

Tuorehakkeen poltto helpottaisi suometsien puunkorjuuta

MMT, dosentti Risto Lauhanen, MMM Juho Lahti, FM Kari Laasasenaho, FT, dosentti Raimo Timonen, prof.emer. Jouko Laasasenaho & DI Alpo Kitinoja

TUOHI-hanke, SeAMK Ruoka

Tieteiden talo, Helsinki, 26.11.2018



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

SeAMK

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TUOHI-hanke

- **Esitys tukeutuu osin hankkeen seminaariesitelmään 20.4.2018 MMT Risto Lauhanen, FM Kari Laasasenaho ja MMM Juho Lahti. Lisäksi VY:n ja HY:n jäljempänä mainitut tutkijat ja kehittäjät ovat tärkeällä tavalla taustalla tässä esityksessä.**
- Tuoreen energiarangan hankintalogistiikan kehittäminen –hanke Manner-Suomen maaseutuohjelmassa 2016-2018 (30.6.2019), budjetti 211 000 €. **Keskeisenä kohteena Kauhavan kaukolämpölaitos. Viimeiset polttokokeet vasta talvella 2018-2019.**
- Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus rahoittaa 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

SeAMK

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)



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

SeAMK 

Suometsien **kaliumpkysymys** puunkorjuussa ekologia, teknologia, talous ja ympäristö huomioiden (mm. Huikari, Kaunisto, Finer)

(Kuva Risto Lauhanen)



Rajoitteet

- Tuorehaketta poltetaan kuntatason (3-10 MW kattilatehon) lämpölaitoksilla
- Älkää hyvät ihmiset polttako märkiä polttopuita takassa tai saunankiukaan pesässä
- Maatiloilla ja kyläkouluilla poltetaan edelleen kuivaa haketta

SeAMK 

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

SeAMK 

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 paljoa 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 metsäteillä
- Hakkuu ja metsäkuljetus tuoreena karsittuna rankana

SeAMK 

Hankintakustannukset, €/m³ (Metla, Juha Laitilan malli)

- Kauhavalainen esimerkkimännikkö, pinta-ala 3,0 ha, metsäkuljetusmatka 300 m, kaukokuljetusmatka 40 km, hakkuupoistumassa rungon keskijäreys 50 dm³, hakkuukertymä 50 m³/ha. Kuivan varasto aika 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 (työhygieniä)
• 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 ³ (22,5 €/MWh)

SeAMK 

Hankintakustannukset, €/m³ (Metla, Juha Laitilan malliavaruus)

- Kauhavalainen esimerkkikoivikko, pinta-ala 3,0 ha, metsäkuljetusmatka 300 m, kaukokuljetusmatka 40 km, hakkuupoistumassa rungon keskijäreys 45 dm³, hakkuukertymä 50 m³/ha. Kuivan varasto aika 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 väliavarastolla	6,7	0,0 (siisteys, työhygieniat)
• 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)

SeAMK 

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 heräsi.
- Tämän hetken tiedon mukaan useat pihkansukuiset ja energiapitoiset yhdisteet kuitenkin haihtuvat puusta varsin nopeasti. Rangasta monoterpeenien haihtuminen on hitaampaa kuin hakkeesta.
- α -pineeni ja β -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.
- Puita ei kuitenkaan kannata pakata muoviin metsässä korjuuvaiheessa.
- Tuorehakeketjussa puut toimitetaan tukkien tavoin nopeasti käyttöpaikalle (vertaa: kesällä tukit sinistyvät värivikaisiksi kahdessa viikossa)

SeAMK 

Polttoteknologialla 25-35 % lisää energiaa

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

- **Poltoissa 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/m³, jos ei lämmön talteenottoa on tulos 1,68 MWh/m³**
- **Tuore mäntyhake, kosteus 55 %. Kattilasta 1,51 MWh/m³ ja lämmön talteenotolla 2,12 MWh/m³**
- **Kuivattu koivuhake, kosteus 40 %. Kattilasta 1,96 MWh/m³, jos ei lämmön talteenottoa on tulos 1,96 MWh/m³**
- **Tuore koivuhake, kosteus 50%. Kattilasta 1,86 MWh/m³ ja lämmön talteenotolla 2,60 MWh/m³**

SeAMK 

Tarkastelu



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

- Juha Laitila ym. 2017 Silva Fennican artikkelin mukaan hankintakustannus (kosteus 55 %) oli tuorehakkeelle keskimäärin 41,1 €/m³ ja kuivalle 45,1 €/m³ Rovaniemen alueen esimerkeissä. Laitilan ym. laskelmissa karsitun energiarangan kantohinta oli keskimäärin 5,5 €/m³ ja TUOHI-hankkeessa 10,0 €/m³, 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 €/m³) sekä käyttöpaikkahaketuksen (5,5 €/m³ Laitilan ym. lukuarvo) edullisuudesta tienvarsihaketukseen (8,0 €/m³ 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.

SeAMK 

Karsittua energiarankaa turvemaiden metsistä

(kokopuun korjuun sijaan)

- Neulaset ja kalium jäävät turvemaan metsään
- Puunhankinta mahdollista olemassa olevalla peruskalustolla metsästä käyttöpaikalle
- Ajourien havutus mahdollista
- Korjuu- ja kuljetusajat kuten ainespuullakin
- Hankintakustannukset laskevat
- Hakkeen tasainen palakoko ja laadunhallinta poltossa (vrt. tiheät oksat kokopuuhakkeessa)
- Lämpölaitosteknologia hyödyntää tuorehakkeen kosteuden