



HIGHBIO - INTERREG POHJOINEN  
2008 - 2011



EUROPEAN UNION

*Korkeasti jalostettuja bioenergiatuotteita kaasutuksen kautta*

# Ekotehokkaan puupohjaisen pellettituotannon kehittäminen

3.6.2009

# EKOTEHOKKAAN PELLETTITUOTANNON JA -TEKNOLOGIAN KEHITTÄMINEN



DI Matti Kuokkanen

[matti.kuokkanen@oulu.fi](mailto:matti.kuokkanen@oulu.fi)

## PELETTITUTKIMUKSEN PÄÄAIHEET

1. Uudet raaka-aineet
2. Ekotehokas teollisuuden sivuvirtojen hyötykäyttö
3. Sideainetutkimus
4. Biohajoavuus; BOD OxiTop-menetelmät
5. Sidostumismekanismit; sideaineiden värjäysmenetelmä
6. Raaka-aineiden kuivaus sekä uudet esikäsitteilykniikat
7. Pellettituhkan ekotehokas hyödyntäminen



# Pellettienergia - Historia

- Patenti v.1976 (USA), öljykriisin jälkeen
- Ruotsi edelläkävijämaana
  - Fossiilisten polttoaineiden verotuksen kiristyminen, valtion tuki
  - Mahdollisuus korvata kivihiihtä lämpövoimaloissa
  - Käyttö yli 1M tn/v (v.2008), pienkäyttö yleistä
- Käyttö Suomessa yleistynyt 2000-luvulla:
  - Öljyn hinnannousu ja varantojen ehtyminen
  - Ilmastopolitiikka ja kv.sopimukset (Kioto, Bali, EU)
  - Yleinen ekotietoisuuden kasvu

# Pellettienergia - Taustaa

- Suomi:
  - Pieni osuus energiantuotannossamme, kotimaisessa käytössä kasvun varaa
  - Suomi merkittävä viejä: vienti 85%, kotimaan käyttö 15% (-06)
  - Vientikohteet Ruotsi, Tanska, Hollanti ja Saksa
  - Lähes 30 pellettilaitosta toiminnassa

# Pellettienergia - Taustaa

- Muu Eurooppa:
  - Tanska merkittävä käyttäjä
  - Venäjä toiseksi suurin tuottaja (-05)
  - Itävallassa käyttö voimakkaassa kasvussa, etenkin pientalot
  - Suomen ohella Baltian maat merkittäviä viejiä



# Pellettienergia - Taustaa

- USA ja Kanada:
  - Pellettitakka yleistyi 1980-luvun puolivälissä
  - Käyttö lähinnä talojen ja vapaa-ajan asuntojen lämmityksessä
  - Yli miljoona pellettitakkaa (v. 2008)

# Pelletöinnin raaka-aineet

- Höylänlastu
  - Valmiiksi kuivaa
  - Tasalaatuista
  - Pieni tuhkapitoisuus
  - Sahojen sivutuote
    - Kierrätys
    - Ei muuta menekkiä
- Kutteripuru
- Sahajauho



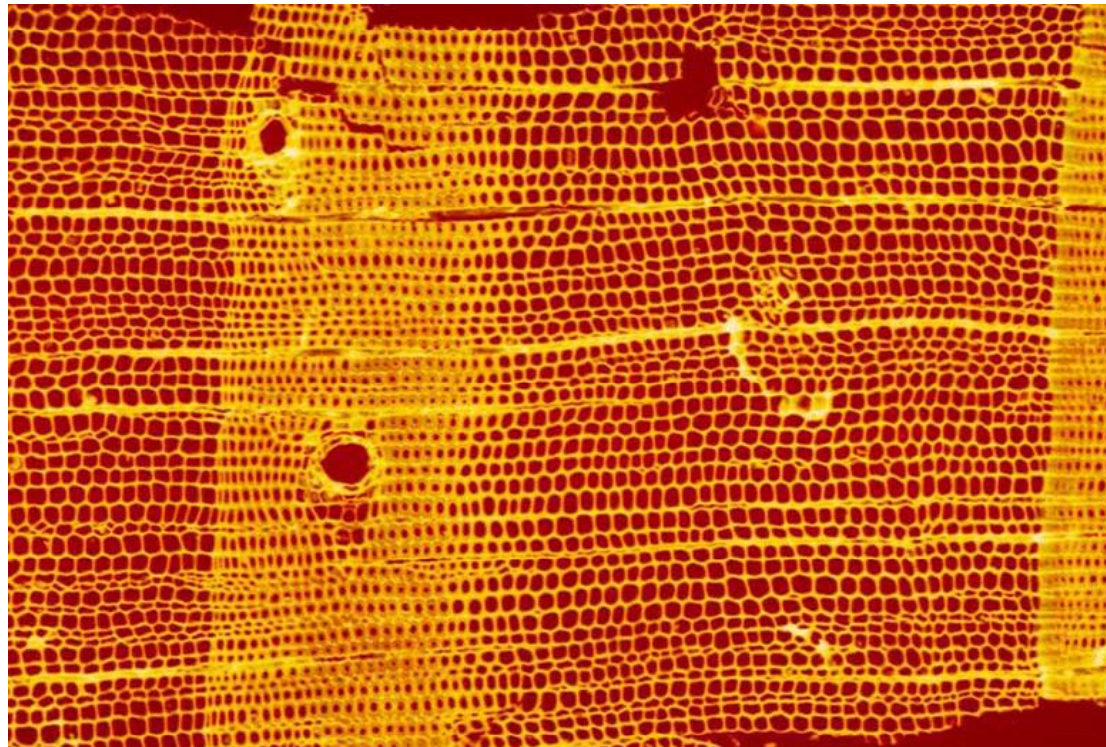
# Pelletoinnin raaka-aineet

- Huonompilaatuinen metsäbiomassa
  - BTK, Uumajan yliopisto
    - <http://www.btk.slu.se>
    - Biomassaan liittyvä kemiallinen tutkimus

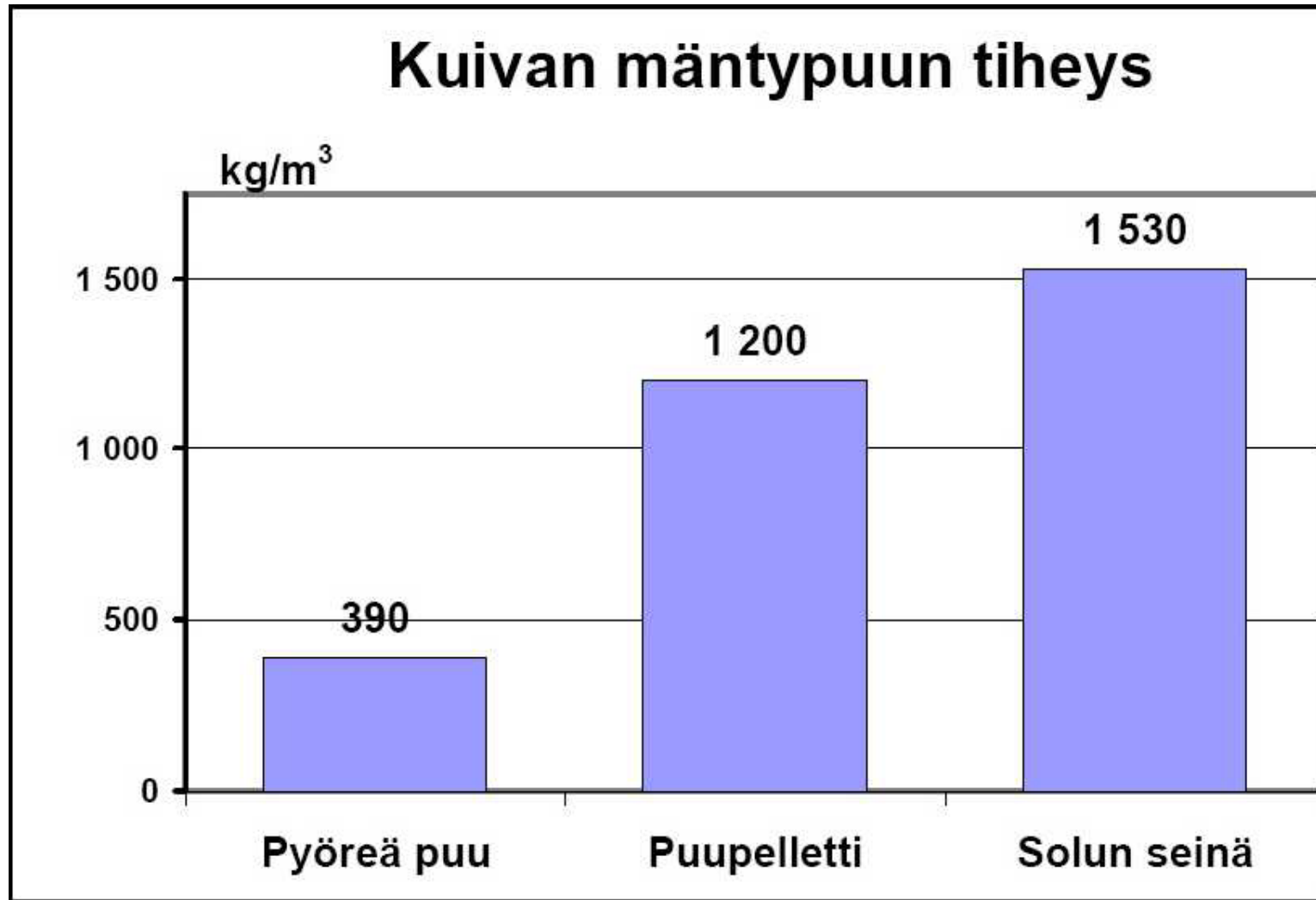


# Pelleteinnin raaka-aineet

- Miksi ei viedä lastua?
  - Lastun mikroskooppikuva



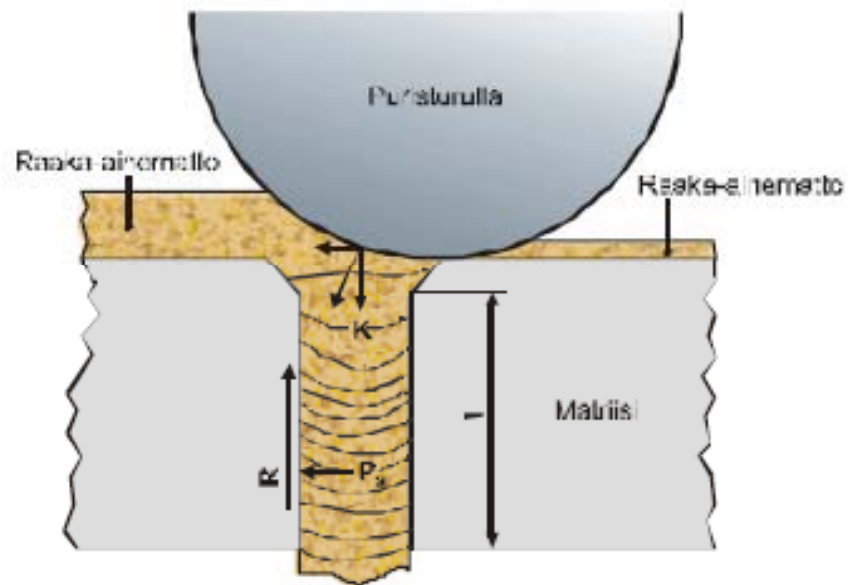
# Puuraaka-aineen tiheys



# Pelletointiprosessi

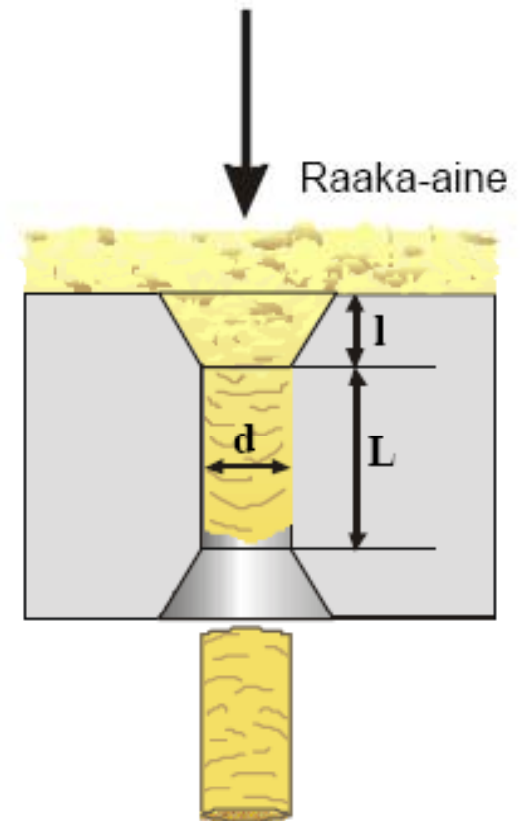
- Pelletoinnissa raaka-aine puristetaan kiinteään matriisiin läpi
  - Kitkan kasvu
  - Lämpötilan nousu
  - Paineen nousu
  - Tuotteen irtotiheyden kasvu
  - Ligniinin jähmettyminen jäähdytyksen aikana
    - » Koossapysyvän rakenteen muodostuminen

# Pelletointiprosessi



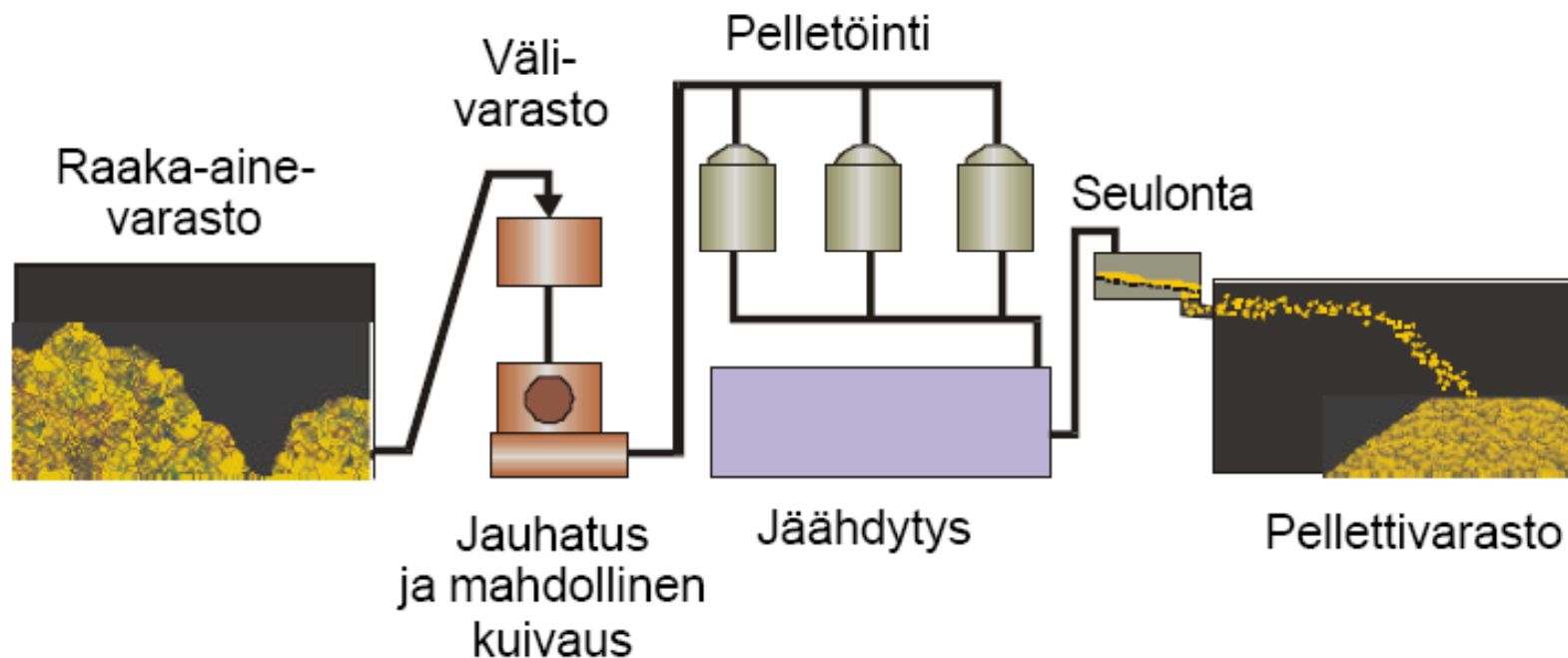
$$R = \mu \cdot P_2 \cdot u \cdot l < K$$

- $R$  = kokevoima [N]
- $\mu$  = kitkakerroin
- $P_2$  = seinäpaine [N/m<sup>2</sup>]
- $u$  = reiän ympärysmitta [m]
- $l$  = reiän pituus [m]
- $K$  = työntövoima [N]



# Pelletoinnin yksikköprosessit

## Puupellettien valmistusprosessi



# Pellettienergia Suomessa

- Pellettituotantokapasiteetin kehitys:

1998 10000 tn

2005 400000 tn

2009 noin 1M tn, lama?

## Raju kasvu

- Tuotantokapasiteetin raja tullut vastaan perinteisillä raaka-aineilla (höylänlastu ja kuiva kutteripuru)
- Tavoitteena raaka-ainepohjan laajentaminen
  - Suomessa lähes 20M tn biomassaa jää metsiin harvennustöiden yhteydessä vuosittain

# Pellettienergia Suomessa

## Pelletin käytön yleistyminen Suomessa:

1. Metsäbiomassan kasvu voimakasta pohjoisessa
  - Puuston vuosikasvu;
    - Lapin lääni 49%
    - Oulun lääni 31%

## Lapin nuorten metsien raju kasvu yllätti tutkijat

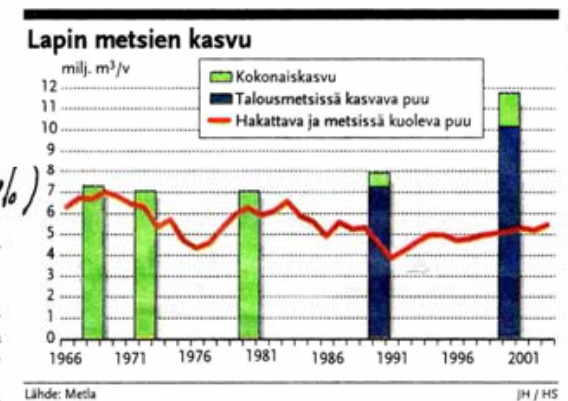
6.9.2004

► Puuston vuotuinen kasvu lisääntynyt vuosikymmenessä 9 prosenttia (49%)

Tapio Mainio  
HELSINGIN SANOMAT

ROVANIEMI. Lapin metsät puskevat nuorta metsää sellaisella vauhdilla, että tulokset ovat yllättäneet metsäntutkijat.

"Lapissa mitattu puuston



# Pellettienergia Suomessa

## Pelletin käytön yleistymisen Suomessa:

2. Puuraaka-aineen hyödyntäminen hakkeena ei mahdollista syntysijoillaan (asutus/teollisuus muualla), kuljettaminen ei kannattavaa

- » Työllistävä vaikutus haja-asutusalueilla
- » Tavoite hajautettu, paikallisesti räätälöity tuotanto

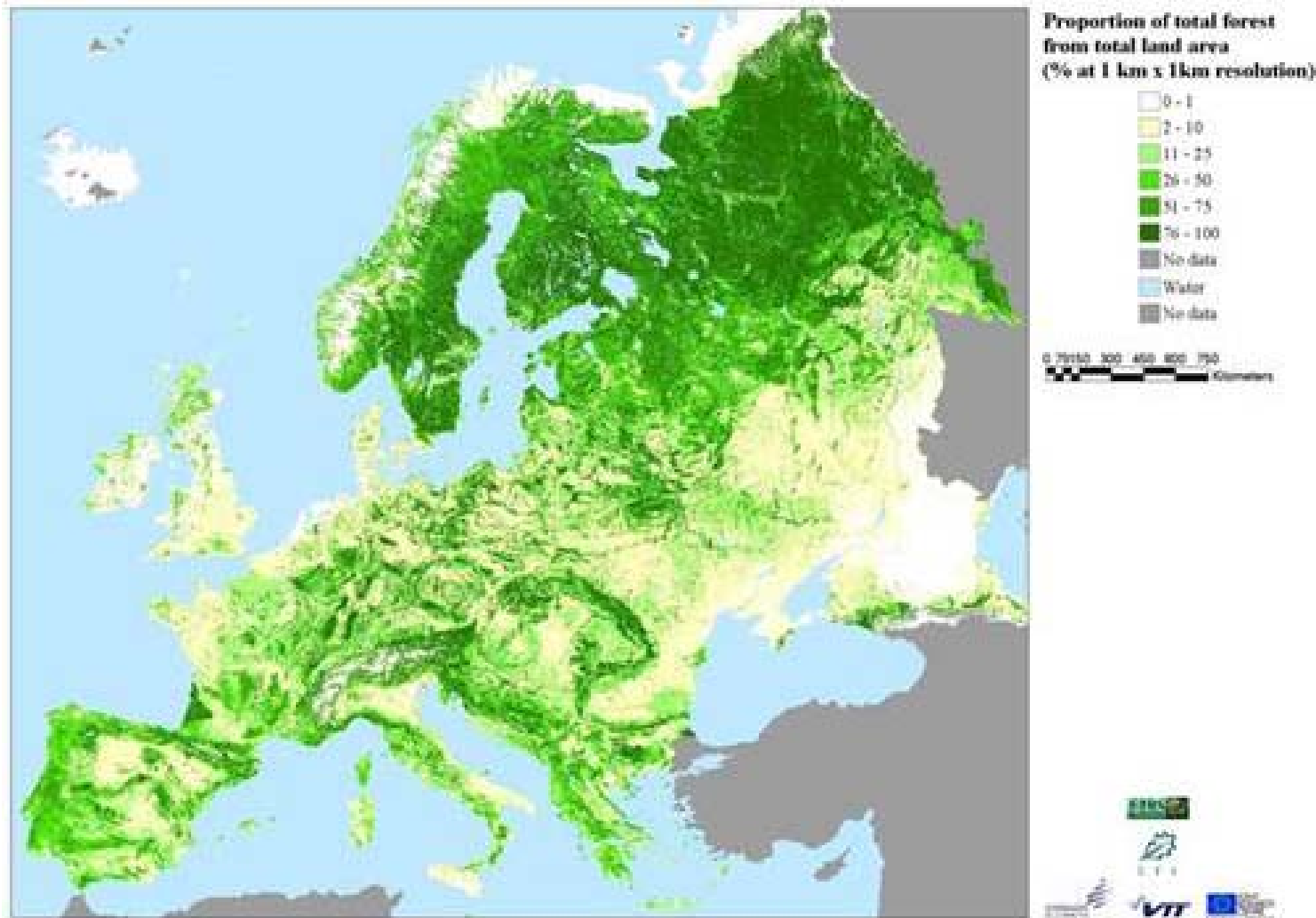
## Nyrkkisäännöt kuljetusmatkalle:

- Höylänlastu ja sahanpuru 100km
- Pyöreä puu (mm. tukki) 1000km
- Pelletti 5000km



# Pellettienergia Suomessa

## Metsävyöhykkeen jakautuminen EU-alueella



Matti Kuokkanen, Oulun yliopisto,  
Kemian laitos

# Pellettienergia Suomessa

## Pelletin käytön yleistymisen Suomessa:

3. EU:n päästökauppa, pelletti CO<sub>2</sub>-neutraali

### Eri lämmitysmuotojen päästökertoimet

Öljy	266,8 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Maalämpö	250 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Maakaasu	198 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Pelletti	0 kgCO <sub>2</sub> /MWh

# Pellettienergia Suomessa

## Pelletin käytön yleistyminen Suomessa:

4. Kivihiilen korvaaminen lämpövoimaloissa ilman laiteinvestointeja mahdollista
5. Yleinen suuntaus biopolttoaineisiin; ympäristö- ja ilmastopolitiikka ja tavoiteohjelmat
  - Uusiutuvan energian käyttötavoite v.2020 mennessä 38% kaikesta energiantuotannosta (EU:n tavoiteohjelman mukainen), v.2005 osuus 28,5%
  - Globaalit ilmastopöimukset (Kioto, Rio, Bali)

# Pellettienergia Suomessa

## Pelletin käytön yleistyminen Suomessa:

### 6. Öljyvarantojen ehtyminen ja hinnannousu

- Muiden energiavaihtoehtojen kannattavuuden nousu

### 7. Pellettituotanto- ja teknologia kehittymätöntä

- Tarvitaan tutkimus- ja kehitystyötä sekä tiedotuksen lisäämistä kuluttajille (Suomen pellettiyhdistys)
- Myös suomalainen pellettitietotaito voi toimia vientituotteena

# Pellettituotannon ongelmakohtia

## 1. Pölyongelma

- Altistumisen terveysriski
  - Työturvallisuusmääräysten noudattaminen ja valvonta laitoksilla
- Pölyn aiheuttama räjähdys- ja paloriski
- Ratkaisuna haitallisen partikkelikoon seulonta sekä ekotehokkaiden sideaineiden käyttö

# Pellettituotannon ongelmakohtia

## 2. Laatu ja koossapysyvyys

- Logistiset ongelmat (kts. ”nyrkkisäännöt”)
- Pienkäyttö ja omakotitaloudet
  - Tärkeä rooli hajautetun pellettituotannon mallissa
  - Pienpolttimet herkkiä laadunvaihtelulle
  - Tuhkaongelma pienpolttimissa
- Ratkaisuna sideaineet ja kustannustehokkaat esikäsitteilytekniikat

# Pellettituotannon ongelmakohtia

Tuhka- ja kuonaantumisongelma poltossa



Massapuu



Karsimaton sekapuu

# Pellettituotannon ongelmakohtia

## 3. Laitekannan kehittymättömyys

- Energiatehokkuus
  - BAT (Best Available Technique)-tekniikan käyttö
- Ratkaisuna tutkimus- ja tuotekehitystyö

## 4. Vanhat rakenteet

- Pellettilämmityksen laiteinvestoinnit kalliita
- Hallinnollisten rakenteiden perustuminen fossiilisten polttoaineiden käytölle



# Pelletin tulevaisuuden näkymiä

## 1. Pienkäytön lisääntyminen

- Pienpellettilaitteistojen yleistyminen
  - Pelletointilinjastoja teollisuuslaitosten yhteyteen
- Paikallinen energiaomavaraisuus
  - Hajautetun pellettituotannon malli
  - Yksittäiset maatilat sekä yhteiskäyttö
  - Harvaanasutut ja logistisesti vaikeat alueet

Pelletin tulevaisuuden näkymiä

## 2. Energiapoliittiset ratkaisut

- Metsäbiomassan tehokkaampi hyödyntäminen
  - Uusien raaka-aineiden hyödyntäminen
- Valtiohallinnon taloudelliset ohjauskeinot
  - Verotus
  - Laiteinvestointituet öljystä pellettiin vaihtaville

# Pelletin tulevaisuuden näkymiä

## 3. Tuotannon kannattavuuden nousu

- Pelletin hinnan nousu, toisaalta raaka-aineen hinnan nousu
  - Ei vaikutusta hajautetun pellettituotannon mallissa
- Pellettimarkkinoiden kasvu

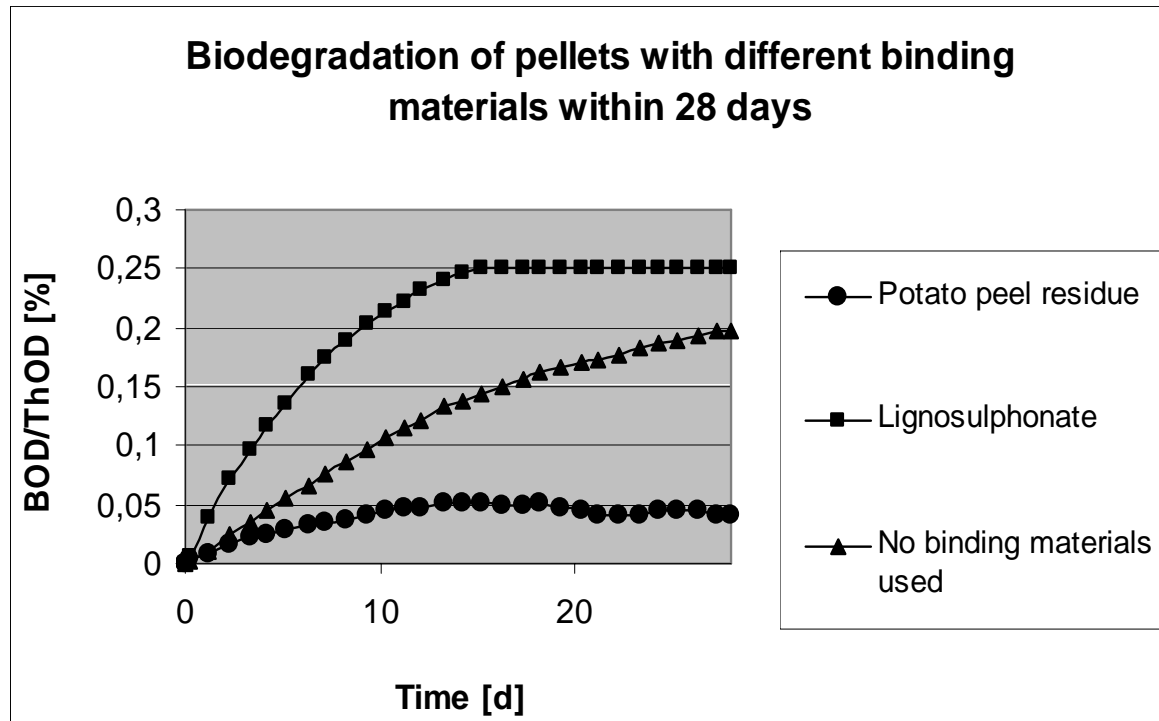


Matti Kuokkanen, Oulun yliopisto,  
Kemian laitos

# Pellettitutkimusmenetelmät

<b>MÄÄRITETTÄVÄ SUURE</b>	<b>LAITTEISTO / MENETELMÄ</b>
<b>Kosteuspitoisuus</b>	<b>Lämpökaappi ja vaaka</b>
<b>Tiheys</b>	<b>Tilavuus- ja painomääritys</b>
<b>Lämpöarvo</b>	<b>Pommikalorimetri</b>
<b>Biohajoavuus</b>	<b>BOD Oxitop® laitteistot</b>
<b>Koossapysyvyys</b>	<b>Vibraattori, seulasarja</b>
<b>Rakenneanalyysi</b>	<b>Värjäysreagenssit ja optinen mikroskooppi</b>
<b>TG analyysi</b>	<b>Termogravimetri</b>
<b>Metallipitoisuudet</b>	<b>ICP/OES</b>
<b>Partikkelikokojakauma</b>	<b>Laser diffraktio partikkelikoko-analysointilaite, kuva-analyysi</b>

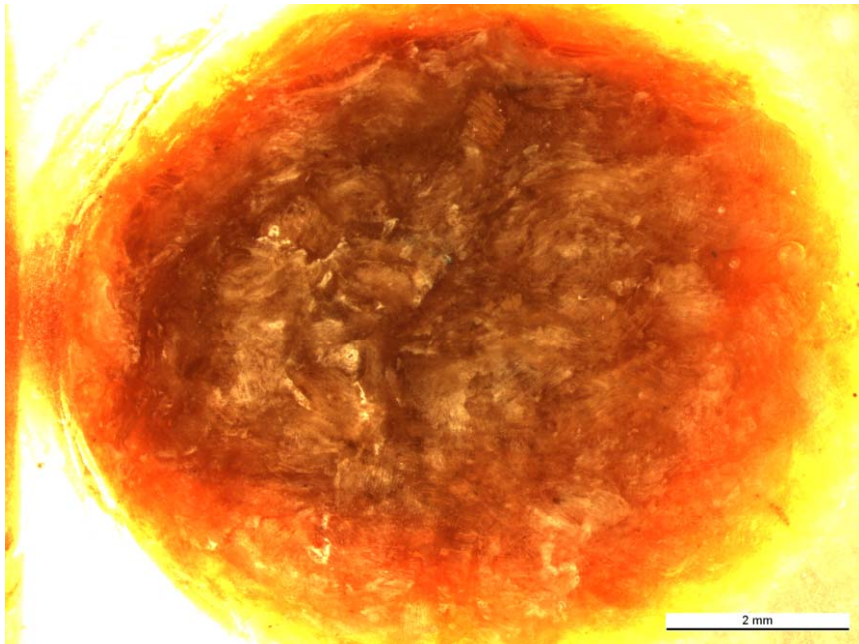
# Pellettien biohajoavuus



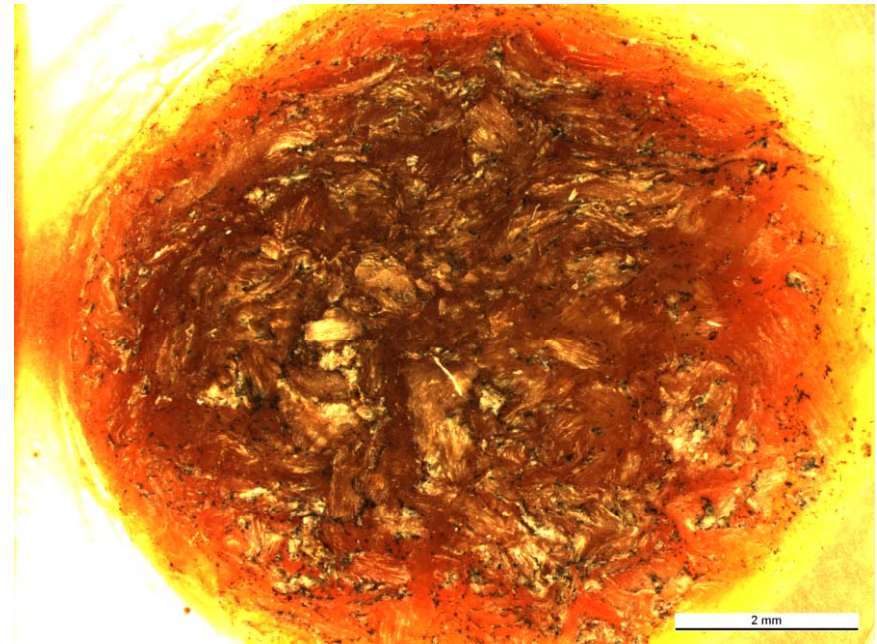
- > materiaalihävikki
- > varastointi ja kuljetus
- > sideaineiden biohajoavuus

# Värjäysmenetelmä

## Sideainevärjäyminen kuva-analyysi



Värjämätön



KI-värjätty

# Värjäysmenetelmä

- Sidostumismekanismien ja pellettien rakenteen tarkastelu
- Pellettituotannon kehittämisessä säädön ja optimoinnin työkaluna (syöttökohdan ja sideaineiden sekoituksen optimointi)

# Puupellettituhkan hyödyntäminen

- Potentiaalinen metsälannoite ja maanparannusaine (korvaamaan kaupallista kalkkia)
- Maatalouslannoitekäytön estää liian korkeat Cd-pitoisuudet