller volym, samt under förutsättning att

det bildade vattnet från det torra bränslet och dess förbränningsprodukter antagit flytande form och begynnelsestemperatur.

Vid beräkningar av ett bränsles effektiva värmevärde kan ett kalorimetriskt värmevärde på 20,8 MJ/kg TS antas för såväl lagrade som färska hyggesrester då det kalorimetriska värmevärdet inte förändras under lagringen (Thörnqvist 1984)

1.4.4.2 Effektivt värmevärde

Det effektiva värmevärdet, W_{eff} , definieras som den värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av ett bränsle, under förutsättning att bränslets vattenmängd och det vatten som bildats vid förbränning av absolut torrt bränsle samt förbränningsprodukterna befinner sig i ångform (Thörnqvist 1984). Det effektiva värmevärdet är alltså det kalorimetriska värmevärdet korrigerat för den energimängd som går åt för att förångas bränslefukten och det bildade vattnet av det i bränslet bundna vätet.

Vid beräkning av det effektiva värmevärdet för absolut torrt skogsbränsle, W_a , kan följande formel användas:

$$W_a = W_k - 0,2205 \times H$$

där

W_a är vedens effektiva värmevärde per kg torrt bränsle uttryckt i MJ/kg TS

W_k är vedens kalorimetriska värmevärde per kg torrt bränsle uttryckt i MJ/kg TS

0,2205 är en sammanslagning av vattnets ångbildningsvärme, 2,45 MJ/kg, vid +20 °C och faktorn 0,09, vilken kommer av att en del väte och åtta delar syre förenar sig och bildar en del vatten

H är skogsbränslets väteinnehåll uttryckt i % (ca 6 % för skogsbränslen (Hakkila 1989))

Det effektiva värmevärdet för absolut torra hyggesrester kan alltså approximeras till ca 19,5 MJ/kg TS enligt ovan beskrivna ekvation.

Det effektiva värmevärdet kan korrigeras för en viss askhalt, W_b , genom följande formel:

$$W_b = W_a \times \left(1 - \frac{A}{100}\right)$$

där

W_b är vedens effektiva värmevärde korrigerat för en viss askhalt per kg torrt bränsle uttryckt i MJ/kg TS

A är bränslets askhalt uttryckt i %, för skogsbränsle kan ca 2 % användas (Thörnqvist 1985) vilket medför att W_b approximeras till ca 19,1 MJ/kg TS.

I praktiken finns det alltid en mängd bränslefukt i grottflis som måste inkluderas i beräkningen av det effektiva värmevärdet för fuktigt bränsle. Formeln för det effektiva värmevärdet, W_{eff} , för fuktigt bränsle ser då ut som följer:

$$W_{eff} = W_a - \left(2,45 \times \frac{f}{100 - f}\right)$$

där

W_{eff} är bränslets effektiva värmevärde för fuktigt bränsle och korrigerat för en viss askhalt uttryckt i MJ/kg TS

2,45 är vattnets ångbildningsvärme vid +20 °C uttryckt i MJ/kg

f är bränslets fukthalt uttryckt i %

Ju högre ett bränsles fukthalt är desto lägre blir det effektiva värmevärdet, det vill säga att mindre nettoenergi kan utvinnas ur bränslet då det krävs energi att förångna vattnet.

I den här studien har ovanstående beräkningsmetod använts genomgående för att beräkna det effektiva värmevärdet och ekipagens totala energiinnehåll men den är korrigerad för en askhalt på 2 % samt beräknad på bränslets råvikt och omvandlad till enheten MWh/ton. Den slutliga beräkningen av, W_{eff} , ser då ut som följer:

$$W_{eff} = \left(W_b - \left(2,45 \times \frac{f}{100 - f}\right)\right) \times \left(\frac{t}{100}\right) \times \frac{1}{3,6}$$

där

W_{eff} är det effektiva värmevärdet för fuktigt bränsle uttryckt i MJ/kg TS

W_b är det effektiva värmevärdet för absolut bränsle uttryckt i MJ/kg TS korrigerat för 2 % aska

2,45 är vattnets ångbildningsvärme uttryckt i MJ/kg (2,45 MJ/kg vid 20 °C)

f är bränslets fukthalt uttryckt i %

t är bränslets torrhalt uttryckt i %

$\frac{1}{3,6}$ är en omräkningsfaktor från MJ/kg till MWh/ton

Ovan nämnda formel är då i stort sett samma som den formel som finns angiven i Anon (1999) vilken ser ut som följer, där enda skillnaden är att den beräknar utifrån torrhalten och vattnets ångbildningsvärme är angivet vid 25 °C:

$$h_{net} = h_{eff} * \left(1 - \frac{A}{100}\right) * \frac{T}{100} - h_{ång} * \left(1 - \frac{T}{100}\right)$$

där

h_{net} är det effektiva värmevärdet för fuktigt bränsle uttryckt i MWh/ton

h_{eff} är det effektiva värmevärdet för absolut bränsle uttryckt i MWh/ton

$h_{ång}$ är vattnets ångbildningsvärme uttryckt i MWh/ton (0,678 MWh/ton vid 25 °C)

A är bränslets askhalt uttryckt i %

T är bränslets torrhalt uttryckt i %

En sammanställning beställd av Skogsindustrierna som utfördes av Jacobsson (2005), som bygger på sammanställning av tillgänglig statistik, bakgrundsmaterial samt ett antal intervjuer med både säljare och brukare av skogsbränslen från hela landet, anger att det effektiva värmevärdet för fuktig

flisad grot till 0,9 MWh/m³s. Thörnqvist (1984) anger det effektiva värmevärdet för hyggesrester vid olika ask- och fukthalter. Vid en askhalt på 2 % anges det effektiva värmevärdet till 19,2 MJ/kg TS vid 0 % fukthalt och 14,0 MJ/kg TS vid 70 % fukthalt. Om dessa siffror räknas om att gälla för enheten MWh/ton blir intervallet 5,33 MWh/ton vid 0 % fukthalt och 1,17 MWh/ton vid 70 % fukthalt.

1.4.5 Volym

Flisade skogsbränslen mäts enligt Anon (1999) via skäppmätning i enheten m³s. Mätningen sker genom att varje enskild containers mått (längd, bredd och höjd) sedan tidigare är definierade, och flisens genomsnittliga nivå mäts i förhållande till containerns höjd och utifrån detta kan volymen beräknas. Volymmätning är traditionellt sett mycket vanligt i Norden då det både är en billig och relativt exakt mätmetod. Den är också relativt exakt då en felmätning på 5 cm endast ger en feluppskattning med 2-3 % av skäppvolymen i fliscontainerar (Nurmi 1992).

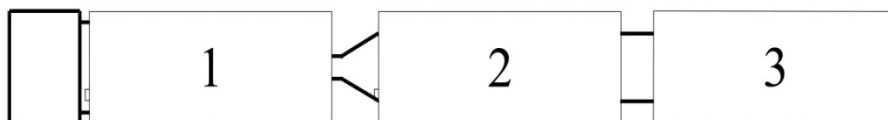
Det är ett välkänt faktum att bränsleflis sjunker ihop under transport, så kallad sättning. Detta har tidigare undersökts av Nylinder (1981) där hopsjunkningen i medeltal uppmättes till 2,3 %. Nurmi (1992) anger sättningen av flisen under transport till 2-14 % och nästan all hopsjunkning sker de första kilometrarna.

1.4.6 Vikt

Skogsbränslets bruttovikt, råvikt, mäts som skillnaden mellan ekipagets totalvikt och dess taravikt i enheten ton (Anon 1999). Enligt Nurmi (1992) är vägning i samband med fukthaltsmätning, bestämning av torrmassan, ett exakt och rättvist sätt att kommersiellt mäta och handla med skogsbränslen eftersom precisionen på en väl kalibrerad och underhållen stationär våg är god med ett fel på endast 0,5-1 %. Svårigheten med denna mätmetod är fukthaltsbestämning med tillräcklig precision.

1.4.7 Definition lastbil

De tre containrarna på ett ekipage har definierats på följande sätt, se Figur 1, med container 1 på lastbilen, 2 och 3 på släpet.



Figur 1. Principskiss över ett ekipage med de tre containrarna numrerade.

1.4.8 Mätmetoder

Inom projektet har följande mätmetoder definierats utifrån värmevärdet.

Mätmetod 1 (M1): Energivärdet beräknat som ett medelvärde av de effektiva värmevärden, MWh/ton, för samtliga leveranser där fukthalten för leveransen bestämts genom 10 fukthaltsprover per container vilket innebär 30 fukthaltsprover per leverans, uppmätta av LNU/SLU.

Mätmetod 2 (M2): Energivärdet beräknat som ett medelvärde av de effektiva värmevärden, MWh/ton, för samtliga leveranser vilket i sin tur beräknats utifrån leveransens medelfukthalt uppmätt av VMF Syd.

Mätmetod 3 (M3): Energivärdet beräknat som ett medelvärde av de effektiva värmevärden, MWh/m³s, för samtliga leveranser där fukthalten för leveransen bestämts genom 10 fukthaltsprover per container vilket innebär 30 fukthaltsprover per leverans, uppmätta av LNU/SLU och volymen bestämts i skogen via 18 mätpunkter per container.

Mätmetod 4 (M4): Energivärdet beräknat som ett medelvärde av de effektiva värmevärden, MWh/m³s, för samtliga leveranser där fukthalten för leveransen bestämts genom 10 fukthaltsprover per container vilket innebär 30 fukthaltsprover per leverans uppmätta av LNU/SLU, och volymen bestämts vid värmeverk via 18 mätpunkter per container.

Mätmetod 5 (M5): Energivärdet beräknat som ett medelvärde av de effektiva värmevärden, MWh/m³s, för samtliga leveranser där fukthalten och volymen för leveransen bestämts av VMF Syd vid värmeverk.

Mätmetod 6 (M6): Energivärdet direkt hämtad från VMF Syds mätsedel. Enligt mätsedlarna för leveranserna har olika askhalter och olika ångbildningsvärme för vatten använts vid olika värmeverk samt att det finns viss variation i antaget effektivt värmevärde för det torra materialet.

Mätmetod 7 (M7): Energivärdet beräknat utefter det effektiva värmevärdet, MWh/ton, vilket i sin tur beräknats utifrån uppskattad fukthalt för leveransen bestämd enligt metod beskriven i Lindblad *et.al* (2010).

1.4.9 Statistik

För beräkning av medelvärden för volym och fukthalt har aritmetiska medelvärdesberäkningar tillämpats inte volymvägda. Den använda formeln för aritmetiskt medelvärde ser ut som följer:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

där

\bar{x} är medelvärdet av mätningarna och kommer vidare i studien kallas för ”Medel”

x är en enskild mätning

n är antalet mätningar

Till medelvärdesberäkningarna har en standardavvikelse beräknats enligt följande formel

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

där

σ är standardavvikelsen och kommer vidare i studien kallas för ”Std”

Ett 95-procentigt konfidensintervall har också beräknats genom följande formel:

$$i = \bar{x} \pm 1,96 \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

där

i är 95-procentigt konfidensintervall

För att jämföra olika mätmetoder har en kvot bildats mellan ett antaget ”facitvärde” och den jämförande mätmetodens beräknade värde. Ett medelvärde och en standardavvikelse har sedan beräknats för dessa kvoter. Standardavvikelsen har sedan satts i procent av det beräknade medelvärdet varvid en variationskoefficient fås. Variationskoefficientens storlek har sedan jämförts mellan de olika mätmetoderna.

Det antagna facitvärde, E_{facit} , som använts för denna beräkning är det totala energiinnehållet, i MWh, beräknat för varje enskilt ekipage med den av LNU/SLU uppmätta fukthalten. Därefter beräknades det totala energiinnehållet för de olika mätmetoderna på följande sätt.

Mätmetod 1 (M1): Energiinnehåll beräknat genom multiplikation mellan råvikten, ton, och aritmetiska medelvärdet för det effektiva värmevärdet per ton, $W_{\text{eff},1}$, beräknat enligt fukthalt från LNU/SLU

$$E_{M1n} = \bar{x}_{W_{\text{eff},1}} \times m_n$$

Mätmetod 2 (M2): Energiinnehåll beräknat genom multiplikation mellan råvikten, ton, och aritmetiska medelvärdet för det effektiva värmevärdet per ton, $W_{\text{eff},2}$, beräknat enligt fukthalt från VMF Syd

$$E_{M2n} = \bar{x}_{W_{\text{eff},2}} \times m_n$$

Mätmetod 3 (M3): Energiinnehåll beräknat genom multiplikation mellan uppmätt volym i skogen, $V_{n, \text{skog}}$, och aritmetiska medelvärdet för det effektiva värmevärdet per m^3s , $W_{\text{eff},3}$, beräknat enligt fukthalt från LNU/SLU

$$E_{M3n} = \bar{x}_{W_{\text{eff},3}} \times V_{n, \text{skog}}$$

Mätmetod 4 (M4): Energiinnehåll beräknat genom multiplikation mellan uppmätt volym vid värmeverk, $V_{n, \text{LNU/SLU}}$, uppmätt av LNU/SLU och aritmetiska medelvärdet för det effektiva värmevärdet per m^3s , $W_{\text{eff},4}$, beräknat enligt fukthalt från LNU/SLU

$$E_{M4n} = \bar{x}_{W_{\text{eff},4}} \times V_{n, \text{LNU/SLU}}$$

Mätmetod 5 (M5): Energiinnehåll beräknat genom multiplikation mellan uppmätt volym vid värmeverk, $V_{n, \text{VMF}}$, uppmätt av VMF Syd och aritmetiska medelvärdet för det effektiva värmevärdet per m^3s , $W_{\text{eff},4}$, beräknat enligt fukthalt från VMF Syd

$$E_{M5n} = \bar{x}_{W_{\text{eff},5}} \times V_{n, \text{VMF}}$$

Mätmetod 6 (M6): Energivärdet för denna mätmetod är direkt hämtat från inmätningen vid industri utförd av VMF Syd. Enligt mätsedlarna för leveranserna har olika askhalter och olika ångbildningsvärme för vatten

använts vid olika värmeverk samt att det finns viss variation i antaget effektivt värmevärde för det torra materialet.

Mätmetod 7 (M7): Energiinnehåll beräknat genom multiplikation mellan råvikten, ton, och aritmetiska medelvärdet för det effektiva värmevärdet per ton, $W_{\text{eff},6}$, beräknat enligt mätsedel från VMF Syd

$$E_{M7n} = \bar{x}_{W_{\text{eff},7}} \times m_n$$

Därefter beräknades kvoten med det antagna ”facit-värdet” i nämnaren enligt följande formel:

$$\frac{E_{Mn}}{E_{\text{facit}}}$$

För dessa kvoter beräknades sedan kvotspridningen via beräkning av standardavvikelsen.

För att jämföra mätningar med antaget facit uppmätt av LNU/SLU har en kvotspridning beräknats genom standardavvikelsen av kvoterna för mätningarna. Kvoterna som legat till grund för beräkningen av kvotspridningen har beräknats genom följande formel:

$$\frac{M_n}{M_{\text{facit}}}$$

där

M_n är mätningen som vill jämföras

M_{facit} är antaget facit och mätningen är utförd av LNU/SLU

2 Material och metoder

Denna studie innefattar totalt 44 ekipage skogsbränsle bestående av två delar, där den största delen av materialet insamlades under senvintern och tidig vår 2012 medan resterande ekipage kördes in under senvåren försommaren 2012.

De första 29 ekipagen kördes in under januari till april 2012 fördelat på tio lass vardera till Växjö Energi AB och Kalmar Energi AB och nio lass till Trollhättan Energi AB (förutom två ekipage, 16 och 19, som kördes till Västervik Energi & Miljö AB), samtliga dessa ekipage räknas som vinterkörda, se Figur 2. Därutöver kördes ytterligare 15 ekipage in under maj och juni 2012, fördelat på fem ekipage som kördes till Kalmar Energi AB och tio ekipage som kördes till Södras virkesterminalterminal i Vislanda, se Figur 3. Dessa ekipage räknas som sommarkörda då de legat och torkat under en månads längre tid.



Figur 2. Flisning vintern 2012.

Materialet för de tio första ekipagen inhämtades inom 100 km från Växjö med ett medeltransportavstånd på 95 km. Ekipage 11-20 inhämtades inom 40 km transportavstånd ifrån Kalmar förutom ekipage 16 och 19 som kördes till Västervik med 120 respektive 130 km transportavstånd. Dessa leveranser mättes inte in av VMF Syd men hanteras i denna som om så skedde. Medeltransportavståndet för dessa ekipage beräknades till 40 km. De sista

ekipagen, 21-29, inhämtades inom 50 km från Trollhättan med ett medeltransportavstånd på 47 km.

Av de sommarkörda ekipagen inhämtades nr 31-35 ca 60 km transportavstånd ifrån Kalmar Energi AB, medan ekipage 36-45 inhämtades från ett område inom 90 km transportavstånd ifrån Södras virkesterminal i Vislanda där medeltransportavståndet var 70 km.

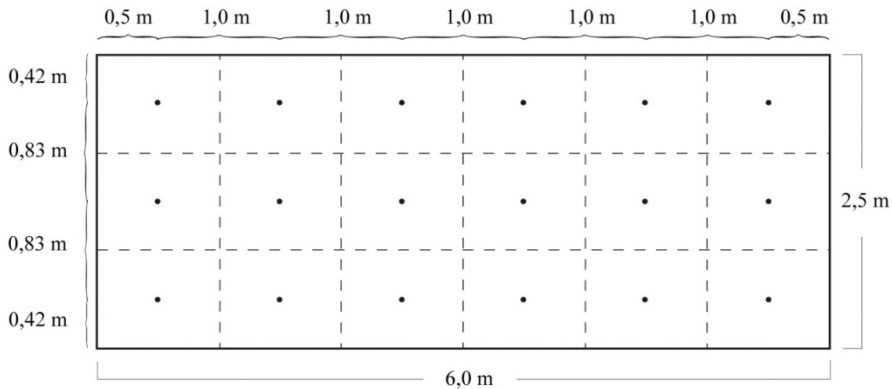


Figur 3. Flisning sommaren 2012.

Volymen innan transport mättes i skogen innan de fulla containrarna lastades på lastbil. Detta innebär att det redan skett en viss transport av vissa av containrarna innan den första inmätningen utförts, se Tabell 14 i Bilaga 1. Containrarna till de första 10 ekipagen fylldes av flisaren och fraktades med dumper, dessa transporter varierade mellan 0-1100 m med ett medeltransportavstånd på ca 340 m. där dumpertransporterna varierade mellan ca 0-1100 m. Containrarna i ekipagen 11-20 hanterades på ett annat sätt nämligen genom att flisskördaren fyllde en skyttel med flis som sedan tippade flisen i containrarna vid lastplatsen. Avståndet för skytteltransporten varierade mellan ca 50-400 med ett medelavstånd på ca 160 m. För de sista nio ekipagen bland de vinterkörda flyttades skogsflisen med flisaren mellan 300-400 m med ett medeltransportavstånd på 310 m. Containrarna i ekipage 30-34 transporterades med skyttel mellan 450-650 m med ett medeltransportavstånd på 550 m. De avslutande tio ekipagen, 35-44, hade ett

medelavstånd till värmeverket på ca 70 km och flisen i de första nio ekipagen förflyttades med flisskördaren mellan 150 och 1000 m med ett medelavstånd på ca 400 m. För det tionde och sista ekipaget transporterades flisen med flisskördaren i ca 100 m innan det tippades i containrarna därefter flyttades samtliga containrar ca 4 km med lastbilen innan första inmätning skedde. För ekipage 38 mättes endast container två och tre in eftersom container ett endast innehöll något 10-tal m³s skogsflis.

När flisen lastats i containrarna krattades topparna ut för en noggrann skäppmätning av volymen med 18 (3 × 6) mätpunkter fördelade enligt följande skiss, se Figur 4. De tre första mätpunkterna togs 0,5 m från containerns kortsida och 0,42 m från containerns långsida, därefter med 1 m mellanrum i hela containerns längd och 0,83 m mellanrum i hela containerns bredd.



Figur 4. Uttagningskiss med samtliga 18 mätpunkter markerade samt ungefärliga mått på en container.



Figur 5. Volymmätning i fält utförs av Jonaz Nilsson.

I varje mätpunkt uppmättes differensen, i cm, från containerns topp ner till den lastade skogsflisen, för att erhålla ett exakt mått placerades en 3 m lång rätskiva tvärs över containern, se Figur 5. Utifrån dessa 18 mätpunkter beräknades flisens höjd som ett medelvärde av de 18 mätningarna. Volymen mättes även in på samma sätt vid ankomst till värmeverk/terminal. Totalt mättes även nio av ekipagen även in under transport från platsen för sönderdelning till värmeverk efter ca 5 och 10 km, se Figur 6. Utifrån dessa mätningar beräknades volymförändringen under transport.



Figur 6. Volymmätning efter 5 respektive 10 km transportsträcka.

Grotflisens fukthalt har bestämts via torkskåpsmetoden genom att 10 st slumpmässigt utvalda prov á 1-2 liter togs för varje container i samband med lossning vid värmeverk, se Figur 7. Råvikten för dessa prover fastställdes sedan direkt via vägning på våg med precisionen 1g. Därefter fastställdes torrvikten genom torkning i värmeskåp, i $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ till dess att materialet blivit helt torrt. Därefter beräknades fukthalten enligt formel i avsnitt 1.4.2.

Denna noggranna fukthaltsmätning kommer i fortsättningen att kallas för ”metod LNU/SLU”.



Figur 7. Provtagningsställen (vid påsarna) för uttag av flisprover.

För beräkningar har också fukthalten erhållen från VMF Syd och enligt en finsk metod utvecklad av Lindblad *et.al* (2010) använts. Fukthalten erhållen från VMF Syd bestäms enligt Anon (1999) på slumpmässigt uttagna prover enligt direktmetoden. Detta innebär en medelfukthalt för hela leveransen som baseras på tre delprov, ett per container, för varje leverans. Den finska metoden syftar egentligen till att bestämma skogsbränslets viktklass och densitet men även ett fukthaltsintervall kan utläsas. Metoden bygger på tabellvärden där man utgår ifrån avverkningstidpunkt och tidpunkt för mätning.

Energiinnehållet i ekipagen har sedan beräknats både på torr basis, (TS) och på rå basis enligt formler i avsnitt 1.4.4.1 Effektivt värmevärde där hänsyn har tagits till materialets fukthalt och en antagen askhalt på 2 %.

Samtliga ekipage har också vid värmeverk/terminal mätts in av personal från VMF Syd som följt mätinstruktionen fastställd i Anon (1999), se Figur 8. Från denna inmätning har fukthalt/torrhalt, materialtes totalvikt inklusive vatten och uppmätt flisvolym tagits för vidare jämförelser och beräkningar.



Figur 8. Inmätning av VMF vid värmeverket.

För leveranserna 1-34 har även det totala energiinnehållet hämtats direkt från mätsedel, för leveranserna 35-44 togs fuktproverna av personal från VMF Syd men torkningsarbetet av dessa prov utfördes av LNU/SLU då det på Södras terminal saknades torkskåp. Energiinnehållet för dessa leveranser beräknades enligt formel i avsnitt 1.4.4.2 Effektivt värmevärde utifrån fukthalten från VMF Syds prover.

3 Resultat

Det ekipage som skulle ha fått nr 30 finns inte med i studien eftersom det på grund av tidsbrist inte mättes in. Likaså är ekipage 32 struket i beräkningarna då de av LNU/SLU respektive VMF Syd uppmätta fukthalterna skiljer sig kraftigt. Detta ekipage är dock inte struket i beräkningar gällande volymförändring.

I Tabell 13 i Bilaga 1 finns data över trädslagsfördelning vid avverkning samt tidpunkter för flisning, avverkning, risskotning och virkesorder.

3.1 FUKTHALT

Medelfukthalten för de vinterinkörda ekipagen bestämdes av VMF Syd till 38,7 % medan mätningen med 10 fuktprover per container, LNU/SLU, visade på en medelfukthalt på 39,3 %. Enligt den finska metoden uppskattades medelfukthalten till 45,5 %, se Tabell 1. I medeltal för de vinterkörda ekipagen visade fukthaltsmätningarna utförda av VMF Syd i medeltal på fukthalter 1 % lägre än den omfattande fukthaltsmätningen utförd av LNU/SLU medan den finska metoden i medeltal visar på 19,2 % högre fukthalt.

Tabell 1. Fukthalter för de vinterkörda ekipagen enligt LNU/SLU, VMF Syd och det fukthaltsintervall som ges av den finska metoden där den fukthalt som använts i vidare beräkning anges inom parantes

Ekipage	Fukthalt (%)			Differens (%)	
	LNU/SLU	VMF Syd	Fin. metod	VMF Syd-LNU/SLU	Finsk metod-LNU/SLU
1	37,6	34,2	45-49 (47)	-9,1	24,9
2	42,8	42,6	45-49 (47)	-0,4	9,9
3	40,2	39,9	45-49 (47)	-0,8	16,9
4	40,8	36,2	45-49 (47)	-11,1	15,3
5	34,1	34,4	45-49 (47)	0,9	37,8
6	40,2	40,8	45-49 (47)	1,6	16,9
7	47,6	45,2	45-49 (47)	-5,1	-1,3
8	49,6	48,5	45-49 (47)	-2,1	-5,2
9	38,9	45,3	45-49 (47)	16,2	20,7
10	42,8	43,3	45-49 (47)	1,2	9,8
11	32,0	33,1	45-49 (47)	3,3	46,9
12	28,7	29,0	45-49 (47)	1,0	63,9
13	29,2	32,9	45-49 (47)	12,5	60,8
14	33,8	33,2	45-49 (47)	-1,6	39,2
15	33,8	36,8	45-49 (47)	8,7	39,0
16	28,1	29,5	45-49 (47)	4,9	67,3
17	30,8	33,4	45-49 (47)	8,6	52,8
18	45,9	46,5	45-49 (47)	1,1	2,3

Tabell 1. (Forts.)

Ekipage	Fukthalt (%)			Differens (%)	
	LNU/SLU	VMF Syd	Fin. metod	VMF Syd-LNU/SLU	Finsk metod-LNU/SLU
19	44,1	41,6	45-49 (47)	-5,7	6,6
20	47,9	46,4	45-49 (47)	-3,3	-2,0
21	33,3	27,5	45-49 (47)	-17,4	41,0
22	44,5	28,2	45-49 (47)	-36,6	5,5
23	45,5	46,0	40-44 (42)	1,1	-7,7
24	45,7	43,3	40-44 (42)	-5,3	-8,1
25	42,6	39,7	40-44 (42)	-6,8	-1,4
26	38,6	41,5	40-44 (42)	7,5	8,8
27	39,7	44,0	40-44 (42)	10,7	5,7
28	39,6	40,2	40-44 (42)	1,3	6,0
29	42,4	40,6	40-44 (42)	-4,3	-1,0
Medel	39,3	38,7	45,5	-1,0	19,7
Std	6,2	6,1	2,2	10,0	22,9
i	37,1-41,6	36,5-41,0	44,7-46,3	-4,6-2,6	11,4-28,0

Medelfukthalten för de vår och sommarkörda leveranserna bestämdes av metoden använd av VMF Syd till 27,0 % medan medelfukthalten bestämdes av LNU/SLU till 27,9 %. För de sommarkörda ekipagen visade mätningarna utförda av VMF Syd på -2,5 % lägre fukthalt än de omfattande mätningar utförda av LNU/SLU. Den finska metoden visade på en medelfukthalt på 30 % vilket innebär en skillnad i medeltal på 21,6 % jämfört med LNU/SLU, se Tabell 2.

Tabell 2. Fukthalter för de sommarkörda ekipagen enligt LNU/SLU, VMF Syd och det fukthaltsintervall som ges av den finska metoden där den fukthalt om använts i vidare beräkning anges inom parantes. Observera att ekipage nr 31 inte är medräknat i medelvärdet

Ekipage	Fukthalt (%)			Differens (%)	
	LNU/SLU	VMF Syd	Fin. metod	VMF Syd-LNU/SLU	Finsk metod-LNU/SLU
30	14,8	13,9	<30 (30)	-6,3	102,7
31	15,9	36,0	<30 (30)	127,0	89,0
32	16,8	15,3	<30 (30)	-8,5	79,1
33	17,2	15,3	<30 (30)	-11,0	74,4
34	16,6	19,1	<30 (30)	15,0	81,1
35	33,2	33,8	<30 (30)	1,8	-9,8
36	33,6	37,2	<30 (30)	10,7	-10,7
37	41,7	36,2	<30 (30)	-13,1	-28,0
38	27,9	26,5	<30 (30)	-5,2	7,5

Tabell 2. (Forts.)

Ekipage	Fukthalt (%)			Differens (%)	
	LNU/SLU	VMF Syd	Fin. metod	VMF Syd-LNU/SLU	Finsk metod-LNU/SLU
39	23,0	23,9	<30 (30)	3,9	30,3
40	21,0	21,8	<30 (30)	3,8	43,0
41	37,6	34,4	<30 (30)	-8,5	-20,2
42	31,9	35,7	<30 (30)	11,8	-6,1
43	37,8	28,9	<30 (30)	-23,5	-20,7
44	37,5	35,3	<30 (30)	-5,8	-19,9
Medel	27,9	27,0	30,0	-2,5	21,6
Std	9,5	8,7	0,0	10,8	46,0
i	22,9-32,9	22,4-31,5	29,1-32,6	-8,2-3,2	-2,5-45,7

Medelfukthalten för grot-flisen i hela studien uppmättes till 35,2 % av LNU och 34,9 % av VMF Syd vilket är en skillnad på 0,85 %. Kvotspridningen mellan mätningar från VMF Syd och LNU/SLU beräknades till 10 % för de vinterkörda ekipagen och 11 % för de sommarkörda ekipagen. Kvotspridningen mellan den finska metoden och LNU/SLU beräknades däremot till 24 respektive 46 % för de vinter- respektive sommarkörda ekipagen. Beräknas kvotspridningen för samtliga mätningar blir kvotspridningen ca 10 % för VMF-mätningen och ca 32 % för finska metoden jämfört med LNU/SLU.

Spridningen för fukthaltsmätningen utförd av LNU/SLU beräknades som det aritmetiska medelvärdet av standardavvikelsen inom varje container, till ca 2,6 % -enheter, se Figur 15-19 i Bilaga 2.

3.2 ENERGIINNEHÅLL

Utifrån de tre olika sätt som använts i studien för att bestämma skogsbränslets fukthalt beräknades det effektiva värmevärdet i medeltal till mellan 2,6 och 3,0 MWh/ton (rå) för de vinterkörda ekipagen, se Tabell 3. I denna tabell ses även det totala energiinnehållet per ekipage.

Tabell 3. Effektivt värmevärde och totalt energiinnehåll för de vinterkörda ekipagen enligt fukthalter från LNU/SLU, VMF Syd och finsk metod

Ekipage	Energiinnehåll MWh/ton (rå)			Tot. energiinnehåll MWh		
	LNU/SLU	VMF Syd	Fin. metod	LNU/SLU	VMF Syd	Fin. metod
1	3,1	3,3	2,5	111,5	119,0	91,0
2	2,7	2,8	2,5	100,0	100,3	90,8
3	2,9	2,9	2,5	94,9	95,5	81,6
4	2,9	3,1	2,5	108,2	118,4	94,1
5	3,3	3,2	2,5	113,5	112,9	86,7
6	2,9	2,9	2,5	106,2	104,7	91,3
7	2,5	2,6	2,5	91,7	97,1	93,1
8	2,3	2,4	2,5	84,1	86,3	89,6
9	3,0	2,6	2,5	113,2	98,8	94,8
10	2,7	2,7	2,5	105,0	103,9	95,4
11	3,4	3,3	2,5	111,2	107,9	81,7
12	3,6	3,6	2,5	121,0	120,4	84,0
13	3,6	3,3	2,5	125,3	117,5	87,8
14	3,3	3,3	2,5	109,9	111,0	83,4
15	3,3	3,1	2,5	117,6	111,3	89,3
16	3,6	3,5	2,5	115,2	112,6	79,3
17	3,6	3,7	2,5	124,8	128,5	86,1
18	2,6	2,5	2,5	99,7	98,5	97,2
19	2,7	2,8	2,5	92,0	97,2	86,1
20	2,4	2,5	2,5	82,7	85,9	84,6
21	3,3	3,7	2,5	110,6	122,2	83,3
22	2,6	3,6	2,5	90,8	124,4	85,8
23	2,6	2,6	2,8	104,5	103,3	113,0
24	2,6	2,7	2,8	97,9	103,5	106,4
25	2,8	2,9	2,8	102,0	108,5	103,3
26	3,0	2,8	2,8	98,9	93,2	92,2
27	2,9	2,7	2,8	99,8	91,2	95,2
28	2,9	2,9	2,8	100,5	99,4	95,6
29	2,8	2,9	2,8	88,5	92,0	89,3
Medel	3,0	3,0	2,6	104,2	105,7	90,8
Std	0,4	0,4	0,1	11,4	11,6	7,6
i	2,8-3,1	2,9-3,1	2,5-2,6	100,0-108,3	101,5-109,9	88,0-93,5

Det effektiva värmevärdet för de sommarkörda ekipagen beräknades i medeltal till mellan 3,5 och 3,7 MWh/ton (rå), se Tabell 4. I denna tabell ses även det totala energiinnehållet per ekipage.

Tabell 4. Effektivt värmevärde och totalt energiinnehåll för de sommarkörda ekipagen enligt fukthalter från LNU/SLU, VMF Syd och finsk metod

Ekipage	Energiinnehåll MWh/ton (rå)			Tot. energiinnehåll MWh		
	LNU/SLU	VMF Syd	Fin. metod	LNU/SLU	VMF Syd	Fin. metod
30	4,4	4,5	2,9	133,2	134,9	86,6
31	4,4	3,1	2,9	133,8	96,7	88,3
32	4,3	4,4	3,5	124,7	127,2	101,7
33	4,3	4,4	3,5	131,8	137,2	108,2
34	4,3	4,2	3,5	130,3	125,8	106,0
35	3,3	3,3	3,5	97,1	96,1	102,8
36	3,3	3,1	3,5	109,4	102,2	116,5
37	2,8	3,1	3,5	69,0	77,1	86,2
38	3,6	3,7	3,5	115,1	117,9	111,2
39	3,9	3,9	3,5	118,5	116,9	105,9
40	4,0	4,0	3,5	114,4	113,0	99,1
41	3,1	3,2	3,5	98,9	105,1	113,7
42	3,4	3,2	3,5	113,3	105,7	117,2
43	3,0	3,6	3,5	92,6	108,8	106,9
44	3,1	3,2	3,5	102,8	107,2	117,8
Medel	3,6	3,7	3,5	110,8	112,5	105,7
Std	0,57	0,53	0,17	17,72	15,99	10,03
i	3,4-3,9	3,4-4,0	3,4-3,6	101,2-120,4	103,8-121,2	100,3-111,2

För de vinterkörda ekipagen beräknades kvotspridningen till 9 %, för energiinnehållet enligt VMF Syds mätning, och 13 %, för energiinnehållet beräknat utifrån uppskattad fukthalt från den finska metoden, jämfört med LNU/SLU. För de sommarkörda ekipagen beräknades kvotspridningen istället till 7 respektive 17 %. Kvotspridningen för hela studiens mätningar blir istället 8 % för energiinnehållet beräknat utifrån VMF Syds fukthaltsmätning och 15 % för energiinnehållet beräknat från den uppskattade fukthalten.

Det effektiva värmevärdet och dess standardavvikelse beräknades enligt de olika mätmetoderna kan ses i Tabell 5. Det effektiva värmevärdet för M1, M2 och M6 beräknades till 3,17, 3,22 och 3,19 MWh/ton, för den finska metoden beräknades det effektiva värmevärdet till 2,86 MWh/ton. För M3, M4, M5 och M6 beräknades det effektiva värmevärdet till 0,97, 1,00, 1,01 respektive 1,00 MWh/m³s.

Tabell 5. Beräknade medelvärden av de effektiva värmevärden för de olika metoderna som ingått i studien samt standardavvikelser och 95- procentigt konfidensintervall

	M1 (MWh/ton) Fh enl LNU/SLU	M2 (MWh/ton) Fh enl VMF Syd	M3 (MWh/m ³ s) Fh och vol skogen enl LNU/SLU	M4 (MWh/m ³ s) Fh och vol VV enl LNU/SLU	M5 (MWh/m ³ s) Fh och vol VV enl VMF Syd	M6 (MWh/ton) Enl VMF Syd mätsedel	M7 (MWh/ton) Fh enl finsk metod
Medel	3,17	3,22	0,97	1,00	1,01	3,19	2,86
Std	0,55	0,54	0,09	0,10	0,10	0,53	0,45
i	3,02-3,34	3,06-3,38	0,95-1,00	0,97-1,03	0,97-1,03	3,03-3,35	2,72-2,99

Det totala energiinnehållet, dess aritmetiska medelvärde och standardavvikelser för ”facit” samt de olika mätmoderna kan ses i Tabell 6.

Tabell 6. Det beräknade energiinnehållet i enheten MWh enligt de olika metoderna samt medelvärde, standardavvikelse och 95-procentigt konfidensintervall för samliga leveranser. Observera att ekipage 31 och 37 inte är medräknade i det aritmetiska medelvärdet eller standardavvikelsen. Observera att leverans 31 (stor fukthalts skillnad) och 37 (endast två av tre containrar) inte är medräknade

Ekipage nr	Facit	Energivärde, MWh						
		M1 (MWh/ton) Fh enl LNU/SLU	M2 (MWh/ton) Fh enl VMF Syd	M3 (MWh/m ³ s) Fh och vol skogen enl LNU/SLU	M4 (MWh/m ³ s) Fh och vol VV enl LNU/SLU	M5 (MWh/m ³ s) Fh och vol VV enl VMF Syd	M6 (MWh) Enl VMF Syd mätsedel	M7 (MWh/ton) Fh enl finsk metod
1	111,5	116,0	117,8	110,9	111,0	112,5	117,2	104,3
2	100,0	115,7	117,5	98,8	99,8	101,1	98,7	104,1
3	94,9	104,0	105,6	100,9	102,4	104,5	94,0	93,6
4	108,2	119,9	121,8	107,3	108,4	107,6	116,6	107,9
5	113,5	110,5	112,2	112,3	114,0	117,3	111,2	99,4
6	106,2	116,3	118,1	111,8	112,8	114,2	103,1	104,6
7	91,7	118,7	120,5	99,9	101,1	106,4	95,5	106,7
8	84,1	114,2	116,0	97,5	98,9	100,6	84,8	102,7
9	113,2	120,9	122,8	109,9	111,6	115,0	97,1	108,7
10	105,0	121,7	123,5	102,6	104,5	106,0	102,2	109,4
11	111,2	104,2	105,8	107,4	107,6	109,8	107,4	93,7
12	121,0	107,1	108,8	117,6	116,6	118,3	119,2	96,3
13	125,3	111,9	113,7	115,2	115,1	116,2	116,3	100,7
14	109,9	106,3	108,0	109,9	110,8	111,8	109,9	95,6
15	117,6	113,8	115,6	113,3	113,4	114,8	110,1	102,4
16	115,2	101,0	102,6	108,4	107,5	112,8	110,6	90,9
17	124,8	109,7	111,4	111,7	111,1	112,8	118,2	98,7
18	99,7	123,9	125,8	115,1	114,4	115,3	97,4	111,4
19	92,0	109,7	111,4	110,7	108,5	110,6	95,3	98,7
20	82,7	107,8	109,5	96,6	96,0	98,2	84,9	97,0
21	110,6	106,2	107,8	111,4	111,7	112,5	125,5	95,5
22	90,8	109,3	111,0	110,2	110,2	109,4	99,5	98,3
23	104,5	128,5	130,5	106,5	105,6	105,4	106,5	115,6
24	97,9	121,1	123,0	102,3	102,7	105,4	106,6	108,9
25	102,0	117,6	119,4	109,1	109,1	110,5	111,7	105,8
26	98,9	105,0	106,6	101,5	101,1	103,4	96,0	94,4
27	99,8	108,3	110,0	110,2	110,4	111,5	93,9	97,4
28	100,5	108,8	110,5	102,2	102,0	103,4	102,4	97,9
16	115,2	101,0	102,6	108,4	107,5	112,8	110,6	90,9
17	124,8	109,7	111,4	111,7	111,1	112,8	118,2	98,7
18	99,7	123,9	125,8	115,1	114,4	115,3	97,4	111,4
19	92,0	109,7	111,4	110,7	108,5	110,6	95,3	98,7
20	82,7	107,8	109,5	96,6	96,0	98,2	84,9	97,0

Tabell 6. (Forts.)

Ekipage nr	Facit	Energivärde, MWh						
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
		(MWh/ton) Fh enl LNU/SLU	(MWh/ton) Fh enl VMF Syd	(MWh/m ³ s) Fh och vol skogen enl LNU/SLU	(MWh/m ³ s) Fh och vol VV enl LNU/SLU	(MWh/m ³ s) Fh och vol VV enl VMF Syd	(MWh) Enl VMF Syd mätsedel	(MWh/ton) Fh enl finsk metod
21	110,6	106,2	107,8	111,4	111,7	112,5	125,5	95,5
22	90,8	109,3	111,0	110,2	110,2	109,4	99,5	98,3
23	104,5	128,5	130,5	106,5	105,6	105,4	106,5	115,6
24	97,9	121,1	123,0	102,3	102,7	105,4	106,6	108,9
25	102,0	117,6	119,4	109,1	109,1	110,5	111,7	105,8
26	98,9	105,0	106,6	101,5	101,1	103,4	96,0	94,4
27	99,8	108,3	110,0	110,2	110,4	111,5	93,9	97,4
28	100,5	108,8	110,5	102,2	102,0	103,4	102,4	97,9
29	88,5	101,6	103,2	108,6	107,9	108,4	94,7	91,4
30	133,2	95,7	97,2	111,3	109,9	111,5	133,5	86,1
31	133,8	97,6	99,1	112,0	111,4	117,4	95,7	87,8
32	124,7	92,1	93,5	112,5	111,5	112,9	130,1	82,8
33	131,8	97,9	99,4	113,5	111,4	115,0	133,3	88,1
34	130,3	95,9	97,4	113,6	112,0	113,2	124,5	86,3
35	97,1	93,1	94,5	101,8	100,8	103,1	94,8	83,7
36	109,4	105,5	107,1	104,5	104,0	105,3	100,8	94,9
37	69,0	78,0	79,2	74,4	73,6	74,9	76,0	70,2
38	115,1	100,6	102,2	106,0	107,3	109,0	116,2	90,5
39	118,5	95,9	97,4	110,1	110,3	112,5	115,3	86,2
40	114,4	89,7	91,1	97,6	98,6	100,5	111,5	80,7
41	98,9	102,9	104,5	97,4	98,2	99,1	111,5	92,5
42	113,3	106,0	107,7	101,2	100,4	101,7	104,3	95,4
43	92,6	96,8	98,3	97,1	95,9	98,4	107,3	87,0
44	102,8	106,6	108,3	104,4	105,6	106,9	105,7	95,9
Medel	106,3	107,7	109,3	106,2	106,2	108,0	105,7	96,8
Std	12,8	9,3	9,5	5,8	5,6	5,6	11,9	8,4
i	102,6-110,4	105,0-110,7	106,5-112,2	104,6-108,1	104,7-108,1	104,8-108,1	105,3-110,0	94,3-99,4

3.3 UTVÄRDERING AV MÄTMETODER

Aritmetiska medelvärden och standardavvikelser, kvotspridningen, för de beräknade kvoterna mellan beräknade energivärden och facit finns angivna i Tabell 7. Resultaten visar att kvotspridningen är som högst för M1 och M2 med 16,5 respektive 16,8 % och lägst för M6 med 6,4 %. Däremellan ligger M7 med en kvotspridning på 14,9 % och M3, M4 och M5 med kvotspridningar på strax under 10 %. Det visar sig tydligt att mätmetoderna som bygger på vägning utan fukthaltsmätning får liknade kvotspridningar på strax under 17 %, undantaget är M7 där kvotspridningen ligger på ca 15 %, och de metoder som bygger på volymmätning utan fukthaltsmätning får en kvotspridning på strax under 10 %.

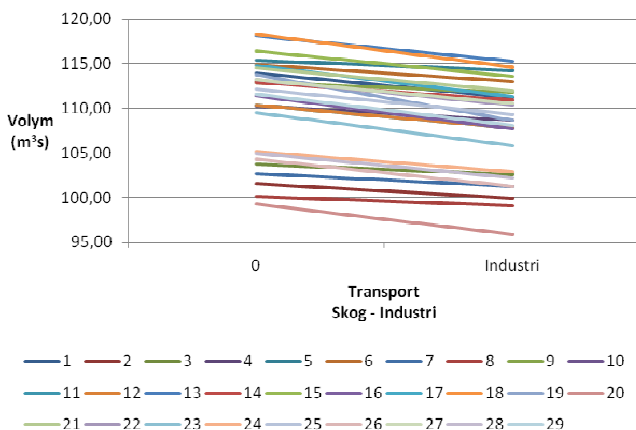
Tabell 7. Det aritmetiska medelvärde för de beräknade kvoterna mellan leveransernas energiinnehåll beräknat med de olika mätmetoderna och det antagna facitvärdet samt standardavvikelsen, kvotspridningen och 95-procentigt konfidensintervall, för dessa kvoter. Observera att ekipage 31 (stor skillnad i uppmätt fukthalt) inte är medräknat

	M1/facit (MWh/ton) Fh enl LNU/SLU	M2/facit (MWh/ton) Fh enl VMF Syd	M3/facit (MWh/m ³ s) Fh och vol skogen enl LNU/SLU	M4/facit (MWh/m ³ s) Fh och vol VV enl LNU/SLU	M5/facit (MWh/m ³ s) Fh och vol VV enl VMF Syd	M6/facit (MWh) Enl VMF Syd mätsedel	M7/facit (MWh/ton) Fh enl finsk metod
Medel	1,027	1,043	1,009	1,009	1,025	1,008	0,924
Std	0,165	0,168	0,098	0,098	0,099	0,064	0,149
i	0,978-1,076	0,992-1,09	0,980-1,038	0,980-1,038	0,980-1,038	0,981-1,079	0,878-0,965

3.4 VOLYM

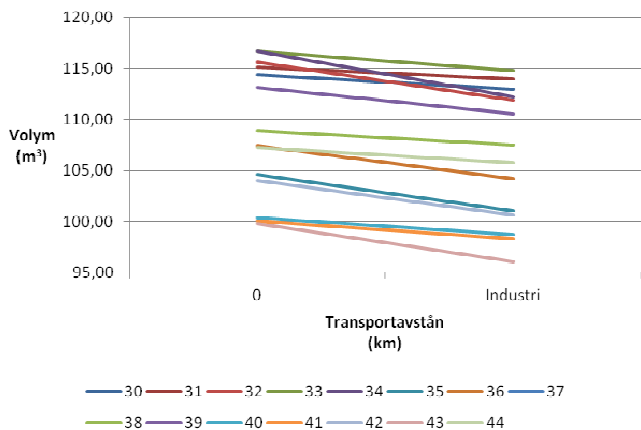
Under transporten mellan skog och industri sker det en sättning av flisen och i denna rapport har vi valt att visa detta som en tendens mellan skog och industri. Därför är inga transportavstånd angivna.

Totalt sett över alla inmätta ekipage medförde volymförändringen under transport mellan skog och industri en medelminskning av volymen med 2,3 % med standardavvikelsen 0,9 %-enheter. Volymförändringen kan ses i Figur 9 och Figur 10. För de vinterkörda ekipagen varierade volymminskningen mellan 0,7 och 4,4 % med en medelvolymminskning på 2,3 % och en standardavvikelse på 0,9 %-enheter, se Tabell 8 i Bilaga 1.



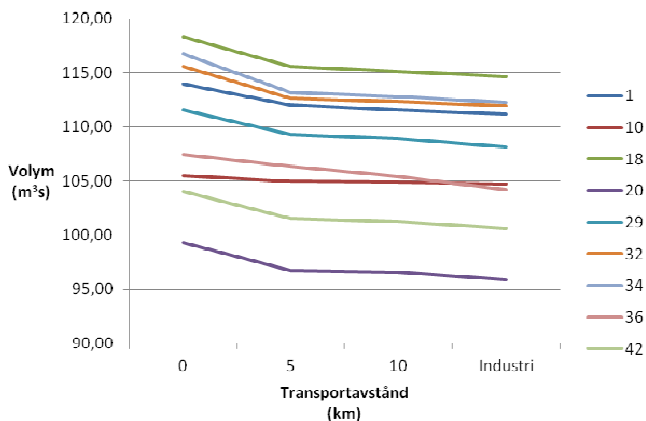
Figur 9. Den totala volymförändringen för de vinterkörda ekipagen vid mätning i skogen och vid värmeverket.

För de sommarkörda ekipagen varierade mellan 1,1 och 3,8 % där medelvolyminskningen 2,4 % med standardavvikelsen 1,0 se Tabell 9 i Bilaga 1.



Figur 10. Volymförändringen för de sommarkörda ekipagen vid mätning i skogen och vid värmeverket.

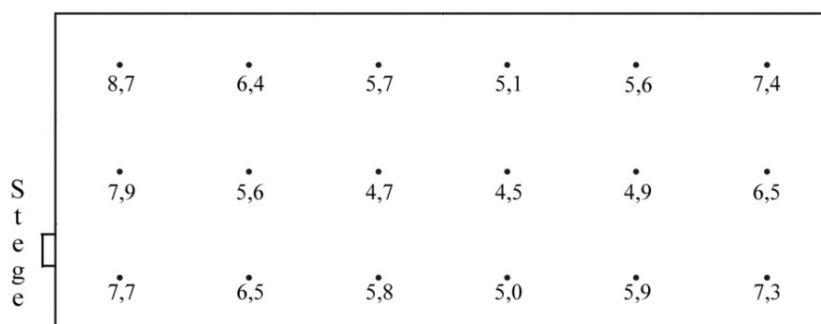
Under projektets utförande mättes även volymen för nio av ekipagen transport mellan skogen och värmeverk, dessa extra volymmätningar skedde efter ca 5 och 10 km transportavstånd, se Figur 11. Medelvolyminskningen för dessa nio ekipage uppmättes till ca 3 % och att redan efter ca 5 km transport har ca 70 % av den totala volymförändringen redan skett (se Tabell 10 i Bilaga 1).



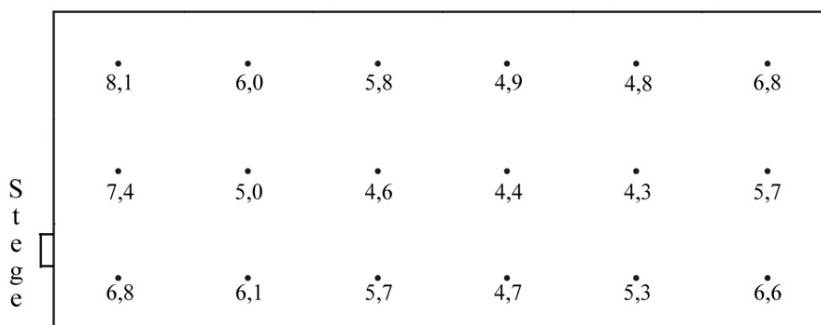
Figur 11. Volymförändringen under transport mätt i skogen, efter 5 km, efter 10 km och slutligen vid värmeverket.

Skillnaden mellan den volymmätning utförd av LNU/SLU och den volymmätning utförd av VMF Syd visade sig vara under 0,5 % i medeltal med en standardavvikelse på 1,3 % -enheter se Tabell 11 och Tabell 12 i Bilaga 1. Kvotspredningen för skillnaden i volymmätningen mellan VMF Syd och LNU/SLU beräknades till 1,3 % -enheter.

Sättningen av flisen har under projektets gång blivit uppmätt fördelat på de 18 mätpunkterna som använts för volymbestämningen. Totalt sett uppmättes sättningshöjden per container till 6,2 cm under transport mellan skog och värmeverk se Figur 12. För de vinterkörda ekipagen uppmättes sättningshöjden i medeltal till 5,7 cm, se Figur 13, för de sommarkörda ekipagen uppmättes sättningshöjden i medeltal till 7 cm se Figur 14.



Figur 12. Medelsättningshöjden i varje mätpunkt som uppmätts under hela projektets gång. Totalt sett beräknades medelsättningshöjden till 6,2 cm med standardavvikelsen 1,2 cm.



Figur 13. Medelsättningshöjden i varje mätpunkt för de vinterkörda ekipagen, Totalt sett beräknades medelsättningshöjden till 5,7 cm med standardavvikelsen 1,1 cm.

S t e g e	9,7	7,2	5,7	5,6	6,9	8,4
	8,9	6,5	5,0	4,5	5,8	7,9
	9,4	7,2	5,9	5,5	7,0	8,6

Figur 14. Medelsättningen i varje mätpunkt för de sommarkörda ekipagen. Totalt sett beräknades medelsättningen till 7 cm med standardavvikelsen 1,6 cm.

Sättningen varierade något mellan de tre olika containrarna på ett ekipage. Medelsättningen för hela projektet i containern på lastbilen uppmättes till 6,1 cm, i container nr 2 uppmättes sättningen till 6,9 cm och i container 3 uppmättes sättningen till 6,3 cm, se Figur 21 i Bilaga 2. För de vinterkörda ekipagen uppmättes sättningen i container 1, 2 och 3 till 5,8 cm, 6,1 cm respektive 5,7 cm, se Figur 22 i Bilaga 2. För de sommarkörda ekipagen är medelsättningen i stället 6,4 cm, 7,7 cm respektive 7,0 cm, se Figur 23 i Bilaga 2.

4 Diskussion

4.1 FUKTHALTMÄTNING

Fukthaltens spridning, standardavvikelse, inom containrar med grothlis uppmättes i genomsnitt till 2,6 %. För enskilda containrar uppmättes spridningen till maximalt 7 % och minimalt till ca 0,5 %. För flis av bränsleved har motsvarande spridning uppmätts till 2,9 % och vid dessa studier uppmättes den största standardavvikelsen till 11,0 %-enheter och den minsta till 0,4 %-enheter. (Nylinder, M. & Fryk, H., 2012). För beräkning av antal prov som krävs för att uppnå en önskad precision torde för fukthaltsbestämning av flis med samma karaktär som studerats i denna studie en standardavvikelse mellan 2-4 % vara tillämpligt.

Jämförelse av fukthalten baserat på 10 mätningar per container, 30 per leverans, med VMF provtagning som innebär tre prover per leverans fås en genomsnittlig skillnad på under 2 %. För enskilda lass kan avvikelsen vara i nivån +/- 40 %. I studien kunde dock en leverans, nr 31, identifieras där fukthalten enligt VMF Syd är 127 % högre än fukthalten uppmätt av LNU/SLU, om detta beror på mätfel eller inte har vi ingen förklaring på det enda vi säkert kan säga är att det precis under transporten av denna leverans regnade ganska kraftigt. Beräknas en kvotspredning mellan metoderna blir denna strax under 11 %. Om samma jämförelse görs mellan fukthalten enligt LNU/SLU och den uppskattade fukthalten enligt metod i Lindblad (2010) fås en genomsnittlig skillnad mellan leveranserna på 20,3 % och en kvotspredning på 46 %. Sammanfattningsvis innebär VMFs mätningar i genomsnitt för flera lass en mycket god överensstämmelse men felet för enskilda leveranser kan vara relativt stort. Den finska metoden innebär ett enkelt sätt uppskatta fukthalten men då den inte anger fukthalt under 30 % fungerar bäst på relativt fuktigt material, vilket också visas då kvotspredningen är lägre för de vinterkörda och fuktigare leveranserna.

4.2 MÄTMETODER

Beräkningen av effektivt värmevärde för antaget facit har skett efter modell som tillämpas av SDC där det effektiva värmevärdet bestämts (Anon 1999). Enda skillnaden mot denna beräkning är att beräkningen har skett utifrån fukthalt i stället för torrhalt. De olika mätmetoderna har jämförts i första hand genom att för varje mätmetod beräkna en kvotspredning vid en jämförelse mot ett tänkt facit. Det beräknade facit har i sig en osäkerhet och fanns ett "exakt" facit torde uppmätta kvotspredningar snarare blivit lägre än större. Det är också viktigt att notera att samtliga mätmetoder utom M6 bygger på erfarenhetstal, medelvärden, av det effektiva värmevärdet för de leveranser

undersökta i denna studie. Detta innebär att ett större underlag för dessa erfarenhetstal troligen skulle innebära ett ”sannare” värde.

Skillnader i medelvärde mellan de olika metoderna kan betraktas som ett systematiskt fel som det är förhållande vis lätt går att korrigera. En kvotspridning ger en fullständigare jämförelse av metoderna.

Uppmätta kvotspridningar mellan de olika mätmetoderna varierar mellan 6,4-17 %. Metoder som bygger på att man beräknar ett genomsnittlig energivärde per ton rå flis för hela studien och sedan för varje lass beräknar energivärdet genom att endast väga och multiplicera vikten med uppmätt genomsnittsvärde ger de högsta kvotspridningarna. Motsvarande beräkningssätt men utifrån volymen ger en lägre kvotspridning. Utan fuktmatning är det således bättre att basera mätningen på volym än på vikt. Detta innebär även att en stickprovmatning av fukthalten, en viss andel av leveranserna bör baseras på ett stickprov uttryckt på en volymsandel. Det framgå även att en noggrannare mätning av volymen än den som VMF utför tillför marginellt vad gäller uppmätt kvotspridning. Om uppmätta kvotspridningar är praktisk ”tillämpbara” beror bl.a. på hur representativa ingående lassen i denna studie är i jämförelse med den volym man vill ”tillämpa” metoden på.

För den mätmetod, i denna studie kallad M6, som idag tillämpas av VMF en vägning med en fukthaltsmätning av stickprov fås en kvotspridning på 6,4 %. Att den blir lägre än övriga metoder beror på att denna metod bygger på en fukthaltsmätning för varje leverans och alltså inte på ett genomsnittsvärde för vikt respektive volym. Som tidigare beskrivits i rapporten har de på de olika värmeverken använts olika värden för askhalt och värde för vattnets ångbildningsvärme samt i vissa fall även olika startvärde på värmevärdet. Detta medför ytterligare en osäkerhet till kvotspridningen på 6,4 % för denna mätmetod, vi har ändå valt att använda denna inmätning av VMF Syd för att få in deras mätning för jämförelse i rapporten.

I Finland har man utarbetat skattningsmodeller för att fastställa grothalt fukthalt. I syfte att få en uppfattning om hur denna modell skulle vara tillämbbar i Sverige har vi tagit modellens mall för sydvästra Finland. Med detta beräkningssätt fås en kvotspridning på ca 15 %. Den höga kvotspridningen kan bero på att den finska modellen inte ”stämmer” för södra Sverige men även på metodens mer ”generella” upplägg.

Är uppmätta kvotspridningar låga eller höga? Vid mätning av massaved i Sverige varierar kvotspridningen mellan 6-7 %. Vid studier genomförda på

bränsleved och olika modeller för fukthaltsprovtagning med motorsåg uppmättes kvotspridningar mellan 8-10 % (Nylinder & Fryk 2012).

Möjlighet finns i att sänka kvotspridning för grothlis genom mätning av fukthalten i större omfattning än vad VMF gör idag genom att öka antal fukthaltsprover per container. Innan man tar ställning till att förbättra precisionen i dagens metod genom ett ökat antal fukthaltprov och de kostnader som detta medför vore klokt att modifiera metoderna till leveransernas storlek. Dagens metod måste ses som mycket exakt för att beräkna värdet för en större leverans men som ganska osäker för en enskild container. Ett stickprovsförfarande bör baseras på ett stickprov på en viss volymkvot vilket framkommit i den genomförda studien.

4.3 VOLYMMÄTNING

Den i skogen volymmätta volymen minskar efter transport med i genomsnitt ca 2 %, variationsvidden uppmättes till 1-3,8 %. Resultat talar för att volymminskningen uppstår redan under de första fem kilometrarna och transportavstånd därutöver torde medföra mycket marginella sättningar i lassen. Det uppmätta resultatet stämmer väl med tidigare arbeten inom området (Nylinder 1981, Nurmi 1992) men också med den allmänna uppfattning som flertalet inblandade lastbilschaufförer hade. För de leveranser som mättes under leverans kunde en något större volymminskning uppmätas och det torde kunna förklaras av att vi i dessa containrar varit uppe och mätt totalt fyra gånger istället för två. I studien framkom även sättningen varierar mellan containrar och är störst i den första containern på släpet, container nr 2. Sättningen är vidare störst i områdena längst bak respektive längst fram i varje container vilket tyder på att flisen skakar ut från mitten och ut mot kanterna. Det bör också nämnas att volymmätningen utförd av VMF Syd inte skiljde sig nämnvärt åt, under 0,5 %, från LNU/SLUs mätning. En av anledningarna till denna goda överensstämmelse är att topparna i containrarna krattats för att möjliggöra den noggranna volymmätningen i 18 mätpunkter.

5 Slutsats

Resultaten visar tydligt att mätningar på varje enskild leverans ger ett mer tillförlitligt resultat än mätmetoder som bygger på erfarenhetstal.

Resultaten visade också att volymmätningen var relativt god vilket i sin tur gav ett mer tillförlitligt resultat för mätningar byggda på erfarenhetstal för volym jämfört med erfarenhetstal för vikt.

Skillnaden i fukthalt mellan VMF Syd och LNU/SLU visade sig vara relativt liten men det finns kraftiga avvikelser för enskilda lass. Dessa skillnader spelar nog mindre roll i affären mellan Södra och energiomvandlande industrin men för den enskilda leverantören, skogsägaren, kan det ha stor betydelse.

Metoden att uppskatta fukthalten (Lindblad *et.al* 2010) slog kraftigt mot fukthaltsmätningarna utförda av LNU/SLU, särskilt för de sommarkörda leveranserna. Den visade sig mer tillförlitlig för de vinterkörda leveranserna och verkar fungera bäst för korta ledtider mellan avverkning och flisning där den säkert kan fungera för en snabb uppskattning.

Referenser

- Anon., (Virkesmätningrådet) 1999: Allmänna och särskilda bestämmelser för mätning av biobränslen. Internetupplaga, Fastställd av Virkesmätningrådet 1998-11-25
- Anon., (Swedish Standards Institute) 2005: SIS-CEN TS 14918 Fasta biobränslen - Metod för bestämning av kalorimetriskt värmevärde. Solid biofuels – Method for the determination of calorific value. Swedish Standards Institute, Stockholm, Sweden.
- Hakkila, P., 1989: Utilization of Residual Forest Biomass. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin
- Jacobsson, J., 2005: En uppdatering av kunskapsläget beträffande tillgång och efterfrågan på biobränsle. JJ Forestry AB, Sigtuna. Tillgänglig på: http://www.skogsindustrierna.org/om_oss/publikationer_3/skrifter_1/energi/en-uppdatering-av-kunskapslaget-betraffande-tillgang-och-efterfragan-pa-biobransle
- Lindblad, J., Äijälä, O. & Koistinen, A., 2010: Mätning av energived, Uppdaterad version. Skogsbrukets utvecklingscentral Tapio och Skogsforskningsinstitutet.
- Nillson, B., Blom Å. & Thörnqvist, T., 2011: Hanteringens inverkan på skogsbränslets barrandel och fukthalt – en jämförande studie mellan grönrisskotning och traditionell brunrisskotning av grot. Report No 08. Department of Forestry and Wood Technology, Linnaeus University, Växjö (Swedish)
- Nurmi, J., 1992: Measurement and evaluation of wood fuel. Finish Forest Research Institute, Kannaus, Finland. Biomass and Bioenergy 2 (57-171)
- Nurmi, J., 1999: The storage of logging residues for fuel. Finish Forest Research Institute, Kannaus, Finland. Biomass and Bioenergy 17 (41-47)
- Nurmi, J. & Hillebrand, K., 2001: The fuel quality of Norway spruce logging residues in relation to storage logistics. Finnish Forest Research Station, Kannus, Finland. Forest Research Bulletin, 2001, 223: 42-46.
- Nylinder, M., 1981: Mätning av flisved och bränsleflis. Scaling of fuelwood and fuelchips. Report No 123. Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. (Swedish)
- Nylinder, M., & Törnmarck, J., 1986: Mätning av bränsleflis, spån och bark. Scaling of fuel chips, sawdust and bark. Report No 173. Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. (Swedish)
- Nylinder, M., & Fryk, H., 2012: Mätning av bränsleved vid Ena Energi AB i Enköping. Research Results No 9. Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. (Swedish)
- Ringman, M., 1996: Trädbränslesortiment – Definitioner och egenskaper. Wood fuel assortments – Definitions and properties. Report No 250. Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. (Swedish)

- Thörnqvist, T., 1984: Hyggesrester som råvara för energiproduktion – Torkning, lagring, hantering och kvalitet. Logging residues as a feedstock for energy production – Drying, storing, handling and grading. Report No 152. Department of Forest Products, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. (Swedish)
- Thörnqvist, T., (1985): Trädbränslekvalitet – vad är det?. Uppsats nr 14. Institutionen för virkeslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. (Swedish)

Bilagor

BILAGA 1. TABELLER

Tabell 8. Volymen för de vinterkörda ekipagen uppmätta i skogen och vid industri

Ekipage nr.	Skogen (m³s)	Industri (m³s)	Diff. %
1	114,0	111,2	-2,4
2	101,5	100,0	-1,5
3	103,7	102,6	-1,0
4	110,3	108,6	-1,5
5	115,4	114,2	-1,0
6	114,9	113,0	-1,7
7	102,7	101,2	-1,4
8	100,2	99,1	-1,1
9	112,9	111,8	-1,0
10	105,5	104,7	-0,7
11	110,3	107,8	-2,3
12	120,9	116,8	-3,4
13	118,1	115,3	-2,4
14	112,9	111,0	-1,7
15	116,5	113,6	-2,5
16	111,4	107,7	-3,4
17	114,8	111,3	-3,1
18	118,3	114,6	-3,1
19	113,7	108,7	-4,4
20	99,3	95,9	-3,4
21	114,5	111,9	-2,3
22	113,2	110,4	-2,5
23	109,5	105,8	-3,4
24	105,1	102,9	-2,1
25	112,2	109,3	-2,6
26	104,3	101,3	-2,9
27	113,2	110,6	-2,4
28	105,0	102,2	-2,6
29	111,6	108,1	-3,1
		Medel	-2,3
		Std	0,9
		i	(-2,6) - (-2,0)

Tabell 9. Volymen för de sommarkörda ekipagen uppmätta i skogen och vid industri

	Skogen (m ³ s)	Industri (m ³ s)	Diff. %
30	114,4	113,0	-1,2
31	115,1	113,9	-1,1
32	115,6	111,9	-3,2
33	116,7	114,8	-1,6
34	116,7	112,2	-3,8
35	104,6	101,0	-3,4
36	107,4	104,2	-3,0
37	76,5	73,7	-3,6
38	108,9	107,5	-1,3
39	113,1	110,5	-2,3
40	100,3	98,8	-1,6
41	100,1	98,3	-1,7
42	104,0	100,6	-3,3
43	99,8	96,1	-3,7
44	107,3	105,8	-1,4
		Medel	-2,4
		Std	1,0
		i	(-2,8) - (-2,0)

Tabell 10. Volymförändringen för de 9 ekipage som mättes även vid ca 5 och 10 km transportavstånd

Ekipage nr.	Transportavstånd				Volymförändring (%)		
	0 (km)	5 (km)	10 (km)	Destination	0 → 5	0 → 10	0 → Industri
1	114,0	112,0	111,6	111,2	-1,7	-2,1	-2,4
10	105,5	105,0	104,9	104,7	-0,5	-0,6	-0,7
18	118,3	115,6	115,2	114,6	-2,3	-2,6	-3,1
20	99,3	96,7	96,6	95,9	-2,5	-2,7	-3,4
29	111,6	109,3	108,9	108,1	-2,0	-2,4	-3,1
32	115,6	112,7	112,4	111,9	-2,5	-2,8	-3,2
34	116,7	113,2	112,8	112,2	-3,0	-3,3	-3,8
36	107,4	106,3	105,4	104,2	-1,0	-1,8	-3,0
42	104,0	101,6	101,2	100,6	-2,4	-2,7	-3,3
				Medel	-2,0	-2,3	-2,9
				Std	0,8	0,7	0,8
				i	(-1,1) - (-1,5)	(-1,2) - (-1,9)	(-1,4) - (-2,3)

Tabell 11. Den inmätta volymen vid värmeverk för de vinterkörda ekipagen enligt VMF Syd och LNU/SLU

Ekipage nr	Volym (m ³ s)		Diff. %
	LNU/SLU	VMF Syd	
1	111,18	110,97	-0,2
2	99,98	99,78	-0,2
3	102,63	103,12	0,5
4	108,63	106,19	-2,2
5	114,22	115,77	1,4
6	113,02	112,69	-0,3
7	101,24	104,97	3,7
8	99,07	99,23	0,2
9	111,83	113,46	1,5
10	104,73	104,58	-0,1
11	107,80	108,31	0,5
12	116,81	116,75	0,0
13	115,28	114,64	-0,6
14	110,96	110,32	-0,6
15	113,59	113,27	-0,3
16	107,69	111,32	3,4
17	111,28	111,31	0,0
18	114,62	113,82	-0,7
19	108,69	109,14	0,4
20	95,90	96,88	1,0
21	111,93	111,00	-0,8
22	110,36	108,00	-2,1
23	105,77	104,00	-1,7
24	102,88	104,00	1,1
25	109,29	109,00	-0,3
26	101,26	102,00	0,7
27	110,55	110,00	-0,5
28	102,24	102,00	-0,2
29	108,11	107,00	-1,0
		Medel	0,1
		Std	1,3
		i	(-0,4) - 0,6

Tabell 12. Den inmätta volymen vid värmeverk för de sommarkörda ekipagen enligt VMF Syd och LNU/SLU

Ekipage nr	Volym (m ³ s)		Diff. %
	LNU/SLU	VMF Syd	
30	113,01	110,04	-2,6
31	113,92	115,89	1,7
32	111,93	111,42	-0,5
33	114,81	111,61	-2,8
34	112,24	111,75	-0,4
35	101,04	101,70	0,7
36	104,21	103,89	-0,3
37	73,72	73,91	0,3
38	107,49	107,57	0,1
39	110,54	110,97	0,4
40	98,76	99,14	0,4
41	98,35	97,81	-0,5
42	100,62	100,34	-0,3
43	96,10	97,06	1,0
44	105,78	105,44	-0,3
		Medel	-0,2
		Std	1,2
		i	(-0,8) - 0,4

Tabell 13. Trädslagsfördelning vid avverkningen för de vinterkörda ekipagen samt datum för flisning, avverkning och risskotning. Observera att trädslagsfördelningen gäller för den bedömning utförd av inköparen före avverkning och kan därmed inte direkt appliceras på enskilda ekipage. Månad presenteras tillsammans med vilket år det gäller, ex år 2011 och januari månad skrivs jan-11. I Sista kolumnen är också leveranserna kopplade till respektive virkesorder där siffror inom parantes syftar till vilken container virkesordern gäller

Ekipage	Trädslagsfördelning vid avverkning (%)				Tidpunkter			Virkesorder
	Tall	Gran	Löv	Flisning	Avverkning	Risskotning		
1	4	6	0	jan-12	nov-10	jul-11	A	
2	4	6	0	jan-12	nov-10	jul-11	A	
3	4	6	0	jan-12	nov-10	jul-11	A	
4	4	6	0	jan-12	nov-10	jul-11	A	
5	4	6	0	jan-12	nov-10	jul-11	A	
6	0	x	0	jan-12	feb-11	jul-11	A	
7	1	9	0	jan-12	nov-10	jul-11	A	
8	1	9	0	jan-12	nov-10	jul-11	A	
9	0	x	0	jan-12	feb-11	jul-11	A	
10	4	6	0	feb-12	nov-10	jul-11	A	
11	7	3	0	feb-12	jan-10	okt-12	B (1)	
	7	3	0	feb-12	mar-11	mar-11	C (2,3)	
12	1	1	8	feb-12	apr-11	feb-12	D	
13	1	1	8	feb-12	apr-11	feb-12	D	
14	1	7	2	feb-12	nov-10	aug-11	E	
15	1	9	0	feb-12	jan-11	feb-11	F	
16	7	3	0	feb-12	mar-11	sep-11	G	
17	7	3	0	feb-12	mar-11	sep-11	G (1)	
	7	3	0	feb-12	feb-11	sep-11	H (2,3)	
18	3	7	0	feb-12	sep-11	dec-11	I	
19	3	7	0	feb-12	sep-11	dec-11	I	
20	3	7	0	feb-12	sep-11	dec-11	I	
21	2	6	2	apr-12	maj-11	okt-11	J	
22	4	6	0	apr-12	sep-11	dec-11	K	
23	4	6	0	apr-12	sep-11	dec-11	K	
24	4	6	0	apr-12	sep-11	dec-11	K	
25	4	6	0	apr-12	sep-11	dec-11	K	
26	4	6	0	apr-12	sep-11	dec-11	K	
27	4	6	0	apr-12	sep-11	dec-11	K	
28	4	6	0	apr-12	sep-11	dec-11	K	
29	4	6	0	apr-12	sep-11	dec-11	K	
30	1	8	1	maj-12	jan-11	okt-11	L	
31	1	8	1	maj-12	jan-11	okt-11	L	
32	1	8	1	maj-12	jan-11	okt-11	L	
33	1	8	1	maj-12	jan-11	okt-11	L (1)	

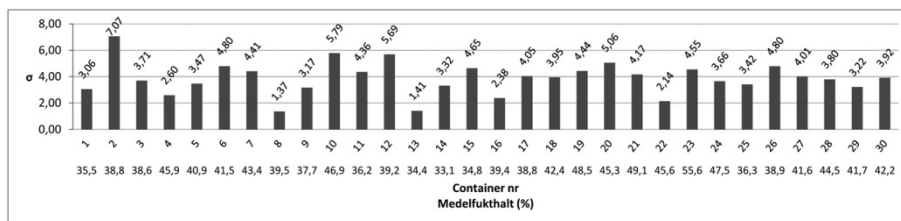
	1	8	1	maj-12	mar-11	okt-11	M (2,3)
34	1	9	0	maj-12	mar-11	okt-11	N
35	4	6	0	juni-12	nov-10	jun-11	O
36	4	6	0	juni-12	nov-10	jun-11	O
37	0	9	1	juni-12	apr-11	okt-11	P (2)
	0	9	1	juni-12	aug-11	aug-11	Q (3)
38	3	7	0	juni-12	mar-10	feb-12	R
39	3	7	0	juni-12	mar-10	feb-12	R
40	3	7	0	juni-12	mar-10	feb-12	R
41	3	7	0	juni-12	mar-10	feb-12	R
42	2	8	0	juni-12	aug-10	aug-11	S
43	0	8	2	juni-12	apr-11	maj-11	T
44	0	8	2	juni-12	apr-11	maj-11	T

Tabell 14 . Typ av utrustning för sönderdelning, transport innan lastbil och avstånd till industri för de inmätta ekipagen

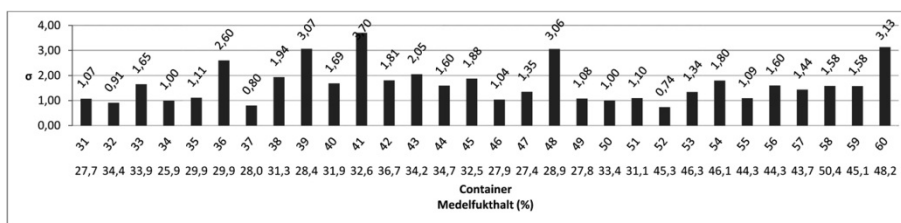
Ekipage	Flisning		Transport innan lastbil	
	Hugg	Typ	Medelavstånd (m)	Avstånd industri (km)
1	Bruks 805	Dumper	700	93
2	Bruks 805	Dumper	550	93
3	Bruks 805	Dumper	200	95
4	Bruks 805	Dumper	130	95
5	Bruks 805	Dumper	830	95
6	Bruks 805	Dumper	50	95
7	Bruks 805	Dumper	300	95
8	Bruks 805	Dumper	700	93
9	Bruks 805	Dumper	50	95
10	Bruks 805	Dumper	100	93
11	Bruks 805-CT2	Skyttel	50	40
12	Bruks 805-CT2	Skyttel	50	40
13	Bruks 805-CT2	Skyttel	400	40
14	Bruks 805-CT2	Skyttel	300	40
15	Bruks 805-CT2	Skyttel	200	40
16	Bruks 805-CT2	Skyttel	300	120
17	Bruks 805-CT2	Skyttel	200	35
18	Bruks 805-CT2	Skyttel	330	40
19	Bruks 805-CT2	Skyttel	230	130
20	Bruks 805-CT2	Skyttel	300	40
21	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	300	35
22	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	300	49
23	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	400	49
24	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	300	49
25	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	300	49
26	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	300	49

27	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	300	49
28	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	300	49
29	Erjo 1290 (sjgå)	Flisaren	300	49
31	Bruks 805-CT1	Skyttel	550	60
32	Bruks 805-CT2	Skyttel	550	60
33	Bruks 805-CT3	Skyttel	550	60
34	Bruks 805-CT4	Skyttel	450	60
35	Bruks 805-CT5	Skyttel	650	60
36	Erjo 993	Flisaren	150	64
37	Erjo 993	Flisaren	150	64
38	Erjo 993	Flisaren	200	64
39	Erjo 993	Dumper	300	64
40	Erjo 993	Dumper	1000	68
41	Erjo 993	Dumper	530	68
42	Erjo 993	Dumper	1000	68
43	Erjo 993	Flisaren	50	75
44	Erjo 993	Flisaren	170	90
45	Erjo 993	Lastbil	4000	90

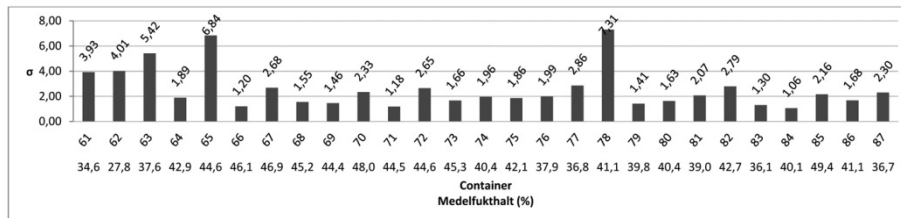
BILAGA 2. FIGURER



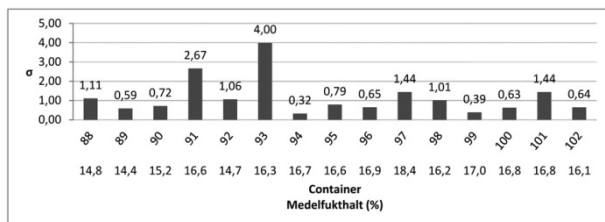
Figur 15. Fukthaltens standardavvikelse och medelfukthalt uttryckt i % för varje inmätt container i ekipage 1-10 (container 1-30).



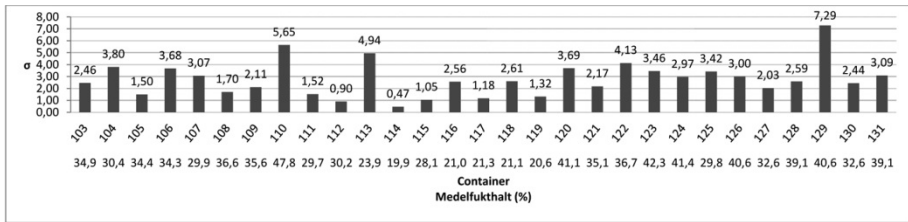
Figur 16. Fukthaltens standardavvikelse och medelfukthalt uttryckt i % för varje inmätt container i ekipage 11-20.



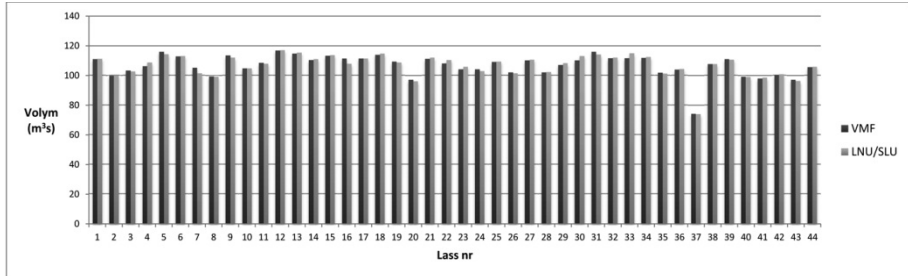
Figur 17. Fukthaltens standardavvikelse och medelfukthalt uttryckt i % för varje inmätt container i ekipage 21-29.



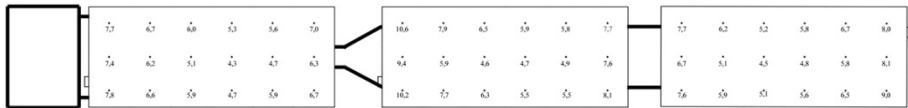
Figur 18. Fukthaltens standardavvikelse och medelfukthalt uttryckt i % för varje inmätt container i ekipage 31-35.



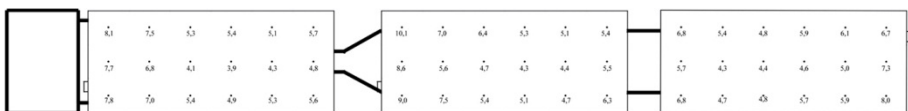
Figur 19. Fukthaltens standardavvikelse och medelfukthalt uttryckt i % för varje inmätt container i ekipage 36-45.



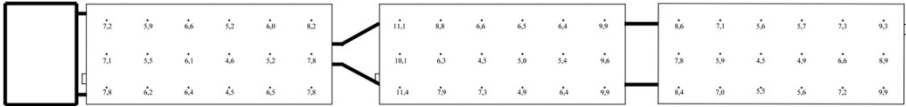
Figur 20. Den inmätta flisvolymen uttryckt i m^3 s vid värmeverket enligt VMF Syd och LNU/SL.



Figur 21. Medelsättningen i de olika containrarna på ett ekipage för samtliga ekipage i projektet. Medelsättningen uppmättes i container 1,2 och 3 beräknades till 6,1 cm ($\sigma = 1,0$ cm), 6,9 cm ($\sigma = 1,8$ cm) respektive 6,3 cm ($\sigma = 1,3$ cm).



Figur 22. Medelsättningen i de olika containrarna på ett ekipage för de vinterkörda ekipagen. Medelsättningen uppmättes i container 1,2 och 3 beräknades till 5,8 cm ($\sigma = 1,3$ cm), 6,1 cm ($\sigma = 1,7$ cm) respektive 6,7 cm ($\sigma = 1,1$ cm).



Figur 23. Medelsättningen i de olika containrarna på ett ekipage för de sommarkörda ekipagen. Medelsättningen uppmättes i container 1,2 och 3 beräknades till 6,4 cm ($\sigma = 1,1$ cm), 7,7 cm ($\sigma = 2,2$ cm) respektive 7,0 cm ($\sigma = 1,6$ cm).

Publications from The Department of Forest Products, SLU

Reports

1. Ingemarson, I. 2007. De skogliga tjänstemännens syn på arbetet i Gudruns spår. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Lönnstedt, L. 2007. *Financial analysis of the U.S. based forest industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
3. Lindholm, G. 2007. Marknadsanalys för produkter av grankärna. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
4. Stendahl, M. 2007. *Product development in the Swedish and Finnish wood industry*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
5. Nylund, J-E. & Ingemarson, F. 2007. *Forest tenure in Sweden – a historical perspective*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
6. Lönnstedt, L. 2008. *Forest industrial product companies – A comparison between Japan, Sweden and the U.S.* Department of Forest Products, SLU, Uppsala
7. Axelsson, R. 2008. *Forest policy, continuous tree cover forest and uneven-aged forest management in Sweden's boreal forest*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
8. Johansson, K-E.V. & Nylund, J-E. 2008. *NGO Policy Change in Relation to Donor Discourse: The Case of Vi Skogen*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Uetimane Junior, E. 2008. *Anatomical and Drying Features of Lesser Known Wood Species from Mozambique*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
10. Eriksson, L., Gullberg, T. & Woxblom, L. 2008. Skogsbruksmetoder för privatskogsbrukaren. *Forest treatment methods for the private forest owner*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
11. Eriksson, L. 2008. Åtgärdsbeslut i privatskogsbruket. *Treatment decisions in privately owned forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lönnstedt, L. 2009. *The Republic of South Africa's Forests Sector*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
13. Blicharska, M. 2009. *Planning processes for transport and ecological infrastructures in Poland – actors' attitudes and conflict*. Licentiate thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Nylund, J-E. 2009. *Forestry legislation in Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Björklund, L., Hesselman, J., Lundgren, C. & Nylinder, M. 2009. Jämförelser mellan metoder för fastvolymbestämmning av stockar. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
16. Nylund, J-E. 2010. *Swedish forest policy since 1990 – reforms and consequences*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
17. Eriksson, L., m.fl. 2011. Skog på jordbruksmark – erfarenheter från de senaste decennierna. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
18. Larsson, F., 2011. Mätning av bränsleved – Fastvolym, torrhalt eller vägning? Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
19. Karlsson, R., Palm, J., Woxblom, L. & Johansson, J. 2011. Konkurrenskraftig kundanpassad affärsutveckling för lövträ - Metodik för samordnad affärs- och teknikutveckling inom leverantörskedjan för björkämnen. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
20. Hannerz, M. & Bohlin, F., 2012. Markägares attityder till plantering av poppel, hybridasp och *Salix* som energigrödor – en enkätundersökning. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

21. Nilsson, D., Nylinder, M., Fryk, H. & Nilsson, J. 2012. Mätning av grothlis. *Measuring of fuel chips*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

Master thesis

1. Stangebye, J. 2007. Inventering och klassificering av kvarlämnad virkesvolym vid slutavverkning. *Inventory and classification of non-cut volumes at final cut operations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
2. Rosenquist, B. 2007. Bidragsanalys av dimensioner och postningar - En studie vid Vida Alvesta. *Financial analysis of economic contribution from dimensions and sawing patterns - A study at Vida Alvesta*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
3. Ericsson, M. 2007. En lyckad affärsrelation? - Två fallstudier. *A successful business relation? - Two case studies*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
4. Ståhl, G. 2007. Distribution och försäljning av kvalitetsfuru - En fallstudie. *Distribution and sales of high quality pine lumber - A case study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
5. Ekholm, A. 2007. Aspekter på flyttkostnader, fastighetsbildning och fastighetstorlekar. *Aspects on fixed harvest costs and the size and dividing up of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
6. Gustafsson, F. 2007. Postningsoptimering vid sönderdelning av fura vid Sätters Ångsåg. *Saw pattern optimising for sawing Scots pine at Sätters Ångsåg*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
7. Götherström, M. 2007. Följdeffekter av olika användningssätt för vedråvara - en ekonomisk studie. *Consequences of different ways to utilize raw wood - an economic study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
8. Nashr, F. 2007. *Profiling the strategies of Swedish sawmilling firms*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
9. Högsborn, G. 2007. Sveriges producenter och leverantörer av limträ - En studie om deras marknader och kundrelationer. *Swedish producers and suppliers of glulam - A study about their markets and customer relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
10. Andersson, H. 2007. *Establishment of pulp and paper production in Russia - Assessment of obstacles*. Etablering av pappers- och massaproduktion i Ryssland - bedömning av möjliga hinder. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
11. Persson, F. 2007. Exponering av trägolv och lister i butik och på mässor - En jämförande studie mellan sport- och bygghandeln. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
12. Lindström, E. 2008. En studie av utvecklingen av drivningsnettot i skogsbruket. *A study of the net conversion contribution in forestry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
13. Karlhager, J. 2008. *The Swedish market for wood briquettes - Production and market development*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
14. Höglund, J. 2008. *The Swedish fuel pellets industry: Production, market and standardization*. Den Svenska bränslepelletsindustrin: Produktion, marknad och standardisering. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
15. Trulson, M. 2008. Värmebehandlat trä - att inhämta synpunkter i produktutvecklingens tidiga fas. *Heat-treated wood - to obtain opinions in the early phase of product development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
16. Nordlund, J. 2008. Beräkning av optimal batchstorlek på gavelspikningslinjer hos Vida Packaging i Hestra. *Calculation of optimal batch size on cable drum flanges lines at Vida Packaging in Hestra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

17. Norberg, D. & Gustafsson, E. 2008. *Organizational exposure to risk of unethical behaviour – In Eastern European timber purchasing organizations*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
18. Bäckman, J. 2008. *Kundrelationer – mellan Setragroup AB och bygghandeln. Customer Relationship – between Setragroup AB and the DIY-sector*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
19. Richnau, G. 2008. *Landscape approach to implement sustainability policies? – value profiles of forest owner groups in the Helgeå river basin, South Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
20. Sokolov, S. 2008. *Financial analysis of the Russian forest product companies*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
21. Färlin, A. 2008. *Analysis of chip quality and value at Norske Skog Pisa Mill, Brazil*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
22. Johansson, N. 2008. *An analysis of the North American market for wood scanners. En analys över den Nordamerikanska marknaden för träscannern*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
23. Terzieva, E. 2008. *The Russian birch plywood industry – Production, market and future prospects. Den ryska björk-plywoodindustrin – Produktion, marknad och framtida utsikter*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
24. Hellberg, L. 2008. *Kvalitativ analys av Holmen Skogs internprissättningsmodell. A qualitative analysis of Holmen Skogs transfer pricing method*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
25. Skoglund, M. 2008. *Kundrelationer på Internet – en utveckling av Skandias webbplats. Customer relationships through the Internet – developing Skandia's homepages*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
26. Hesselman, J. 2009. *Bedömning av kunders uppfattningar och konsekvenser för strategisk utveckling. Assessing customer perceptions and their implications for strategy development*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
27. Fors, P.-M. 2009. *The German, Swedish and UK wood based bio energy markets from an investment perspective, a comparative analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
28. Andrae, E. 2009. *Liquid diesel biofuel production in Sweden – A study of producers using forestry- or agricultural sector feedstock*. Produktion av förnyelsebar diesel – en studie av producenter av biobränsle från skogs- eller jordbrukssektorn. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
29. Barrstrand, T. 2009. *Oberoende aktörer och Customer Perceptions of Value. Independent actors and Customer Perception of Value*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
30. Fälldin, E. 2009. *Påverkan på produktivitet och produktionskostnader vid ett minskat antal timmerlängder. The effect on productivity and production cost due to a reduction of the number of timber lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
31. Ekman, F. 2009. *Stormskadornas ekonomiska konsekvenser – Hur ser försäkringsersättningsnivåerna ut inom familjeskogsbruket? Storm damage's economic consequences – What are the levels of compensation for the family forestry?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
32. Larsson, F. 2009. *Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Customer relations, profitability and productivity from the forest contractors point of view*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
33. Lindgren, R. 2009. *Analys av GPS Timber vid Rundviks sågverk. An analysis of GPS Timber at Rundvik sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

34. Rådberg, J. & Svensson, J. 2009. Svensk skogsindustris framtida konkurrensfördelar – ett medarbetar-perspektiv. *The competitive advantage in future Swedish forest industry – a co-worker perspective*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
35. Franksson, E. 2009. Framtidens rekrytering sker i dag – en studie av ingenjörstudenters uppfattningar om Södra. *The recruitment of the future occurs today – A study of engineering students' perceptions of Södra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
36. Jonsson, J. 2009. *Automation of pulp wood measuring – An economical analysis*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
37. Hansson, P. 2009. *Investment in project preventing deforestation of the Brazilian Amazonas*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
38. Abramsson, A. 2009. Sydsvenska köpsågverksstrategier vid stormtimmerlagring. *Strategies of storm timber storage at sawmills in Southern Sweden*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
39. Fransson, M. 2009. Spridning av innovationer av träprodukter i byggvaruhandeln. *Diffusion of innovations – contrasting adopters views with non adopters*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
40. Hassan, Z. 2009. *A Comparison of Three Bioenergy Production Systems Using Lifecycle Assessment*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
41. Larsson, B. 2009. Kundens uppfattade värde av svenska sågverksföretags arbete med CSR. *Customer perceived value of Swedish sawmill firms work with CSR*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
42. Raditya, D. A. 2009. *Case studies of Corporate Social Responsibility (CSR) in forest products companies - and customer's perspectives*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
43. Cano, V. F. 2009. *Determination of Moisture Content in Pine Wood Chips*. Bachelor Thesis. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
44. Arvidsson, N. 2009. Argument för prissättning av skogsfastigheter. *Arguments for pricing of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
45. Stjernberg, P. 2009. Det hyggesfria skogsbruket vid Yttringe – vad tycker allmänheten? *Continuous cover forestry in Yttringe – what is the public opinion?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
46. Carlsson, R. 2009. *Fire impact in the wood quality and a fertilization experiment in Eucalyptus plantations in Guangxi, southern China*. Brandinverkan på vedkvaliteten och tillväxten i ett gödselexperiment i Guangxi, södra Kina. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
47. Jerenius, O. 2010. Kundanalys av tryckpappersförbrukare i Finland. *Customer analysis of paper printers in Finland*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
48. Hansson, P. 2010. Orsaker till skillnaden mellan beräknad och inmätt volym grot. *Reasons for differences between calculated and scaled volumes of tops and branches*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
49. Eriksson, A. 2010. *Carbon Offset Management - Worth considering when investing for reforestation CDM*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
50. Fallgren, G. 2010. På vilka grunder valdes limträleverantören? – En studie om hur Setra bör utveckla sitt framtida erbjudande. *What was the reason for the choice of glulam deliverer? -A studie of proposed future offering of Setra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
51. Ryno, O. 2010. Investeringskalkyl för förbättrat värdeutbyte av furu vid Krylbo sågverk. *Investment Calculation to Enhance the Value of Pine at Krylbo Sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
52. Nilsson, J. 2010. Marknadsundersökning av färdigkapade produkter. *Market investigation of pre cut lengths*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

53. Mörner, H. 2010. Kundkrav på biobränsle. *Customer Demands for Bio-fuel*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
54. Sunesdotter, E. 2010. Affärsrelationers påverkan på Kinnarps tillgång på FSC-certifierad råvara. *Business Relations Influence on Kinnarps' Supply of FSC Certified Material*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
55. Bengtsson, W. 2010. Skogsfastighetsmarknaden, 2005-2009, i södra Sverige efter stormarna. *The market for private owned forest estates, 2005-2009, in the south of Sweden after the storms*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
56. Hansson, E. 2010. Metoder för att minska kapitalbindningen i Stora Enso Bioenergis terminallager. *Methods to reduce capital tied up in Stora Enso Bioenergy terminal stocks*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
57. Johansson, A. 2010. Skogsallmänningars syn på deras bankrelationer. *The commons view on their bank relations*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
58. Holst, M. 2010. Potential för ökad specialanpassning av trävaror till byggföretag – nya möjligheter för träleverantörer? *Potential for greater customization of the timber to the construction company – new opportunities for wood suppliers?* Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
59. Ranudd, P. 2010. Optimering av råvaruflöden för Setra. *Optimizing Wood Supply for Setra*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
60. Lindell, E. 2010. Rekreation och Natura 2000 – målkonflikter mellan besökare och naturvård i Stendörrens naturreservat. *Recreation in Natura 2000 protected areas – visitor and conservation conflicts*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
61. Coletti Pettersson, S. 2010. Konkurrentanalys för Setragroup AB, Skutskär. *Competitive analysis of Setragroup AB, Skutskär*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
62. Steiner, C. 2010. Kostnader vid investering i flisaggregat och tillverkning av pellets – En komparativ studie. *Expenses on investment in wood chipper and production of pellets – A comparative study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
63. Bergström, G. 2010. Bygghandels inköpsstrategi för träprodukter och framtida efterfrågan på produkter och tjänster. *Supply strategy for builders merchants and future demands for products and services*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
64. Fuente Tomai, P. 2010. *Analysis of the Natura 2000 Networks in Sweden and Spain*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
65. Hamilton, C-F. 2011. Hur kan man öka gallringen hos privata skogsägare? En kvalitativ intervjustudie. *How to increase the thinning at private forest owners? A qualitative questionnaire*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
66. Lind, E. 2011. Nya skogsbaserade material – Från Labb till Marknad. *New wood based materials – From Lab to Market*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
67. Hulusjö, D. 2011. Förstudie om e-handel vid Stora Enso Packaging AB. *Pilot study on e-commerce at Stora Enso Packaging AB*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
68. Karlsson, A. 2011. Produktionsekonomi i ett lövsågverk. *Production economy in a hardwood sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
69. Bränngård, M. 2011. En konkurrensanalys av SCA Timbers position på den norska bygghandelsmarknaden. *A competitive analyze of SCA Timbers position in the Norwegian builders merchant market*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
70. Carlsson, G. 2011. Analysverktyget Stockluckan – fast eller rörlig postning? *Fixed or variable tuning in sawmills? – an analysis model*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
71. Olsson, A. 2011. Key Account Management – hur ett sågverksföretag kan hantera sina nyckelkunder. *Key Account Management – how a sawmill company can handle their key customers*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

72. Andersson, J. 2011. Investeringsbeslut för kraftvärmeproduktion i skogsindustrin. *Investment decisions for CHP production in The Swedish Forest Industry*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
73. Bexell, R. 2011. Hög fyllnadsgrad i timmerlagret – En fallstudie av Holmen Timbers sågverk i Braviken. *High filling degree in the timber yard – A case study of Holmen Timber's sawmill in Braviken*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
74. Bohlin, M. 2011. Ekonomisk utvärdering av ett grantimmersortiment vid Bergkvist Insjön. *Economic evaluation of one spruce timber assortment at Bergkvist Insjön*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
75. Enqvist, I. 2011. Psykosocial arbetsmiljö och riskbedömning vid organisationsförändring på Stora Enso Skutskär. *Psychosocial work environment and risk assessment prior to organizational change at Stora Enso Skutskär*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
76. Nylinder, H. 2011. Design av produktkalkyl för vidareförädlade trävaror. *Product Calculation Design For Planed Wood Products*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
77. Holmström, K. 2011. Viskosmassa – framtid eller fluga. *Viscose pulp – fad or future*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
78. Holmgren, R. 2011. Norra Skogsägarnas position som trävaruleverantör – en marknadsstudie mot bygghandeln i Sverige och Norge. *Norra Skogsägarnas position as a wood-product supplier – A market investigation towards the builder-merchant segment in Sweden and Norway*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
79. Carlsson, A. 2011. Utvärdering och analys av drivningsentreprenörer utifrån offentlig ekonomisk information. *Evaluation and analysis of harvesting contractors on the basis of public financial information*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
80. Karlsson, A. 2011. Förutsättningar för betalningsgrundande skördarmätning hos Derome Skog AB. *Possibilities for using harvester measurement as a basis for payment at Derome Skog AB*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
81. Jonsson, M. 2011. Analys av flödesekonomi - Effektivitet och kostnadsutfall i Sveaskogs verksamhet med skogsbränsle. *Analysis of the Supply Chain Management - Efficiency and cost outcomes of the business of forest fuel in Sveaskog*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
82. Olsson, J. 2011. Svensk fartygsimport av fasta trädbaserade biobränslen – en explorativ studie. *Swedish import of solid wood-based biofuels – an exploratory study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
83. Ols, C. 2011. Retention of stumps on wet ground at stump-harvest and its effects on saproxylic insects. Bevarande av stubbar vid stubbrytning på våt mark och dess inverkan på vedlevande insekter. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
84. Börjegen, M. 2011. Utvärdering av framtida mätmetoder. *Evaluation of future wood measurement methods*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
85. Engström, L. 2011. Marknadsundersökning för högvärdiga produkter ur klenkubb. *Market survey for high-value products from thin sawn timber*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
86. Thorn-Andersen, B. 2012. Nuanskaftningskostnad för Jämtkrafts fjärrvärmeanläggningar. *Today-acquisition-cost for the district heating facilities of Jämtkraft*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
87. Norlin, A. 2012. Skogsägarföreningarnas utveckling efter krisen i slutet på 1970-talet – en analys av förändringar och trender. *The development of forest owners association's in Sweden after the crisis in the late 1970s – an analysis of changes and trends*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

88. Johansson, E. 2012. Skogsbränslebalansen i Mälardalsområdet – Kraftvärmeverkens syn på råvaruförsörjningen 2010-2015. *The balance of wood fuel in the region of Mälardalen – The CHP plants view of the raw material supply 2010-2015*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
89. Biruk, K. H. 2012. *The Contribution of Eucalyptus Woodlots to the Livelihoods of Small Scale Farmers in Tropical and Subtropical Countries with Special Reference to the Ethiopian Highlands*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
90. Otuba, M. 2012. *Alternative management regimes of Eucalyptus: Policy and sustainability issues of smallholder eucalyptus woodlots in the tropics and sub-tropics*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
91. Edgren, J. 2012. *Sawn softwood in Egypt – A market study*. En marknadsundersökning av den Egyptiska barrträmarknaden. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
92. Kling, K. 2012. *Analysis of eucalyptus plantations on the Iberian Peninsula*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
93. Heikkinen, H. 2012. Mätning av sorteringsdiameter för talltimmer vid Kastets sågverk. *Measurement of sorting diameter for pine logs at Kastet Sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
94. Munthe-Kaas, O. S. 2012. Markedsanalys av skogsforsikring i Sverige og Finland. *Market analysis of forest insurance in Sweden and Finland*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
95. Dietrichson, J. 2012. Specialsortiment på den svenska rundvirkesmarknaden – En kartläggning av virkeshandel och -mätning. *Special assortments on the Swedish round wood market – A survey of wood trade and measuring*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
96. Holmquist, V. 2012. Timmerlängder till Iggesund sågverk. *Timber lengths for Iggesund sawmill*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
97. Wallin, I. 2012. *Bioenergy from the forest – a source of conflict between forestry and nature conservation? – an analysis of key actor's positions in Sweden*. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
98. Ederyd, M. 2012. Användning av avverkningslikvider bland svenska enskilda skogsägare. *Use of harvesting payments among Swedish small-scale forest owners*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
99. Högberg, J. 2012. Vad påverkar marknadsvärdet på en skogsfastighet? - En statistisk analys av markvärdet. *Determinants of the market value of forest estates. - A statistical analysis of the land value*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
100. Sääf, M. 2012. Förvaltning av offentliga skogsfastigheter – Strategier och handlingsplaner. *Management of Municipal Forests – Strategies and action plans*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
101. Carlsson, S. 2012. Faktorer som påverkar skogsfastigheters pris. *Factors affecting the price of forest estates*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
102. Ek, S. 2012. FSC-Fairtrade certifierade trävaror – en marknadsundersökning av två byggvaruhandlare och deras kunder. *FSC-Fairtrade labeled wood products – a market investigation of two builders' merchants, their business customers and consumers*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
103. Bengtsson, P. 2012. Rätt pris för timmerråvaran – en kalkylmodell för Moelven Vänerply AB. *Right price for raw material – a calculation model for Moelven Vänerply AB*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

104. Hedlund Johansson, L. 2012. Betalningsplaner vid virkesköp – förutsättningar, möjligheter och risker. *Payment plans when purchasing lumber – prerequisites, possibilities and risks*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
105. Johansson, A. 2012. *Export of wood pellets from British Columbia – a study about the production environment and international competitiveness of wood pellets from British Columbia*. Träpelletsexport från British Columbia – en studie om förutsättningar för produktion och den internationella konkurrenskraften av träpellets från British Columbia. Department of Forest Products, SLU, Uppsala
106. af Wahlberg, G. 2012. Strategiska val för Trivselhus, en fallstudie. *Strategic choices for Trivselhus, a case study*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
107. Norlén, M. 2012. Utvärdering av nya affärsområden för Luna – en analys av hortikulturindustrin inom EU. *Assessment of new market opportunities for Luna – an analysis of the horticulture industry in the EU*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala
108. Pilo, B. 2012. Produktion och beståndsstruktur i fullskiktad skog skött med blädningssystem. *Production and Stand Structure in Uneven-Aged Forests managed by the Selection System*. Institutionen för skogens produkter, SLU, Uppsala

Distribution
Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens produkter
Department of Forest Products
Box 7008
SE-750 07 Uppsala, Sweden
Tfn. +46 (0) 18 67 10 00
Fax: + 46 (0) 18 67 34 90
E-mail: sprod@slu.se

Ansvarig utgivare
Publisher
Professor Geoffrey Daniel

