



# **Fysikaaliset ja mekaaniset menetelmät kiinteille biopolttoaineille**

Hans Hartmann  
Technology and Support Centre of Renewable Raw Materials **TFZ** –  
Straubing, Saksa

Markku Herranen ENAS Oy & Eija Alakangas, VTT  
Jyväskylä, Suomi

**PHYDADES**

Intelligent Energy



Europe

# Sisältö

## 1. Yleiskatsaus

## 2. Eri ominaisuuksien vaikutuksia ja niiden määrittäminen

- Kosteuspitoisuus
- Tuhkapitoisuus
- Irtotiheysulk density
- Pellettien ja brikettien mekaaninen kestävyys
- Palakoon määrittäminen

## 3. Johtopäätökset

PHYDADES

Intelligent Energy



Europe

# Laadunmääritys ja standardit

## a) Polttoon liittyvät ominaisuudet

– Kosteus	EN 14774
– Lämpöarvo	EN 14918
– Haihtuvat aineet	EN 15148
– tuhkapitoisuus	EN 14775
– tuhkansulamiskäyttäytyminen	EN 15370

## b) Mekaaniset ominaisuudet

– Irto- ja kiintotiheys	EN 15103/15150
– Palakokojakauma	EN 15149
– Mekaaninen kestävyys (pelletit ja briketit)	EN 15210

PHYDADES

Intelligent Energy



Europe

# Kosteuspitoisuus



## Kosteus vaikuttaa

- ◆ Lämpöarvoon ja energiatiheyteen
- ◆ Polttoainehävikkiin (kuiva-ainetappiot)
- ◆ Sienien ja homeen kasvuun (terveysriskit)
- ◆ Polttoon (kotitalouden pienkattilat ja tulisijat)
- ◆ Itsesyttymisriskiin
- ◆ Irtotiheyteen

PHYDADES

Intelligent Energy



Europe

# Vihreän hakkeen varastointi: Itsesyttymisriski



**PHYDADES**

Intelligent Energy



Europe

# Kosteuden määrittäminen

## Menetelmä EN 14774:

Kiinteät biopolttoaineet – **Kosteuden määrittäminen** – Unikuivausmenetelmä

- ◆ Osa 1: Kokonaiskosteus – Referenssimenetelmä
- ◆ Osa 2: Kokonaiskosteus – Yksinkertaistettu menetelmä
- ◆ Osa 3: Yleinen analyysikosteus

## Menetelmän kuvaus:

- ◆ Unikuivausmenetelmä
- ◆ Näytteen massa >300 g (osat 1&2)
- ◆ Kuivauslämpötila:  $105 \pm 2$  °C
- ◆ Kuivausaika: niin kauan kuin paino ei muutu (16 – 24 tuntia)
- ◆ Vaa'n tarkkuus: 0,1 g



**PHYDADES**

Intelligent Energy



Europe

# Tuhkapitoisuus



## Tuhkan vaikutuksia

- ◆ Tuhkanpoisto
- ◆ Kattilan suunnittelu
- ◆ Pölypäästöt savukaasuissa
- ◆ Kuiva-aineen lämpöarvoon

PHYDADES

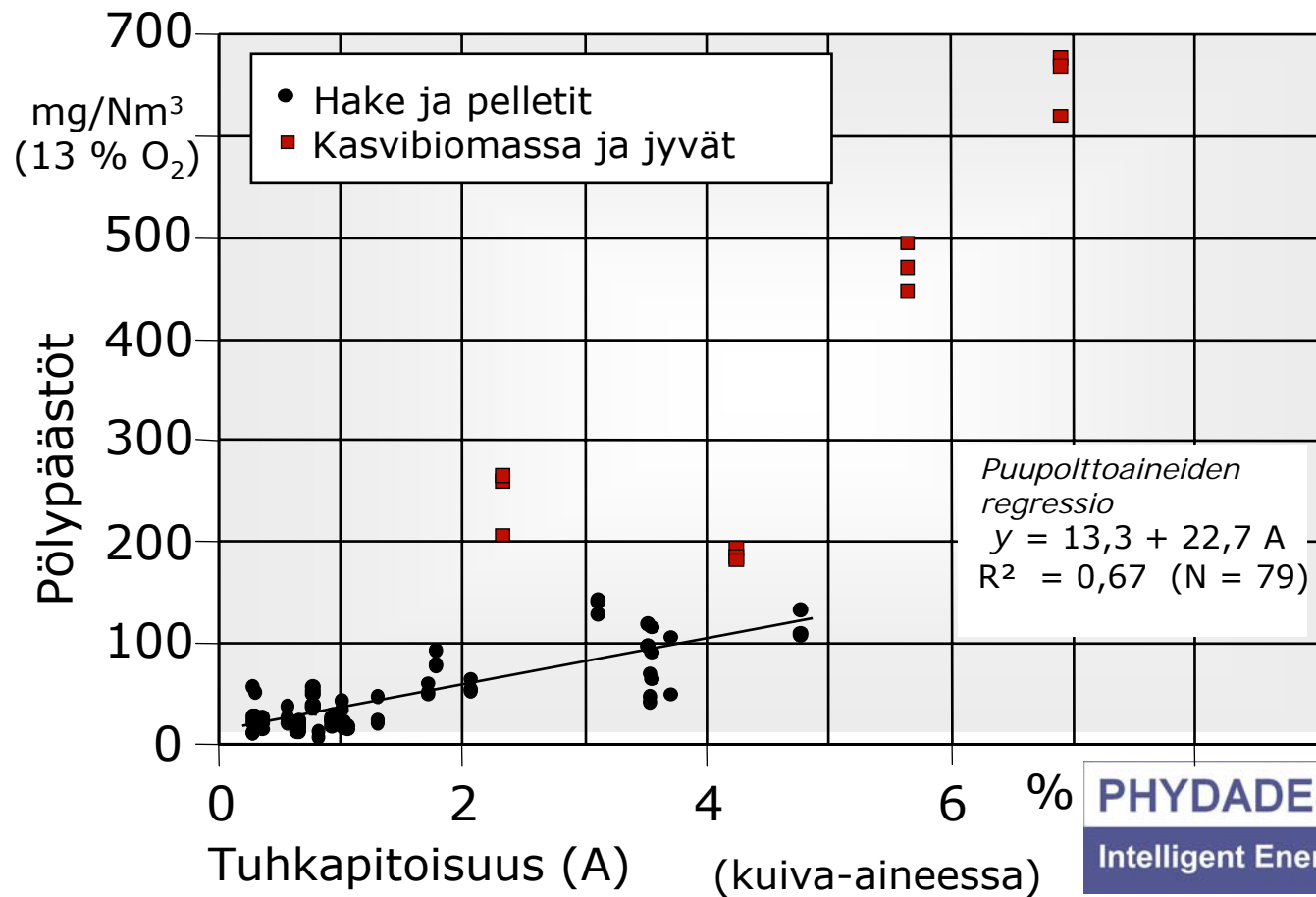
Intelligent Energy



Europe

# Tuhkapitoisuus

## Tuhkapitoisuuden vaikutus pölypäästöihin (49 kW hakekattila)





# Tuhkapitoisuuden määrittäminen

## Standardimenetelmä EN 14775:

### Kiinteät biopolttoaineet – **Menetelmä tuhkapitoisuuden määrittämiseen**

#### Menetelmän kuvaus:

- Tuhkajäännöksen punnitus kuumennuksen jälkeen
- Näytemassa > 1 g
- RT -> 250 °C lämmönnousu 4.5 – 7.5 °/min 30-50 minuutissa, pidetään 60 min,  
250 °C -> 550°C 10 °/min tai 30 minuutissa, pidetään 120 min
- Uunin lämpötila: 550 ± 10 °C
- Esijäähdytä 5 – 10 minuuttia lämpöä kestäväällä alustalla
- Jäähdytys huoneenlämpötilaan eksikkaattorissa
- Vaa'an tarkkuus: 0,1 mg = 0,0001 g



**PHYDADES**

Intelligent Energy



Europe

# Tuhkapitoisuuden määrittys



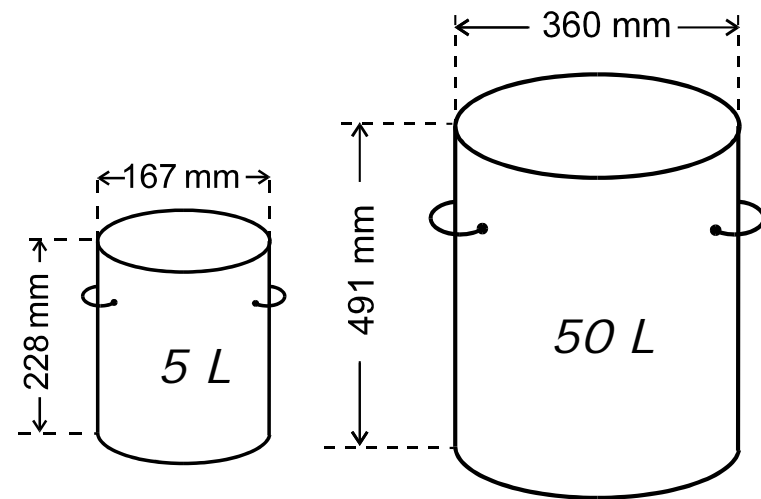
# Irtotiheyden määrittäminen

## Standardimenetelmä EN 15103:

Kiinteät biopolttoaineet –  
**Irtotiheyden  
määrittäminen**

### Menetelmän kuvaus:

- Tilavuus määritetään pyöreällä näyteastialla
- Näyteastia pudotetaan 150 mm:n korkeudesta puualustalle (3 kertaa ja täyttö välissä)
- Vaa'n tarkkuus: 1 g / 10 g



*Pudotus korkealta*

*Tasaus*

*Punnitus*

**PHYDADES**

Intelligent Energy



Europe

# Pellettien ja brikettien mekaaninen kestävyys

## Jos mekaaninen kestävyys on alhainen

- Pölypäästöt ja hienoaines lisääntyvät kuljetuksessa ja varastoinnissa (terveysriskit/kuluttajien hankaluudet)
- Pölyräjähdysten riskit
- Häiriöt kuljetusprosessissa (murtuneet pelletit)



**PHYDADES**

Intelligent Energy



Europe

# Pellettien ja brikettien määrittäminen

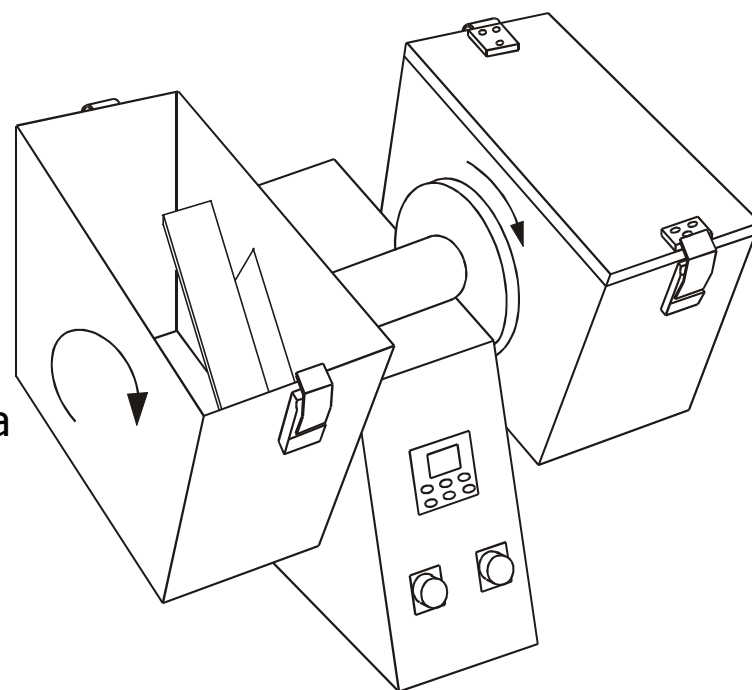
## Standardimenetelmä EN 15210:

Kiinteät biopolttoaineet – Pellettien ja brikettien mekaanisen kestävyden määrittäminen

– Osa 1: Pelletit – Osa 2: Briketit

### Menetelmän kuvaus (pelletit):

- Näyte (rummutetaan laitteessa ja hienoaineksen määrä mitataan)
- Näyte seulotaan käsin ennen rummutusta pyöreällä 3,15 mm seulalla
- Näytteen massa  $500 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$
- Rummutusaika 10 min/ $500 \pm 2$  kierrosta
- Näytteen seulonta käsin rummutuksen jälkeen 3,15 mm pyöreällä seulalla



PHYDADES

Intelligent Energy



Europe

# Mekaanisen kestävyden määrittäminen pelleteille



**PHYDADES**

Intelligent Energy



Europe

# Palakoko ja palakokojakauma



## Ei-toivotun palakokojakauman vaikutuksia

- Tukkeumat ja vahingot kuljettimissa ja kuljetuslaitteissa
- Häiriöt jatkuvassa materiaalivirrassa
- Holvaantuminen varastossa ja kuljettimissa
- Ilmanvastus lisääntyy kuivauksessa
- Epätasainen jakauma polttoainekerroksessa
- Pölyn muodostuminen kuljetuksesta

**Kappaleen pituutta ei voi määrätä seulonnalla!**

PHYDADES

Intelligent Energy



Europe

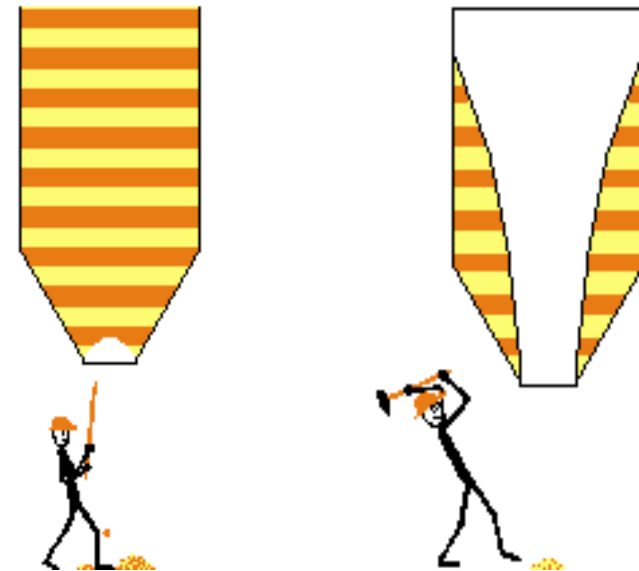
# Holvaantuminen

## Holvaantuminen on monen tekijän summa

- Purkausaukkoon muodostuu pysyvä silta
- Epätasainen horisontaalinen tai vertikaalinen virtaus
- Tukkautumiset kuljettimissa

## Holvaantumiseen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- palakokojakauma
- Maksimi palan pituus
- keskipalakoko/pituussuhde
- Palan muoto (pallonmuoto)
- kosteus
- tiheys



PHYDADES

Intelligent Energy



Europe



# Palakokojakauman määrittäminen

## Standardimenetelmä EN 15149:

Kiinteät biopolttoaineet –

### Palakokojakauman määrittäminen

- Osa 1: Horisontaalinen seulonta käyttäen seuloja 1 – 63 mm
- Osa 2: Horisontaalinen seulonta käyttäen seuloja 3,15 mm ja sitä pienempiä



PHYDADES

Intelligent Energy



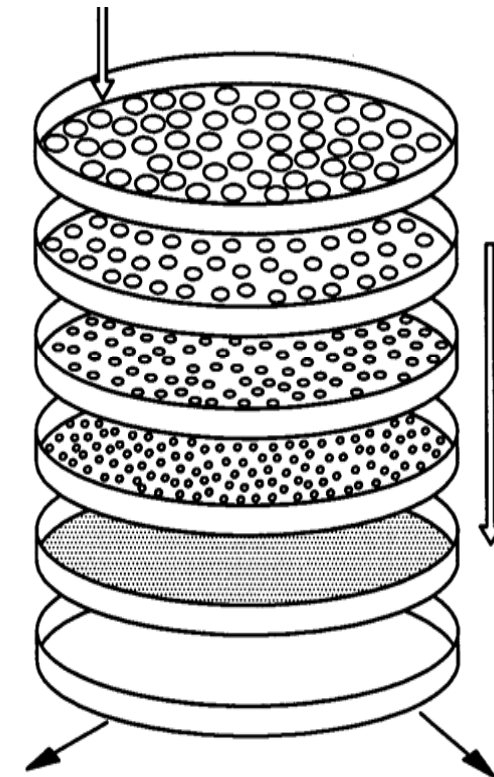
Europe

# Palakokojakauman määrittäminen

## Menetelmän kuvaus

- Palakoko määritetään seulonnalla ja kullekin seulalle jäänyt materiaali punnitaan
- Miniminäytekoko: 8 litraa tai 4 litraa (jos kaikki alle 45 mm (Osa 1) tai 50 g (Osa 2))
- Näytteen kosteus (M): < 20 %
- Seulan pinta-ala: 1 200 cm<sup>2</sup> (Osa 1) tai 250 cm<sup>2</sup> (Osa 2)
- Seulan koot (ISO 3310): 3,15/8/16/45/63, yli 100 mm poimitaan käsin  
0,25/0,5/1/1,4/2/2,8/3,15 mm
- Aika: 15 min

Polttoaineen syöttö



PHYDADES

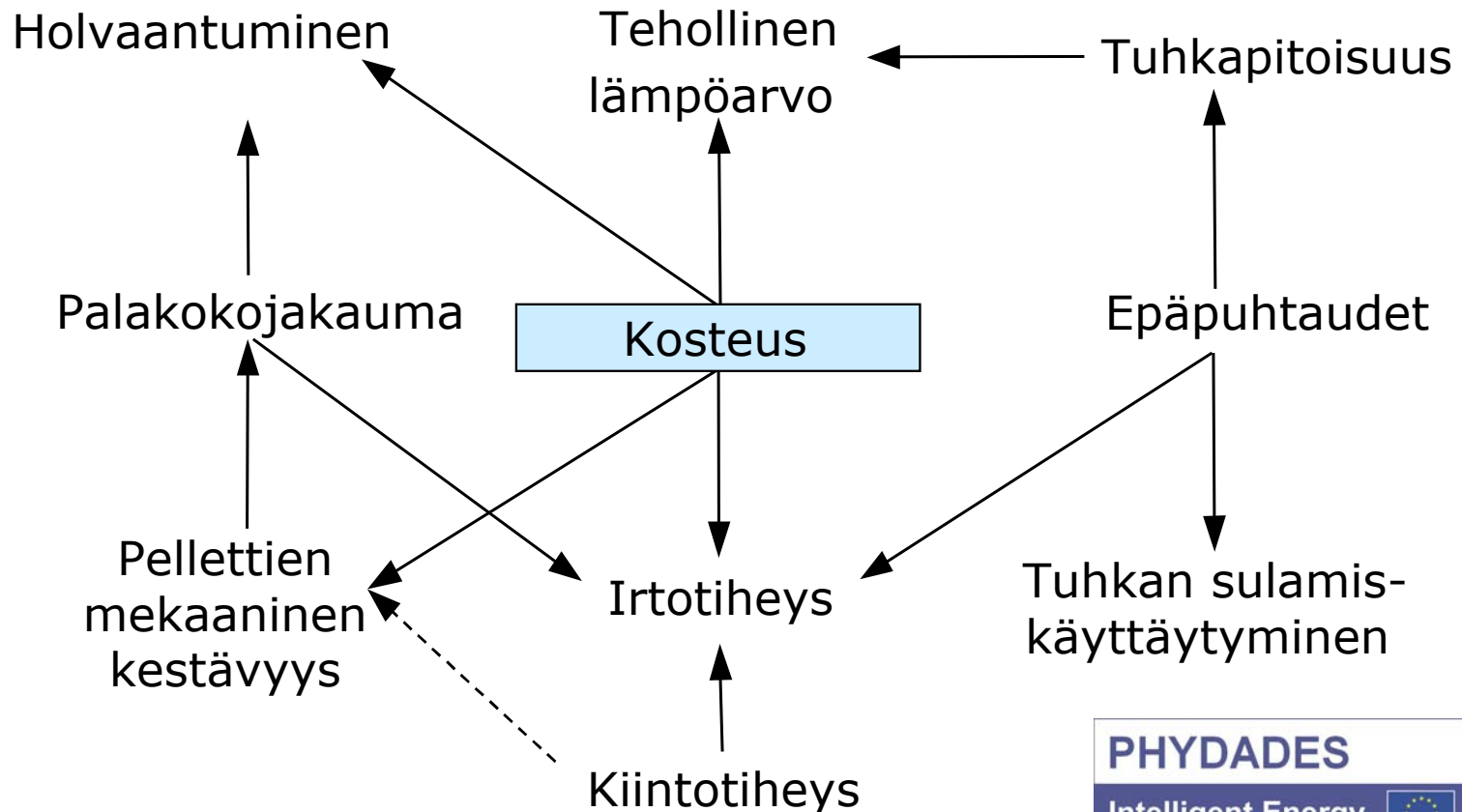
Intelligent Energy



Europe

# Yhteenveto ja johtopäätökset (1)

## Fysikaalisten ja mekaanisten ominaisuuksien riippuvuus toisistaan



## Yhteenveto ja johtopäätökset (2)



- ◆ Kosteus vaikuttaa eniten fysikaalisiin ominaisuuksiin.
- ◆ Toimenpiteet, joilla vaikutetaan fysikaalisiin ja mekaanisiin ominaisuuksiin vaikuttavat myös muihin tekijöihin.
- ◆ Monet biopolttoaineiden fysikaalisten ominaisuuksien mittaussmenetelmät on standardisoitu, mutta niiden käytöstä on vielä vähän kokemuksia.
- ◆ Menetelmien kehitystä tarvitaan mm. palan muodon vaikutuksista, epäpuhtauksien määrittämisestä yms.

PHYDADES

Intelligent Energy



Europe

# Lisätietoja

[www.phydades.eu](http://www.phydades.eu)



**PHYDADES**

Intelligent Energy



Europe