

Kantobiomassan määrän mallintaminen leimikoissa hakkuukonemittausten avulla



Heikki Ovaskainen, Itä-Suomen yliopisto
Pirkko Pihlaja, UPM-Kymmene
Teijo Palander, Itä-Suomen yliopisto



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO

Johdanto

- Suomessa kantohakkeen käyttö energiantuotantoon oli noin 0,8 milj. m³ (15 %) vuonna 2009
- Nykyisin kannonnosto on yleinen käytäntö ja uusia kustannustehokkaita nostomenetelmiä on kehitetty
- Kantojen energiasisältöjen arvioinnissa on ollut suurta vaihtelua
- Tarkat arviot kantobiomassakertymistä leimikoittain ovat tärkeitä sekä tehtaan energiapolttoaineiden hankinnan näkökulmasta että puunhankintaorganisaation arvioidessa kantojen potentiaalia bioenergian lähteenä operatiivisella toimintatasolla.

Johdanto

- Nykyiset kantobiomassayhtälöt pyrkivät aliarvioimaan kantobiomassakertymän leimikkotasolla
- Yksi selitys voi olla siinä, että kannon katkaisukorkeudet ovat teoreettista katkaisukorkeutta ylempänä:
 - Hakkuukoneen mittaamat kaatoläpimitat ovat pienempiä, mitä mallit olettavat

Tutkimuksen tavoite

1. Tavoitteena oli arvioida Marklundin (1988) kantobiomassamallin soveltuvuutta operatiiviselle toimintatasolle
2. Kehittää hakkuukoneen dataan perustuva paikallisesti kalibroitu malli ennustamaan kuusen kantobiomassaa

Marklundin malli valittiin, koska se ei ota huomioon läpimitaltaan alle 5 cm juuria.

Aineisto ja menetelmät

- 38 leimikkoa Keski-Suomesta
- Kuusen osuus kokonaiskertymästä suurempi kuin 50 %
- Leimikoiden pinta-alat vaihtelivat välillä 0,5 – 10,8 hehtaaria (keskiarvo 2,8 ha)
- Runkopuukertymät vaihtelivat välillä 217,1 m³ – 2173,2 m³ (keskiarvo 652,0 m³)
- Hakkuukonedata sisälsi 55 490 runkoa – kuusta 78,8 %, mäntyä 7,1 % ja koivua 14,1 %.
- Rinnankorkeusläpimitat vaihtelivat välillä 119 – 618 mm

Aineisto ja menetelmät

- Kannot nostettiin kaivukoneilla,
 - kuivattiin vuoden verran leimikoilla,
 - painot punnittiin kuormittain tehtaalla ja
 - muutettiin kuivapainoksi käyttäen keskimääräistä kosteuskerrointa.
- = referenssiaineisto

Aineisto ja menetelmät

- Kantojen valinta hakkuukonedatasta, sillä kaikkia kantojahan ei nosteta.

Säännöt:

Askel 1: Puulaji on kuusi

Askel 2: Kannon läpimitta on ≥ 15 cm

Askel 3: Puu kuuluu ylempään 75 %
kannonkorkeusläpimittojen frekvenssijakaumassa

-> Kaikkiaan 35 230 runkoa valittiin.

Aineisto ja menetelmät

- Muodostettiin kuusi muuttujaa kalibroidun mallin tekemiseen
- Jokainen niistä oli laskettu leimikolle leimikon runkojen (n) kumulatiivisena summana:

1. Kannonkorkeusläpimittojen neliö: $\sum_{i=1}^n d_{stump}^2$

2. Rinnankorkeusläpimittojen neliö: $\sum_{i=1}^n d_{h1.3}^2$

3, 4, 5. Suhteellisten korkeuksien (10 %, 20 % ja 30 %) läpimittojen neliöt:

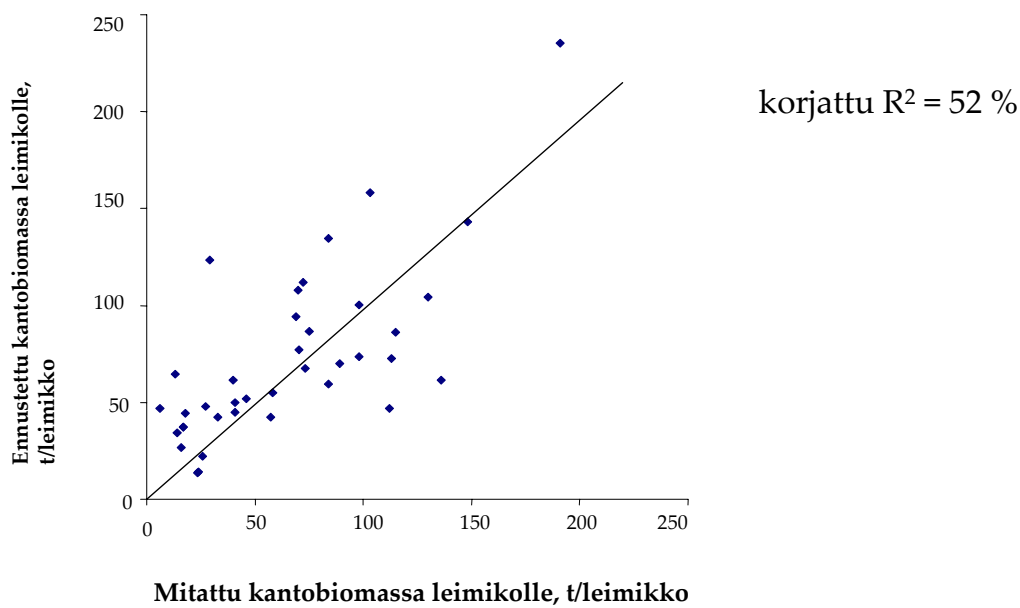
$$\sum_{i=1}^n d_{h10}^2, \sum_{i=1}^n d_{h20}^2, \sum_{i=1}^n d_{h30}^2$$

6. Marklundin malli: $Kannontilavuus = e^{-2.4447+10.5381 \times d_{h1.3}/(d_{h1.3}/140)}$

$$\sum_{i=1}^n Kannontilavuus$$

Tulokset

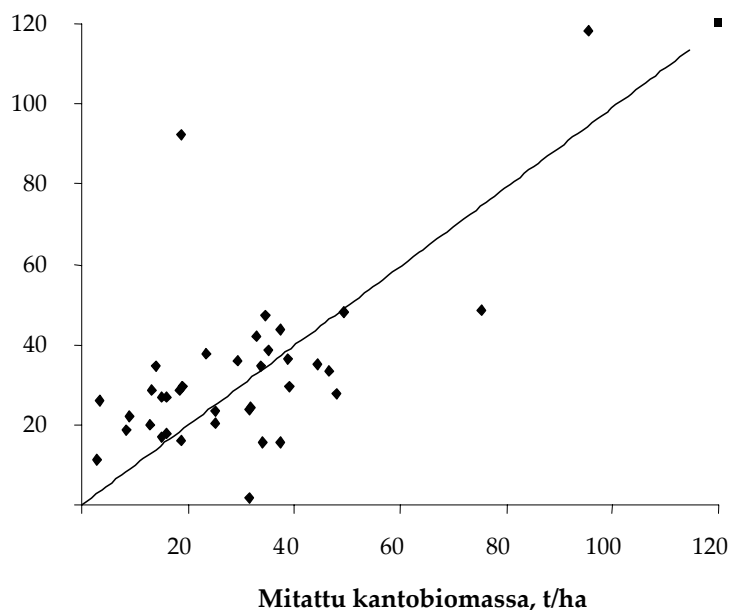
Marklundin mallilla lasketut leimikoittaiset kantobiomassat verrattuina punnittuihin biomassakertymiin.



Tulokset

Marklundin mallilla lasketut leimikoittaiset kantobiomassat verrattuina punnittuihin biomassakertymiin.

Ennustettu kantobiomassa, t/ha



Tulokset

Kalibroitu malli:

$$B_{root} = \beta_0 + \beta_5 \sum_{i=1}^n d_{h30}^2 + \beta_6 \sum_{i=1}^n Kannontilavuus,$$

missä

B_{root} = kantobiomassan kuivapaino, t/leimikko

	Muuttujat	t-arvo	p-arvo
β_0	19991.33	2.176	0.037
β_5	-0.003	-3.062	0.000
β_6	2.737	4.080	0.004
F	27.364		
Korjattu R^2	0.601		
Keskivirhe	28246.76		
RMSE	26719.53		



Tulosten tarkastelua

- Moninaiset leimikko, ilmasto ja työskentelyolosuhteet sekä kuljettajien työtekniikat vaikuttavat lopputulokseen
- Käytännössä kuljettajan ei ole mahdollista noudattaa täydellisesti nostettaville kannoille asetettuja kriteerejä → Virheitä kantojen valintaan hakkuukonedatasta.
- Mittauksiin enemmän tarkkuutta → Leimikkotason mittaamisesta yksittäisten kantojen mittaamiseen (esim. nostettavien kantojen värimerkkaus)



Päätelmiä

- Harvesterin tietojärjestelmästä saatavalla datalla voidaan selvästikin parantaa kantobiomassan määrän ennustamista
- Laskentamenetelmä rationalisoi nykyisiä laskentamenetelmiä
- Helposti kytkettävissä hakkuukonedatan jälkikäsitteilyyn

Kiitokset mielenkiinnosta!

Heikki Ovaskainen

heikki.ovaskainen@uef.fi