

Tapani Tasanen, Risto Lauhanen, Jussi Laurila ja Tiina Sauvula-Seppälä

Ammattikorkeakoulut metsäenergiatutkijoina

Euroopan Unionin ilmasto- ja energiastrategiassa on asetettu jäsenmaille selvät tavoitteet, kun- ka näiden tulee omalta osaltaan ehkäistä ilmas- tonmuutosta. Suomen odotetaan lisäävän uusiutu- van energian osuutta 28,5 %:sta 38 %:iin energi- an loppukulutuksesta vuoteen 2020 mennessä sekä kasvattaman energiatehokkuutta 20 % nykyiseen tasoon verrattuna. Suomen sitoutuminen EU:n il- masto- ja energiastrategiaan koskee myös metsä- sektoria, joka kuluttaa vajaan kolmanneksen koko maan sähköstä.

Näiden tavoitteiden saavuttaminen edellyttää lukuisten julkisen ja yksityisen sektorin tahojen yhteistyötä ja vahvaa tutkimuspanosta bioenergian tuotannon ja käytön muodostaman ketjun kaikissa osissa. Tavoitteisiin liittyy myös tärkeä alueellinen ulottuvuus, koska energiavarat ja energian tarve eivät jakaannu tasaisesti EU:n alueella eivätkä myös- kään Suomessa.

Ammattikorkeakoulujen osallistuminen ”bioener- giatalkoisiin” perustuu ensinnäkin vuonna 2003 voimaan tulleessa ammattikorkeakoululaissa mää- ritelyyn yleiseen tutkimustehtävään, jonka mukaan ammattikorkeakoulujen tulee ”... harjoittaa amat- tikorkeakouluopetusta palvelevaa sekä työelämää ja aluekehitystä tukevaa ja alueen elinkeinorakenteen huomioon ottavaa soveltavaa tutkimus- ja kehitys- työtä ...”

Omissa toiminta-ajatuksissaan ammattikorkea- koulut korostavat *aluekehitystehtävää ja yhteistyötä alueensa elinkeinoelämän kanssa*. Viime vuosina ammattikorkeakouluista on tullut yksi merkittä- vimmistä toimijoista EU:n rakennerahastojen ra-

hoittamien alueellisten kehittämishankkeiden to- teuttamisessa. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan laajentaminen ja laadun parantaminen kuuluvat oleellisena osana ammattikorkeakoulujen toimin- nan päätavoitteisiin. Laissa määritelty tutkimus- ja kehittämistoiminnan sekä opetuksen yhteen nivomi- nen on ohjenuora, josta pidetään tiukasti kiinni. Huomattava osa esimerkiksi yrityksille tuotettavista tutkimus- ja kehittämisspalveluista toteutetaan opin- näytetöiden ja harjoitustehtävien kautta. Viime vuo- sina on tasoa nostettu yliopistojen maisteritutkinnon rinnalle astuneen *ylemmän ammattikorkeakoulun* sekä sen puitteissa tehtävien pro gradu -töitä vas- taavien opinnäytetöiden avulla.

Metsäenergia-alan tutkimus- ja kehittämishankkeita

Ammattikorkeakoulut toteuttavat metsäenergia- alan tutkimus- ja kehittämistoimintaa enimmäkseen omasta maakunnasta löytyvien yhteistyökumppa- nien kanssa, mutta myös kansainvälistä yhteistyötä tehdään. Seuraavassa esitellään joitakin esimerkke- jä ammattikorkeakoulujen tämänhetkisistä metsä- energiahankkeista. Tiedot on poimittu ja tiivistetty ammattikorkeakoulujen verkkosivuilta ja muista tiedotteista.

Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu on mu- kana Metsäntutkimuslaitoksen hallinnoimassa, Suomen, Ruotsin ja Norjan alueilla toteutettavas- sa *ForestPower* -hankkeessa. Tämän EU:n Interreg- rahoitukseen nojaavan hankkeen tavoitteena on tut-

kimuksen keinoin edistää unionin ilmastotavoitteiden toteutumista Keski-Pohjanmaan, Västerbotenin, Västernorrlandin ja Nordlandin alueilla, joissa metsät ovat huomattavin bioenergian lähde. Kaikilla näillä alueilla pyritään lisäämään puun käyttöä korvaamaan fossiilisia polttoaineita sekä edistämään työllisyyttä ja yritystoimintaa. Hanke tuottaa uusia yritysmaalleja energiaosuuskunnille ja metsäkoneurakoitsijoille, parantaa energiaosuuskuntien lämpölaitosten tehokkuutta ja polttoaineiden laatua, ohjeistaa polttoon liittyviä käytäntöjä sekä pyrkii vähentämään päästöjä. Hanke myös tuottaa tietoa alueen metsäenergiavaroista ja niiden hyödyntämisestä. Kohderyhminä ovat metsänomistajat, lämpölaitosten hoitajat, koneyritykset ja muut metsäalan ammattilaiset.

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu on mukana Joensuun yliopiston johtamassa *METSÄENERGIA – Metsäenergian ja -biomateriaalien kehittämis- ja tutkimuskeskus* -hankkeessa, jossa kehitetään kestävän metsä- ja peltoenergian tuotantomenetelmiä, ympäristövaikutusten hallintaa, tuotantoteknologiaa ja -taloutta. Myös metsä- ja peltoenergian sekä turpeen materiaaliominaisuudet ja konversio kiinteiksi ja nestemäisiksi polttoaineiksi kuuluvat hankkeen kehityskohteisiin.

Jyväskylän ammattikorkeakoulun Saarijärvelle sijoitettu *Bioenergiakeskus* toteuttaa yhteistyössä muiden tutkimus- ja koulutusorganisaatioiden sekä yritysten kanssa bioenergia-alan kehittämis- ja neuvontahankkeita. Keskukseen perustetaan parhaillaan *kattilatestauslaboratoriota*, jossa on mahdollisuus testata kiinteää polttoainetta käyttäviä lämmityskattiloita. *Biokaasusta energiaa Keski-Suomeen* -hankkeen tavoitteena on edistää biokaasulaitoshankkeiden syntymistä Keski-Suomessa, lisätä alan yritystoimintaa ja parantaa maakunnan biokaasualan yritysten liiketoimintamahdollisuuksia.

Seinäjoen ammattikorkeakoululla oli vuosina 2005–2007 yhteistyössä Etelä-Pohjanmaan korkeakouluverkoston (Epanetin) kanssa *Bioenergian tuotannon ja käytön kehittämishanke*, joka tuotti uutta tietoa muun muassa pienpuuhakkeen hankintalogistiikasta, kannonnon ja metsäkuljetuksen kannattavuudesta, kanto- ja juuripuun kosteuden vaihtelusta, nuoren metsän kunnostuskohteiden ennakkoraivauksesta sekä ruokohelven briketöinnistä (Lauhanen ja Laurila 2007).

Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun yhteinen Kehittyvä metsäenergia -hanke ajoittuu vuosille 2007–2010. Hankkeen rahoitus tulee *Manner-Suomen maaseutuohjelmasta*, koostuen pääasiassa EU:n ja valtion osuuksista, mutta myös alueen kunnat ja yritykset osallistuvat rahoitukseen. Hankkeen tavoitteena on edistää metsäenergian tuotantoa ja käyttöä metsäkeskuksen toimialueella. Seinäjoen ammattikorkeakoulun maa- ja metsätalouden yksikkö vastaa hankkeen tutkimusosiota. Hankkeen tärkeimmät tutkimustehdävät ovat:

- metsäenergian hankintalogistiikan parantaminen
- metsäenergian tuotannon ja lämpöyrittäjyyden kannattavuuden parantaminen
- tärkeimpien metsäenergian tuotannon ja käytön ympäristöongelmien ja -riskien kartoitus hankkeen toimialueella sekä ratkaisumallien laatiminen käytävissä olevan tutkimustiedon avulla
- laskelmien tekeminen alueen metsäenergiavaroista sekä metsäenergian tuotannosta ja käytöstä
- alueen väestön metsäenergiaan kohdistuvien näkemysten ja odotusten selvittäminen
- metsäenergian mittausten kehittämisen
- puuperäisten polttoaineiden laadun parantaminen
- energiapuun varastointimenetelmien kehittämisen.

Kehittyvä metsäenergia -hankkeella on päätoimijoiden lisäksi useita yhteistyökumppaneita: koneyrityksiä, kuntia, lämpöyrittäjiä, metsänomistajia, metsäyhtiöitä ja energia-alan yrityksiä. Valtakunnan tasolla hanke tekee yhteistyötä mm. Metsäntutkimuslaitoksen ja Helsingin yliopiston kanssa.

Mikkelin ammattikorkeakoululle vuosiksi 2008–2010 sijoitettu *Etelä-Savon energiatoimisto* edistää energian säästöä ja kehittää Etelä-Savon maakuntaa yhtenä uusiutuvien energialähteiden käytön ja osamisen edelläkävijöistä. Energiatoimiston tavoitteena on myös olla merkittävä toimija alan kansallisissa ja kansainvälisissä toimijaverkoissa. Energiatoimisto ei ole varsinainen tutkimusorganisaatio; toiminnassa painotetaan erityisesti neuvontaa, koulutusta ja tiedottamista, joilla pyritään lisäämään puuenergian ja muun uusiutuvan energian käyttöä sekä käytön edellytyksiä maakunnassa. Bioenergian ja muun paikallisen energian käytön edellytyksiä pyritään parantamaan niin kiinteistökohtaisessa käytössä kuin keskitetyssä energiahuollossa.



Kuva 1. Energiapuun kosteus voidaan määrittää tarkasti kaksivaiheisella laboratoriomenetelmällä, johon punnitus kuuluu oleellisena osana. Näytteitä punnitsemassa tutkija Jussi Laurila.

Ajankohtaisia tutkimusongelmia – ammattikorkeakoulujen tutkimusmahdollisuudet

Vesi ja ilma pois energiapuukuormista

Hakkuutähteet, kannot ja kokopuu ovat logistiikan kannalta epäedullisessa muodossa, koska ne vievät paljon tilaa. Kuorman mukana joudutaan myös kuljettamaan tarpeettomasti vettä ja ilmaa. Puussa oleva vesi on haitallista paitsi kuljetuksen, myös polton sekä pelletöinnin ja briketöinnin kannalta. Kuljetuskustannusten minimoimiseksi metsäenergia tulisi puristaa mahdollisimman tiiviiseen muotoon jo metsässä esimerkiksi pelletöimällä, mutta nykyteknologialla tämä ei vielä ole taloudellisesti kannattavaa. Pelletöintiprosessin tehontarpeen, laitekapasiteetin ja pelletin lujuuden kannalta pelletöitävän puun ihannekosteus on 10–15 %. Tuoreen puun kosteus on tavallisesti n. 50 %. Näin kosteasta raaka-aineesta puristettu pelletti ei pysy koossa. Energiapuuta voidaan kuivata maastossa tai sisätiloissa keinollisesti. Myös oikeaoppisella varastoinnilla voidaan vaikuttaa energiapuun kuivumiseen. Keinollinen

kuivaaminen vaatii suuria määriä energiaa, joten se on myös kustannuskysymys. Ihanteellista olisi, jos kuivaaminen voitaisiin tehdä auringon säteilyä tai esim. isojen lämpölaitosten lauhdevesiä hyödyntäen. Metsäenergiakin on uusiutuvuudestaan huolimatta rajallinen luonnonvara, jota tulee käyttää kestävästi ja ympäristöhaittoja välttäen. Erilaisten kasaus- ja peittämisvaihtoehtojen vaikutusta energiapuun kosteuteen ja kuivumiseen selvitetään osaksi maastossa ja osaksi laboratoriossa tehtävillä mittauksilla. Seinäjoen ammattikorkeakoulu tutkii myös energiakäyttöön korjatun kantopuun kosteutta tienvarsivarastoissa. Kustannustehokasta energiapuun hankintaa kehitetään logistisen ketjun kokonaisvaltaisella tarkastelulla. Tarkastelussa hyödynnetään kuormainvaakamittauksen lisäksi varastopaikalla ja lämpölaitoksella tehtäviä mittauksia.

Puusta liikennepolttoaineita

Ilmastonmuutoksen torjumiseksi ja energiaomavaraisuuden nostamiseksi fossiiliset liikennepolttoaineet tulisi korvata uusituvalla energialla. Suomen

olosuhteissa metsäenergialla on parhaat edellytykset vastata tähän haasteeseen. Metsäenergian jalostusasteen nostamisella olisi myös merkittäviä aluetaloudellisia vaikutuksia.

Soveltuakseen liikennepolttoaineeksi on puu ensin jalostettava nestemäiseksi biopolttoaineeksi. Teoriassa tähän sopiva menetelmä tunnetaan. Prosessin päävaiheet ovat biomassan esikäsitely, puun kaasutus tuotekaasuksi, kaasun puhdistus, kaasun nesteytys hiilivedyiksi ja jatkojalostus. Liikennepolttoaineita voidaan periaatteessa valmistaa vaihtoehtoisesti joko muutamassa suuressa yksikössä tai hajautetusti useassa pienessä yksikössä ympäri maata. Hajautettua mallia puoltavat tuotannon positiiviset aluetaloudelliset vaikutukset. Isot yksiköt taas pystyvät pieniä paremmin takaamaan tuotteen tasaisen laadun. Tärkeimmät tutkimuskohteet ovat liiketoimintamallien laatiminen, valmistusmenetelmien kehittäminen sekä raaka-aineen ja lopputuotteiden laatuksymykset. Liikennepolttoaineita koskevaa tutkimusta ja osaamista on erityisesti Jyväskylän ammattikorkeakoulussa.

Konekannan ajan tasalla pitäminen

Energiapuun korjuuseen soveltuvia koneita on kehitettävä ja parannettava niiden tuottavuutta nykytasosta. Kehitystyössä on otettava myös ympäristönäkökohdat huomioon. Erityisesti suometsien puunkorjuuseen tarvitaan uusia innovaatioita. Ammattikorkeakoulut voivat yhdistää eri opetus- ja tutkimusalojensa osajia, laboratorioita ja kalustoa tällaiseen tuotekehitystoimintaan ja koneiden testaukseen. Metsäopetusta antavilla yksiköillä on omia opetusmetsiä, joissa voidaan tehdä koneiden testauksia.

Yrittäjien saaminen alalle ja yritystoiminnan edellytysten parantaminen

Erilaiset valtion tuet esimerkiksi haketuksen, investointeihin ja nuoren metsän kunnostamiseen takaavat tällä hetkellä metsäenergian tuotannon jatkuvuuden. Tätä tilannetta ei voida pitää järkevänä toiminnan lähtökohdana pitkällä aikavälillä. Metsäenergialle on löydettävä kannattavuuden edellytykset muualtakin kuin vain yhteisistä varoista.

Kokonaiskannattavuudessa polttoainekustannus on vain yksi tekijä. Myös investointi- ja rahoituskulut vaikuttavat toiminnan kannattavuuteen. Edellä mainittu Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun *Kehittyvä metsäenergia* -hanke tutkii lämpöyrittäjyyden kannattavuutta kokonaisvaltaisesti. Myös Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu on tehnyt monipuolista lämpöyrittäjyyden tutkimusta ja kehitystoimintaa.

Metsäenergian mittaukseen kaivataan yhdenmukaisuutta

Metsäenergian mittaaminen on ongelmallista, koska energiapuu ei ole muodoltaan yhtä yhtenäistä kuin teollisuuden ainespuu. Ongelmia aiheutuu myös energiapuun tiheyden vaihtelusta ja kosteuden muutoksista. Tilannetta hankaloittaa myös se, että eri tahot käyttävät eri mittayksiköitä. Metsänomistajalle tilavuus on tuttu mittayksikkö ainespuukaupasta. Energiapuun korjuuyrittäjälle tilityksen perusteena voi olla massa. Lämpöyrittäjät taas ovat kiinnostuneita energiasisällöstä.

Puun energiasisällössä esiintyy huomattavaa *kosteudesta* johtuvaa vaihtelua. Puun tiheys ja kosteus vaihtelevat runkojen ja niiden osien välillä. Kaadetun energiapuun kosteuteen vaikuttavat monet eri tekijät kuten kuivumisaika, varastopaikka, vuodenaika ja sääolosuhteet. Luotettavien kosteudenmittausmenetelmien kehittäminen on tarpeen energiapuun hinnan määrittämiseksi tuotantoketjun eri vaiheissa.

Energiapuun *kiintotilavuuden* mittaaminen on epätarkkaa. Sen sijaan hakkeen irtotilavuuden mittausta kyetään tekemään melko luotettavasti. Hakkeen irtotilavuuden muuntaminen kiintotilavuudeksi aiheuttaa taas ongelmia, koska irto- ja kiintotilavuuden väliset muuntokertoimet eivät ole vakioita. Hakkeen irtotiheyteen vaikuttavat mm. hakerangan varastointiaika, hakkeen palakoko ja kosteus, hakkurityyppi ja kuljetusolosuhteet.

Energiapuun *laadun* mittaaminen on myös hankalaa eikä siitä ole olemassa yleispäteviä ohjeita. Energiapuu ja erityisesti kannot voivat sisältää epäpuhtauksia kuten maa-ainesta ja kiviä. Ne alentavat polttoaineen lämpöarvoa ja nostavat tuhkapitoisuutta. Epäpuhtaudet saattavat myös aiheuttaa ongelmia haketuksessa ja murskauksessa. Hakkeen palakoko, kosteus ja



Kuva 2. Energiapuuvarastolla kerätään dataloggerilla tietoja vallitsevista sääolosuhteista. Aineistosta saadaan tietoa metsäenergian mittausten kehittämiseen. Dataloggerin tiedostoa purkamassa tutkija Essi Ulander.

mahdollinen laho ovat niin ikään polttoaineen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Energiapuun mittaukseen liittyvien määrällisten ja laadullisten ongelmien ratkaisu tutkimuksen keinoin olisi kaikkien osapuolten etu. Seinäjoen ammattikorkeakoulun energiatutkimuksen yksi painopiste on kiinteän puupolttoaineen mittausten kehittämiseen.

Metsäenergia, ympäristö ja metsänhoito

Metsäenergian tuotantoketjun kaikissa vaiheissa syntyy päästöjä, erityisesti korjuukoneiden ja kuljetuskaluston sekä lämpölaitosten tuottamina. Energiapuun korjuusta jää myös pitkään näkyviä jälkiä maastoon. Kasvamaan jäävien puiden runko- ja juuristovaurioita syntyy varsinkin ensiharvennuskohteissa, missä jäävä puusto on vielä varsin tiheä. Vastaavia ongelmia on tutkittu pitkään teollisuuspuun korjuutyömailla, mutta energiapuun korjuun aiheuttamien ympäristövaikutusten tutkiminen on vielä alkuvaiheessa ja ratkottavia ongelmia löytynee tulevina vuosina runsaasti.

Energiapuun korjuu asettaa uusia haasteita myös metsänhoidolle. Taimikonhoidossa jäävien puiden runkoluku tulisi asettaa suositusten ylärajalle, jotta metsiköstä saadaan ensiharvennusvaiheessa riittävästi energiapuuta. Kantojen ja juurakoiden noston yhteydessä paljastuu huomattavasti enemmän kivennäismaata kuin perinteisessä maanmuokkauksessa. Tämä johtaa Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusten ja käytännön metsäammattilaisten havaintojen mukaan usein erittäin tiheän lehtipuuvesakon syntymiseen uudistusosalalle. Yksi keino tämän haitan pienentämiseksi on kookkaiden mättäiden tekeminen kannonoston yhteydessä. Niiden avulla viljelytaimet selviytyisivät paremmin vesakon ja muun kasvillisuuden taholta tulevasta kilpailusta. Ongelman laajuutta ja ratkaisumalleja on syytä tutkia seurantakoealojen, inventointien ja mätästyskokeiden avulla.

Lämpölaitosten päästöjen vähentäminen on pitkään tutkittu aihe, ja tekniikka onkin kehittynyt tältä osin pitkin harppauksin. Parantamisen varaa on edelleen, erityisesti pienten lämpölaitosten lisääntyminen tuo mukanaan nykyistä laajempaa vaihtelua päästöjen kurissapitämiseen. Edellä esitellyissä

ammattikorkeakoulujen tutkimushankkeissa ovat päästöjen mittausta ja muiden ympäristövaikutusten arviointi keskeisellä sijalla.

Ammattikorkeakoulujen rooli tutkimus- ja kehittämisorganisaatioiden työnjaossa

Tutkimus- ja kehittämisorganisaatioilla on mahdollisuus hakea itsenäisesti yhteistyökumppaneita. Työnjako on kehittymässä muun metsäntutkimuksen tapaan siten, että yliopistot ja suuremmat tutkimusorganisaatiot (esimerkiksi Metla, Työtehoseura ja VTT) vastaavat valtakunnallisten, koko alaa koskevien kysymysten ratkomisesta. Ammattikorkeakoulut, metsäkeskukset, alueelliset energiatoimistot ja muut maakuntatason organisaatiot paneutuvat pääasiassa oman alueensa metsäenergian käytön edistämiseen ja alueellisten erityiskysymysten ratkomiseen.

Ammattikorkeakoulut muodostavat kattavan ja tiheän tutkimus- ja kehittämisyksiköiden verkon täydentäen yliopistojen ja tutkimuslaitosten harvempaa verkkoa. Ammattikorkeakoulut ovat *monialaisia*, mikä tuottaa lisäarvoa useimpiin muihin metsäalan edistämisen ja tutkimusorganisaatioihin verrattuna. Ammattikorkeakouluilla on mahdollisuus tarjota hankkeisiin metsäalan osaamisen lisäksi esimerkiksi tekniikan ja liikenteen sekä liiketalouden alojen osaamista. *Opetuksen sekä tutkimus- ja kehittämis-toiminnan integrointi* mahdollistaa kustannustehokkaan sekä kilpailukykyisen toiminnan ja tutkimus- ja kehittämispalvelujen tarjonnan. Monipuoliselta amk-tutkintojen tarjottimelta löytyy työnantajille sopivia toimihenkilöitä erilaisiin energia-alan tehtäviin. Opiskelijoille metsäenergia-alan hankkeissa työskentely on usein silta tulevaan työpaikkaan.

Kirjallisuutta

Ammattikorkeakoululaki 9.5.2003/351 ja sen muutokset 24.7.2009/564.

Lauhanen, R. & Laurila, J. 2007. (toim.) Bioenergian hankintalogistiikka. Tapaustutkimuksia Etelä-Pohjanmaalta. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisu B 33.

■ MMT Tapani Tasanen, MMT Risto Lauhanen, tutkija Jussi Laurila ja tutkija Tiina Sauvula-Seppälä, Seinäjoen ammattikorkeakoulu, maa- ja metsätalouden yksikkö. Sähköposti tapani.tasanen@seamk.fi