



Seurantatutkimus kuormainvaakamittauksen tarkkuudesta L&T Biowatti Oy:ssä

Jussi Luoma

Opinnäytetyö
Marraskuu 2013
Metsätalous

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutusohjelma

Jussi Luoma
Seurantatutkimus kuormainvaakamittauksen tarkkuudesta L&T Biowatti Oy:ssä

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 1 sivua
Marraskuu 2013

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää energiapuunhankinnassa käytettävän kuormainvaakamittauksen tarkkuutta, mahdollisia hävikkejä sekä niiden syitä L&T Biowatti Oy:ssä. Uusiutuvan bioenergian käyttömäärät ovat kasvussa ja siksi energiapuunmittaustarkkuuden seuraaminen on erityisen tärkeää yritykselle, joka toimii päätoimisesti energiapuunhankinnassa.

Työssä tutkittiin kuuden L&T Biowatti Oy:lle työskentelevän yrittäjän kuormainvaakamittauksia. Tutkittavaksi valittiin yrittäjien metsätähdetyömaita sekä kokopuuna korjattuja työmaita. Työmaiden kuormainvaakatuloksien perusteella tehtyä kuutiointia verrattiin työmaasta haketuksen jälkeen saatuihin kuutioihin. Näistä tuloksista koostettiin tavaralaji-, aika- sekä yrittäjäkohtaiset koosteet.

Saatuja tuloksia analysoitiin ja pohdittiin mahdollisia syitä mittauseroihin. Tulosten luotettavuutta pohdittiin myös, huomioiden tutkimustapa ja energiapuunhankinnan erityispiirteet. Tulosten mukaan yrittäjien välisiä eroavaisuuksia oli huomattavissa. Eri tavaralajien välillä oli myös johdonmukaisia eroja. Tulosten perusteella voidaan todeta energiapuunmittauskäytäntöjen tarvitsevan vielä lisätutkimuksia.

Opinnäytetyö sisältää luottamuksellista tietoa, siksi tämän työn tulokset ovat salaisia. Luottamuksellisista syistä johtuen yrittäjien nimiä tai muita yhteystietoja ei paljasteta. Työmaiden tai yrittäjien sijaintia ei myöskään paljasteta tässä opinnäytetyössä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Forestry

Jussi Luoma

Monitory research of the Load scale measuring accuracy in the L&T Biowatti Oy

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 1 page
November 2013

The intention of the thesis was to investigate the load scale measurement system used in the energy wood procurement at the L&T Biowatti Oy. The purpose was to study the system's accuracy and point out possible causes of the inaccuracy. The use rate of the renewable bioenergy is growing continuously. For that reason monitoring of the energy wood measurement accuracy is very important for a firm working mainly in energy wood procurement.

Six entrepreneurs who worked as contractor in L&T Biowatti Oy were the target of the research. Those entrepreneurs load scale measurement accuracy was investigated. The sample was selected so that it would include logging residue working sites and sites which were harvested using whole tree- harvesting system. The working sites cubic volume results by the load scale measurement were then compared using the database information of the cubic volume results of the same sites after it was chipped. These results were then compiled into a site-, time- and entrepreneur-specific compilations.

The obtained results were analyzed and the differences of the measurement were speculated. Reliability of the investigations results were also discussed, taking a notice of the used research method and the specific nature of the energy wood procurement. The results show that the differences between entrepreneurs were conspicuous. There were also consistent differences in the results between the logging residue sites and the whole tree harvested sites. According to the results summary it can be said that the energy wood measurement practices still need further investigation.

This thesis contains confidential information and due that the results of this investigation are classified. For that reason, the entrepreneur's names or other information that might be harmful are not revealed. Also the locations of the working sites or the entrepreneurs are not revealed.

Key words: load scale measuring, wood's moisture content factor, energy wood measuring

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Tutkimuksen taustaa	5
1.2	Opinnäytetyön tarkoitus.....	5
1.3	Työn tilaaja L&T Biowatti Oy.....	6
2	Energiapuunhankinnan vaikutukset	7
2.1	Metsähakkeen tuotantoketjut	8
2.2	Syyt kuormainvaakojen käyttöön	9
2.3	Kuormainvaakamittauksen toimintaperiaate	10
2.4	Kuormainvaakamittauksen haasteita	11
2.5	Kuormainvaakojen tekniikka.....	12
2.6	Kuormainvaakojen punnitustarkkuus ja kalibrointi.....	12
	LÄHTEET.....	14
	LIITTEET	16
	Liite 1. Tuoretiheyskertoimien alueet.....	16

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustaa

Energiapolitiikan kehittymisen seurauksena on Suomessakin painetta kasvattaa uusiutuvan energian osuutta energiantuotannossa. Käytännössä tämä kasvu näkyy erityisesti metsähakkeen käytön lisääntymisenä. Vuonna 2011 metsähakkeiden käyttö oli ennätysellisellä tasolla - sitä poltettiin 7,5 miljoonaa kiintokuutiometriä (Metla – Tilastollinen vuosikirja 2012). Tulevaisuudessa tavoitteena on lisätä metsähakkeen käyttöä energian tuotannossa entisestään. Pekkarisen (2010) mukaan tavoitteena on kasvattaa metsähakkeen käyttöä 25 terawattituntiin vuoteen 2020 mennessä. Kiintokuutioina tämä tarkoittaa noin 13,5 miljoonaa kiintokuutiota metsähaketta. Lisäys on huomattava, sillä vuoden 2011 käyttömäärä pitäisikin lähestulkoon kaksinkertaistaa, jotta tavoitteisiin päästäisiin.

Metsäenergianhankinta nykyisellä tavallaan on Suomessa melko nuori ilmiö. Metsähakkeen tuotantoketjuun kuuluu nykyisin kiinteästi ja kasvavassa määrin kuormainvaakamittaus. Nykyinen kuormainvaakamittauskäytäntö otettiin käyttöön vasta vuoden 2009 alussa (Melkas, T, Metsätehon tiedote 11/2009). Kuormainvaakoja oli käytetty jo ennen tätäkin, mutta vuonna 2009 käyttöönotettu Energiapuun Mittausopas yhtenäisti silloisia mittauskäytäntöjä.

1.2 Opinnäytetyön tarkoitus

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää energiapuunhankinnassa käytettävän kuormainvaakamittauksen tarkkuutta ja toimivuutta L&T Biowatti Oy:ssä. Tarkoituksena on pohtia myös mahdollisten hävikkien ja epätarkkuuksien syitä. Ennako-odotusten mukaan haketettuja kuutioita saadaan vähemmän kuin mitä kuormainvaakamittauksen perusteella tehdyn kuutioinnin mukaan voitaisiin odottaa. Erityisesti metsätähdetyömaissa. Kuormainvaakamittauksen perusteella tehdyn kuutioinnin perustana olevien tuoretiheyskertoimien toimivuutta tutkitaan myös. Tuoretiheyskertoimia päivitettiin 1.1.2011, ja tämän päivytyksen vaikutuksia tuloksiin tutkitaan. Paineet uusiutuvan bioenergian käyttöön ovat kasvussa ja siksi energiapuunmittaustarkkuuden seuraaminen on erityisen tärkeää yritykselle, joka toimii päätoimisesti energiapuunhankinnassa.

Työssä tutkitaan kuuden L&T Biowatti Oy:lle työskentelevän yrittäjän kuormainvaakamittauksia. Otantaan valitaan näiden yrittäjien aikavälillä 1.1.2009 -31.7.2012 kor-

jaamia metsätähde- sekä kokopuutyömaita. Työmaiden kuormainvaakatuloksien perusteella tehtyjä kuutiointeja verrataan työmaista haketuksen jälkeen saatuihin kuutioihin. Vastaavaa tutkimusta yrittäjien työmaiden tuloksista ei ole ennen tehty tässä mittakaavassa. Tuloksia verrataan Excel-taulukon avulla laskemalla yrittäjien työmaakohtaiset erotukset. Näistä koostetaan tämän jälkeen tavaralaji-, aika- sekä yrittäjäkohtaiset koosteet.

Saatuja tuloksia analysoidaan ja pohditaan mahdollisia syitä eroihin. Tulosten luotettavuutta pohditaan myös, ottaen huomioon tutkimustapa ja energiapuunhankinnan erityispiirteet.

1.3 Työn tilaaja L&T Biowatti Oy

L&T Biowatti Oy on kotimainen bioenergiayhtiö, joka kuuluu Lassila & Tikanoja Oyj konserniin. Yritys aloitti toimintansa vuonna 1994, toimien aluksi silloisen Metsäliiton tytäryhtiönä. Vuoden 2005 alussa yhtiö siirtyi silloisen johdon omistukseen kokonaisuudessaan. Vuoden 2007 alussa yritys tuli Lassila & Tikanoja Oyj:n tytäryhtiöksi. Vuonna 2012 Lassila & Tikanoja lunasti yrityksen kokonaisuudessaan omistukseensa. Nykyisin L&T Biowatti Oy toimii yhtenä Lassila & Tikanoja Oyj:n monista toimialoista ja työllistää noin kuusikymmentä toimihenkilöä.

L&T Biowatin palveluihin kuuluvat monipuoliset metsäpalvelut: kasvatusmetsänhoito-, hankintakauppa-, metsänuudistamis-, maisemanhoito sekä ympäristönraivauspalvelut. Asiakkaina ovat mm. yksityiset metsänomistajat, pienrakentajat, kunnat, kaupungit sekä erilaiset infra-alan yritykset. L&T Biowatti toimii valtakunnallisesti erityisesti nuorten kasvatusmetsien kunnostuksissa ja ensiharvennuksilla.

L&T Biowatti tuottaa ja toimittaa puu- ja kierrätyspolttoaineita lämpö- ja voimalaitoksille. Asiakkaat koostuvat aina yksityisistä pienlaitoksista suurempiin käyttäjiin. Yritys tarjoaa myös metsäteollisuuden sivutuotteina syntyviä puuperäisiä materiaaleja kuten purua, kutteria ja kuorta kuivikkeeksi, katemateriaaliksi sekä tukiaineeksi (L&T Biowatti.fi, 2013).

2 Energiapuunhankinnan vaikutukset

Energiapuunhankinnalla on moninaisia yhteiskunnallisia vaikutuksia. Taloudellisia ja työvoimapoliittisia vaikutuksia voidaan pitää huomattavina. Energiapuunhankinta ja bioenergian käyttö työllistävät ihmisiä erityisesti haja-asustusalueilla. Koneyrittäjien liiton uutiskirjeessä 26.9.2013 puheenjohtaja Asko Piirainen kertoo energiapuunkorjuun, haketuksen ja murskauksen sekä kuljetuksien luovan noin 2000 henkilötyövuotta tällä hetkellä. Tämä on haja-asutusalueiden elinvoimaisuudelle erityisen merkittävää. Energiapuunkorjuu nostaa myös koneyrittäjien koneiden käyttöastetta. Energiapuun korjuu tapahtuu usein kesällä, jolloin ainespuuhakkuut ovat vähäisempiä.

Piiraisen mukaan tällä hetkellä energialaitoksille toimitetun metsähakkeen tuotannon arvo on noin 310 miljoona euroa. Yrittäjien ja työntekijöiden työtuloa tästä on noin 60 miljoonaa euroa. Luvut kasvavat tulevaisuudessa entisestään jos kotimaisen energiapuun käytön kasvutavoitteissa pysytään. Vuosikymmenen lopussa tuotannon arvojen odotetaan nousevan noin 550 miljoonaan euroon, työtulojen kasvaessa 100 miljoonaan euroon sekä henkilötyövuosien nousevan yli 3500 tasolle. (Piirainen, A. Koneyrittäjien liiton uutiskirje, 26.9.2013).

Kotimaisen metsäenergian käyttö vähentää myös fossiilisten tuontipolttoaineiden tarvetta. Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvalla energialla on hyvin merkittävää. Erityisesti kivihiilen tuontia korvataan kotimaisella bioenergialla. Käyttämällä kotimaista bioenergiaa voidaan aluetasolla saavuttaa useiden miljoonien eurojen hyödyt verrattuna kivihieillä tuotettuun energiaan. Tällöin tuotto ja verotulotkin jäävät kotimaahan sen sijaan, että tulot katoaisivat ulkomaille (Karttunen ym, Sitra, 2013).

Metsänomistajille energiapuunhankinnan hyöty taas realisoituu suoraan energiapuusta saatavina tuloina. Erityisesti pienen ainespuukertymän vuoksi nuoren metsän harvennukset saattaisivat jäädä kokonaan hakkuiden ulkopuolelle ilman energiapuunkorjuuta. Yhdistetyllä energia- ja ainespuuhakkuulla tai korjaamalla vähäinen ainespuukin energiaksi voidaan toteuttaa kannattavasti hakkuita, jotka muuten jäisivät helposti metsänomistajan omatoimisen hoidon varaan.

2.1 Metsähakkeen tuotantoketjut

Metsähakkeella tarkoitetaan pienpuusta, hakkuutähteistä, kannoista ja järeästä lahopuusta tuotettua haketta. Pienpuu korjataan pääsääntöisesti nuoren metsän hoitokohteilta kokopuuna tai karsittuna rankana, siistimällä tiensivujen tai pellon reunojen puustoja. Itse hakkuu suoritetaan usein harvesterilla tai kaivinkoneella, johon on asennettu energiapuun korjuuseen erityisesti suunniteltu energiakoura. Hakkuutähteet ja järeä lahopuu kertyvät uudistushakkuiden yhteydessä. Avohakkuun hakkuutähteet voidaan kasoille harvesterin toimesta. Kuivuttuaan aluksi palstalla, suoritetaan hakkuutähteen varsinainen metsäkuljetus varastopaikalle. Myös kantojen nosto tapahtuu avohakkuukuvioilta. Kantojen noston yhteydessä voidaan tehdä myös metsän uudistamisen kannalta tarpeelliset maanmuokkaus-toimenpiteet. Pelkkä kantojen nostaminen ei riitä yksinään maanmuokkaukseksi.



Kuva 1. Kantojen murskausta mobiilimurskaimella (Kuva: Metla / Juha Laitila)

Metsähake haketetaan tarkoitukseen sopivalla hakkurilla tai murskaimella. Pääsääntöisesti pienpuu ja metsätähde voidaan hakettaa hakkurilla, mutta kantojen rakenteen ja mukana olevan maan, kivien ja epäpuhtauden vuoksi kannot joudutaan murskaamaan esimerkiksi kuvan 1. tapaisella murskaimella. Murskaimet voivat olla liikkuvia auton päälle rakennettuja mobiilimurskaimia tai vastaavasti kiinteitä käyttöpaikkamurskaimia. Murskaimella tuotettu murska eroaa hakkurilla tuotetusta hakkeesta pääasiassa suuremman palakokonsa vuoksi. Hakkurilla haketettu hake on usein myös tasalaatuisempaa kuin murske. (Metlan työraportti 260, 2013)

Metsähakkeen tuotantoketjut voidaan jakaa eri tapoihin haketuspaikan mukaan. Haketus voidaan suorittaa joko keskitetysti tietyssä paikassa, esimerkiksi terminaalissa tai hajautetusti puutavaran sijainnin mukaan. Vallitsevana käytäntönä on kuvassa kaksi näkyvä

tienvarsihaketus, jossa tienvarressa oleva puutavara haketetaan varastopaikalla erillisellä liikkuvalla hakkurilla tai murskaimella. Hake haketetaan usein hakerekkaan, kuorma-auton päällä oleviin metallisiin hakekontteihin tai vastaaviin kärriihin.



Kuva 2. Tienvarsihaketus on käytetyin haketustapa Suomessa (Kuva: Matti Takatalo, Heinolan Sahakoneet Oy)

Hake kuljetetaan tämän jälkeen käyttöpaikoille. Vuonna 2012 peräti 69 % pienpuuhakkeesta tuotettiin tienvarsihaketuksena. Vaihtoehtoina tienvarsihaketukselle käytetään terminaalihaketusta ja käyttöpaikkahaketusta. Terminaalihaketuksessa puuraaka-aine kaukokuljetetaan terminaaliin haketettavaksi tai murskattavaksi, josta valmis hake kuljetetaan edelleen käyttöpaikoille. Käyttöpaikkahaketuksessa haketus tai murskaus tapahtuu hakkeen käyttöpaikalla. (Strandström, M. Metsäteho Oy: Metsähakkeen tuotantoketjut Suomessa vuonna 2012.)

2.2 Syyt kuormainvaakojen käyttöön

Syyt kuormainvaakamittauksen yleistymiseen energiapuunhankinnassa johtuvat pitkälti energianpuuhun liittyvistä erityispiirteistä. Energiapuun varastointiaika on puuaineksen kuivumisen vuoksi normaalia ainespuuta huomattavasti pidempi, noin yksi vuosi. Lisäksi energiapuu on rakenteeltaan vaikeasti mitattavaa. Metsätähde- ja kokopuuvarastojen tarkka pinomittaus on käytännössä hyvin vaikeaa, ellei mahdotonta. Mittaustulokset ovat aina enemmän suuntaa antavia. Tarkempi tulos puumäärästä saadaankin vasta hakettaessa puutavaraa. Pitkän varastointiajan ja haketuksen yhteydessä tapahtuvan mittauksen haittapuolena on maksuliikenteen järjestäminen. Korjuuyrittäjillä ei ole varaa

vuosien mittaiseen laskutusväliin, eikä metsänomistajienkaan ole mielekästä odotella puukaupasta saatavaa tuloa haketukseen saakka. Kuormainvaakamittauksen avulla puumäärä saadaan selville nopeasti ja maksuliikenteen järjestäminen eri osapuolien, puunostajien, yrittäjien ja metsänomistajien välillä on huomattavasti nopeampaa ja helpompaa.

2.3 Kuormainvaakamittauksen toimintaperiaate

Kuormainvaakamittaus jakautuu periaatteessa kahteen eri vaiheeseen. Aluksi puutavara punnitaan, ajokoneen tai puutavara-auton puumiin asennettavan vaakalaitteen avulla. Käytännössä energiapuun punnitaan useimmiten metsäkuljetuksen yhteydessä. Punnitus tapahtuu varastopaikalla kuorman purkamisen yhteydessä ajokoneen vaakalaitteella. Tämän jälkeen saatu vaakatuloks (kg) muunnetaan kiintokuutioiksi määrittämällä oikea tuoretiheyskerroin kyseiselle puutavaralle. Tämä suoritetaan Metsäntutkimuslaitos määrittämien tuoretiheyskertoimien (kg/m³) mukaan (Lindblad, Äijälä & Koistinen, Energiapuun mittausopas 2013).

Energiapuun mittausoppaan mukaan tuoretiheys (kg/m³) tarkoittaa puuaineen tuoremassan ja tuoreena mitatun tilavuuden suhdetta. Tuoretiheyskertoimilla siis pyritään mallintamaan energiapuun kosteuden muutoksia. Tätä muuntolukua käytettäessä energiapuun tilavuus ilmoitetaan kuorellisena. Kuvan 3. kaltaista taulukkoa lukemalla määritetään käytettävä muuntoluku. Tähän tarvitaan tiedot puun kaatoajankohdasta sekä kuivumisajasta, jotta taulukkoa seuraamalla saadaan oikea muuntokerroin. Metlan sivuilta on ladattavissa Eppu-energiapuulaskuri sovellus, jonka avulla kertoimien laskeminen käy vaivattomasti. Tarvittavat tiedot syötetään sovellukseen, joka laskee oikean kertoimen.

Painoluokat	Kosteus %	Ajankohta				Tuoretiheys kg/m ³
		1.4. – 30.4.	1.5. – 15.8.	16.8. – 30.9.	1.10. – 31.3.	
1	> 50	Tuore, jossa lunta ja jäätä				950
2	45-50	Tuore, 20 vrk ↓	Tuore, 10 vrk ↓	Tuore, 20 vrk ↓	Tuore	840
3	40-44	≥ 20 vrk	⇒ 15 vrk ↓	≥ 20 vrk	≥ 20 vrk	770
4	35-39	-	20 vrk ↓	20 vrk ↑	20 vrk ↑	700
5	30-34	-	35 vrk ↓	20 vrk ↑	-	650
6	< 30	-	≥ 80 vrk	20 vrk ↑	-	600

Kuva 3. Esimerkkikuva tuoretiheystaulukosta (Kuva: Metla)

Energiapuunmittaukseen käytettävät tuoreiheyskertoimet ovat määritelty puutavaralajeittain. Harvennusenergiapuulle ja latvusmassalle on määritelty omat kertoimet. Tämän lisäksi harvennusenergiapuulle on määritettävä pääpuulaji. Tuoreiheystaulukot ovat jaoteltu havupuulle, koivulle, muulle lehtipuulle sekä sekapuulle, jota käytetään pääpuulajin osuuden ollessa alle 70 prosenttia mitattavan erän tilavuudesta. Tuoreiheyskertoimien käyttö on jaoteltu myös alueellisesti. Käytettävien kertoimien alueellinen jakautuminen on esitetty liitteen 1. kartassa. (Lindblab ym. Energiapuun mittaussopas, 2013.)

2.4 Kuormainvaakamittauksen haasteita

Kuormainvaakamittaukseen liittyy myös tiettyjä haasteita. Tuoreiheyskertoimilla pyritään mallintamaan kaadetun puun kuivumista. Kuitenkin puun kuivuminen vaihtelee paljolti sääolosuhteiden, varastopaikan ominaisuuksien ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Oikean tuoreiheyskertoimen määrittäminen onkin haastavaa, jos edellä mainituista seikoista johtuen puutavaran kuivuminen ei vastaa tuoreiheyskertoimen perusteella ennustettua kuivumista. Todellisuudessa puutavaran tuoremassa (kg/m³) voi olla joko suurempi tai pienempi, kuin taulukosta ohjeiden mukaan luettu lukema. Esimerkiksi jos tuoreiheyslukuksi valitaan liian pieni kerroin, eli oletetaan puun olevan kuivempaa kuin se todellisuudessa on, saadaan kuutioinnissa liian suuri kuutiomäärä.

Vaakalaitteiden toiminta vaikuttaa myös luonnollisesti mittaustuloksen lopulliseen tarkkuuteen. Punnittujen kourallisten käsittelyllä punnitushetkellä on vaikutusta, sekä itse vaakalaitteen mittaustarkkuudella on luonnollisesti merkittävä rooli mittaustarkkuudessa.

Verrattaessa kuormainvaakatuloksen perusteella suoritettua kuutiomäärä haketettuihin kuutioihin pitää huomioida myös energiapuun pitkä varastointiaika. Varastointiaikana bioenergiaa katoaa aina jonkin verran puuaineksen hajoamisen yhteydessä. Kuljetusten ja haketusten yhteydessä voi tapahtua myös pienimuotoista hävikkiä. Esimerkiksi osa hakkeesta saattaa päätyä maahan varastopaikalle kuljetuskontin sijasta. Osa puutavarasta voidaan joutua jättämään varastopaikalle, jotta hakkuriin ei päätyisi puutavaran mukana epäpuhtauksia kuten kiviä ja maata.

2.5 Kuormainvaakojen tekniikka

Energiapuunhankinnassa käytettyjen kuormainvaakojen toimintaperiaate on yleisesti ottaen melko yhteneväinen. Vaakalaitteet koostuvat usein kahdesta erillisestä komponentista, vaakariipukkeesta ja tietokoneinstrumentista. Vaakariipuke asennetaan esimerkiksi ajokoneen puomiin, kouran yhteyteen. Tietokoneinstrumentit sijoitetaan usein ajokoneen ohjaamoon sopivalle paikalle.

Mittaustavan toteutus kuitenkin vaihtelee hieman valmistajittain. Esimerkiksi yleisen Loadmaster- vaakalaitteen anturi mittaa punnitusriipuksen öljynpaineen muutoksen punnituksen aikana. Tämä informaatio muutetaan sähköiseksi taajuussignaaliksi, joka tallennetaan ja muutetaan vaakalaitteen tietokonelaitteiston avulla punnitukseksi kiloiksi. (Tamtron Oy, vaakaohjeet 2012.)

Osa markkinoilla olevista vaakalaitteista punnitsee massaa nosturin riipukkeeseen asennetuilla kiihtyvyyss- ja venymäliuska-antureilla. Venymäliuska-anturi lähettää kuormaa nostettaessa sähköistä informaatiota useasti sekunneissa anturista vaakalaitteen tietokoneinstrumentille, joka laskee ja tallentaa punnitun massan suuruuden. Esimerkiksi kuvan 4. Ponsse Loadoptimizer- vaaka toimii tällä periaatteella.



Kuva 4. Ponsse Loadoptimizer vaakalaitteisto (Kuva: Ponsse Oy)

Metsätehon vuonna 2009 tekemän tutkimuksen mukaan markkinoilla käytössä olevista vaakalaitteista 80 % oli hydraulisen paineanturin avulla toimivia vaakoja ja 20 % vaakalaitteista oli venymäliuskaan perustuvia.

2.6 Kuormainvaakojen punnitustarkkuus ja kalibrointi

Eri valmistajien kuormainvaakojen tarkkuuksissa on pieniä eroavaisuuksia. Useat vaakavalmistajat ilmoittavat vaakojen erotuskyyvyksi Metsätehon tutkimuksen mukaan 2 kg.

Loadmaster vaaka pystyy valmistajan mukaan jopa yhden kilogramman erottelutarkkuuteen. Punnitustarkkuus vaihtelee yleisesti valmistajien tekemiä koepunnitusten perusteella +/-1-2 % luokassa.

Kuormainvaakojen kalibrointi suoritetaan kalibrointiin tarkoitettulla punnuksella, joka näkyy ajokoneen kuormaillassa (Kuva 5.). Punnus on valmistettu useimmiten raudasta ja betonista. Näitä punnuksia toimittavat useat eri valmistajat. Punnuksen paino on tarkistettu ja dokumentoitu yhden kilon tarkkuudella valmistajan toimesta. Kalibrointipunnuksen paino pitää myös tarkistaa vuosittain yhden kilon tarkkuudella. (Melkas, T. Metsäteho Oy, Markkinoilla olevat kuormainvaat ja niiden ominaisuudet, 2010).



Kuva 5. Kalibrointipunnus metsäkoneen kyydissä (Kuva: Metsäkonehuolto Kähkönen)

LÄHTEET

Kuva 1. Juha Laitila, Metla, saatavissa 2.10.2013

http://www.forestenergy2020.org/openimage/183_uusimurskainmatala.jpg?w=542&h=210

Kuva 2. Matti Takatalo, Heinolan Sahakoneet Oy, saatavissa 2.10.2013

<http://www.metsateho.fi/tiedotteet/tiedote?id=21793828>

Kuva 3. Latvusmassan tuoretiheys taulukko (Kuva: Metla) Luettu 6.10.2013

http://www.metla.fi/metinfo/tietopakettit/mittaus/aineistoja/Energiapuun_mittausopas_EMT_hyvaksyty_26032013.pdf

Kuva 4. Ponsse Oy, saatavissa 2.10.2013

http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2010_04_Markkinoilla_olevat_kuormainvaat_ ja_niiden_ominaisuudet_tm.pdf

Kuva 5. Metsäkonehuolto Kähkönen

https://www.google.fi/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&docid=16xt8rGoqtugLM&tbnid=1pqVsKqbPYPVMM:&ved=0CAUQjRw&url=http%3A%2F%2Fwww.metsakonehuoltokahkonen.fi%2Fverkkoakauppa%2Ffin%2Fkalibrointipunnus-p-43780-0%2F&ei=ewZLUvraCcfY4QSA1oDADA&psig=AFQjCNHbCKJb_NRByo2A_eQQh4WiOnpK2Q&ust=1380734572680586

L&T Biowatti.fi, 2013. Luettu 7.11.2013.

<http://www.lassila-tikanoja.fi/palvelut/lt-biowatti/lt-biowatti-yrityksena/Sivut/Default.aspx>

Laitila, J. Rytönen, E. & Nuutinen, Y. Metlan työraportti 260, 2013 Kantojen, latvusmassan ja harvennuspuun murskaus tienvarsivarastolla kuorma-autoalustaisella CBI 5800 murskaimella

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp260.htm>

Piirainen, A. Koneyrittäjien liiton uutiskirje, Puuenergian hankinta lisää työpaikkoja ja palkkatuloja maakunnissa, 26.9.2013. Luettu 5.10.2013.

http://www.koneyrittajat.fi/?action=news&news_id=328

Karttunen, V. Vanhanen, J. Vehvilainen, I. Pesola, A. Oja, L. / Gaia Consulting Oy. Energiainvestointien alue- ja kansantaloudellinen kannattavuustarkastelu, Helsinki, Sitra, 2013 (42 s.) Luettu 5.10.2013.

<http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia73.pdf>

Metsäntutkimuslaitos – Tilastollinen vuosikirja 2012, 9, s.275. Luettu 14.8.2013.
http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2012/vsk12_09.pdf

Pekkarinen, M. Kohti vähäpäästöistä Suomea, Uusiutuvan energian velvoitepaketti, 20.4.2010, Luettu 14.8.2013.
http://www.tem.fi/files/26643/UE_lo_velvoitepaketti_Kesaranta_200410.pdf

Strandström, M. Metsäteho Oy, Metsätehon tulosalvosarja 4/2013, 23.4.2013. Luettu 14.8.2013.
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2013_04_Metsahakkeen_tuotantoketjut_2012_ms.pdf

Melkas, T. Metsäteho Oy, Metsätehon tiedote 11/2009, Kuormainvaakamittaus uudistuu. Luettu 14.8.2013
<http://www.metsateho.fi/tiedotteet/tiedote?id=16994018&year=2009>

Lindblad, J, Äijälä, O & Koistinen, A. Tapio ja Metsäntutkimuslaitos, Energiapuun mittausopas, 26.3.2013. Luettu 14.8.2013.
http://www.metla.fi/metinfo/tietopaketit/mittaus/aineistoja/Energiapuun_mittausopas_EM_T_hyvaksyty_26032013.pdf

Tamtron Oy, Vaakaohjeet, 2012. Luettu 29.8.2013
<http://www.tamtron.fi/oy/page/timber-ladattavat-ohjeet-ja-ukkt>

Bioenergiatieto.fi, Lindblad, J. Energiapuun painomittauksen muuntoluvut uudistuvat vuoden 211 alusta alkaen, 25.8.2011. Luettu 14.11.2013.
http://www.bioenergiatieto.fi/default/www/etusivu/ajankohtaista/uutiset/metla_energiaapuun_painomittauksen_muuntoluvut_uudistuvat_vuoden_2011_alusta_alkaen/

LIITTEET

Liite 1. Tuoretiheyskertoimien alueet

