

Energiapuun mittauksen haasteet

Koneyrittäjien Energiapäivä

Kuopio 19.3.2026

Jari Lindblad



Energiapuun mittauksen piirteitä

- Moninainen toimijoiden joukko hankinta- ja toimitusketjussa
 - Tarvitaan määrää, työmäärää ja käyttöarvoa kuvaavia mittaussuureita ja mittayksiköitä → tarpeet poikkeavat toimijoiden välillä
- Moninainen tavaralajien joukko ja niiden ominaisuuksien suuri vaihtelu
 - Vaihtelevat puulajiosuudet, vaihtelevat rungonosien osuudet
- Hankintaketjun pitkät aikaviipeet
 - Sama mittauserä on mitattava useita kertoja, useille mittaustiedon käyttäjille
 - Mittauserät muuttuvat aidosti kuiva-ainetappioiden ja hävikkien vuoksi
- Käytävissä olevat mittausmenetelmät ovat puutteellisia
 - Mittausmenetelmien tarkkuus on puutteellinen
 - Mittaustarpeeseen sopivaa mittausmenetelmää ei ylipäätään ole tarjolla
- Määräerot hankintaketjun eri mittausten välillä
- Muuntokertoimet
 - paino → kiintotilavuus; kehystilavuus → kiintotilavuus

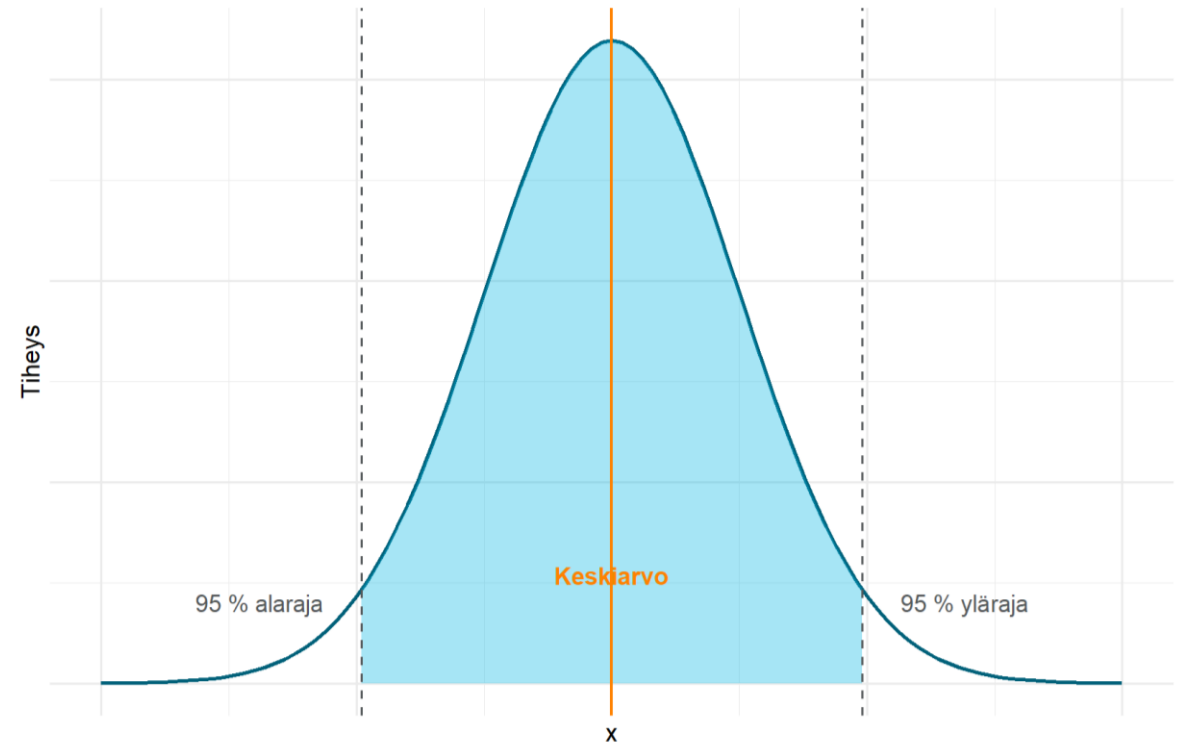


Muuntokertoimet

Muuntokertoimiin liittyvä probleema yleisesti

- Muuntokertoimeen liittyvä "ilmiö" noudattaa jakaumaa.
- Onko muuntokerroin jakauman keskellä, keskiarvossa?
 - Missä kohdassa jakauman paikka on eri puutavaralajeilla?
 - Muuttuuko jakauman paikka vuosien välillä? Jne.
- Vaikka muuntokerroin olisi jakauman keskellä, sen ympärille jää kuitenkin puutavaraerien välinen vaihtelu.

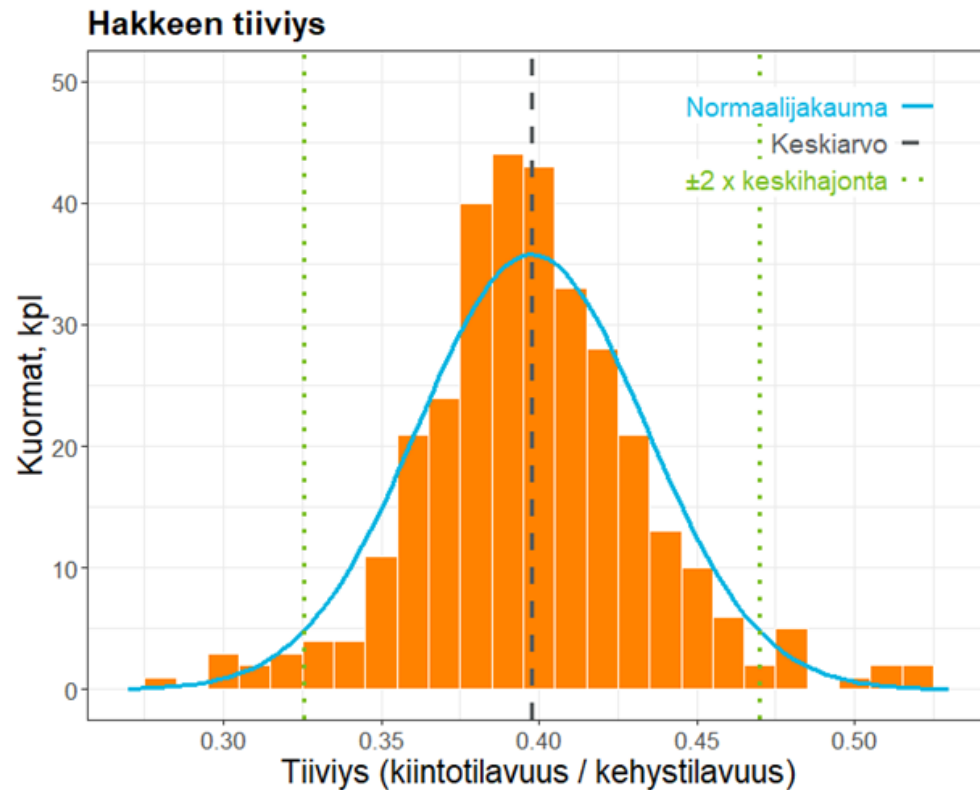
Normaalijakauma ja 95% havaintoväli



0,4

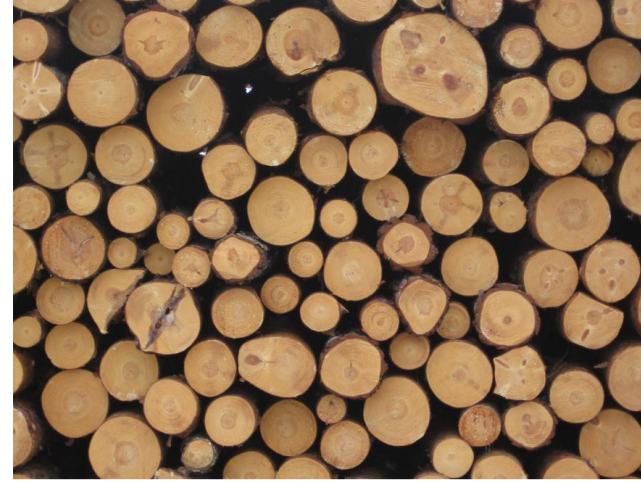
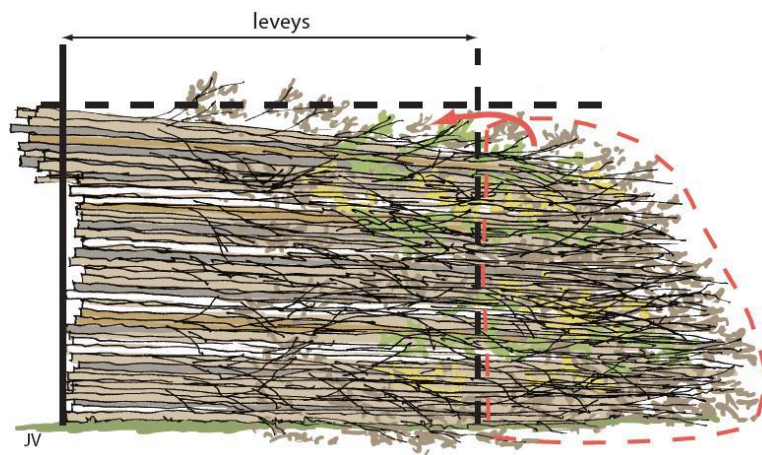
Metsähakkeen tiiviys

- Mener-projekti (v. 2025)
- Lähes 300 kokopuu- ja rankahakekuormaa. **Tiiviysden keskiarvo 0,40**



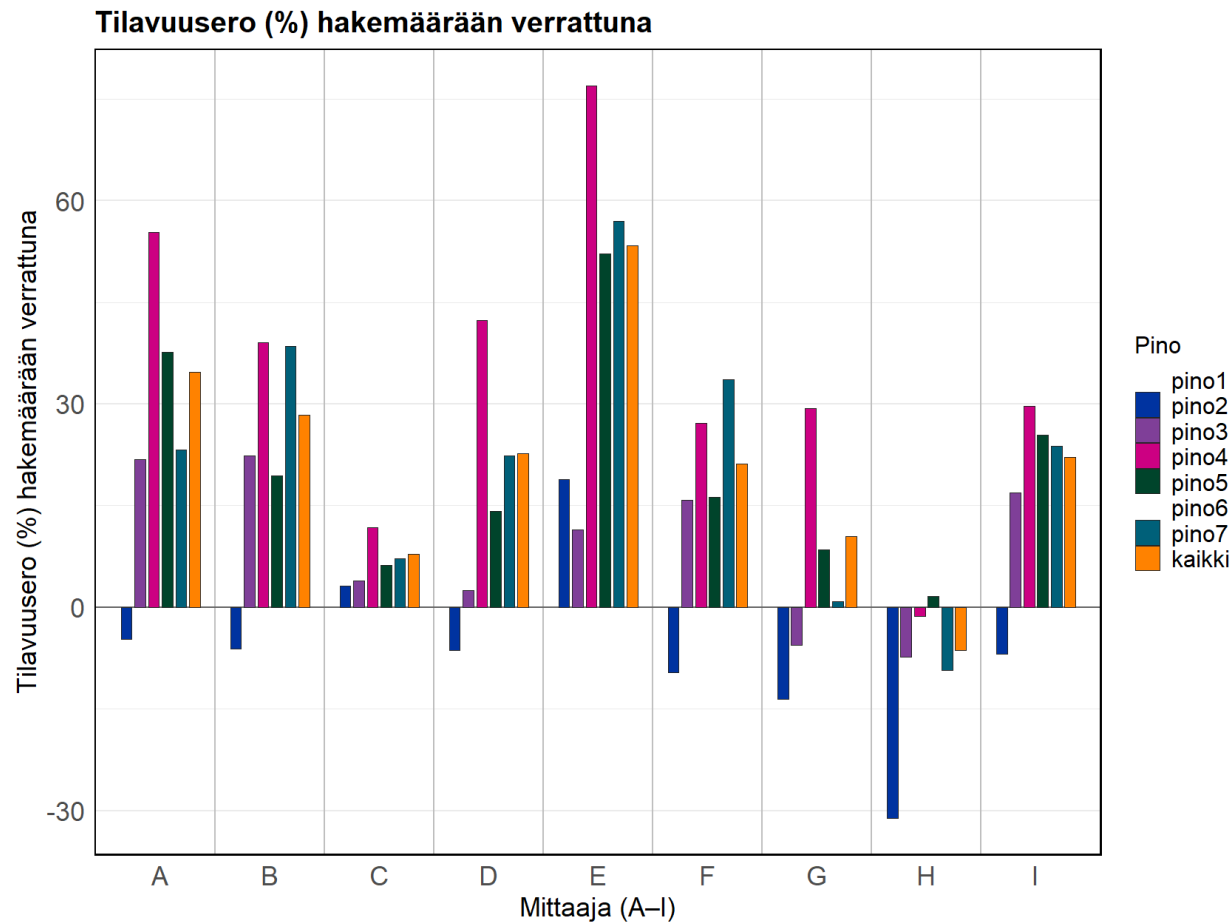
Arvioitavat tekijät

- Mittaukseen sisältyviä arvioitavia tekijöitä pyritään vakioimaan mahdollisimman hyvällä kuvauksella ja ohjeistuksella.
- Käytännössä näihin jää aina tulkinnan varaa ja edelleen mittaajien välistä eroa.
- Esimerkki: pinotiheystekijät ja kiintotilavuusprosentti?



Kokopuun pinomittaus

- Testi Metsäntutkimuslaitoksessa vuonna 2005:
 - Sama mittausohje, 7 pinoa, 9 mittaajaa



Mitattavuus

Mitä energiapuutavaralajeista on (ylipäättään) mahdollista mitata?

- Energiapuutavaralajien monimuotoisuus: karsittu ranka, karsimaton kokopuu, oksa- ja latvusmassa, hakkeet, murskeet, (kannot)
 - Energiapuutavaralajien vaihtelevat puulajit ja osuudet
- Kaikki varsin vaikeita mitattavia pyöreään puuhun verrattuna
- **Paino** on periaatteessa mitattavissa kaikista tavaralajeista → keskeinen syy, miksi kuormainvaakamittausta lähdettiin edistämään



Kuvat: Erkki Oksanen / Luke

Painomittaus

Kuormainvaakamittaus

MITTAUKSET

Puutavaran paino

TUORETIHEYS
(kg/m³)

LASKENTA

MITTAUSTULOS
Puutavaran tilavuus

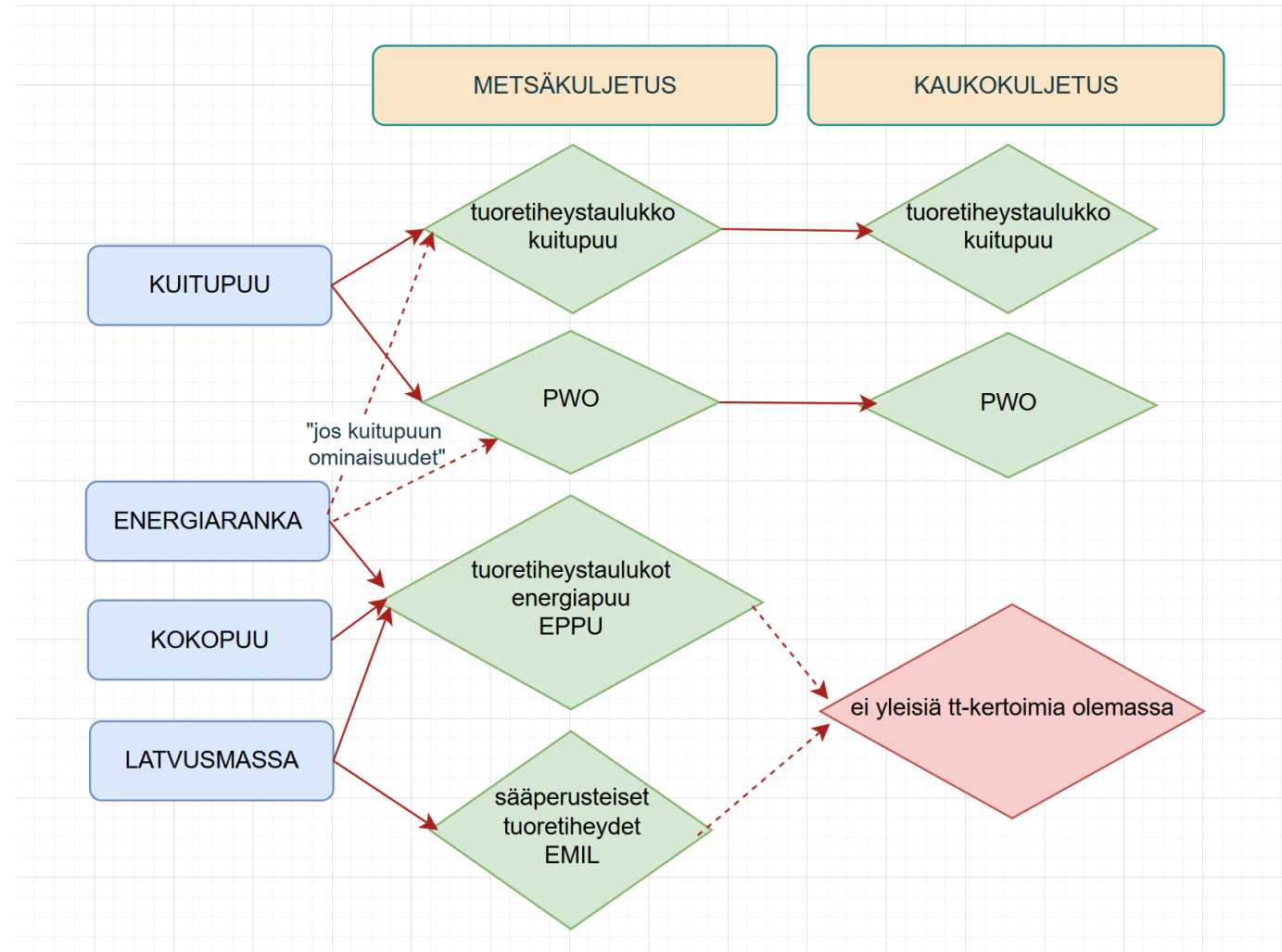
- Tuoretiheyteen (kg/m³) vaikuttaa kaksi tekijää – puuaineen tiheys ja puun sisältämä vesi (kuivatuoretiheys ja kosteus)
 - Molemmat muuttuvat puulajin, puutavaralajin (rungon osat) ja varastointiajan mukaan
- Käytännön havaintojen mukaan käytössä olevien tuoretiheyskertoimien tarkkuus on heikko



Tuoreiheyskertoimien valinta ja kattavuus

Vastataan tulevia kysymyksiä:

- Voiko EMIL- ja EPPU-laskuria käyttää kaukokuljetuksen yhteydessä (puutavara-auto) tehtävässä kva-mittauksessa?
- Voiko painomittauksessa käyttää itse määritettyjä tuoreiheyskertoimia?
- EPPU-laskuri: mitä tuoreiheyskerrointa /-taulukkoa käytän lehtikuusella, haavalla, lepällä, jne.jne.
- Voiko kuitupuun PWO:a käyttää energiapuun painomittauksessa?



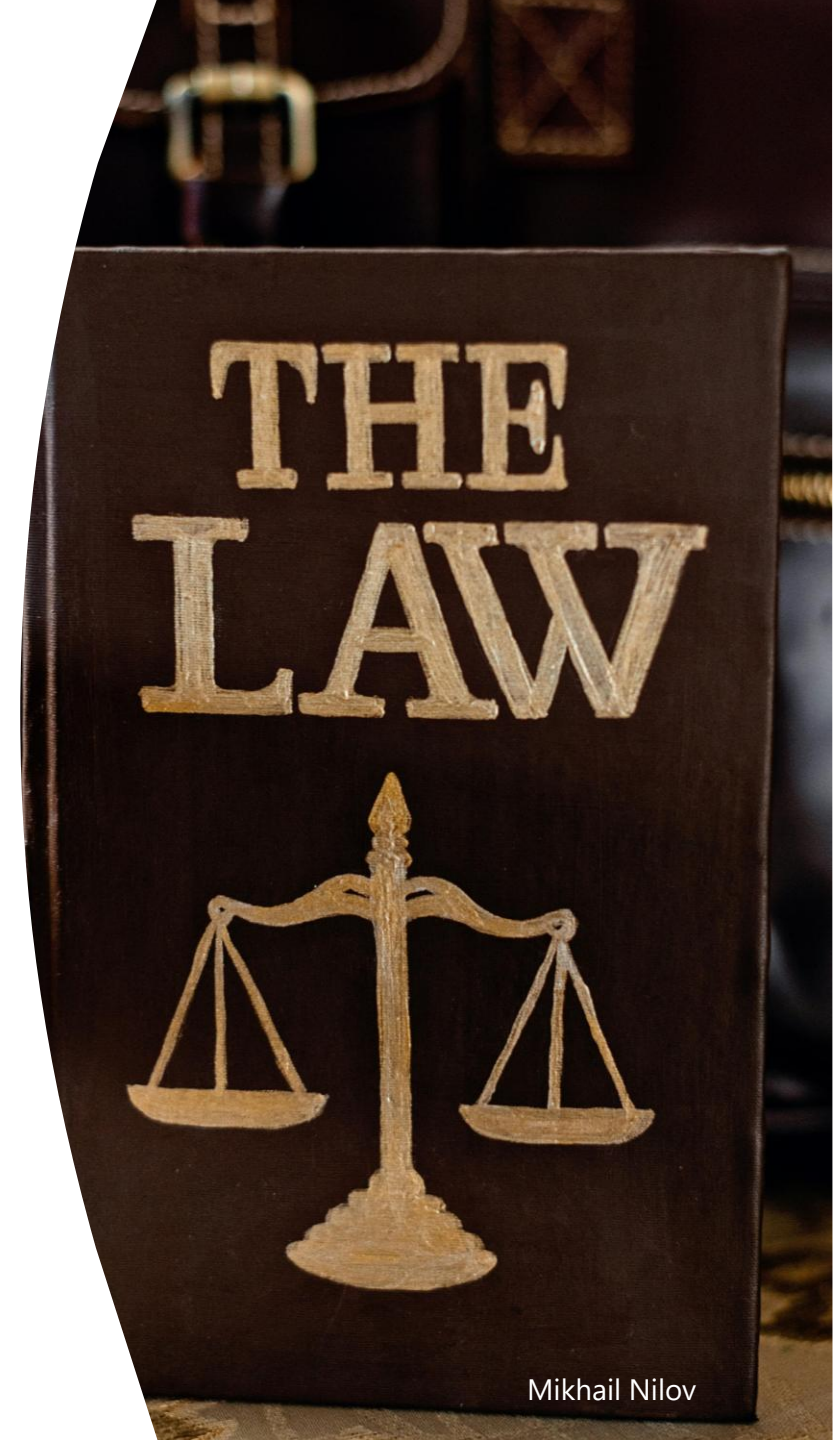
Toteutumatta jääneet ideat

- Purunäytteisiin perustuva energiapuun kosteusmääritys metsässä
- Perusidea: kuormainvaakamittaus + kosteusmääritys
 - Mittauserän kuivamassa, energiasisältö, tarkempi kiintotilavuus
 - Oleellinen parannus energiapuun mittauksen tarkkuuteen
- 15-20 vuotta sitten toteutettu kenttäkokeiden ja kehittelyiden sarja, joka johti näytteenoton protolaitteen, "kourasahan", kehittämiseen
- Mittausteknisesti tehtävissä, mutta kaatui moniin muihin käytännöllisiin syihin; kuopattiin hiljaisuudessa.



Puutavaran mittauslaki

- Energiapuu sisällytettiin uudistetun mittauslain soveltamisalaan vuonna 2014
- Mittauslain vaikutuksia energiapuun mittaukseen
 - Mittausprosessi → mm. mittauksesta sovittavat asiat, mittaustodistuksen sisältö
 - *Muuntokertoimet säädösperusteisesti*. Tuo velvoittavuuden käytölle, mutta ei asiallisesti ottaen paranna muuntokertoimia
 - Mittauslaitteiden vaatimukset ja markkinoille tuonti. Vaatimukset vähäisiä.
 - Mittauksen omavalvonta
 - Tehdasmittauksen viranomaisvalvonta → vain vähäinen määrä mittauspaikkoja
 - Mittauksen *oikeusturvakeinot*, i. mahdollisuus hakea virallista mittausta



Oikeusturvan toteutuminen

- Puutavaran mittauslain mukainen oikeusturvakeino: mittausosapuolen mahdollisuus pyytää **virallista mittausta** mittauserimielisyyden ratkaisemiseksi
- Virallisen mittauksen toimittavat Luken viralliset mittaajat
- Vuosina 2018-2025 toimitettiin **23 virallista mittausta**. Näistä **kaksi (2) koski energiapuun mittausta**.
- Miksi energiapuun mittauksen virallisia mittauksia on vähän?
 - Ainespuuta pienempi kauppatapahtumien määrä
 - Vähän mittausdataa, johon virheen osoittaminen voi perustua
 - Mittausmenetelmien tiedossa olevat suuret epävarmuudet



Jari Lindblad
jari.lindblad@luke.fi



luke.fi