

# Kokemuksia tuorehakkeen poltosta

MMT, dosentti Risto Lauhanen

TUOHI-hanke, SeAMK Ruoka

Tampere, UKK instituutti, 29.3.2019



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



**SeAMK**   
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

# TUOHI-hanke

- **Esitys tukeutuu osin loppuseminaariin 20.4.2018 MMT Risto Lauhanen, FM Kari Laasasenaho ja MMM Juho Lahti. Lisäksi VY:n ja HY:n jäljempänä mainitut tutkijat ja kehittäjät taustalla.**
- Tuoreen energiarangan hankintalogistiikan kehittäminen Manner-Suomen maaseutuohjelmassa 2016-2019, budjetti 211 000 €. **Keskeisenä kohteena Kauhavan kaukolämpölaitos. Viimeiset polttokokeet vuoden 2019 helmikuussa.**
- Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus rahoittaa hanketta seuraavien yksityisten tahojen kanssa; Kauhavan Kaukolämpö Oy, Kpa Unicon Oy, Vantaan Energia, Elenia Lämpö Oy, Alajärven Lämpö Oy, Laihian Nuuka Lämpö Oy, Mhy Etelä-Pohjanmaa, Mhy Metsäpohjanmaa, Mhy Soini, Mhy Suomenselkä, Mhy Isojoki-Karjoki, Mhy Keskipohja, Mhy Lakeus, Vapo Oy, Jyväskylän Energia Oy, Caligo Industria.



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

# Tuorehakehanke

- Hanketeemat yksityisrahoittajien kanssa yhdessä toimien
- Koordinointi (VY, Levon-instituutti)
- Metsä- ja ympäristö (SeAMK)
- Tuorehakkeen hankintalogistiikka (SeAMK)
- Puusta haihtuvat yhdisteet (SeAMK, VY Levon-instituutti, Helsingin yliopisto)
- Polttoteknologia ja palaminen (VY, Levon-instituutti)

# Tuorepuun haketusta Kauhavalla

(© Risto Lauhanen)



# Kuivahake, kuivattu energiaranka -hankintaketjut

- Käytetään maatiloilla, kyläkouluilla, kuntatason lämpölaitoksilla sekä suurilla voimalaitoksilla.
- Haketus metsäautoteiden varsilla, terminaaleissa tai voimalaitoksen varastokentillä. Hakkurin terät voivat vanhalla kalustolla kulua ja haketustyön tuottavuus alenee 10 % LUKEn mukaan. Nykykalustolla ei tuottavuuseroa.
- Kaukokuljetus karsittuna, kuivattuna rankana tai hakkeena (kosteus 30 - 35%). Ei kuljeteta vettä liikaa.
- Toimitusajat pitkiä eli 8 – 12 kk tienvarsivarastoinnin takia.
- Tienvarsivarastot peitettävä kuivumisen edistämisen ja metsätuhoriskin takia. Lisäksi ravinteita voi päästä varastoista ojiin ja hiilidioksidia ilmaan. Varastoissa biomassahävikkiä ja sitoutunutta pääomaa.
- Autohakkurit liikkuvat heikosti kantavilla paikallisteillä ja metsäautoteillä.
- Metsäkuljetus tuoreena karsittuna rankana.
- Energiarangan hakkuu tuoreena karsittuna rankana.

# Tuorehake / tuorepuu -hankintaketjut

- Käytetään kuntatason lämpölaitoksilla, kattilateho 3-10 MW.
- Savukaasujen puhdistus ja lämmön talteenotto, tehoja lisää jopa 30 %.
- Voimalaitoksen varastokentällä haketus (kosteus 45-55%). Hakkurien terät eivät kulu vanhemmalla kalustolla niin paljon kuin kuivan rangan haketuksessa. Nykyhakkureilla ei tuottavuuseroa LUKEn mukaan, eli sama tuottavuus, kun haketetaan tuoretta ja kuivaa energiarankaa.
- Kaukokuljetus karsittuna tuoreena rankana, jossa myös vettä mukana.
- Toimitusaikataulut kuten tukilla ja kuitupuullakin.
- Metsätienvarsivarastoinnin aika lyhyt, metsätuholain velvoitteet täyttyvät ja hyönteistuhoriskit vähenevät. Lisäksi ravinteita ei pääse varastoista ojiin eikä hiilidioksidia vapaudu varastoista ilmaan. Varastoissa ei suurta biomassahävikkiä eikä pääomaa sitoutuneena ”kuivaketjuun” nähden.
- Autohakkurit eivät liiku heikosti kantavilla paikallisteillä eikä metsäautoteillä.
- Hakkuu ja metsäkuljetus tuoreena karsittuna rankana.

# Hankintakustannukset, €/m<sup>3</sup> (Luke, Juha Laitilan laskuri)

- Kauhavalainen esimerkkimännikkö, pinta-ala 3,0 ha, metsäkuljetusmatka 300 m, kaukokuljetusmatka 40 km, hakkuupoistumassa rungon keskijäreys 50 dm<sup>3</sup>, hakkuukertymä 50 m<sup>3</sup>/ha. Kuivan varastoaika 8 kk, korko 6 %, hävikki 1%.

	Kuiva, 35%	Tuore, 50 %
• Puun hinta	10,1	10,0
• Koneellinen hakkuu	15,7	15,6
• Metsäkuljetus	5,8	5,7
• Varaston peittäminen	1,0	0,0 (metsätuhot, siisteys)
• Haketus välivarastolla	6,7	0,0 (työhygienia)
• Kaukokuljetus	5,6 hake	4,6 ranka
• Käyttöpaikkahaketus	0,0	2,0
• Yleiskustannukset	4,0	4,0
• Yhteensä	48,9 (25,1)	41,9 €/m <sup>3</sup> (22,5 €/MWh)

# Hankintakustannukset, €/m<sup>3</sup> (Luke, Juha Laitilan laskuri)

- Kauhavalainen esimerkkikoivikko, pinta-ala 3,0 ha, metsäkuljetusmatka 300 m, kaukokuljetusmatka 40 km, hakkuupoistumassa rungon keskijäreys 45 dm<sup>3</sup>, hakkuukertymä 50 m<sup>3</sup>/ha. Kuivan varastoaika 8 kk, korko 6 %, hävikki 1%.

	Kuiva, 35%	Tuore, 45 %
• Puun kantohinta	10,1	10,0
• Koneellinen hakkuu	16,9	16,7
• Metsäkuljetus	5,8	5,7
• Varaston peittäminen	1,0	0,0
• Haketus välivarastolla	6,7	0,0 (siisteys, työhygienia)
• Kaukokuljetus	5,6 hake	4,6 ranka
• Käyttöpaikkahaketus	0,0	2,0
• Yleiskustannukset	4,0	4,0
• Yhteensä	50,1 (21,3)	43,0 (18,8 €/MWh)



# Puusta haihtuvat yhdisteet

(HY dos. Raimo Timonen ja tutkimusryhmä)

- Kun tuorehakkeen hankinta alkoi, kiinnostus puusta haihtuvia energiapitoisia yhdisteitä (alkoholit, ketonit, esterit, terpenoidit, aldehydit, sulfidit, nitrilit) kohtaan alkoi.
- Tämän hetken tiedon mukaan useat pihkansukuiset ja energiapitoiset yhdisteet kuitenkin haihtuvat puusta varsin nopeasti. Rangasta monoterpeenien haihtuminen on hitaampaa kuin hakkeesta.
- $\alpha$ -pineeni ja 3-kareeni ovat terpeeneitä, jotka haihtuvat merkittävästi jo kahdessa päivässä HY:n Raimo Timosen ryhmän mukaan. Mutta kaikki yhdisteet eivät kuitenkaan ehdi haihtua. Koska puu ei lahoa metsäautotien varressa, on tuorepuulla näin ollen etunsa kemiallisen energian takia.
- Käsillä olevassa tutkimuksessa haihtuvilla aineilla ei merkitystä tarkasteluoloissa ja aikahorisontissa. Toisaalta puita ei kuitenkaan kannata pakata muoviin metsässä korjuuvaiheessa.
- Tuorehakeketju kuin tukit sahoille.

# Polttoteknologialla 25-35 % lisää energiaa

(VY:n tutkimusjohtaja, FT Erkki Hiltunen, DI Tapio Syrjälä, DI Alpo Kitinoja ja tutkimusryhmä)

- Poltossa hakkeen vesi kaasuksi, joka tiivistetään takaisin nestemäiseksi vedeksi aktiivisessa lämmönkeräimessä ja lämpö saadaan talteen.
- Samalla hakkeen palamisaika kasvaa.
- Riittävä vesimäärä savukaasuissa (palokaasuissa) siirtää lämmön tehokkaasti kattilaan ja lämmönkeräimeen tukena lämpöpumppu.
- Kuivattu mäntyhake, kosteus 35 %. Kattilasta 1,68 MWh/m<sup>3</sup>, jos ei lämmön talteenottoa on tulos 1,68 MWh/m<sup>3</sup>
- Tuore mäntyhake, kosteus 50 %. Kattilasta 1,51 MWh/m<sup>3</sup> ja lämmön talteenotolla 2,12 MWh/m<sup>3</sup>
- Kuivattu koivuhake, kosteus 40 %. Kattilasta 1,96 MWh/m<sup>3</sup>, jos ei lämmön talteenottoa on tulos 1,96 MWh/m<sup>3</sup>
- Tuore koivuhake, kosteus 1,86 MWh/m<sup>3</sup> ja lämmön talteenotolla 2,60 MWh/m<sup>3</sup>

# Tarkastelu



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

- Juha Laitila ym. 2017 Silva Fennican artikkelin mukaan hankintakustannus (kosteus 55 %) oli tuorehakkeelle keskimäärin 41,1 €/m<sup>3</sup> ja kuivalle 45,1 €/m<sup>3</sup> Rovaniemen alueen esimerkeissä. Laitilan ym. laskelmissa karsitun energiarangan kantohinta oli keskimäärin 5,5 €/m<sup>3</sup> ja TUOHI-hankkeessa 10,0 €/m<sup>3</sup>, koska Etelä-Pohjanmaalla energiapuun hinta on ollut muuta maata korkeampi. TUOHI-hankkeen tulokset noudattavat samaa linjaa Laitilan ym. tulosten kanssa. Laskelmat ovat esimerkkejä.
- Kustannuseroa tuorehakkeen eduksi aiheutuu kuivattavan energiarangan peittämisestä (1,0 €/m<sup>3</sup>) sekä käyttöpaikkahaketuksen (5,5 €/m<sup>3</sup> Laitilan ym. lukuarvo) edullisuudesta tienvarsihaketukseen (8,0 €/m<sup>3</sup> Laitilan ym. lukuarvo). Rangan kuljetus on hakkeen kuljetusta edullisempaa samalla kosteustasolla.
- Ainespuun ja energiapuun hankintakustannuksissa merkitsee eniten hakkuupoistuman rungon keskijäreys. Mitä pienempiä runkoja korjataan, sitä kalliimpaa korjuu on ja sitä heikompi on ostajan puusta maksukyky (Laitila 2005, Lauhanen ym. 2014, Laitila ym. 2016, 2017).
- Haihtuvat yhdisteet ja tuorepuun kemiallinen energia tukena uuden polttotekniikan lisäksi.
- Esimerkkilaskelmat käsittivät hankintakustannukset metsästä lämpölaitokselle. Erikseen on tarkasteltava, mitä lisäarvoa tuorepuun yhdisteistä ja uudesta lämpölaitostekniikasta saadaan lämmöntuotannossa? Lisäksi metsätuhohyödyt ja ilmastohyödyt laskettava erikseen.

# Yhteenveto, ja mitä jatkossa?

- Kauhavan malli toimii ja kannattaa
- Kattilateknologia ja muut materiaalit valittava kuitenkin aina huolella
- Metsä- ja logistiikkahyödyt todettu
- Malli tukee myös turvemaiden metsien energiapuun hankintaa
- **Älkää hyvät ihmiset polttako märkiä puita takassa**
- Toimiiko konsepti maatilamittakaavassa?