

Info-sheet

SECURE-BIO-SUPPLY

Nro 3: Huhtikuu 2025

Metsäbiomassan energiasisältö ja tiheys – osa 2

Esimerkkilaskelmat (kokopuuhake)

Osassa 1 esiteltiin kaavat metsäbiomassan energiasisällön ja tiheyden laskemiseksi. Tässä osassa 2 esitetään esimerkkilaskelmien tulokset harvennuspuun kokopuuhakkeelle.

Taulukko 1 esittää laskelmissa käytetyt arvot kuiva-tuoretiheydelle ja kuiva-aineen (TS) lämpöarvolle:

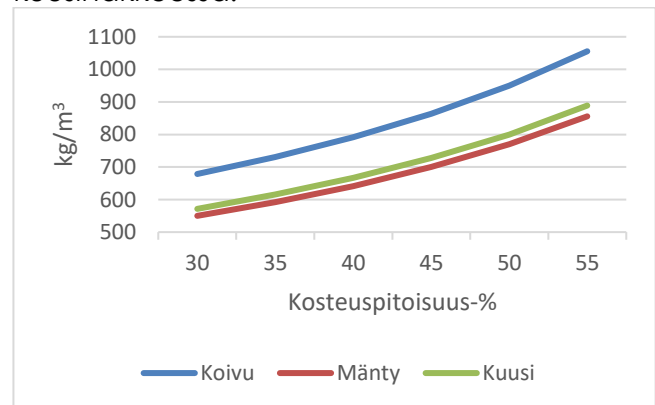
Tabell 1. Kuiva-tuoretiheys ja vastaava kuiva-aineen lämpöarvo harvennuspuun kokopuuhakkeessa ((Hakkila, 1978; Virkola, 1983), muokattu).

Puulaji	$\rho_{0,g}$	$Q_{net, TS}$
	Kuiva-tuoretiheys kg TS/m ³	Lämpöarvo, TS MJ/kg _{TS}
Koivu	475	19,04
Mänty	385	20,36
Kuusi	400	19,19

Tabell 1 esitetyllä kuiva-tuoretiheydellä voidaan laskea hakkeen tuoretiheys eri kosteuspitoisuuksilla. **Kuvio 1** esittää, kuinka tuoretiheys kiintokuutiota kohden vaihtelee kosteuspitoisuuden mukaan koivu-, mänty- ja

harvennuspuulle

kuusihakkeessa.



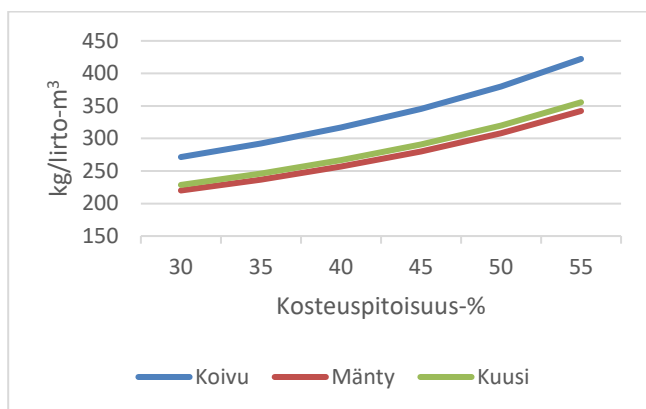
Kuvio 1. Harvennuspuun kokopuuhakkeen ohjeellinen tiheys (kg/m³), kiintokuutio.

Tiheys nousee kosteuspitoisuuden noustessa. Hake muuttuu siis raskaammaksi kuljettaa samalla kun energiasisältö vähenee, mikä vähentää hakkeen kuljetuksen kannattavuutta. Todellisen tilavuuden laskemiseksi hakkeelle voidaan käyttää muuntokerrointa $\text{irto-m}^3/\text{m}^3 = 2,5$, jotta **Kuvio 1** esitetty tiheys kiintokuutiota kohden voidaan muuntaa irtokuutioksi. **Kuvio 2** esittää tiheys irtokuutiota kohden eri kosteuspitoisuuksilla.



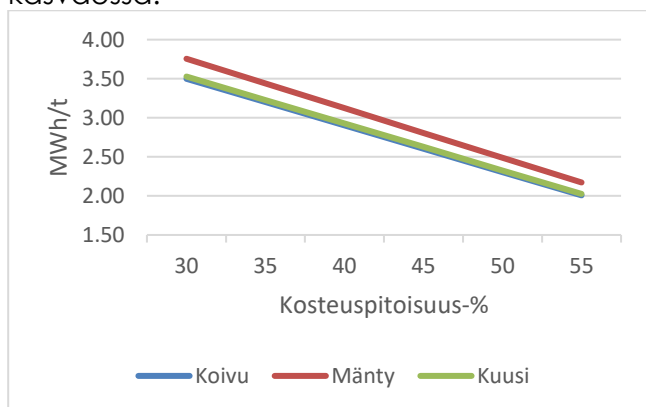
Euroopan unionin
osarahoittama





Kuvio 2. Harvennuspuun kokopuuhakkeen ohjeellinen tiheys (kg/irto-m³) oletetulla muuntokertoimella irto-m³/m³ = 2,5.

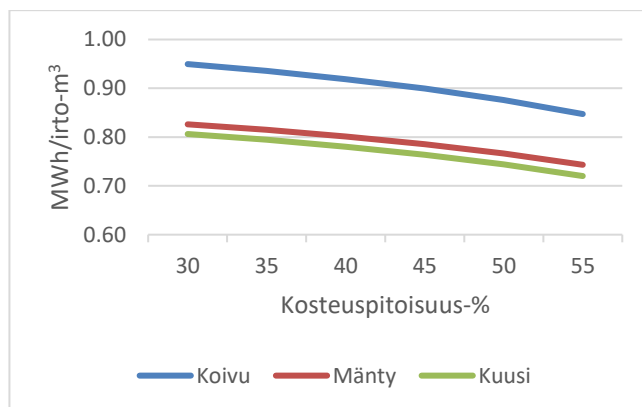
Taulukon 1 kuiva-aineen lämpöarvolla ja kosteuspitoisuuden avulla voidaan laskea energiasisältö, tehollinen lämpöarvo massayksikköä kohti. **Kuviossa 3** esitetään energiasisällön, tehollisen lämpöarvon vaihtelu ilmaistuna yksikössä MWh/t eri kosteuspitoisuuksilla. Tässä voidaan siis nähdä, kuinka lämpöarvo laskee kosteuspitoisuuden kasvaessa.



Kuvio 3. Harvennuspuun kokopuuhakkeen

ohjeellinen energiasisältö (MWh/t).

Kuvio 2 lasketulla irtotiheydellä ja **Kuvio 3** esitetyn energiasisällön tonnia polttoainetta kohden voidaan laskea hakkeen energiasisältö irtokuutiota kohden. **Kuvio 4** esittää kuinka hakkeen energiasisältö irtokuutiota kohden vaihtelee kosteuspitoisuuden mukaan. Männyllä on korkein lämpöarvo massayksikköä kohden kuten voi nähdä **Kuvio 3**, mutta koivulla on korkein energiasisältö tilavuutta kohden koska sillä on korkein kuiva-tuoretiheys.



Kuvio 4. Harvennuspuun kokopuuhakkeen ohjeellinen energiasisältö (MWh/irto-m³) oletetulla muuntokertoimella irto-m³/m³ = 2,5.

Lue lisää:

Hakkila, P., 1978. Pienpuun korjuu polttoaineeksi. Folia Forestalia 342.
Virkola, N.-E., 1983. Puumassan valmistus, 2nd ed. Teknillisten tieteiden akatemia.

Tekijät:

Margareta Björklund-Sönkiaho

Energiatekniikan professori ja hankejohtaja, Åbo Akademi

Sami Lieskoski

Väitöskirjatutkija ja projekti-insinööri, Åbo Akademi

Kiinteiden biopolttoaineiden pitkän aikavälin varastoinnin kehittäminen (SECURE-BIO-SUPPLY) kestävän energia-siirtymän mahdollistamiseksi



Ota yhteyttä:

abo.fi/secure-bio-supply

Hanketiedot:

Aika: 1.3.2024–28.2.2026

Hankkeen omistaja: Åbo Akademi

Hankepartnerit: Yrkehögskolan Nova, Metsäkeskus

Rahoittaja: EU-FRO Oikeudenmukaisen siirtymän rahasto (Pohjanmaan FRO (JTF) haku 2/2023.) Pohjanmaan liitto.

SECURE-BIO-SUPPLY – hankkeen tavoitteena on analysoida, mitä haasteita ja mahdollisuuksia muutos polttoaineiden pitkäaikaisvarastoinnissa voi luoda Pohjanmaalla.



**Euroopan unionin
osarahoittama**

