

# MYY ENERGIAA, ÄLÄ MOTTEJA

## Polttopuun energiasisällön määrittäminen



Pilke-erän energiasisältö kilowattitunteina (kWh) riippuu pääosin pilkkeiden kosteudesta, mikä vaikuttaa myös poltossa syntyviin päästöihin ja käytettävyyteen. Kun tunnetaan polttopuun kosteus ja massa, sen energiasisältö voidaan laskea. Kuiva-ainekiloa kohti suomalaisilla puulajeilla on lähes sama lämpöarvo. Käsittely-yksiköissä oleville pilke-erille ja irtopilkkeelle on eri tavat määrittää energiasisältö.

### Pilkkeet käsittely-yksiköissä

#### Pilkottaessa:

- Määritetään kosteus purusta
- Punnitaan pilkeyksikön massa

#### Toimitettaessa:

- Punnitaan pilkeyksikön massa
- Lasketaan kosteus
- Lasketaan energiasisältö

### Irtopilkkeet

#### Toimitettaessa:

- Määritetään kosteus pilkkeistä
- Punnitaan pilkkeiden massa
- Lasketaan energiasisältö

## Pilkkeet käsittely-yksiköissä:

### 1. Määritä kosteus pilkonnassa syntyvästä purusta

Kosteusnäytettä kerätään yhden päivän pilketuotannon sahauspurusta niin, että näyte on samaa puulajia ja samasta raaka-aineen toimituserästä. Näytteeksi kerätään 30 minuutin välein pilkottavana olevan puun katkaisupurut. Purut kerätään kannelliseen muoviastiin, josta kosteus ei pääse haihtumaan. Näytteiden oton välissä keräysastia suljetaan ja pidetään aurinolta suojassa.

Yhden päivän aikana tasalaatuisesta raaka-aineesta kerätyistä purunäytteistä sekoitetaan kokoomanäyte, josta määritetään kosteus. Samasta kokoomanäytteestä otetaan kolme rinnakkaisnäytettä ja kosteus analysoidaan. Kosteus määritetään kosteusanalysaattorilla. Kolmen rinnakkaisnäytteen kosteustuloksesta lasketaan keskiarvo.



Puru kerätään kannelliseen muoviastiin, säilytetään suljettuna ja auringolta suojattuna. Kosteus analysoidaan kosteusmittausvaa'alla.

## 2. Punnitse pilkeyksikön massa

Kunkin käsittely-yksikön massa punnitaan tyhjänä ja pilkkeitä täynnä. Punnitusmenetelmä valitaan käsittely-yksikön mukaan. Punnitukseen on käytettävissä erilaisia vaakoja mm. palkki-, koukku- ja pumppukär-ryvaaka. Punnituksen yhteydessä käsittely-yksikkö numeroidaan, jotta se on myöhemmin tunnistettavissa. Punnitus- ja kosteustulokset merkitään seurantataulukkuun.

Taulukon voi laatia itse tai hakea osoitteesta:

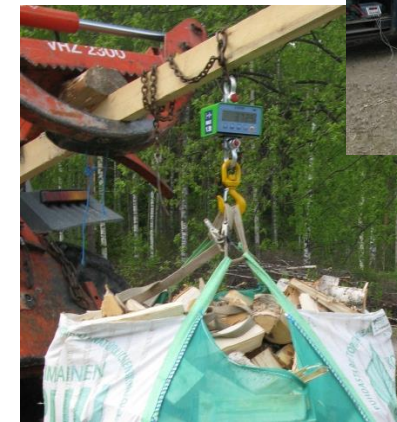
[http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsakeskukset/Keski-Suomi/alueelliset\\_hankkeet/etusivu.htm](http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsakeskukset/Keski-Suomi/alueelliset_hankkeet/etusivu.htm).



Pumppukär-ryvaaka



Palkkivaaka



Koukkuvaaka

### 3. Punnitse pilkeyksikön massa toimitettaessa

Toimitettavat käsittely-yksiköt punnitaan. Punnitukseen voidaan käyttää samoja vaakoja kuin alkupunnituksessakin tai kuljetuskaluston vaakaa.

### 4. Laske pilkkeiden kosteus ja energiasisältö

Pilke-erän kosteus on samaa alkukosteusnäytettä vastaavien käsittely-yksiköiden laskettujen kosteuksien keskiarvo. Pilke-erän toimituskosteus lasketaan alkumassan, alkukosteuden ja toimitusmassan perusteella. Pilke-erän energiasisältö lasketaan toimitusmassan ja toimituskosteuden sekä puun kuiva-aineen lämpöarvon perusteella. Toimituskosteus ja energiasisältö lasketaan seurantataulukon avulla.

Lopputilanne							
Massa		Kosteus		Energiasisältö			
yksikön birt massa	yksikön puiden massa	laskettu puiden kosteus	valmistus-erän keskiarvo kosteus	lämpö-arvo	lämpö-arvo	yksikön energiasisältö	energia-tiheys
kg	kg	p%	p%	MJ/kg	kWh/kg	kWh	MWh/I-m3
254	251	18,0	18,5	15,0	4,18	1049	1,05
256	254	18,9	18,5	15,0	4,18	1059	1,06
257	254	17,8	18,5	15,0	4,18	1061	1,06
255	252	18,3	18,5	15,0	4,18	1053	1,05
260	257	18,8	18,5	15,0	4,18	1074	1,07
250	247	18,7	18,5	15,0	4,18	1032	1,03
258	256	18,8	18,5	15,0	4,18	1067	1,07

Ote seurantataulukosta, esimerkki.

## Irtopilkkeet:

### 1. Määritä kosteus pilkkeistä

Toimitettavista pilkkeistä kerätään 5 näytepilkkettä satunnaisesti eri puolilta erää jokaista 2 irtokuution erää kohden. Kosteus voidaan määrittää piikkimittarilla tai lämpökaappimenetelmällä.

Halkaise kukin näytepilke ja mittaa kosteus piikkimittarilla halkaisupinnalta 5 cm:n etäisyydeltä päistä ja keskeltä. Saaduista tuloksista lasketaan keskiarvo.



Näytepilkkeen halkaiseminen ja kosteuden mittaaminen piikkimittarilla halkaistulta pinnalta.

Voit määrittää kosteuden myös lämpökaapissa. Näytepilkkeet punnitaan tarkkuusvaa'alla (0,1 g) ja laitetaan kuivumaan lämpökaappiin (105 °C ± 2 °C). Pilkkeitä kuivataan, kunnes massa ei enää muutu. Näytepilkkeet punnitaan ja lasketaan jokaisen pilkkeen kosteus märkäpainoa kohti. Kosteus on haihdutetun veden massan suhde kokonaismassaan. Näytepilkkeiden kosteustuloksista lasketaan keskiarvo (EN 14774-2).

### 2. Punnitse pilkkeiden massa

Toimitettava pilke-erä punnitaan esimerkiksi etukuorman-, akselipaino- tai palkkivaa'alla.

### 3. Laske energiasisältö

Pilke-erän energiasisältö lasketaan toimitusmassan ja -kosteuden sekä puun kuiva-aineen lämpöarvon perusteella. Toimituskosteuden ja energiasisällön laskemiseen voidaan käyttää apuna seurantataulukkoa.

## Puun energiasisällön laskenta (EN 14961-1):

Energiasisältö = pilke-erän massa x tehollinen lämpöarvo ( $q_{net,ar}$ )

$$q_{net,ar} = q_{net,d} \times (100 - M_{ar})/100 - 0,02443 \times M_{ar}$$

$q_{net,ar}$  on toimituskosteudessa olevan polttoaineen tehollinen lämpöarvo (MJ/kg)

$q_{net,d}$  on tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa (MJ/kg)

$M_{ar}$  on kokonaiskosteus (vesi/kokonaismassa) (p-%)

0,024 on veden höyrystymislämpö vakiopaineessa +25 °C:n lämpötilassa

Suomalaisen polttopuun kuiva-aineen tehollisena lämpöarvona voidaan käyttää 19 MJ/kg.

## Tuoteseloste:

Mitattujen tietojen perusteella myytävälle pilkkeille voidaan laatia EN 15234-5 -standardin mukainen tuoteseloste ja ilmoittaa laatu standardin EN 14961-5 mukaan.

EnergiaPilke	
<b>Tuottaja</b>	Pasi Sironen Karstulan tie 929 43480 Pääjärvi Puh. 040 566 5634
<b>Raaka-aineen alkuperä</b>	1.1.3.1 Runkopuu (koivu)
<b>Kaupan nime</b>	Pilke (uunivalmis), Laatu luokka A 1
<b>Maa ja sijainti</b>	Pylkönmäki, Suomi
<b>Velvoittavat (EN 14961-5)</b>	<b>Laatu luokka A1</b>
<b>Mitat (cm)</b>	D10 (5 ≤ D < 10 cm), D15 (10 ≤ D ≤ 15 cm), 85% vaaditussa mitassa
<b>Halkaisija (D) ja pituus (L)</b>	L33 (33 cm ± 2 cm) 15% voi olla lyhyempiä
<b>Kosteus (M) (p-% saapumistilassa)</b>	M20 (10 ≤ M ≤ 20 p-%)
<b>Tilavuus, (irtto-m<sup>3</sup>)</b>	Arvot annettu 1 irtto-m <sup>3</sup> kohti
<b>Halkaistujen määrä</b>	Kaikki halkaistu
<b>Katkaisupinnan laatu</b>	Sileä ja tasainen
<b>Laho ja home</b>	Ei näkyvää lahoa tai homea
<b>Opastavat (EN 14961-5)</b>	
<b>Energiasisältö, E (kWh/irtto-m<sup>3</sup>)</b>	E1010 (1010 kWh/irtto-m <sup>3</sup> )
<b>Kuivausmenetelmä</b>	Luonnonkuivaus

Esimerkki tuoteselosteesta.

### Lisätietoja:

[http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsakeskukset/Keski-Suomi/alueelliset\\_hankkeet/etusivu.htm](http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsakeskukset/Keski-Suomi/alueelliset_hankkeet/etusivu.htm)