

EUROOPPALAISET HAKESTANDARDIT (EN 14961-1 JA EN 14961-4)

Erikoistutkija Eija Alakangas, puh.joht. työryhmä WG2, CEN/TC 335 ja ISO 238
VTT, PL 1603, 40101 Jyväskylä
eija.alakangas@vtt.fi

Tiivistelmä: Hakkeen ja murskeen laatu voidaan luokitella eurooppalaisen standardin EN 14961-1 mukaan tai ei-teollisuuskäyttöä varten tuotestandardin EN 14961-4 mukaan. Tuotestandardissa "ei-teollisuuskäyttö" tarkoittaa polttoaineita, jotka on tarkoitettu käytettäväksi pienissä sovelluksissa, kuten kotitalouksissa ja pienissä teollisuuden rakennuksissa ja julkisissa rakennuksissa. Osa 1 – Yleiset vaatimukset (EN 14961-1) sisältää kaikki kiinteät biopolttoaineet ja tarkoitettu kaikille käyttäjäryhmille, mutta todennäköisesti tätä käytetään kaukolämpö- ja voimalaitospolttoaineiden luokitteluun. Lisäksi Osa 1 sisältää raaka-aineen alkuperän luokittelun, mitä tarvitaan kaikissa muissa EN 14961-standardin osissa. EN 14961-1 standardissa ominaisuuksia ei sidota toisiinsa, vaan kukin valitaan erikseen. EN 14961-4 on tuotestandardi ja kaikki ominaisuudet ovat velvoittavia, ja ne on sidottu toisiinsa muodostaen laatuluokkia A1, A2, B1 ja B2. Standardi EN 14961-1 on julkaistu suomen- ja englanninkielisenä ja saatavana SFS:sta. Tuotestandardi on hyväksymisvaiheessa ja kansallisten standardiryhmien äänestyksessä, joka päättyy marraskuun puolessa välissä. Tässä artikkelissa käsitellään näitä molempia standardeja.

1. JOHDANTO

Euroopan standardisointijärjestö, CEN, jonka laatii työryhmässä TC335 yli 30 eurooppalaista standardia (EN-standardia) kiinteistä biopolttoaineista. Standardit käsittelevät terminologiaa, laatuluokittelua sekä kemiallisten että fysikaalisten ominaisuuksien määrittämistä. Suomi on vastuussa laatuluokittelustandardeista (EN 14961 [5, 6]) ja laadunvarmistusstandardeista (EN 15234 [19]). Työryhmä toimii Metsäteollisuus ry:n alaisena.

EN 14961 sisältää seuraavat osat otsikon Kiinteät biopolttoaineet – Polttoaineiden laatuvaatimukset ja luokat alla:

- Osa 1: Yleiset vaatimukset (julkaistu suomen ja englanninkielisenä)
- Osa 2: Puupelletit ei-teollisuuskäyttöön (valmisteilla)
- Osa 3: Puubriketit ei-teollisuuskäyttöön (valmisteilla)
- Osa 4: Puuhake ei-teollisuuskäyttöön (valmisteilla)
- Osa 5: Polttopuu ei-teollisuuskäyttöön(valmisteilla)
- Osa 6: Ei-puupohjaiset pelletit ei-teollisuuskäyttöön (valmisteilla)

Osa 1 – Yleiset vaatimukset (SFS EN 14961-1) sisältää kaikki kiinteät biopolttoaineet ja tarkoitettu kaikille käyttäjäryhmille, mutta todennäköisesti tätä käytetään kaukolämpö- ja voimalaitospolttoaineiden luokitteluun. Lisäksi Osa 1 sisältää raaka-aineen alkuperän luokittelun, mitä tarvitaan kaikissa muissa EN 14961-standardin osissa. Osat 2 – 6 ovat tuotestandardeja, jotka on tarkoitettu ei-teollisuuskäyttöön. Näissä tuotestandardeissa "ei-teollisuuskäyttö" tarkoittaa polttoaineita, jotka on tarkoitettu käytettäväksi pienissä sovelluksissa, kuten kotitalouksissa ja pienissä teollisuuden rakennuksissa ja julkisissa rakennuksissa.

Useat EU-projektit ovat tukenee standardien laatimista. VTT on ollut mukana näissä projekteissa. BioNormII projektissa (www.bionorm2.eu [1-3]) ja EUBIONET II projektissa (www.eubionet.net [4]) on kerätty eri toimijoilta palautetta luokitteluun sekä niitä on koekäytetty yrityksissä. Phydades-projektissa (www.phydades.info) on koulutettu laboratoriohenkilöstöä sekä laadittu tietokanta BioDat database (www.biodat.eu) kiinteistä biopolttoaineista. Tähän tietokantaan on syötetty CEN-standardien mukaan testattujen polttoaineiden ominaisuustietoja [8 – 24]. Lisäksi Phydades-projektin sivuilla on koulutusaineistoa standardeista eri kielillä.

2. HAKKEEN JA MURSKKEEN MÄÄRITELMÄ

Puuhake on tietynkokoisiksi palasiksi haketettu puubiomassa, joka on valmistettu mekaanisesti terävillä työkaluilla, kuten terillä [7, kuva 1]. Puuhakkeen palat ovat suorakaiteen muotoisia, tyypillinen pituus on 5 – 50 mm, ja tiheys on pieni verrattuna muihin mittoihin.

Murske on polttopolttoaine, jolla on vaihteleva palakoko/partikkelikoko ja -muoto ja joka on valmistettu siten, että puu murskataan tyypillä työkaluilla, kuten teloilla, vasaroilla tai "varstoilla" [7, kuva 1].



Kuva 1. Puuhake vasemmalla ja murske oikealla.

3. RAAKA-AINEEN ALKUPERÄN LUOKITTELU SFS EN 14961-1- STANDARDIN MUKAAN

EN14961-1 sisältää taulukon 1 raaka-aineen luokittelua varten. Luokittelu perustuu raaka-aineen alkuperään eli onko tuote suoraan luonnosta, teollisuuden tähde tai käytöstä poistettu biomassatuote. Koko tuotantoketju on pystyttävä jäljittämään raaka-ainelähteelle.

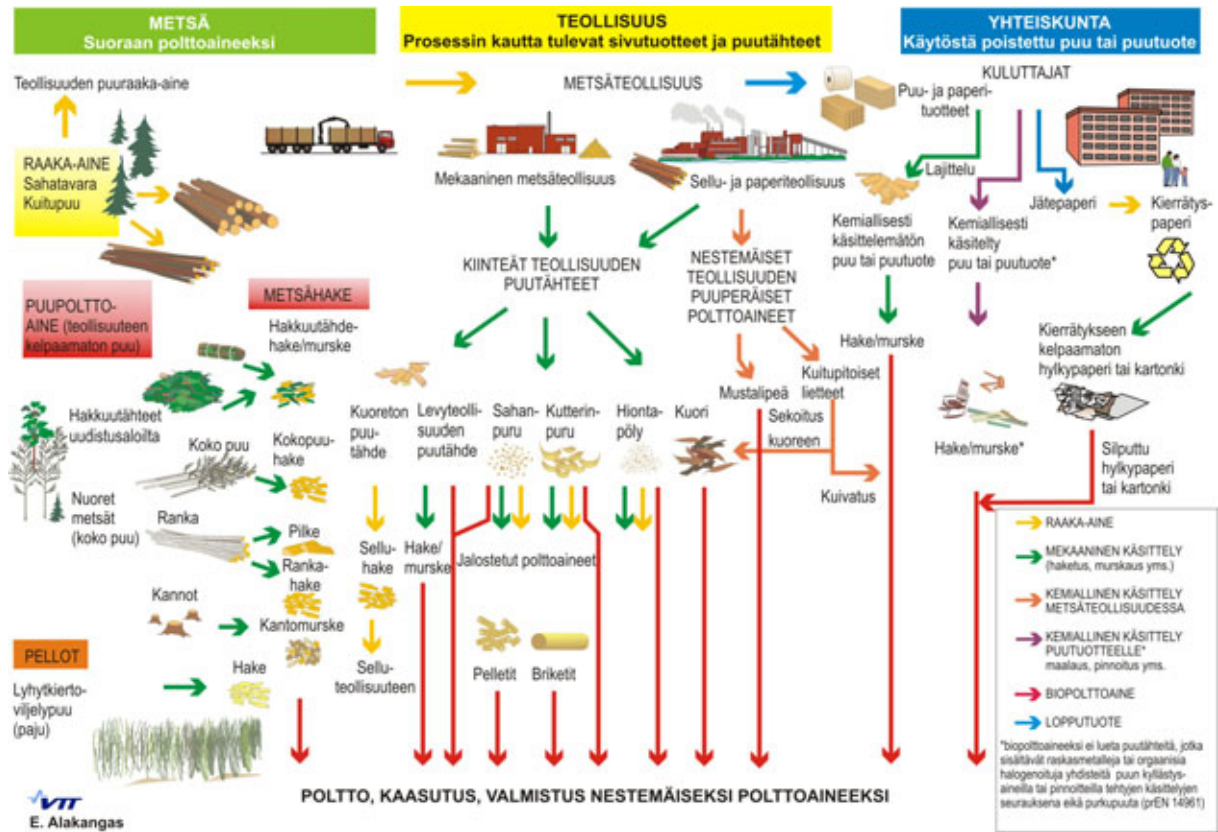
Biomassan alkuperä on jaettu seuraaviin luokkiin standardissa SFS EN 14961-1:

- a) Puubiomassa (taulukko 1, kuva 2),
- b) Kasvibiomassa (taulukko 2)
- c) Hedelmäbiomassa, sekä
- d) Sekoitukset ja seokset.

Puubiomassa on peräisin puista ja erilaisista pensaista. Kasvibiomassa on peräisin kasveista, joilla ei ole puuvartta ja jotka kuuhtuvat kasvukauden lopussa. Tähän luokkaan sisältyy myös jyvät ja niiden sivutuotteet. Hedelmäbiomassa on peräisin siemeniä tuottavista kasvinosista.

Termi "Sekoitukset ja seokset" taulukossa 1 viittaa eri lähteistä peräisin oleviin raaka-aineisiin luokittelutaulukossa annetuissa rajoissa, ja käytössä on neljä luokittelutasoa. Sekoitukset ovat tarkoituksellisesti sekoitettuja biopolttoaineita, kun taas seokset ovat tahattomasti sekoittuneita biopolttoaineita. Sekoituksen tai seoksen alkuperä on kuvattava standardin EN 14961-1 taulukkoa 1 käyttäen.

Jos kiinteän biopolttoaineen sekoitus tai seos sisältää kemiallisesti käsiteltyä ainesta (esim. liimattua, lakattua, maalattua, pinnoitettua puuta), se on mainittava. Kemiallista käsittelyä (Chemical treatment) on kaikki muu käsittely paitsi vedellä, lämmöllä tai ilmalla tapahtuva käsittely. Esimerkiksi lastulevy tai vanerijäte on kemiallisesti käsiteltyä puunjalostusteollisuuden sivutuotetta tai tähdettä. Näiden osalta on voitava osoittaa (esim. tuoteselosteen kautta), että ne eivät sisällä orgaanisia halogenoituja yhdisteitä eikä raskasmetalleja.



Kuva 2. Puubiomassan luokittelu

SFS EN 14961-1 standardin taulukon 1 toinen luokittelutaso kuvaa eri raaka-ainelähteistä peräisin olevia polttoaineita pääryhmittäin, mainiten lähinnä, onko biomassa alkuperäismateriaalia, vai teollisuuden sivutuote tai tähde.

SFS EN 14961-1 standardin taulukon 1 ryhmät jaetaan edelleen kolmannen ja neljännen tason alaryhmiin. Taulukon 1 tavoitteena on mahdollistaa biopolttoainemateriaalin erottelu ja erittely alkuperän mukaan riittävän yksityiskohtaisesti.

Esimerkkejä:

- Kokopuu, havupuu (1.1.1.2)
- Sahanpuru, havupuu (1.2.1.2)
- Viilu, havupuu (1.2.1.2)
- Huonekaluteollisuuden hiomapöly (1.2.2.1) (on kemiallisesti käsitelty)

Jos raaka-aine koostuu useista eri lähteistä ja seossuhde tiedetään, voidaan se ilmoittaa esimerkiksi seuraavasti: 80 % 1.1.1.2 (kokopuu, havupuu) ja 20 % 1.1.1.1 (kokopuu, lehtipuu). Jos seossuhdetta ei tiedetä voidaan ilmoittaa mistä raaka-ainesta seos koostuu esim. 1.1.1.2, 1.1.1.1. Ensimmäiseksi kannattaa laittaa se raaka-ainelähde, jota on enemmän seoksessa.

Purkupuu (demolition wood) on varmuuden vuoksi jätetty pois standardista SFS EN 14961-1 (katso määritelmä taulukko 1, Huom. 1). Muu käytöstä poistettu puu tai puutuote (used wood) kuuluu biopolttoaineisiin (esim. kuormalavat, uudisrakennuksien puutähde, huonekalut yms.), mikäli ne eivät sisällä halogeenisia orgaanisia yhdisteitä tai raskasmetalleja. Näiden luokittelusta VTT on tehnyt erillisen raportin ¹.

¹ Alakangas, E. & Wiik, C. Käytöstä poistetun puun luokittelu ja hyvien käytäntöjen kuvaus, VTT-R-04989-08, 54 s. + liitt. 30 s. (www.vtt.fi)

Huomaa, että hakkeen tuotestandardissa, FprEN 14961-4, ei sallita kemiallisesti käsiteltyä puuta luokissa A1 ja A2 eikä lyhytkiertoviljelypuuta (esim. paju), jos se on lannoitettu jätevesiliitteellä (liite 3).

Taulukko 1. Puubiomassan (1) luokittelu alkuperän ja raaka-ainelähteiden mukaan (SFS EN 14961-1)

1.1 Luonnon- ja istutusmetsän puubiomassa sekä muu luonnonpuu	1.1.1 Kokopuu (ei sisällä juuria)	1.1.1.1 Lehtipuu
		1.1.1.2 Havupuu
		1.1.1.3 Lyhytkiertoinen vesakko
		1.1.1.4 Pensaikko
		1.1.1.5 Sekoitukset ja seokset
	1.1.2 Kokopuu juurineen	1.1.2.1 Lehtipuu
		1.1.2.2 Havupuu
		1.1.2.3 Lyhytkiertoinen vesakko
		1.1.2.4 Pensaikko
		1.1.2.5 Sekoitukset ja seokset
	1.1.3 Runkopuu/ranka	1.1.3.1 Lehtipuu
		1.1.3.2 Havupuu
		1.1.3.3 Sekoitukset ja seokset
	1.1.4 Hakkuutähteet	1.1.4.1 Tuore/vihreä, lehtipuu (lehdet mukaan lukien)
		1.1.4.2 Tuore/vihreä, havupuu (neulaset mukaan lukien)
1.1.4.3 Varastoitu, lehtipuu		
1.1.4.4 Varastoitu, havupuu		
1.1.4.5 Sekoitukset ja seokset		
1.1.5 Kannot/juuret	1.1.5.1 Lehtipuu	
	1.1.5.2 Havupuu	
	1.1.5.3 Lyhytkiertoinen vesakko	
	1.1.5.4 Pensaikko	
	1.1.5.5 Sekoitukset ja seokset	
1.1.6 Kuori (metsänhoitotoimenpiteistä) ^a		
1.1.7 Puutarhoista, puistoista, tienvarsien kunnossapidosta, viiniviljelmiltä ja hedelmätarhoista korjattu sekalainen puu		
1.1.8 Sekoitukset ja seokset		
1.2 Puunjalostusteollisuuden sivutuotteet ja tähteet	1.2.1 Kemiallisesti käsittelemätön puutähte	1.2.1.1 Kuoreton puu, Lehtipuu
		1.2.1.2 Kuoreton puu, Havupuu
		1.2.1.3 Kuorellinen, Lehtipuu
		1.2.1.4 Kuorellinen, Havupuu
		1.2.1.5 Kuori (teollisuustoiminnasta) ^a
	1.2.2 Kemiallisesti käsitelty puutähte, kuidut ja puuaines	1.2.2.1 Kuoreton puu
		1.2.2.2 Kuorellinen
		1.2.2.3 Kuori (from industry operations) ^a
1.2.2.4 Kuidut ja puuaines		
1.2.3 Sekoitukset ja seokset		
1.3 Käytöstä poistettu puu tai puutuote	1.3.1 Kemiallisesti käsittelemätön puu	1.3.1.1 Kuoreton puu
		1.3.1.2 Kuorellinen
		1.3.1.3 Kuori ^a
	1.3.2 Kemiallisesti käsitelty puu	1.3.2.1 Kuoreton puu
		1.3.2.2 Kuorellinen
		1.3.2.3 Kuori ^a
1.3.3 Sekoitukset ja seokset		
1.4 Sekoitukset ja seokset		

HUOM. 1 Purkupuu ei kuulu tähän eurooppalaiseen standardiin. Purkupuu on "käytöstä poistettu puu, jota syntyy purettaessa rakennuksia tai tie- ja vesirakennustyön rakennelmia (EN 14588).

HUOM. 2 Myös lajin nimi voidaan ilmoittaa (esim. kuusi), mikäli se on tarkoituksenmukaista. Puulajien nimet voidaan ilmoittaa standardin EN 13556 "Pyöreä puu ja sahatavara - Euroopassa käytettävien puulajien nimikkeistö" mukaisesti.

HUOM. 3 Kemiallista käsittelyä, joka on tehty ennen biomassan korjuuta, ei tarvitse ilmoittaa. Mikäli toimija polttoaineen toimitusketjun missä tahansa vaiheessa epäilee maa-aineksien vakavaa saastumista tai jos kasvin istutuksen tarkoituksena on nimenomaan ollut kemikaalien talteenotto tai lannoitukseen on käytetty jätevesilietettä (jätevedenpuhdistamolta tai kemiallisesta prosessista), polttoaine tulisi analysoida mahdollisten kemiallisten epäpuhtauksien – kuten halogenoidut orgaaniset yhdisteet tai raskasmetallit – tunnistamiseksi.

4. HAKKEEN JA MURSKEEN LUOKITTELU SFS EN 14961-1 MUKAAN

Taulukkopohjainen laatuluokitus laadittiin vain tärkeimmille kaupallisille biopolttoaineille, joita ovat brikitit, pelletit, hake (ks. liite 1), murske (liite 2), halko/pilke, sahanpuru, kutterinlastu, kuori, olki-, ruokohelpi- ja elefanttiheinäpaalit, energiajyvää, oliivitähde ja hedelmien siemenet.

Polttoaineiden laatuluokitus standardissa SFS EN 14961-1 on joustava, joten tuottaja tai käyttäjä voi valita kustakin ominaisuusluokasta sen arvon, joka vastaa tuotettua tai haluttua polttoaineen laatua. Tämä ns. ”vapaa” luokitus ei sido eri ominaisuuksia toisiinsa. Luokituksen etuna on se, että tuottaja ja käyttäjä voivat sopia tapauskohtaisesti ominaisuusvaatimukset. Tämä sopii erityisesti isoihin laitoksiin.

Tärkeimmät ominaisuudet ovat velvoittavia (normative), pakollisia, ja ne on ilmoitettava tuoteselosteessa (taulukko 3), jonka malleja on laadunvarmistusstandardeissa EN 15234 osissa 1–6. Tiedot voi merkitä pakkaukseen tai esim. kuormakirjaan, internetissä tai laitevalmistaja ilmoittaa ne laitekilvessä. Velvoittavat ominaisuudet vaihtelevat eri kaupanimikkeille (esim. pelletti). Esimerkiksi polttoaineen keskimääräinen kosteus (moisture, M) ilmoitetaan kirjaimen perään tulevalla numerolla esim. M35, mikä merkitsee, että polttoaineen keskikosteuden on oltava ≤ 35 painoprosenttia.

Osa ominaisuuksista on opastavia (informative), vapaaehtoisia. Ominaisuuksia ei välttämättä tarvitse mitata, vaan voidaan käyttää tyypillisiä arvoja esim. lämpöarvolle ja tuhkapitoisuudelle. Näistä tyypillisistä arvoista on standardissa SFS EN 14961-1 erillinen liite B.

5. HAKKEEN LUOKITTELU PIENKÄYTTÖÖN STANDARDIN FprEN 14961-4 MUKAAN

Pienkäyttöön sekä julkisten ja teollisuuskiinteistöjen hake luokitellaan standardin FprEN 14961-4 mukaan (liite 3) mukaan.

Laatuluokat A1 ja A2 edustavat luonnonpuuta ja muuta kemiallisesti käsittelemätöntä puuta. A1-luokassa tuhkapitoisuus on alhaisempi ja voidaan olettaa että kuoren osuus raaka-aineesta on vähäinen. Myös kosteuspuiteisuus on alhaisempi kuin luokassa A2. Luokissa A1 ja A2 ei sallita kemiallisesti käsiteltyä puuta eikä muuta puuta, joka voi sisältää enemmän epäpuhtauksia. Luokassa B1 voi olla myös lyhytkiertoviljelypuuta, sekalaista puuta puutarhoista, tienvarsilta ja kemiallisesti käsittelemätöntä puuta.

Luokassa B2 raaka-aine voi olla kemiallisesti käsiteltyä puuta (1.2.2 maalattua, lakattua, liimattua jne.) ja käytöstä poistettua puuta tai puutuotetta (1.3). Näiden osalta on voitava osoittaa (esim. tuoteselosteen kautta), että ne eivät sisällä orgaanisia halogenoituja yhdisteitä eikä raskasmetalleja puunkyllästysaineilla tai pinnoitteilla tehtyjen käsittelyjen seurauksena. Raaka-aine on tällöin kuvattava tarkemmin: esimerkiksi 1.2.2.1, Laminoitu puutähde tai 1.2.2.1 lastulevytähde. Pienkäyttäjien suojelemiseksi raskasmetallit ovat velvoittavia luokassa B2.

Palakoko luokitellaan taulukon 2 mukaan.

SFS EN 14961-1 standardiin verrattuna palakoko-luokitukseen on lisätty lisäksi luokka P31,5. Palakokoluokitus perustuu pyöreillä seuloilla tehtäviin analyysiin ja seulojen reikien koko määräytyy ISO 3310-standardin mukaan [8 – 24]. Hakkurien valmistajat mittauttavat yleensä palakoon omille laitteilleen.

Taulukko 2 – Ei-teollisuuskäyttöön tarkoitetun puuhakkeen luokittelu (FprEN 14961-4)[6]

Mitat (mm), Analyysimenetelmä EN 15149-1 [16]			
	Vähintään 75 p-% pääjakeesta, mm ^a	Hienoaines, p- % (< 3,15 mm)	Karkea jae, (p-%), maksimipituus ylisuurille kappaleille (mm), ja maksimi poikkileikkauksen pinta-ala (cm ²)
P16A	3,15 ≤ P ≤ 16 mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 16 mm, ja kaikki < 31,5 mm Ylisuurten kappaleiden poikkileikkauspinta-ala < 1 cm ²
P16B	3,15 ≤ P ≤ 16 mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 45 mm ja kaikki < 120 mm Ylisuurten kappaleiden poikkileikkauspinta-ala < 1 cm ²
P31,5	8 ≤ P ≤ 31,5 mm	≤ 8 %	≤ 6 % > 45 mm, ja kaikki < 120 mm Ylisuurten kappaleiden poikkileikkauspinta-ala < 2 cm ²
P45A	8 ≤ P ≤ 45 mm	≤ 8 %	≤ 6 % > 63 mm ja korkeintaan 3,5 % > 100 mm, kaikki < 120 mm Ylisuurten kappaleiden poikkileikkauspinta-ala < 5 cm ²
^a Arvot (P-luokka) viittaa siihen että vähintään 75 p-% läpäisee pyöreän seuran analyysimenetelmän EN 15149-1 mukaan.			

Yleensä ei-teollisuuskäyttöön valmistetun hakkeen lämpöarvoa ei mitata, vaan se voidaan ottaa kirjallisuudesta² tai standardin SFS EN 14961-1 liitteestä B. Puun tehollinen kuiva-aineen lämpöarvo on yleensä välillä 18,9 – 19,9 MJ/kg.

Tehollinen lämpöarvo (vakiopaineessa) saapumistilassa (kostea biopolttoaine) voidaan laskea kuiva-aineen tehollisen lämpöarvon perusteella seuraavan yhtälön mukaisesti (SFS EN 14961-1 liite C).

$$q_{p,net,ar} = q_{p,net,d} \times \left(\frac{100 - M_{ar}}{100} \right) - 0,02443 \times M_{ar} \quad (1)$$

missä

$q_{p,net,ar}$ tehollinen lämpöarvo (vakiopaineessa) saapumistilassa (MJ/kg);

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

M_{ar} kosteus saapumistilassa [p-%];

0,02443 höyrystymisen entalpian korjauskerroin (vakiopaineessa) vedelle (kosteus) 25 °C lämpötilassa [MJ/kg per 1 p-% kosteutta].

Tulos annetaan tarkkuudella 0,01 MJ/kg. Jos muutat luvun yksikköön MWh/kg, tee se vasta viimeisessä vaiheessa.

Jos irtotiheys [14] mitataan, niin energiatiheys saapumistilassa (E_{ar}) tilavuusyksikköä kohti laskea.

Energiatiheys saapumistilassa lasketaan yhtälön 2 mukaisesti (SFS EN 14961-1).

$$E_{ar} = \frac{1}{3600} \times q_{p,net,ar} \times BD_{ar} \quad (2)$$

missä

E_{ar} biopolttoaineen energiatiheys saapumistilassa (MWh/irto-m³);

$q_{p,net,ar}$ tehollinen lämpöarvo saapumistilassa (MJ/kg);

BD_{ar} irtotiheys, eli biopolttoaineen tilavuuspaino saapumistilassa (kg/irto-m³);

$\frac{1}{3600}$ konversiokerroin energiayksiköille (MJ:sta MWh:in).

Tulos annetaan pyöristettynä lähimpään 0,01 MWh/irto-m³.

² Esimerkiksi seuraavasta julkaisusta: Alakangas, E. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, VTT Tiedotteita 2045. (www.vtt.fi) ks. Julkaisut - julkaisurekisteri

Esimerkki 1:

Hakkeen kosteus on 35 p-% ja kuiva-aineen tehollisena lämpöarvona käytetään keskimääräistä arvoa 19,3 MJ/kg.

Kostean polttoaineen tehollinen lämpöarvo (Liitteessä 1 – 3 merkitty kirjaimella - Q)

$$Q = 19,3 \times (100-35/100) - 0,02443 \times 35 \text{ MJ/kg} = 12,545 - 0,85505 \text{ MJ/kg} = 11,69 \text{ MJ/kg}$$

Muunnos MJ/kg yksikköön kWh/kg

$$Q = 11,69/3,6 = 3,25 \text{ kWh/kg}$$

Esimerkki 2:

Laitos on mitannut saapuvasta polttoaineesta irtotiheyden (BD) ja saanut arvoksi 225 kg/m³. Tehollisena lämpöarvona saapumistilassa käytetään edellisessä esimerkissä laskettua arvoa 11,69 MJ/kg.

Energia tiheys saapumistilassa on

$$E_{ar} = 1/3600 \times 225 \times 11,69 \text{ MWh/irto-m}^3 = 0,73 \text{ MWh/irto-m}^3 \text{ eli } 730 \text{ kWh/irto-m}^3.$$

6. LAADUNVARMISTUSSTANDARDI EN 15234

Myös laadunvarmistusstandardi (EN 15234) julkaistaan moniosaisena standardina. Osa 1 (FprEN 15234-1 [19]) on hyväksymisvaiheessa ja myös hakkeelle ei-teollisuuskäyttöön on tekeillä oma laadunvarmistusstandardi prEN 15234-4, mikä on vielä valmisteilla.

Laadunvarmistusstandardi perustuu ISO 9000-standardin niihin osiin, jotka koskevat tuotetta. Standardista on sovellettu biopolttoaineille laadunvarmistus- ja laaduntarkkailuosaa. Jäljitettävyyden koko tuotantoketjun osalta on tärkeää, jotta asiakkaalle luodaan luottamus, että laatuvaatimukset täyttyvät. Polttoaineen ominaisuudet luokitellaan joko SFS EN 14961-1 tai FprEN 14961-4 standardin mukaan.

EN 15234-standardeja voidaan käyttää osana ISO 9000-laaturjestelmää. Tällöin EN 15234 standardit auttavat biopolttoaineen laadun luokittelussa ja dokumentoinnissa.

EN 15234-standardeissa on ohjeet myös tuoteselosteen laadinnasta. Tuoteseloste annetaan tietyille toimituserälle. Toimituserä ilmoitetaan esim. kuormakirjassa. Taulukossa 3 on malli tuoteselosteesta. Tuoteselosteista on myös laadittu yksinkertaistettu malli, jossa ilmoitetaan tuottajan/toimittajan tiedot, raaka-aineen alkuperä, kauppanimike sekä laatuluokka (taulukko 4).

Tuoteselosteessa on vähintään ilmoitettava seuraavat tiedot (EN 15234-1):

- Polttoaineen toimittaja/tuottaja kontaktitietoinen
- Alkuperä ja raaka-ainelähde EN 14961-1 mukaan
- Alkuperämaa (tarkempi sijainti)
- Kauppanimike (mm. pelletti)
- Ominaisuuksien luokittelu EN 14961 sopivan osan mukaan
 - Velvoittavat ominaisuudet
 - Opastavat ominaisuudet
- Kemiallinen käsittely (kyllä/ei)
- Allekirjoitus, nimike, päivä ja paikka (irtotavaralle)

Tuoteseloste voidaan hyväksyä myös sähköisesti. Allekirjoitus voidaan antaa myös ajokirjassa.

Taulukko 3. Malli tuoteselosteesta standardin SFS EN 14961-1 mukaan

Tuoteseloste – hake standardin SFS EN 14961-1 mukaan	
Toimittaja/tuottaja	EAA Biofuels, PL 1603; 40101 Jyväskylä
Maa/tarkempi sijainti	Suomi, Saarijärvi
Kauppanimike	Puuhake
Velvoittavat ominaisuudet – SFS EN 14961-1	
Raaka-aineen alkuperä	Seos lehti- ja havupuu rangasta (1.1.3.1, 1.1.3.2)
Palakoko, P, mm	P45B
Kosteus, M, p-%	M35
Tuhka, p-% kuiva-aineesta	A1.0
Opastavat ominaisuudet – SFS EN 14961-1	
Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, Q, MJ/kg (minimiarvo)	Q11.5
Tiheys, BD, kg/m ³	BD200
Kemiallinen käsittely	Ei

Taulukko 4. Malli tuoteselosteesta standardin FprEN 14961-4 mukaan.

Tuoteseloste – hake standardin EN 14961-4 mukaan	
Toimittaja/tuottaja	EAA Biofuels, PL 1603; 40101 Jyväskylä
Toimituserä	30 m ³
Maa/tarkempi sijainti	Suomi, Saarijärvi
Kauppanimike	Puuhake
Raaka-aineen alkuperä	Seos lehti- ja havupuu rangasta (1.1.3.1, 1.1.3.2)
Kemiallinen käsittely	Ei
Laatuluokka	A1

KIITOKSET

Tämä artikkeli on laadittu Wood Heat Solutions projektirahoituksella (www.woodheatsolutions.eu).



Intelligent Energy  Europe

LÄHDELUETTELO

1. Alakangas, E. European standards for fuel specification and classes of solid biofuels, Manuscript to Springer publication, Energy production from solid biofuels towards global warming abatement, June 2009, 25 p.
2. Alakangas, E. European standards for solid biofuels – case wood pellets and wood chips, Riga 6 – 7 May 2009, Wood combustion and standards, Proc. Environmental and climate technologies, Serija 13, sejums 2, p. 7 – 20.
3. Alakangas, E., Rathbauer, J., Sulzbacher, L., Kilgus, D., Baumbach, G., Grammelis, P. & Malliopoulou, A., Blumberga, D. & Gushcha, J. Feedback on prEN 14961 standards from industry and workshops BioNormII- Pre-normative research on solid biofuels for improved European standards, Project no. 038644, DIV6-Part 1. 51 p. (www.bionorm2.eu).
4. Alakangas, E., Wiik, C. & Lensu, T. CEN 335 – Solid biofuels, Feedback from market actors, EUBIONET II report – VTT Report VTT-R-00430-07, Jyväskylä 2007. 58 p. + app. 13 p. (www.eubionet.net)
5. SFS EN 14961:2010. Solid biofuels – Fuel Specification and classes, Part 1 – General requirements [Kiinteät biopolttoaineet – Laatuvaatimukset ja luokat, Osa 1 – Yleiset laatuvaatimukset]. CEN (European Committee for Standardization). January 2010. 52 p.
6. FprEN 14961:2010. Solid biofuels – Fuel Specification and classes, Part 4 – Wood chips for non-industrial use [Kiinteät biopolttoaineet – Laatuvaatimukset ja luokat, Osa 4 – Puuhake eiteollisuuskäyttöön]. June 2010. 10 p. (Final draft)
7. FprEN 14588:2010, Solid biofuels — Terminology, definitions and descriptions
8. SFS EN 14774-1, Solid biofuels – Methods for the determination of moisture content – Oven dry method – Part 1: Total moisture – Reference method [Kiinteät biopolttoaineet – Uunikuivausmenetelmä – Osa 1: Kokonaiskosteus – referenssimenetelmä]
9. SFS EN 14774-2, Solid biofuels – Methods for the determination of moisture content – Oven dry method – Part 2: Total moisture – Simplified procedure [Kiinteät biopolttoaineet – Uunikuivausmenetelmä – Osa 2: Kokonaiskosteus – Yksinkertaistettu menetelmä]
10. SFS EN 14775, Solid biofuels – Methods for the determination of ash content [Kiinteät biopolttoaineet – Menetelmä tuhkapitoisuuden määrittämiseen]
11. prEN 14778, Solid Biofuels – Sampling [Kiinteät biopolttoaineet – Näytteenotto]
12. prEN 14780, Solid Biofuels – Methods for sample preparation [Kiinteät biopolttoaineet – näytteen valmistaminen]
13. EN 14918, Solid Biofuels – Method for the determination of calorific value [Kiinteät biopolttoaineet – lämpöarvon määrittäminen]
14. SFS EN 15103, Solid Biofuels – Methods for the determination of bulk density [Kiinteät biopolttoaineet – irtotiheyden määrittäminen]
15. FprEN 15104, Solid Biofuels – Determination of carbon, hydrogen and nitrogen – Instrumental method [Kiinteät biopolttoaineet – Hiili-, vety- ja typpipitoisuuden määrittäminen – Instrumentaalinen menetelmä]
16. FprEN 15149-1, Solid biofuels – Determination of particle size distribution - Part 1: Oscillating screen method using sieve apertures of 1 mm and above. [Kiinteät biopolttoaineet – Osa 1 Värähtelyyn perustuva seulontamenetelmä käyttäen seuloja 1 mm tai alle]
17. FprEN 15149-2 Solid biofuels – Determination of particle size distribution - Part 2: Horizontal screen method using sieve apertures of 3,15 mm and below. [Kiinteät biopolttoaineet – Osa 2 Horisontaalinen seulontamenetelmä käyttäen seuloja 3,15 mm tai alle]
18. prEN 15150, Solid Biofuels – Methods for the determination of particle density [Kiinteät biopolttoaineet – Menetelmä kiintotiheyden määrittämiseen]
19. FprEN 15234-1, Solid Biofuels – Fuel quality assurance, Part 1: General requirements [Kiinteät biopolttoaineet – Laadunvarmistus, Osa 1: Yleiset vaatimukset]
20. FprEN 15289, Solid Biofuels – Determination of total content of sulphur and chlorine [Kiinteät biopolttoaineet – Menetelmä kokonaisrikin ja kloorin määrittämiseen]
21. FprEN 15290, Solid Biofuels – Determination of major elements [Kiinteät biopolttoaineet – Suurempina pitoisuuksina esiintyvät alkuaineet]
22. FprEN 15296, Solid Biofuels – Conversion of analytical results from one basis to another [Kiinteät biopolttoaineet – omaisuuksien muuttaminen tilasta toiseen]
23. FprEN 15297, Solid Biofuels – Determination of content of minor elements [Kiinteät biopolttoaineet – Vähäisinä määrinä esiintyvät alkuaineet]
24. prEN 15370, Solid Biofuels – Methods for the determination of ash melting behaviour [Kiinteät biopolttoaineet – Tuhkansulamiskäyttäytymisen määrittäminen]

Standardit, jotka on merkitty pr-alkukirjaimilla, ovat valmistelussa. Standardit, jotka on merkitty Fpr-alkukirjaimilla on hyväksymisvaiheessa ja raja-arvot on sovittu. Standardit, jotka on merkitty SFS EN-kirjaimilla on julkaistu suomen- ja englanninkielisenä.

Liite 1 – Hakkeen luokittelu standardin SFS EN 14961-1 [5] mukaan.

Päätaulukko			
Alkuperä: Taulukon 1 mukaan.		Puubiomassa (1)	
Kauppanimike		Puuhake	
Mitat (mm)			
	Pääfraktio, vähintään 75 p-%, mm ^a	Hienoaines, p-% (< 3,15 mm)	Karkea fraktio (p-%)
P16A ^c	3,15 ≤ P ≤ 16 mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 16 mm ja kaikki < 31,5 mm
P16B ^c	3,15 ≤ P ≤ 16 mm	≤ 12 %	≤ 3 % > 45 mm ja kaikki < 120 mm
P45A ^c	8 ≤ P ≤ 45 mm	≤ 8 % ^b	≤ 6 % > 63 mm ja max. 3,5 % > 100 mm, kaikki < 120 mm
P45B ^c	8 ≤ P ≤ 45 mm ^b	≤ 8 % ^b	≤ 6 % > 63 mm ja max. 3,5 % > 100 mm, kaikki < 350 mm
P63	8 ≤ P ≤ 63 mm ^b	≤ 6 % ^b	≤ 6 % > 100 mm, kaikki < 350 mm
P100	16 < P < 100 mm ^b	≤ 4 % ^b	≤ 6 % > 200 mm, kaikki < 350 mm
Kosteus, M (p-% saapumistilassa) SFS EN 14774-1, SFS EN 14774-2			
M10	≤ 10 %		
M15	≤ 15 %		
M20	≤ 20 %		
M25	≤ 25 %		
M30	≤ 30 %		
M35	≤ 35 %		
M40	≤ 40 %		
M45	≤ 45 %		
M50	≤ 50 %		
M55	≤ 55 %		
M55+	> 55 % (suurin arvo ilmoitettava)		
Tuhka, A (p-% kuiva-aineesta) SFS EN 14775			
A0.5	≤ 0,5 %		
A0.7	≤ 0,7 %		
A1.0	≤ 1,0 %		
A1.5	≤ 1,5 %		
A2.0	≤ 2,0 %		
A3.0	≤ 3,0 %		
A5.0	≤ 5,0 %		
A7.0	≤ 7,0 %		
A10.0	≤ 10,0 %		
A10.0+	> 10,0 % (suurin arvo ilmoitettava)		
Velvoittavat			
Typpi, N (p-% kuiva-aineesta) FprEN 15104			
N0.3	≤ 0,3 %	Velvoittava: Kemiallisesti käsitelty biomassa (1.2.2; 1.3.2) Opastava: Kaikki polttoaineet, joita ei ole kemiallisesti käsitelty (kts. poikkeukset yllä)	
N0.5	≤ 0,5 %		
N1.0	≤ 1,0 %		
N2.0	≤ 2,0 %		
N3.0	≤ 3,0 %		
N3.0+	> 3,0 % (suurin arvo ilmoitettava)		
Kloori, Cl (p-% kuiva-aineesta) FprEN 15289			
Cl0.02	≤ 0,02 %	Velvoittava: Kemiallisesti käsitelty biomassa (1.2.2; 1.3.2) Opastava: Kaikki polttoaineet, joita ei ole kemiallisesti käsitelty (kts. poikkeukset yllä)	
Cl0.03	≤ 0,03 %		
Cl0.07	≤ 0,07 %		
Cl0.10	≤ 0,10 %		
Cl0.10	> 0,10 % (suurin arvo ilmoitettava)		
+			
Velvoittavat/Opastavat			

Opastavat	Tehollinen lämpöarvo, Q (MJ/kg tai kWh/kg saapumistilassa) tai energiasisältö, E (MJ/ irto-m ³ tai kWh/ irto-m ³) EN 14918	
	pienin arvo ilmoitettava	
	Irtotiheys (BD) saapumistilassa (kg/m ³) SFS EN 15103	
	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200 BD250 ≥ 250 BD300 ≥ 300 BD350 ≥ 350 BD400 ≥ 400 BD450 ≥ 450 BD450 > 450 (pienin arvo ilmoitettava) +	Suosittelaa ilmoitettavan, jos kauppa käydään tilavuusyksiköissä
	Tuhkansulamiskäyttäytyminen (°C) prEN 15370	Muodonmuutoslämpötila, DT ilmoitettava
<p>^a Palakoon arvot (P-luokka) viittaavat seulojen pyöreisiin silmäkokoihin, jonka läpäisee vähintään 75 p-% aineksesta (FprEN 15149-1). Ylisuurten kappaleiden poikkileikkauspinta-ala on P16 < 1 cm², P45, < 5 cm² ja P63 < 10 cm² ja P100 < 18 cm².</p> <p>^b Hakkuutähde, joka sisältää hienoainesta kuten neulasia, lehtiä ja oksia, pääfraktio on luokalle P45B 3,15 ≤P ≤ 45 mm, luokalle P63 3,15 ≤P ≤ 63 mm ja luokalle P100, 3,15 ≤P ≤ 100 mm) ja hienoaineksen määrä (< 3,15 mm) maksimissaan 25 p-%.</p> <p>^c Ominaisuusluokat P16A, P16B ja P45A on tarkoitettu ei-teollisiin sovelluksiin ja ominaisuusluokat P45B, P63 ja P100 teollisiin sovelluksiin. Teollisuussovelluksissa luokissa P45B, P63 ja P100 hienoaineksen määrä voidaan sopia seuraavista luokista F04, F06 ja F08.</p>		

HUOM: Erityistä huomiota on kiinnitettävä joidenkin biomassojen tuhkansulamiskäyttäytymiseen, esimerkiksi eukalyptus, poppeli ja nopeakasvuiset puulajit.

Liite 2 — Puumurskeen laatuluokat standardin SFS EN 14961-1 mukaan.

Päätaulukko			
Alkuperä: taulukon 1 mukaan.		Puubiomassa (1)	
Kauppanimike		Puumurske	
Velvoittavat	Mitat (mm) FprEN 15149-1, FprEN 15149-2		
		Pääfraktio (vähintään 75 p-%), mm ^a	Karkea fraktio, % painosta (palan maksimipituus, mm) ^b
	P16	3,15 ≤ P ≤ 16 mm	≤ 6 % > 45 mm ja kaikki < 120 mm
	P45	3,15 ≤ P ≤ 45 mm	≤ 10 % > 63 mm ja kaikki < 350 mm
	P63	3,15 ≤ P ≤ 63 mm	≤ 10 % > 100 mm ja kaikki < 350 mm
	P100	3,15 ≤ P ≤ 100 mm	≤ 10 % > 125 mm ja kaikki < 350 mm
	P125	3,15 ≤ P ≤ 125 mm	≤ 10 % > 150 mm ja kaikki < 350 mm
	P200	3,15 ≤ P ≤ 200 mm	ilmoitettava
	P300	3,15 ≤ P ≤ 300 mm	ilmoitettava
	Hienoaines (< 3,15 mm, % painosta)		
	F06	≤ 6 %	
	F10	≤ 10 %	
	F12	≤ 12 %	
	F15	≤ 15 %	
	F20	≤ 20 %	
F25	≤ 25 %		
Kosteus, M (p-% saapumistilassa) SFS EN 14774-1, SFS EN 14774-2			
M10	≤ 10 %		
M15	≤ 15 %		
M20	≤ 20 %		
M25	≤ 25 %		
M30	≤ 30 %		
M35	≤ 35 %		
M40	≤ 40 %		
M45	≤ 45 %		
M50	≤ 50 %		
M55	≤ 55 %		
M55+	> 55 % (suurin arvo ilmoitettava)		
Tuhka, A (p-% kuiva-aineesta) SFS EN 14775			
A0.5	≤ 0,5 %		
A0.7	≤ 0,7 %		
A1.0	≤ 1,0 %		
A1.5	≤ 1,5 %		
A2.0	≤ 2,0 %		
A3.0	≤ 3,0 %		
A5.0	≤ 5,0 %		
A7.0	≤ 7,0 %		
A10.0	≤ 10,0 %		
A10.0+	> 10,0 % (suurin arvo ilmoitettava)		
Tehollinen lämpöarvo, Q (MJ/kg saapumistilassa) tai energiasisältö, E (kWh/irto-m³) EN 14918		Pienin arvo ilmoitettava	

Velvoittavat/opastavat	Typpi, N (p-% kuiva-aineesta) FprEN 15104	
	N0.3 N0.5 N1.0 N2.0 N3.0 N3.0+	≤ 0,3 % ≤ 0,5 % ≤ 1,0 % ≤ 2,0 % ≤ 3,0 % > 3,0 % (suurin arvo ilmoitettava)
	Velvoittavat: Kemiallisesti käsitelty biomassassa (1.2.2, 1.3.2) Opastava: Kaikki polttoaineet, joita ei ole kemiallisesti käsitelty (ks. poikkeukset yllä)	
Velvoittavat/opastavat	Kloori, Cl (p-% kuiva-aineesta) FprEN 15289	
	Cl0.02 Cl0.03 Cl0.07 Cl0.10 Cl0.10+	≤ 0,02 % ≤ 0,03 % ≤ 0,07 % ≤ 0,10 % > 0,10 % (suurin arvo ilmoitettava)
	Velvoittavat: Kemiallisesti käsitelty biomassassa (1.2.2; 1.3.2) Opastava: Kaikki polttoaineet, joita ei ole kemiallisesti käsitelty (ks. poikkeukset yllä)	
Opastavat	Irtotiheys (BD) saapumistilassa (kg/m ³) SFS EN 15103	
	BD150 BD200 BD250 BD300 BD350 BD400 BD450 BD450+	≥ 150 ≥ 200 ≥ 250 ≥ 300 ≥ 350 ≥ 400 ≥ 450 > 450 (pienin arvo ilmoitettava)
	Suositellaan ilmoitettavan, jos kauppa käydään tilavuuden perusteella	
	Tuhkansulamiskäyttäminen (°C), prEN 15370	Muodonmuutoslämpötila, DT ilmoitettava
<p>^a Palakoon arvot (P-luokka) viittaavat seulojen pyöreisiin silmäkokoihin, jonka läpäisee vähintään 95 p-% aineksesta (FprEN 15149-1).</p> <p>^b Ylisuurten kappaleiden poikkileikkauspinta-ala on P16 < 1 cm², P45, < 5 cm² ja P63 < 10 cm² ja P100 < 18 cm².</p>		

HUOM: Erityistä huomiota on kiinnitettävä joidenkin biomassojen tuhkansulamiskäyttämiseen, esimerkiksi eukalyptus, poppeli ja nopeakasvuiset puulajit.

Liite 3 – Hakkeen luokittelu ei-teollisuuskäyttöön (FprEN 14961-4)[6]

	Ominaisuusluokka Analyysimenetelmä	Yksikkö	A		B	
			1	2	1	2
Velvoittavat	Raaka-aineen alkuperä (ks. taulukko 1)		1.1.1 Kokopuu ^a 1.1.3 Ranka/runkopuu 1.2.1 Kemiallisesti käsittelemätön puu 1.1.4.3 Hakkuutähde, varastoitu, lehtipuu	1.1.1 Kokopuu ^a 1.1.3 Ranka/runkopuu 1.2.1 Kemiallisesti käsittelemätön puu 1.1.4.3 Hakkuutähde, varastoitu, lehtipuu	1.1 Puubio-massa met-sästä, istu-tusmetsästä ja muu luonnonpuu ^b 1.2.1 Kemiallisesti käsittelemätön puu	1.2. Puunjalostusteollisuuden sivutuotteet ja tähteet 1.3. Käytöstä poistettu puu
	Palakoko, P FprEN 15149-1, FprEN 15149-2	mm	Valitaan taulukosta 2	Valitaan taulukosta 2	Valitaan taulukosta 2	
	Kosteus, M ^c , SFS EN 14774-1, SFS EN 14774-2	p-%	M10 ≤ 10 M25 ≤ 25	M35 ≤ 35	Sovitaan erikseen	
	Tuhka A, SFS EN 14775	p-% kuiva-aineesta	A1.0 ≤ 1,0	A1.5 ≤ 1,5	A3.0 ≤ 3,0	
	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa Q, EN 14918	MJ/kg or kWh/kg	Q13.0 ≥ 13,0 or Q3.6 ≥ 3,6	Q11.0 ≥ 11,0 tai Q3.1 ≥ 3,1	Sovitaan erikseen	
	Irtotiheys, BD, saapumistilassa ^d , SFS EN 15103	kg/irto-m ³	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200	Sovitaan erikseen	
	Typpi, N, FprEN 15104	p-% kuiva-aineesta	-	-	N1.0 ≤ 1,0	
	Rikki, S, FprEN 15289	p-% kuiva-aineesta	-	-	S0.1 ≤ 0,1	
	Kloori, Cl, FprEN 15289	p-% kuiva-aineesta	-	-	Cl0.05 ≤ 0,05	

	Ominaisuus- luokka, analyysimenetel- mä	Yksikkö	Luokka A1	Luokka A2	Luokat B1 ja B2
Velvoittavat	Arseeni As, FprEN 15297	mg/kg kuiva- aineesta	-	-	≤ 1
	Kadmium, Cd, FprEN 15297	mg/kg kuiva- aineesta	-	-	≤ 2,0
	Kromi, Cr, FprEN 15297	mg/kg kuiva- aineesta	-	-	≤ 10
	Kupari, Cu, FprEN 15297	mg/kg kuiva- aineesta	-	-	≤ 10
	Lyijy, Pb, FprEN 15297	mg/kg kuiva- aineesta	-	-	≤ 10
	Elohopea, Hg, FprEN 15297	mg/kg kuiva- aineesta	-	-	≤ 0,1
	Nikkeli, Ni, FprEN 15297	mg/kg kuiva- aineesta	-	-	≤ 10
	Sinkki, Zn, FprEN 15297	mg/kg kuiva- aineesta	-	-	≤ 100

^a ei sisällä luokkaan 1.1.1.3 kuuluvaa lyhytkiertoviljelypuuta. Jos kasvin istutuksen tarkoituksena on nimenomaan ollut kemikaalien talteenotto tai lannoitukseen on käytetty jätevesilietettä (jätevedenpuhdistamolta tai kemiallisesta prosessista), polttoaine tulisi analysoida mahdollisten kemiallisten epäpuhtauksien – kuten halogenoitujen orgaanisten yhdisteiden tai raskasmetallien – tunnistamiseksi.

^b ei sisällä luokkia: 1.1.5 kannot ja juuret tai 1.1.6 kuori

^c Todellinen kosteuspiitoisuus on ilmoitettava. Kosteusluokka M10 on keinokuivatulle puulle.

^d Todellinen irtotiheys ilmoitettava. Alla olevassa taulukossa on eri puulajien irtotiheysarvo kosteusluokittain. Irtotiheys on alhaisempi havupuulle (BD150) kuin lehtipuulle (BD200).

Havupuun kuten mänty ja kuusi sekä tiettyjen keveiden lehtipuiden kuten poppelin ja pajun kuivatuoretiheys on alhaisempi kuin lehtipuun. Alla olevan taulukon laskennassa on käytetty kuivatuoretiheydelle arvoa 400 kg/m³. Kuiva-tuoretiheys kuiva-aineen massan ja tuoreen aineen kiintotilavuuden suhde (FprEN 14588).

Lehtipuun kuten tammi, pyökki, vaahtera ja koivu kuivatuoretiheys on korkeampi kuin havupuun. Alla olevan taulukon laskennassa on lehtipuulle käytetty arvoa 550 kg/m³.

Tyypilliset arvot havu- ja lehtipuun irtotiheydelle kosteuden mukaan.

Kosteus (M)	p-%	8 - 18	18 - 25	25 - 35	35 - 45
Irtotiheys havupuulle (BD)	kg/irto-m ³	160 - 180	180 - 200	200 - 225	225 - 270
	Ominaisuus- luokka	BD150	BD150	BD200	BD200
Irtotiheys lehtipuulle (BD)	kg/irto-m ³	225 - 250	250 - 280	280 - 320	320 - 380
	Ominaisuusluokk a	BD200	BD200	BD200	BD200