

Energiapuun mittaus ja kosteuden hallinta

Haltia 18.3.2014

Jari Lindblad

Metsäntutkimuslaitos, Itä-Suomen alueyksikkö, Joensuu

[jari.lindblad\(at\)metla.fi](mailto:jari.lindblad(at)metla.fi)

050 391 3072

Energiapuun mittaus – sopimusperusteisesta säädösperusteiseen mittaukseen

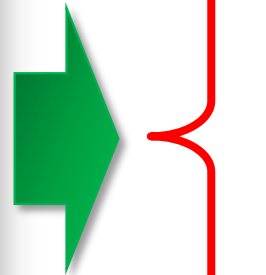
- Energiapuun mittaus sisältyy uuteen puutavaran mittauksesta annettuun lakiin 1.1.2014 alkaen
- laki ohittaa toimijoiden välisen energiapuun mittaussovimuksen ja Energiapuun mittausoppaan

Mittausosapuolten hyväksymä Energiapuun mittausopas 2008-2013



Energiapuun mittaukseen koskevat säädökset 2014-

- Laki puutavaran mittauksesta (414/2013)
- MMM:n asetus puutavaranmittauksen mittausmenetelmäryhmien ja mittausmenetelmien tarkemmasta sisällöstä sekä mittauslaitteiden käytöstä (12/13)
- Metsäntutkimuslaitoksen määräys puutavaran mittaukseen liittyvistä yleisistä muuntoluvuista (1/2013 ja 2/2013)



Energiapuun painon mittaaminen ja muunnos tilavuudeksi

Energiapuuerän painon
mittaus
kuormainvaa'alla, kg



Tuoretiheysluku, kg/m^3



Painon muuntaminen
kiintotilavuudeksi, m^3



Juha Laitila



Jari Lindblad



Jukka Lehtimäki



Puutavaralajikohtaiset tuoretiheysluvut (1.1.2014 alkaen Metlan määräyksenä)

Painomittauksen tuoretiheyslukujen muodostaminen



Kuivatuoretiheys, 445 kg/m³

- Oksien puuaine 550 kg/m³
- Oksien kuori 350 kg/m³
- Rungon puuaine 380-400 kg/m³
- Rungon kuori 320 kg/m³
- Neulaset <350 kg/m³

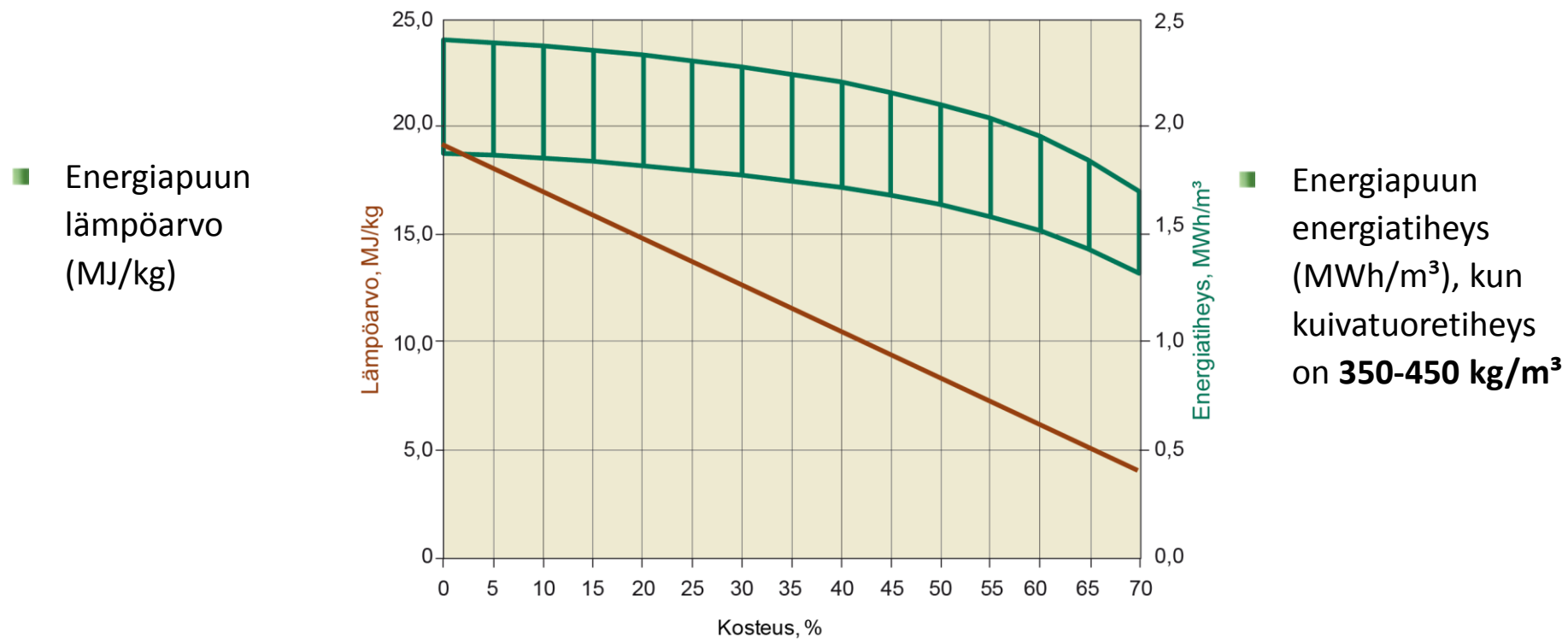
Kosteus, 47 %

- Latvusmassan kosteus tuoreena 45-50%
- Arvio kosteuden muutoksesta varastoinnissa

Tuoretiheys, 840 kg/m³

- Tavaralajin kuivatuoretiheyden ja kosteuden ennusteisiin perustuva tuoretiheys
→ käyttö muuntolukuna

Energiapuun lämpöarvo ja energiatiheys



Jahkonen, M., Lindblad, J., Sirkiä, S. & Laurén, A. 2012. Energiapuun kosteuden ennustaminen. Metlan työraportteja 241.

Mitä energiapuun kosteuden hallinta hyödyttää?

MITTAUS

- **Kosteuden parempi ennustaminen**
- → mittauksen kehittäminen
- → tarkempi mittaus
- → puukaupan, työn ja urakoinnin perustarpeet
- → mittaamattomia hyötyjä

LAADUNHALLINTA

- **Kosteuden parempi ennustaminen**
- → tieto energiapuuvarastojen kosteudesta
- → edellytykset käyttöönoton optimointiin
- → parempi energiatiheys ja -sisältö (esimerkiksi)
- → 1-5 % tuottopotentiali (arvio)

Energiapuun kuivuminen palstalla - kenttäkokeen kulku

Palstakasojen 1.
punnitus kaatotuoreena



Kosteusnäytteiden
keruu kaatotuoreena



Palstakasojen 2.
punnitus varastoinnin
jälkeen



Latvusmassan palstakasojen kuivumismalli

- Nettohaihdunta → varastointiajan haihduntasumman ja sadesumman erotus, mm

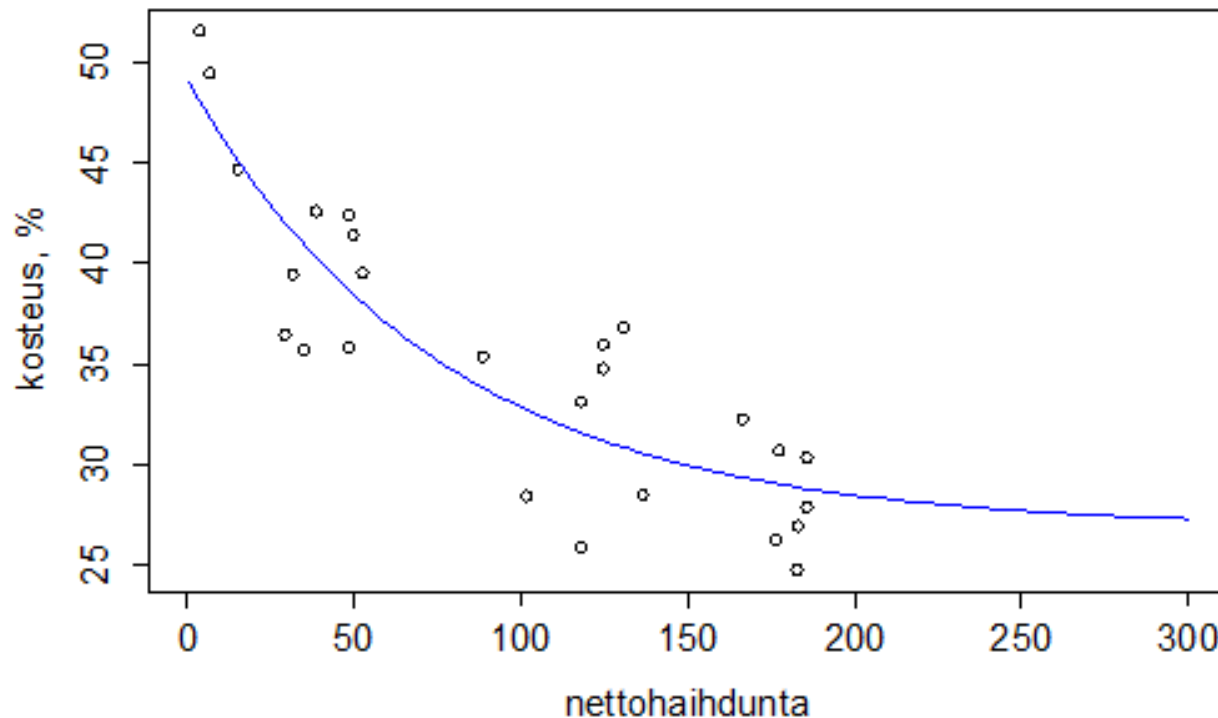
Malli:

$$w = b_0 \times \exp(-b_1 \times (E + 1)) + b_2$$

W = latvusmassan kosteus, %

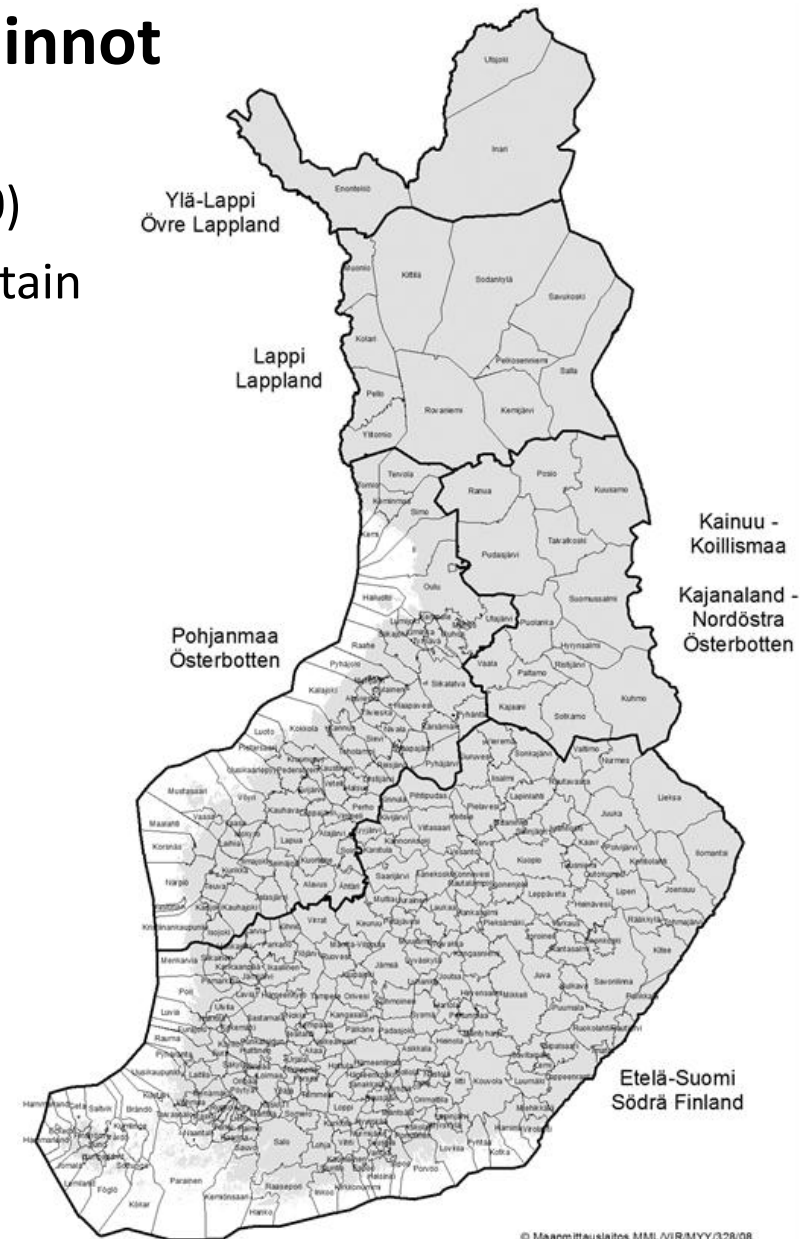
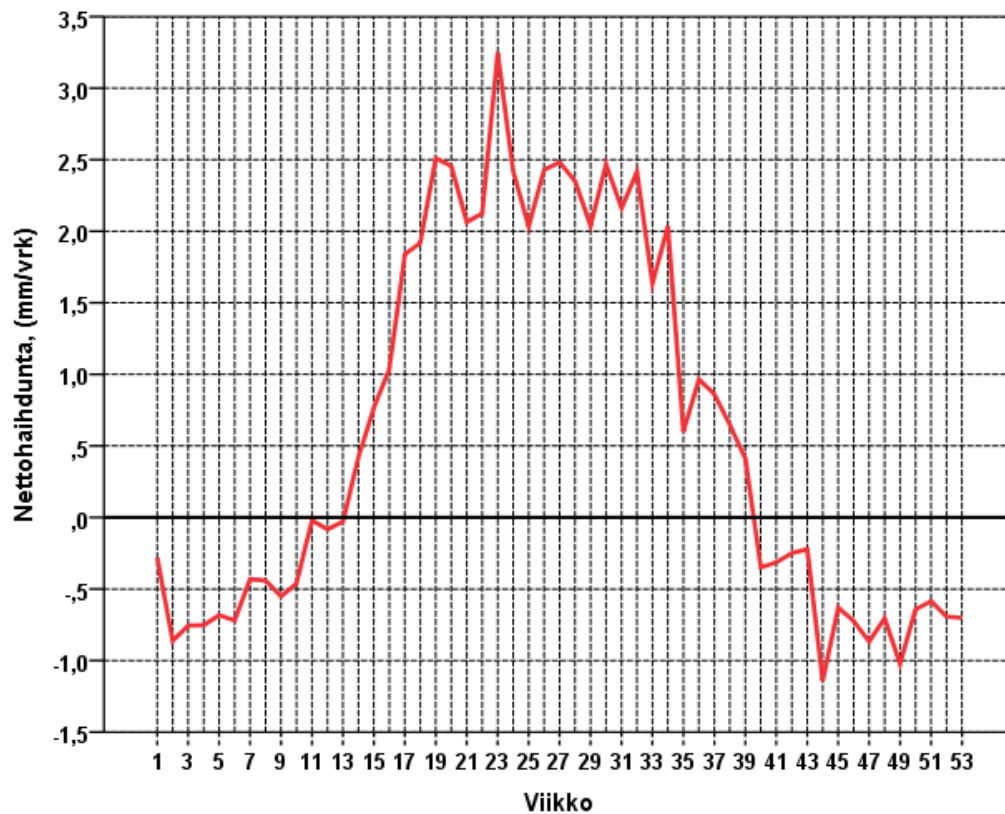
E = nettohaihduntasumma, mm

b_0, b_1, b_2 = mallin parametreja



Pitkän ajan säähavainnot

- Pitkän ajan säähavaintoaineistot (1995-2010)
- Nettohaihdunnan (mm/vrk) mediaani viikoittain Etelä-Suomessa



Latvusmassan kuivuminen varastointiajan suhteen

Latvusmassan
kuivumismalli



Pitkän ajan
säähavainnot



Kuivuminen
varastointiajan suhteen

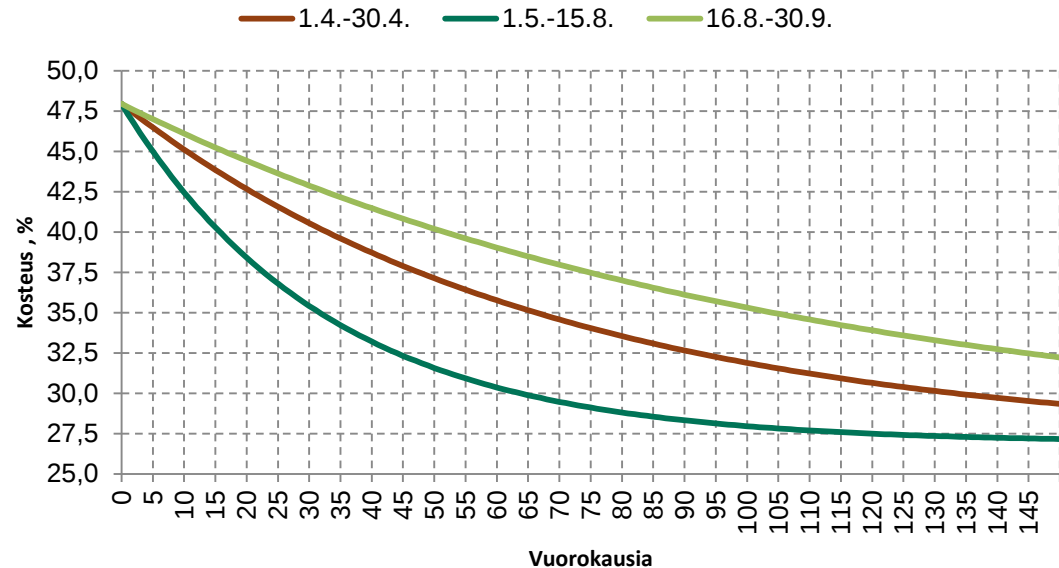
- Tutkimuksen
lopputulos:
Latvusmassan
kuivuminen
varastointiajan
suhteen



- Tutkimuksen
sovellus: 1.7.2013
käyttöön otetut
latvusmassan
tuoretiheysluvut



Metlan määräys 2/2013



TAULUKKO 26. Latvusmassan tuoretiheysluvut Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla.

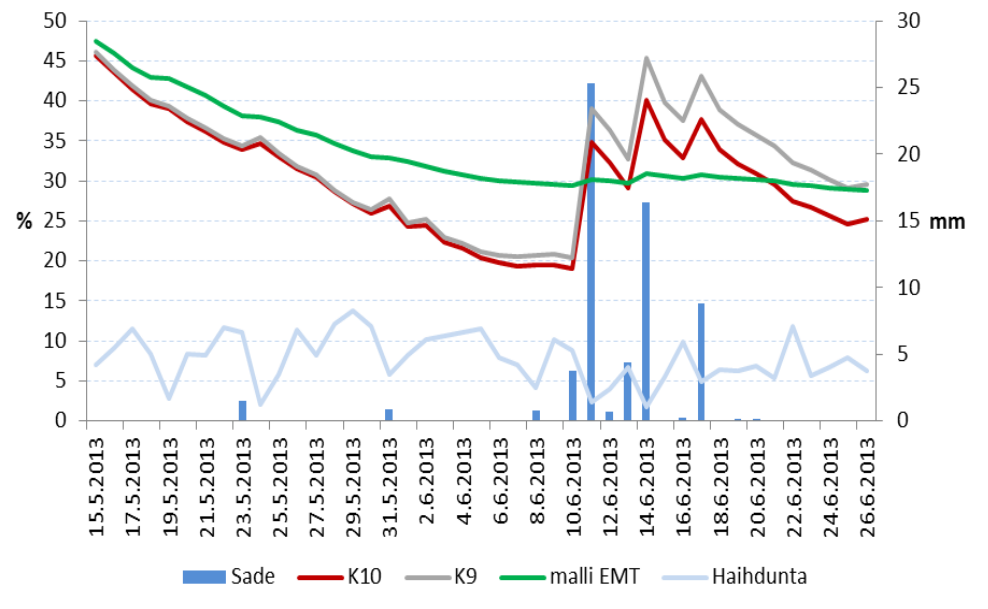
Painoluokka	Kosteus %	Ajankohta				Tuoretiheys kg/m ³
		1.4.-30.4.	1.5.-15.8.	16.8.-30.9.	1.10.-31.3.	
1	> 50	Tuore, jossa lunta tai jäätä				950
2	45-50	Tuore, 20 vrk ↓	Tuore, 10 vrk ↓	Tuore, 20 vrk ↓	Tuore	840
3	40-44	≥ 20 vrk	→ 15 vrk ↓	≥ 20 vrk	≥ 20 vrk	770
4	35-39	-	20 vrk ↓	20 vrk ↑	20 vrk ↑	700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

Latvusmassan kosteuden muutosnopeus

- LAAVA-hanke, Metlassa ForestEnergy 2020 – tutkimusohjelmaan kuuluva hanke
- Latvusmassan palstakasojen kosteusvaihtelun seuranta (2013)
- Jatkuva painon mittaus ja säähavaintojen tallennus

■ KAAVIO

- K10 ja K9: koepalstakasojen kosteus
- Malli EMT: Latvusmassan kuivumismallilla määritetty kosteus



Mekrijärvi 15.5.2013
Jari Lindblad

Kourasovitteinen näytteenottolaite kosteuden määrittämiseen

- Sakari Monosen suunnittelema ja tekemä prototyyppi lokakuussa 2011



Kosteuden mittauslaitteita



Energiapuun kosteuden mittaus metsäkuljetuksessa

- Vaihtoehto/rinnakkainen menettely kosteuden ennustamiselle ja mallintamiselle

MITTAUS

- Painon mittaus kuormainvaa'alla

OTANTA

- Kosteusnäytteiden otanta
- Kosteuden mittaukset

LASKENTA

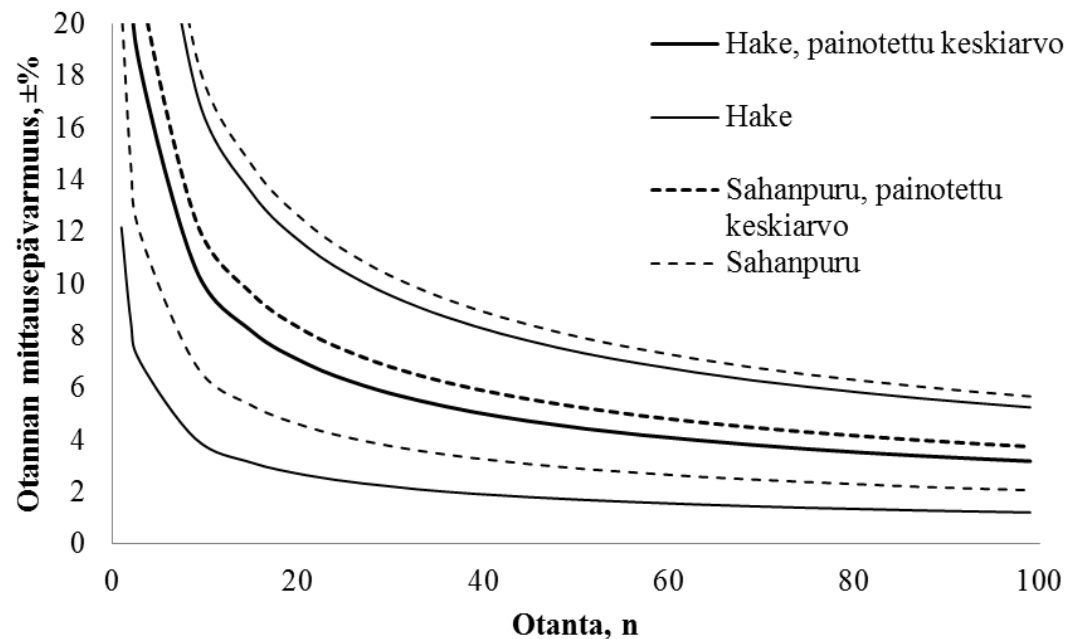
- Muuntoluvun laskenta

MITTAUSTULOS

- Kuivapaino
- Kiintotilavuus
- Energiasisältö

Otosmäärä latvusmassalla:

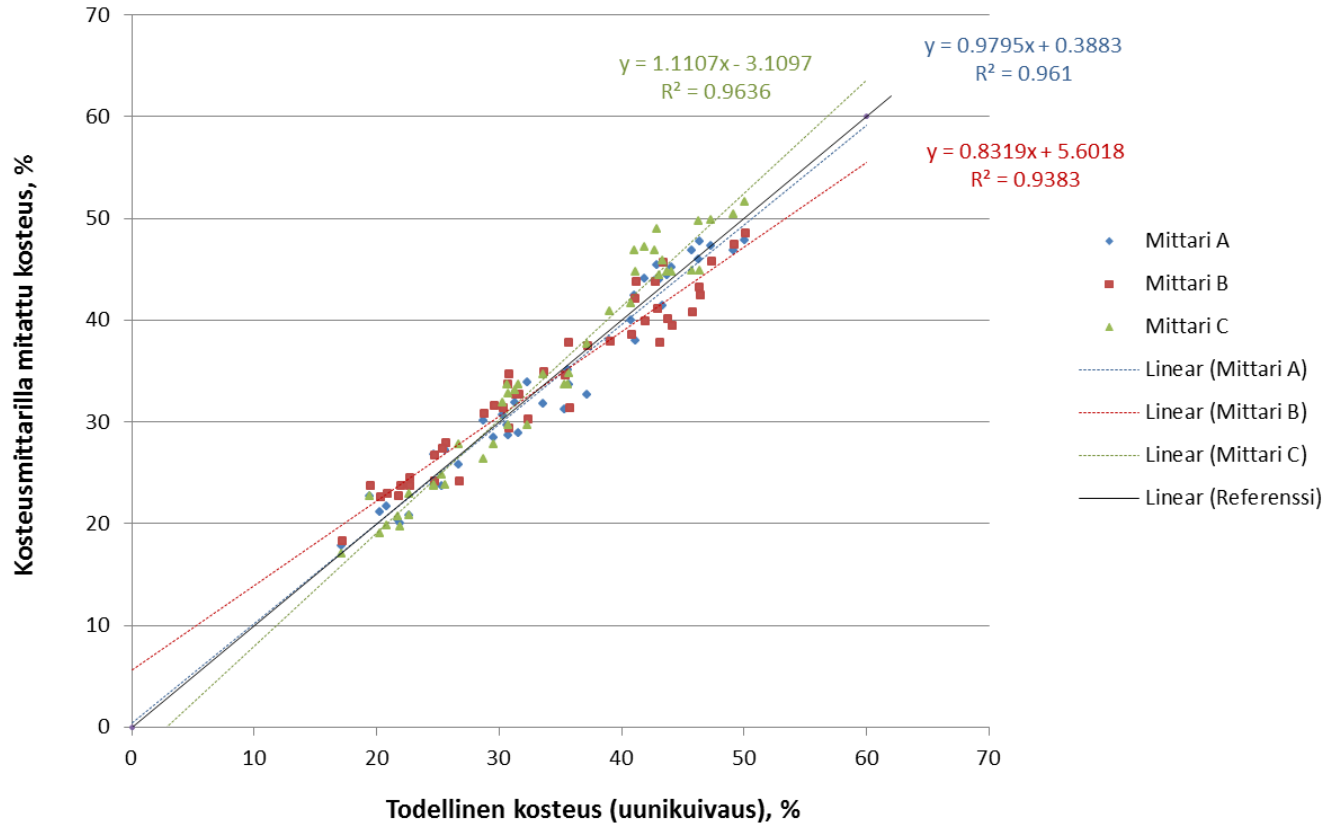
Tarvittava otosmäärä yksittäisnäytteitä (kpl) otannan mittausepävarmuuden suhteen (95% luotettavuus)



Ronkainen, P., Sirkiä, S. & Lindblad, J. Harvennusenergiapuun ja latvusmassan kosteuden vaihtelu ja mittaus metsäkuljetuksessa. Tutkimusartikkelin käsikirjoitus tarkastettavana Metsätieteen aikakauskirjaan.

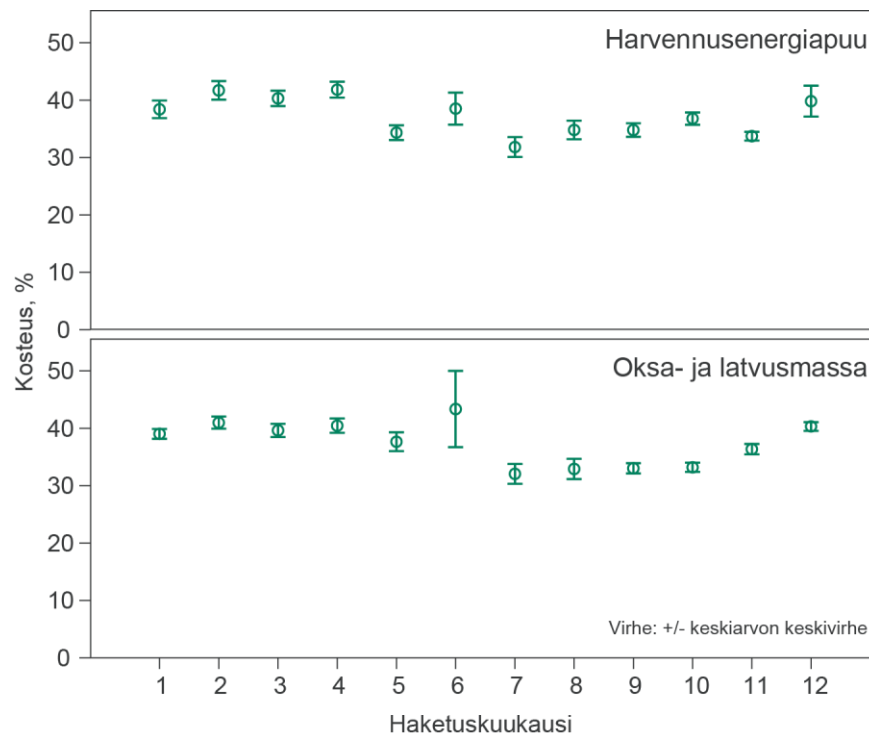
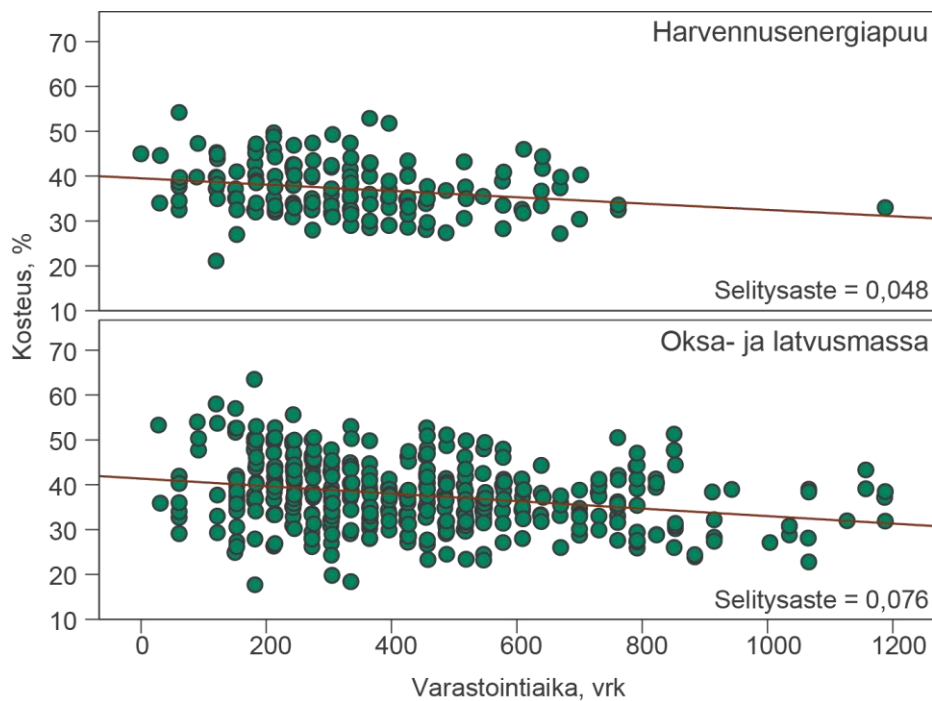
Kosteusmittareiden mittaustarkkuus

Kosteusmittareiden vertailu koko aineistossa - purunäytteet (n=44)



Holopainen, M., Melkas, T. & Lindblad, J. 2012. Energiapuun kosteuden määrittäminen metsäkuljetuksen yhteydessä. Metsätehon tulostulosarja.

Energiapuun kosteus käyttöpaikkaan toimitettaessa

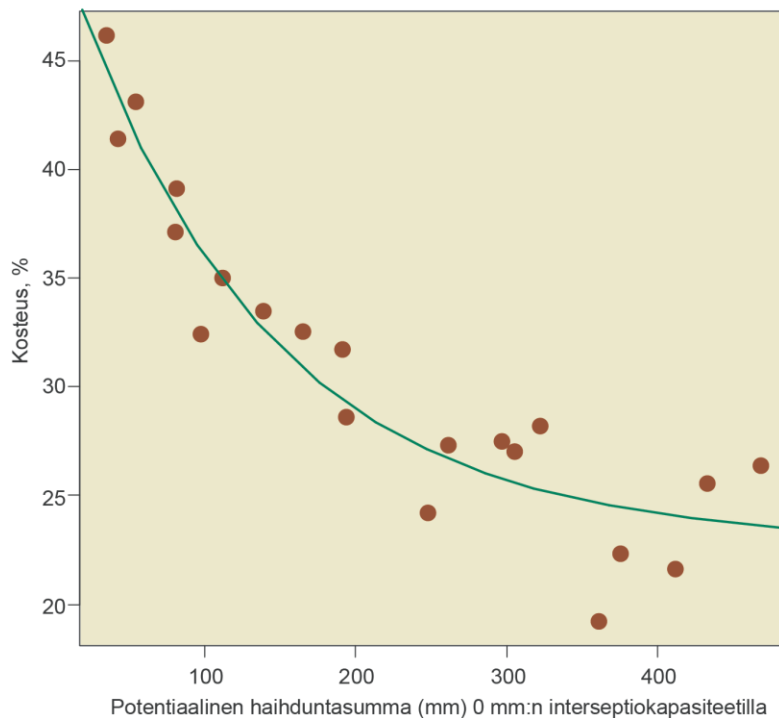


Jahkonen, M., Lindblad, J., Sirkiä, S. & Laurén, A. 2012. Energiapuun kosteuden ennustaminen. Metlan työraportteja 241.

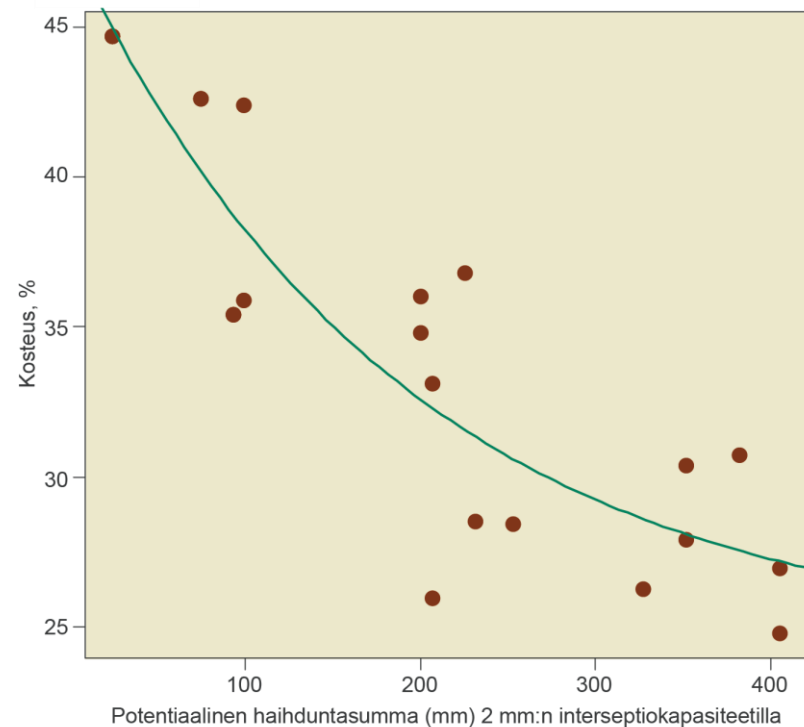
Energiapuun kuivuminen tienvarressa

- Metsäenergiaa kannattavasti - **METKA** -hanke
- Latvusmassa- ja kantopuuvarastojen kosteus varastointiajan haihduntasumman suhteen

Kuva: kantopuu ($R^2 = 0.90$)



Kuva: latvusmassa ($R^2 = 0.79$)

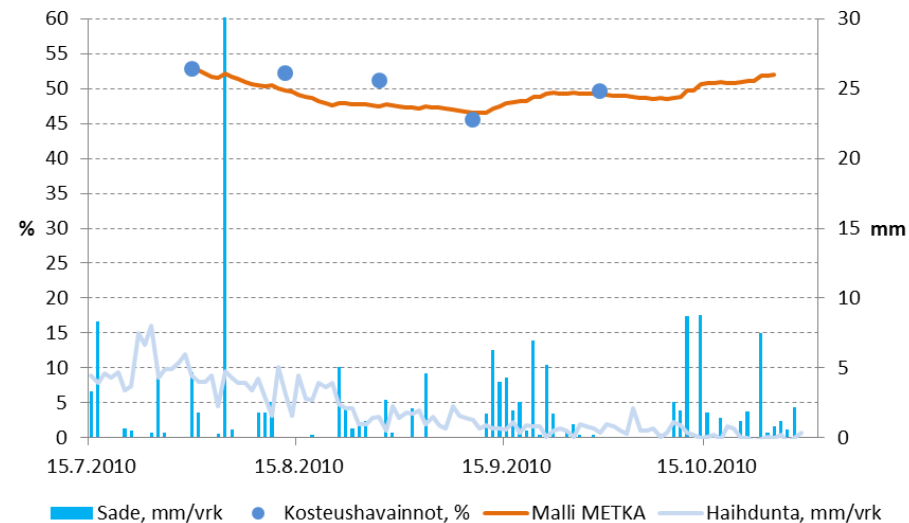
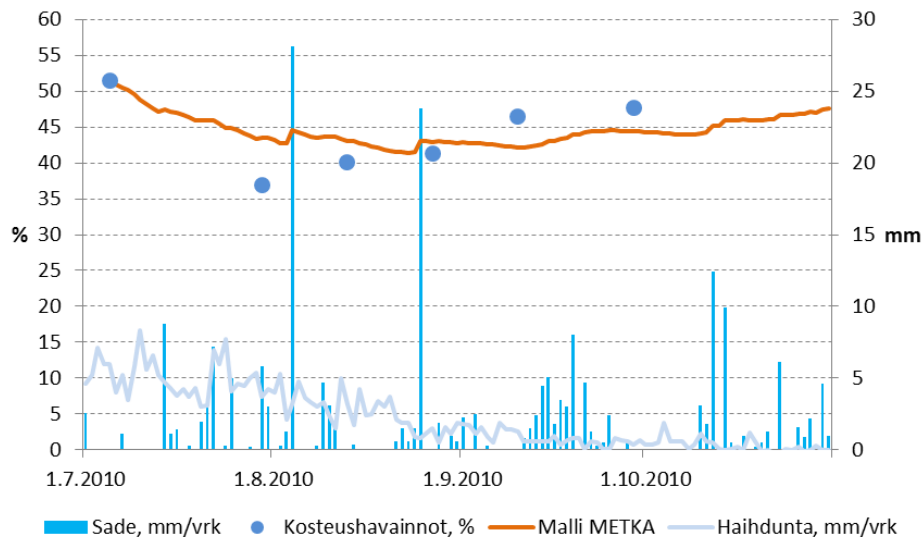


Jahkonen, M., Lindblad, J., Sirkiä, S. & Laurén, A. 2012. Energiapuun kosteuden ennustaminen. Metlan työraportteja 241.

Kosteusmallin (METKA) vertailu kosteushavaintoihin

- Energiapuun tienvarsivarastojen (mäntyranka) kosteushavainnot ja mallilla laskettu kosteuden kehitys

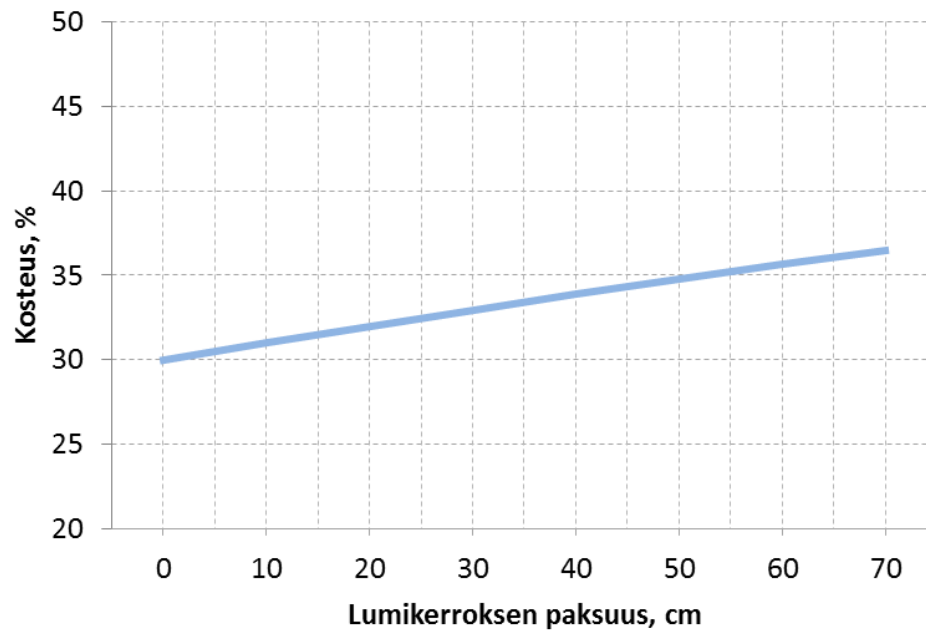
→ Varastopaikan ominaisuuksia ei pystytä ottamaan huomioon mallin käytössä → näkyy tuloksessa



Sulavan lumen vaikutus energiapuun kosteuteen?

■ Laskentaoletukset kaaviossa:

- Pinon kiintotilavuusprosentti 30
- Kuivatuoretiheys 400 kg/m^3
- Lumen vesiarvo 20 %
- Pidättyvän veden osuus 50 %
- Energiapuun lähtökosteus 30 %



Energiapuun kosteusmallien kehittäminen

Aiheeseen liittyviä tutkimuksia viime vuosina

- Energiapuun mittauksen kehittäminen (Metla, päättyi 2012)
- Metka – Metsäenergiaa kannattavasti (Metla, päättyi 2012)
- LAAVA (UEF, Metla, päättyi 2013 lopussa)
- Biovarma (VTT, päättyi 2013 lopussa)

→ Tutkimusaineistoja ja tietopohjaa alkaa jo olla sovellusten kehittämiseksi

→ Samoin muita edellytyksiä: Ilmatieteen laitoksen tuottamat paikalliset säätiedot

→ Tavoitetilana toteutuneeseen säähän perustuva energiapuun kosteuden ennustaminen



KUVA. Ilmatieteen laitoksen tuottamat päiväkohtaiset säähavainnot 10 x 10 km hilapisteverkossa

Tietoa puutavarannmittauksesta - MetINFO puutavarannmittaus

<http://www.metla.fi/metinfo/tietopakettit/mittaus/>

← → http://www.metla.fi/metinfo/tietopakettit/mittaus/ Metsäntutkimuslaitos...

MetINFO

Suomeksi · På Svenska · In English · Auf Deutsch · На русском

Etusivu Tutkimus Palvelut Julkaisut Metinfo Tutkimusmetsät Metla Strategia Yhteystiedot

Metla » Metinfo » Puutavarannmittaus

Sivukartta | Haku

Puutavarannmittaus

Puutavarannmittaus

Säädökset

Valvontamittaus ja virallinen mittaus

Mittauksen kehittäminen

Metlan tehtävät puutavarannmittauksessa

Tehdasmittaus

Mittausmenetelmät

Organisaatio

Energiapuun mittaus



Kuva: Metla/Merja Lindroos

Metinfo Puutavarannmittaus -tietopakettiin on koottu keskeistä puutavarannmittaukseen liittyvää tietoa. Näiltä sivuilta löydät muun muassa:

- voimassa olevat lait ja asetukset
- puutavarannmittauksen asiantuntijoiden yhteystietoja sekä linkkejä eri sidosryhmien Internet-sivuille
- lomakkeen ja sen käyttöohjeet: tehdasmittauksesta tehtävää ilmoitusta varten

AJANKOHTAISTA

- ✚ Energiapuun mittaus lakisäätöseksi vuoden 2014 alussa
- ✚ EPPU 1.82 -energiapuun mittauslaskuri otetaan käyttöön 1.1.2014 ja se korvaa aiemmin käytössä olleet versiot
- ✚ Puutavarannmittauksen neuvottelukunnan kokouspöytäkirjaluuonnos 3/2013, 15.10.2013
- ✚ Puutavarannmittauksen neuvottelukunnan kokoonpano 1.11.2013-31.10.2017

Laki puutavarannmittauksesta voimaan 1.7.2013

Puutavarannmittauslainsäädännön koulutuspaketti kalvosarjoina:

- kalvosarja 1
- kalvosarja 2
- kalvosarja 3
- kalvosarja 4

Koko koulutuspaketti pdf-tiedostona

✚ Uudet laivusmassan kuormainvaakamittauksen muuntoluvut otettiin käyttöön heinäkuussa 2013 (pdf)

LOPPU