

best

Sustainable Bioenergy
Solutions for Tomorrow



TULEVAISUUDEN KESTÄVÄT BIOENERGIA- RATKAISUT





SISÄLLYS

TUTKIMUKSEN TAUSTA

Esipuhe.....	5
Kestävä perusta bioenergian tuotantoon	6

TUTKIMUSALUEET JA HYÖDYT

Tiedettä, sovelluksia ja verkostoja	8
Hyödyt osallistujille.....	9

TULOKSIA

Tieto hakkeen laadusta tehostaa energiantuotantoa	10
Joskus tuoreenkin puun poltto kannattaa.....	12
Tehokas terminaalitoiminta lisää biomassan toimitusvarmuutta kannattavasti.....	14
Simulointityökalulla tehoa ja joustoa biomassan logistiikkaan	16
Läpinäkyvä toimitusketju tehostaa biomassan käyttöä	18
Tieto riskeistä edistää biomassan turvallista käsittelyä	20
Uudet työkalut auttavat arvioimaan bioenergian sosiaalista kestävyyttä.....	22
Uudet tutkimusmenetelmät tukevat bioenergian vientiä	24
Biokaasua ja lannoitetta oman kylän voimin	26
Tulevaisuuskuvia elinvoimaisista bioenergiakonsepteista	28



CHRISTINE HAGSTRÖM-NÄSI
hallituksen neuvonantaja
CLIC Innovation Oy



KAISU LEPPÄNEN
tutkimusohjelman päällikkö
Spinverse Innovation
Management Oy

Energia- ja metsäteollisuuden asiantuntijat yhdistivät voimansa tutkimusohjelmassa Tulevaisuuden kestävät bioenergiaratkaisut. Ohjelman tulokset auttavat parantamaan bioenergian kilpailukykyä ja uuden kestävä liiketoiminnan, kuten suurten laitosinvestointien, toteutumista.

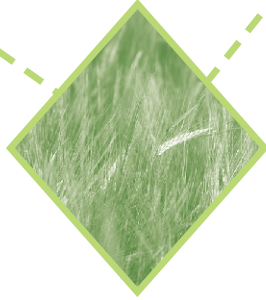
Bioenergian merkitys kasvaa energiajärjestelmämme siirtyessä kohti uusiutuvia energialähteitä. Samaan aikaan biomassaa hyödynnetään yhä monipuolisemmin raaka-aineena biotalouden muissa sovelluksissa. Biomassan kysyntä siis kasvaa. Tämän vuoksi tutkimusohjelma Tulevaisuuden kestävät bioenergiaratkaisut eli BEST (Sustainable Bioenergy Solutions for Tomorrow) pureutui bioenergiaan niin energiajärjestelmän kuin biotaloudenkin osana ja piti kehitettävien ratkaisujen lähtökohtana biomassan kestävää ja tehokasta käyttöä.

Tutkimusohjelma yhdisti metsä- ja energiateollisuuden tutkimuksen tiiviimmin kuin koskaan, minkä ansiosta tutkijat pääsivät tarkastelemaan bioenergiakonsepteja, markkinoita ja biomassan hankintaan liittyvää logistiikkaa suurina kokonaisuuksina. Tämä yhteinen ponnistus vahvisti alan kotimaista osaamista ja kansainvälistä kilpailukykyä luomalla tieteellistä pohjaa uusille bioenergiainnovaatioille. Ohjelman tulokset auttavat nostamaan bioenergiaketjujen kustannus- ja resurssitehokkuuden uudelle tasolle, kehittämään elinvoimaisia konsepteja tulevaisuuden toimintaympäristöön sekä varmistamaan bioenergiaratkaisujen kestävyuden. Esittelemme tässä raportissa esimerkkejä tutkimusohjelman tuloksista.

Tutkimusohjelma alkoi tammikuussa 2013 ja päättyi joulukuussa 2016. Ohjelmaan osallistui 25 yritystä ja 15 tutkimuslaitosta. Tutkimuksen kokonaisarvo oli noin 15 miljoonaa euroa, josta yritykset maksoivat 30 prosenttia, julkiset tutkimuslaitokset ja yliopistot 15 prosenttia sekä Tekes 55 prosenttia.

Tutkimusohjelma oli ensimmäinen kahden strategisen huippuosaamisen keskitymän (SHOK) yhteinen ohjelma. Näistä CLEEN kokosi yhteen energia- ja ympäristöalan yrityksiä ja tutkimusyhteisöjä, ja FIBIC toimi puolestaan biotalouden alalla. Syksyllä 2015 CLEEN ja FIBIC yhdistyivät CLIC Innovation Oy:ksi.

Kaisu Leppänen, *ohjelmapäällikkö, BEST-tutkimusohjelma*
Christine Hagström-Näsi, *hallituksen neuvonantaja, CLIC Innovation Oy*



Kestävä perusta bioenergian tuotantoon

Bioenergian ja muun uusiutuvan energian merkitys energiantuotannossa kasvaa. Samaan aikaan kasvaa biomassan arvo raaka-aineena myös biotalouden muilla alueilla.

Uusiutuvien energianlähteiden käyttö lisääntyy kasvavaa vauhtia, kun valtiot pyrkivät globaaleihin ilmastotavoitteisiin. Aurinko- ja tuulienergia nousevat merkittävään asemaan, mutta niiden varaan ei voida laskea koko energijärjestelmää, koska niiden tuotanto vaihtelee sään mukaan. Tarvitaan luotettavaa säätövoimaa, siis energiaa, jonka tuotantoa voidaan ohjata joustavasti.

Bioenergia tarjoaa ratkaisun, joka täyttää kaksi tärkeää kriteeriä: Polttoaineena hyödynnettävä biomassassa on uusiutuvaa ja sitä voidaan varastoida. Biomassan, kuten hakkuutähteen, etuna voidaan pitää myös sen paikallisuutta.

”Bioenergian ja muiden uusiutuvien energiamuotojen optimaalista yhdistelmää haetaan vahvasti lähivuosina. Lisäksi, bioenergian tuotantoa on tarkasteltava osana biotaloutta eikä pelkästään osana energijärjestelmää”, painottaa BEST-tutkimusohjelman päällikkö *Kaisu Leppänen* Spinverse Innovation Management Oy:stä. Tuoreet innovaatiot lupaavat biomassalle yhä monipuolisempaa käyttöä muun muassa materiaalien raaka-aineena, minkä odotetaan lisäävän kilpailua biomassasta.

Parhaimmillaan biomassan eri käyttömuodot täydentävät toisiaan ja kokonaisuuden arvo kasvaa kestävä kehityksen periaattein.

”On entistä tärkeämpää varmistaa, että kaikki bioenergian konseptit ja arvoketjut ovat kestäviä ja parempia kuin fossiiliset energiavaihtoehdot. Kestävyys on keskeinen tavoite kansainvälisessä energiapolitiikassa ja siten bioenergian edellytys. Kestävyyden edelläkävijyys voi olla myös yrityksen kilpailuetu”, *Leppänen* toteaa.

Suomessa bioenergian tukeva perusta on metsissä. Hakkuutähteet korjataan, haketetaan ja kuljetetaan kustannustehokkaasti biopolttolaitoksiin ja biojalostamoihin, ja myös puunjalostusteollisuuden sivuvirrat hyödynnetään energianlähteinä. Tässä suomalainen osaaminen on maailman huippua. Suomella on myös kansainvälisesti merkittävä asema yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannon kehittäjänä sekä hyödyntäjänä.

”Vahvan teknologia- ja logistiikkaosaamisen lisäksi tarvitsemme vahvistusta kokonaisuuksien hallintaan sekä uusien toimintaympäristöjen ymmärtämiseen, jotta voimme luoda uusia menestyskonsepteja”, *Leppänen* huomauttaa. Hän odottaa, että hyviä hankintaan, logistiikkaan ja bioenergian tuotantoon liittyviä toimintamalleja voidaan soveltaa myös muissa maissa sekä metsäbiomassan ohella muuhun biomassaan, jonka merkitys kasvaa väistämättä.

SUOMEN BIOTALOUSSTRATEGIA (2014)

Tavoittelee

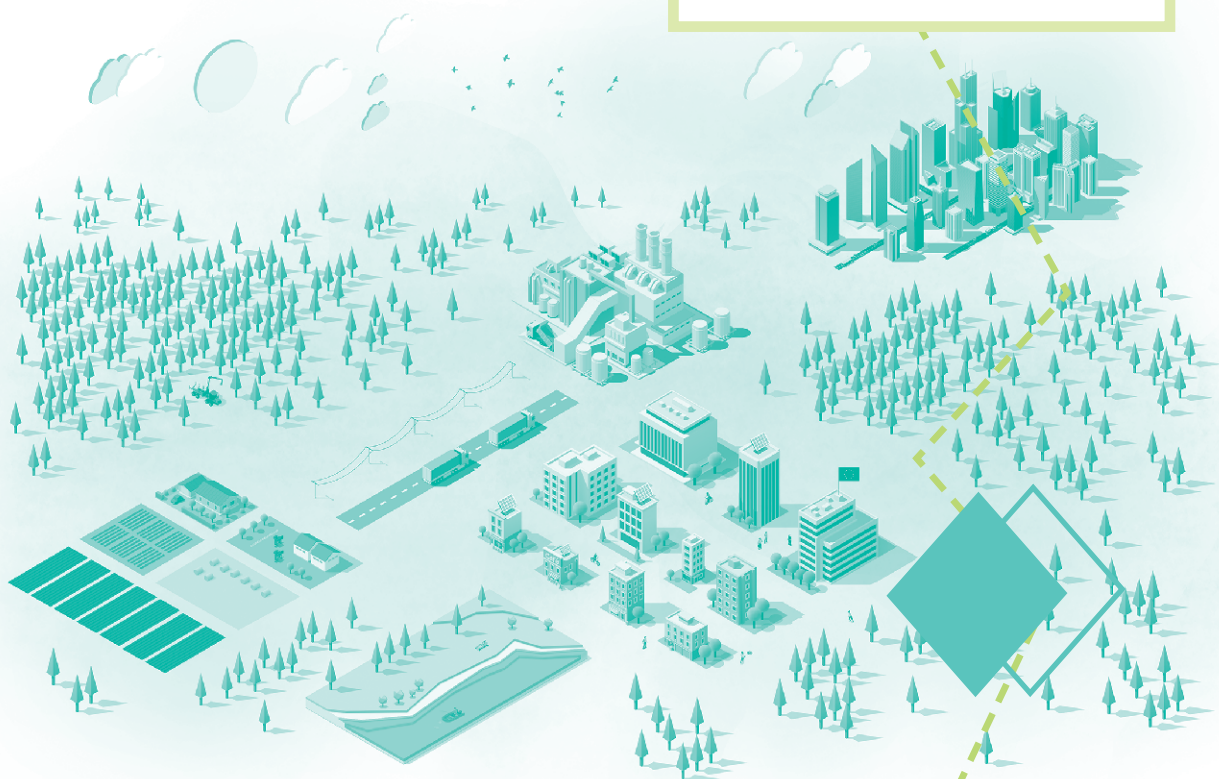
- kilpailukykyisiä ja kestäviä biotalouden ratkaisuja maailmanlaajuisiin ongelmiin
- uutta liiketoimintaa sekä kotimaahan että kansainvälisille markkinoille

Strategian painopisteet:

- biotalouden kasvulle luodaan kilpailukykyinen toimintaympäristö
- biotalouteen luodaan uutta liiketoimintaa riskirahoituksen, rohkeiden kokeilujen ja toimialarajojen ylittämisen avulla
- biotalouden osaamisperustaa uudistetaan koulutusta ja tutkimustoimintaa kehittämällä
- biomassojen saatavuus, raaka-ainemarkkinoiden toimivuus ja käytön kestävyys turvataan

SUOMEN ENERGIA- JA ILMASTOSTRATEGIA (2016)

linjaa konkreettisia toimia ja tavoitteita siten, että Suomi saavuttaa hallitusohjelmassa ja EU:ssa sovitut energia- ja ilmastotavoitteet vuoteen 2030 mennessä ja on johdonmukaisesti matkalla kohti vuoden 2050 hiilineutraalia yhteiskuntaa.



BIOTALOUS

käyttää kestävästi uusiutuvia luonnonvaroja tuotteiden, ravinnon, energian ja palvelujen tuottamiseen



BIOMASSA

on eloperäinen hiilipitoinen aine, johon on sitoutunut auringon energiaa yhteyttämisen seurauksena, muun muassa puu, viljakasvit, levät ja oljet

BIOTALOUS JA PUHTAAT RATKAISUT HALLITUSOHJELMASSA

Suomen hallitus on määritellyt biotalouteen ja puhtaisiin ratkaisuihin liittyviä tavoitteita, joihin on päästävä vuoteen 2025 mennessä kärkihankkeiden avulla. Kärkihankkeita ovat muun muassa:

- Hiilettömään, puhtaaseen, uusiutuvaan energiaan kustannustehokkaasti
 - Päästöttömän, uusiutuvan energian käyttöä lisätään kestävästi niin, että sen osuus 2020-luvulla nousee yli 50 prosenttiin ja omavaraisuus yli 55 prosenttiin
- Puu liikkeelle ja uusia tuotteita metsästä
 - Puun käyttöä monipuolistetaan ja lisätään 15 miljoonalla kuutiometrillä vuodessa ja sen jalostusarvoa kasvatetaan

Tuloksia

51

VERTAISARVIOITUA
TIETEELLISTÄ
LEHTIARTIKKELIA

48

KONFERENSSI-
JULKAISUA

22

OPINNÄYTETYÖTÄ

107

TEKNISTÄ RAPORTTIA
TEOLLISUUDEN
TARPEISIIN

2

KANSAINVÄLISTÄ
TUTKIMUSPILOTTIA

Parannettiin biomassan käytön resurssi- ja kustannustehokkuutta

Tuotettiin tietoa ja työkaluja, joilla edistetään uusien investointien toteutumista

Luotiin tieteellistä pohjaa uusille bioenergiainnovaatioille

Jäsennettiin bioenergia-alan toimintaympäristöä ja siihen liittyviä muutoksia

Syvennettiin kotimaista yhteistyötä eri sektoreiden välillä

Vahvistettiin yhteyksiä kansainvälisiin tutkimusohjelmiin ja rakennettiin aktiivinen yhteistyö- ja tutkimusverkosto muun muassa Intiassa ja Puolassa

Autettiin toteuttamaan Suomen biotalousstrategiaa, energia- ja ilmastostrategiaa sekä hallituksen kärkihankkeiden tavoitteita, jotka koskevat biotaloutta ja puhtaita ratkaisuja.

TIEDETTÄ, SOVELLUKSIA JA VERKOSTOJA

BEST-tutkimusohjelma syventyi bioenergiaan kestävässä osana niin energiajärjestelmää kuin biotalouttakin. Lisäksi se perehtyi biomassan toimitusketjuihin ja laadunhallintaan, bioenergia-alan liiketoimintaympäristön kehitykseen sekä uusiin markkinoihin ja konsepteihin.

TUTKIMUSALUEET

- Laadunhallinta
→ *Tuloksia sivuilla 10–11*
- Toimitusketjut
→ *Tuloksia sivuilla 12–19*

- Kestävä liiketoiminta
→ *Tuloksia sivuilla 20–23*
- Uudet markkinat
→ *Tuloksia sivuilla 24–25*

- Uudet konseptit
→ *Tuloksia sivuilla 26–27*
- Bioenergia osana energiajärjestelmää ja biotaloutta
→ *Tuloksia sivuilla 28–29*

Hyödyt osallistujille

Uusia näkökulmia kansainvälisille markkinoille

”Fortum osallistui BEST-ohjelmaan sen valmistelusta alkaen. Olimme silloin selvittämässä, miten voisimme tuottaa bioenergiaa kasvavilla, kansainvälisillä markkinoilla. Olennainen kysymys markkinasta riippumatta on biomassan saatavuus ja hankinnan kestävyys, ja siihen vastaaminen vaatii runsaasti taustatietoja ja paikallistuntemusta. BEST-ohjelma tarjosi meille asiantuntevia kumppaneita juuri tähän tarkoitukseen, ja pääsimme hyödyntämään tutkijoiden kokemusta ja kontakteja niin Intiassa kuin Puolassakin. Meitä kiinnostaa myös se, mihin suuntaan kaupungistuminen ohjaa bioenergian käyttöä ja millainen olisi vihreä kaupunki. BEST-ohjelmassa vertasimme bioenergiamalleja erityyppisissä suomalaisissa ja eurooppalaisissa kaupungeissa. Kaiken kaikkiaan tutkimusohjelma tarjosi vankan perustan, jolle voimme rakentaa tulevaisuuden vientikonsepteja.”

– Marja Englund



MARJA ENGLUND
ulkoisista tutkimusyhteistyöverkostoista
vastaava päällikkö
Fortum



HENNA KARLSSON
liiketoimintajohtaja
Prometec

Kumppaneita ja näkyvyyttä kasvuyritykselle

”Kun nuori yritys käyttää vähäisiä resurssejaan yhteistyöhön, tavoitteena on saada siitä todella konkreettisia ja hyödyllisiä tuloksia. Myös meillä Prometecissa olivat odotukset korkealla, kun lähdimme BEST-ohjelmaan sen jälkimmäisellä puoliskolla, ja ne täyttyivät. Yhdessä pystyimme miettimään biomassan hallitsemiseen liittyviä kokonaisuuksia tavalla, joka ei yksin onnistuisi. Meille ohjelman arvokasta antia olivat ennen kaikkea hyvät kumppanuudet alalla merkittävien yritysten kanssa. Verkosto on elintärkeä yritykselle, joka haluaa tehdä asiat toisin kuin on viimeiset 30 vuotta tehty. Uskon, että yhteistyöstä seuraa meille vielä liiketoimintaa tulevaisuudessa.”

– Henna Karlsson



Tieto hakkeen laadusta tehostaa energiantuotantoa

Metsähakkeen laatua, kuten kosteutta, mittaavat menetelmät auttavat bioenergian tuottajia ja hakkeen toimittajia valitsemaan kuhunkin tilanteeseen sopivimmat erät. Näin biomassa saadaan hyödynnettyä entistä tehokkaammin energiantuotannossa.

Energiasisältö on hyvä perusta poltettavan hakkeen hinnalle, ja se on tapana laskea hakkeen määrän ja kosteuden perusteella. Muun muassa siksi hakekuormasta otetaan näytteitä ennen kuin hake jatkaa kattilaan, ja näytteiden kosteudet mitataan.

”On kuitenkin tavallista, että kosteusmittauksen tulokset saadaan vasta polton jälkeen ja mitatessa on yhdistetty usean kuorman näytteet. Näyte ei myöskään välttämättä edusta koko kuorman laatua”, toteaa toimitusjohtaja *Janne Kovanen* Inray Oy:stä.

”On myös tilanteita, joissa kauppaa tehdään hakkeen tilavuuden tai painon perusteella käyttämällä keskimääräisiä kosteusarvoja, jotka voivat poiketa huomattavan paljon todellisesta kuormakohtaisesta kosteudesta”, lisää erityisasiantuntija *Jouni Tornberg* Kajaanin ammattikorkeakoulusta.

BEST-ohjelmassa selvitettiin, miten tunnettuja mittaamenetelmiä voidaan hyödyntää nykyistä paremmin hakkeen laadun selvittämiseksi. Tutkijat perehtyivät muun muassa mikroaalto-, NMR- ja röntgenmenetelmiin.

Inray Oy tutki röntgenmittauksen jatkuvatoimista ja automaattista käyttöä, jossa koko purettava hakekuorma kulkee kuljettimella mittauslaitteen läpi. Tutkijat paransivat erityisesti maa-aineksen tunnistamiseen liittyviä laskentamalleja.

”Röntgenmenetelmällä saadaan tietoa hakkeen kosteudesta ja hiekkapitoisuudesta sekä sekaan sattuneista vierasesineistä, kuten metsäkoneiden osista. Olennaista on myös se, että tieto saadaan reaaliaikaisesti, jolloin sitä voidaan hyödyntää polton hallinnassa sekä polttoaineen hankinnassa. Silloin kostean hakkeen joukkoon voidaan tilata kuivempaa ja hyvälaatuisen, kuivan hakkeen joukkoon kosteampaa, jonka pitäisi myös olla edullisempaa”, Kovanen sanoo. Hän korostaa, että tarkka, kuormakohtainen tieto auttaa myös hakkeen hinnoittelussa.

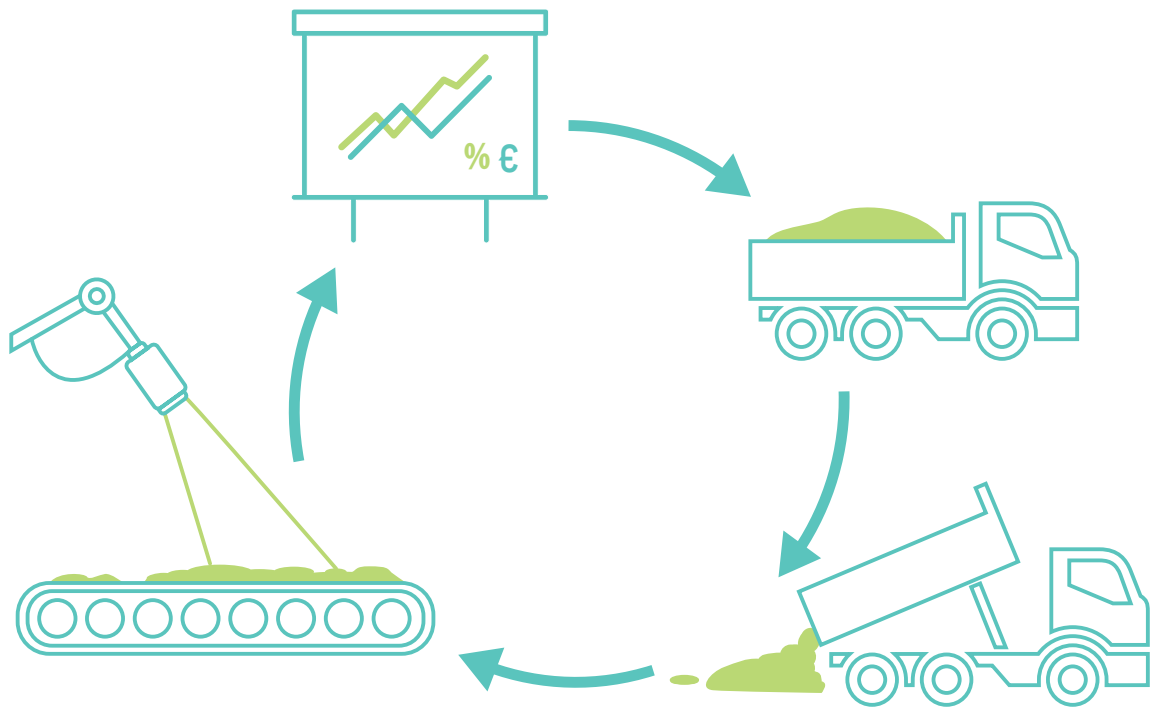
Tutkimusohjelmassa arvioitiin, missä toimitusketjun vaiheissa hakkeen laatua kannattaisi seurata mittausten avulla.

”Jos kaupallisista sovelluksista saadaan riittävän helppokäyttöisiä, niitä voisi hyödyntää hakkeen käyttöpaikan lisäksi haketta varastoivissa terminaleissa”, Tornberg sanoo.



METSÄHAKE

Oksat, latvukset ja raivausrungot ovat hakkuutähdettä, joka pilkotaan yleensä hakkeeksi ja käytetään energiantuotantoon



Merkittäviä säästöjä laatua mittaamalla

UPM on todennut, että sen hankkima metsäbiomassa voi tuottaa jopa 30 prosenttia nykyistä enemmän energiaa, kun kehitetään laadun mittaamista sekä yhteistyötä hankintaketjun yrittäjien kanssa. BEST-ohjelmassa UPM muun muassa kehitti jatkuvatoimista laadunmittausta yhdessä Inrayn kanssa ja testasi sitä Kaipolan voimalaitoksella. Sittemmin menetelmä on otettu Kaipolassa vakiokäyttöön.



JANNE KOVANEN
toimitusjohtaja
Inray Oy



LAURI SIKANEN
ryhmäpäällikkö
Luonnonvarakeskus

Joskus tuoreenkin puun poltto kannattaa

Energiapuun on tapana antaa kuivua, vaikka tiedetään, että osa puun kuiva-aineesta häviää lahoamalla varastoitaessa. Entistä tarkempi tieto ohjaa biopolttolaitoksia myös tuoreen puun polttoon – ja merkittäviin säästöihin.

Perinteisessä tukki- ja kuitupuun hankinnassa on ollut jo pitkään selvää, että puuta, siis pääomaa, ei kannata seisottaa varastossa. Sen sijaan energiapuun, kuten metsähakkeen, hankinnassa on käytetty pitkiä varastointiaikoja, koska kuivempi puu tuottaa enemmän energiaa kuin kostea ja koska suuren kulutuksen aikaan tarvitaan enemmän puupolttoainetta kuin mitä suoralla hankinnalla voidaan toimittaa. Samaan aikaan on kuitenkin ymmärretty, että puuta häviää varastoinnin aikana lahoamalla. Mutta miten paljon? Onko määrä merkittävä? Näihin kysymyksiin haettiin vastauksia BEST-tutkimusohjelmassa.

Tutkijat vahvistivat vanhan totuuden, että puu kuivuu parhaiten keväällä, mutta huomasivat kesän jo tuovan ongelmia.

”Tehokkain kuivumisaika on kesällä ohi, ja lämpimässä puu alkaa lahota. Kun kuivuminen alkaa uudestaan seuraavana keväänä, tilanne on tuskin kokonaisuutena parempi, päinvastoin. Sen sijaan talvella hakatun puun kokonaisarvo lisääntyy, kun se pääsee kuivumaan kevään yli”, toteaa ryhmäpäällikkö Lauri Sikanen Luonnonvarakeskuksesta. Tutkimusten mukaan hakkuutähteiden kuiva-ainetappio voi nousta 1–3 prosenttiin kuukaudessa.

Tutkijat kokeilivat laskennallisesti, miten tietty voimalaitos toimisi, jos toukokuun alun ja syyskuun lopun välissä hake tulisi kattilaan tuoreena heti korjuun jälkeen. Määrä vastaa noin kolmasosaa vuoden kokonaisvolyyymistä.

”Laskelmiemme mukaan tällaisen fast-trackin käyttö säästäisi vuodessa parhaimmillaan 8–12 prosenttia raaka-ainekustannuksia”, Sikanen kertoo.

”Saimme lukuarvoja kuiva-ainetappiolle, jonka on tiedetty tapahtuvan, mutta tarkempaa tietoa ei ole ollut. Voimme keskustella tutkimustulosten pohjalta energiapuuta ostavien asiakkaittemme kanssa ja kehittää koko toimitusketjua yhdessä”, toteaa kehityspäällikkö Timo Saarentaus Metsä Groupista. Hän korostaa, että tuoreen energiapuun käyttö edellyttäisi muutoksia niin energiapuun käsittelyyn kuin sen polttamiseenkin.

”Nyt pystymme vertaamaan mahdollisten muutosten kustannuksia niillä saavutettaviin hyötyihin.”

Suurissa voimalaitoksissa käytetään jo nykyään suuria määriä energiapuuta, joka voi vaihdella hyvinkin paljon laadultaan ja koostumukseltaan. Niissä on opittu hallitsemaan siitä syntyvät riskit, kuten tulipesän likaantumisen ja kattilan syöpmisen.

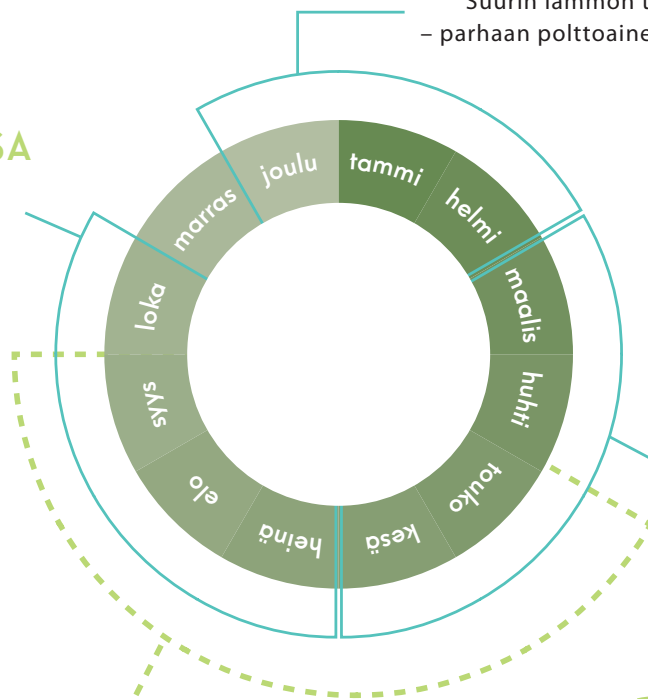


JOULU- HELMIKUUSSA

Suurin lämmön tarve
– parhaan polttoaineen tarve

HEINÄ- LOKAKUUSSA

Suurimmat
kuiva-ainetappiot



MAALIS- KESÄKUUSSA

Puun kuivuminen
tehokkainta

FAST TRACK

– hake tuoreena kattilaan

TOUKO- SYYSKUUSSA

KOSTEA PUU VAATII PALJON POLTTAJALTA

Saunan kiukaassa ja biopolttolaitoksen kattilassa pätevät periaatteessa samat lait. Kuiva puu palaa puhtaasti ja kuumana ja tuottaa palaessaan enemmän lämpöä ja vähemmän päästöjä kuin kostea puu. Saunan lämmittäjällä ei ole muita hyviä vaihtoehtoja kuin kuivan puun käyttö, mutta laadukkaalla kattilalla ja savukaasupesuriilla varustettu biopolttolaitos voi polttaa myös kosteaa, jopa märkää puuta. Hiukkaspäästöjen vähentämiseen tarkoitettu pesuri toimii myös hukkalämmön talteenottajana. Sen avulla kosteasta puusta vapautunut vesihöyry saadaan talteen lämpimänä vetenä.





Tehokas terminaalitoiminta lisää biomassan toimitusvarmuutta kannattavasti

Energiapuun toimitus terminaalien kautta edistää toimitusvarmuutta, mutta maksaa. Hyvin suunniteltuna ja automatisoituna terminaalihankintaketju voisi kuitenkin kannattaa parhaiten.

Biomassan toimitusvarmuus maksaa. Pääomaa sitoutuu energiapuuhun, joka odottaa metsätien varressa tai terminaalin avoimella kentällä. Välivarastoinnin aikana puun kuiva-ainetta häviää vähitellen lahoamalla.

BEST-tutkimusohjelmassa selvitettiin, miten puun käsittelyä ja varastointia voisi kehittää nykyistä kannattavammaksi ja lisätä samalla toimitusvarmuutta. Taustaksi tutkittiin suomalaisia käytäntöjä ja niihin liittyviä kustannuksia logistiikkaketjun eri vaiheissa.

Tutkimuksen mukaan 45 prosenttia energiapuusta kulkee Suomessa terminaalien kautta voimalaitoksiin. Terminaalit voivat olla pieniä välivarastoja tai suuria kenttiä kiinteine laitteineen, ja niiden kustannukset ovat 12–22 prosenttia polttoaineen keskimääräisestä laitoshinnasta terminaalin koosta riippuen.

”Terminaalikustannuksia voisi vähentää jopa 50 prosenttia tehostamalla toimintaa ja investoimalla kiinteisiin sähkötoimisiin puun hienonnuslaitteisiin. Ideaalitapauksessa reitti terminaalin kautta voisi olla jopa edullisempi kuin suoraan metsästä voima-

laitukseen”, sanoo erikoistutkija *Jyrki Raitila* VTT:ltä. Hänen mukaansa energiapuun murskaamista ja hakettamista voitaisiin siirtää yhä enemmän metsistä terminaaleihin ja samalla automatisoida.

Mekaanisen käsittelyn ohella terminaali tarjoaa mahdollisuuden energiapuun kuivaamiseen esimerkiksi ylijäämälämmöllä ja joissain tilanteissa jopa -sähköllä.

”Kuiva puu säilyy paremmin kuin kostea, jolloin myös puun energiasisältö säilyy paremmin”, toteaa tutkija *Samuli Rinne* Aalto-yliopistosta. Hän pitää joka tapauksessa tärkeänä, että varastoitavan energiapuun määrä optimoidaan tarkkaan.

”Kannattaa pyrkiä melko nopeaan toimitusketjuun, ja siihen päästäänkin, jos logistiikan hallinta on kaikilta osin kunnossa. Kesällä ja syksyllä energiapuu pitäisi saada laitokselle nopeasti, jopa parissa viikossa, ennen kuin puun hajoamisprosessi alkaa. Talvella pelivaraa on enemmän. Hyvässä tapauksessa pidempi varastointi koskisi ehkä vain noin 20 prosenttia energiapuusta”, Rinne sanoo.

VARASTOINTIA VAI VAUHTIA?

Energiapuun varastot tarjoavat toimitusvarmuutta ja yleensä ainakin jossain määrin kuivunutta puuta, joka palaa kosteaa paremmin. Toisaalta, puuta häviää varastoinnin aikana lahoamalla. Varastointia kannattaa siis kehittää, mutta niin myös toimitusten nopeutta. Kesällä kannattaa polttaa jopa tuoretta puuta.



JYRKI RAITILA
erikoistutkija
VTT

VARMUUTTA AURINKO- JA TUULIENERGIAN TUEKSI

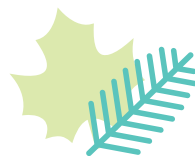
Bioenergia tukee tulevaisuuden energiajärjestelmää ennen kaikkea siksi, että biomasaa voidaan varastoida tavallisesti pienemmin häviöin ja edullisemmin kuin lämpöä tai varsinkin sähköä. Näin bioenergiaa voidaan tuottaa tarpeen mukaan säästä riippumatta. Bioenergian kestävyttä ajatellen puupinojen ja hakekasojen varastointi- ja kuljetusaikataulut on kuitenkin optimoitava.





OLLI-JUSSI KORPINEN
projektitutkija
Lappeenrannan
teknillinen yliopisto

Simulointityökalulla tehoa ja joustoa biomassan logistiikkaan



Energiantuottajan tavoitteena on saada haluamaansa biomassaa pihaan juuri oikealla hetkellä. Tässä auttaa uusi logistiikan simulointityökalu.

Biomassan hankintalogistiikka vaikuttaa merkittävästi bioenergian kannattavuuteen. Logistiikkaa on kuitenkin tapana suunnitella biomassan keskimääräisten määrien ja hintojen avulla, eikä lopputulos ole paras mahdollinen. Siksi BEST-tutkimusohjelmassa suunnitteluun liitettiin ajallinen ulottuvuus, siis otettiin huomioon määrien ja hintojen vaihtelu.

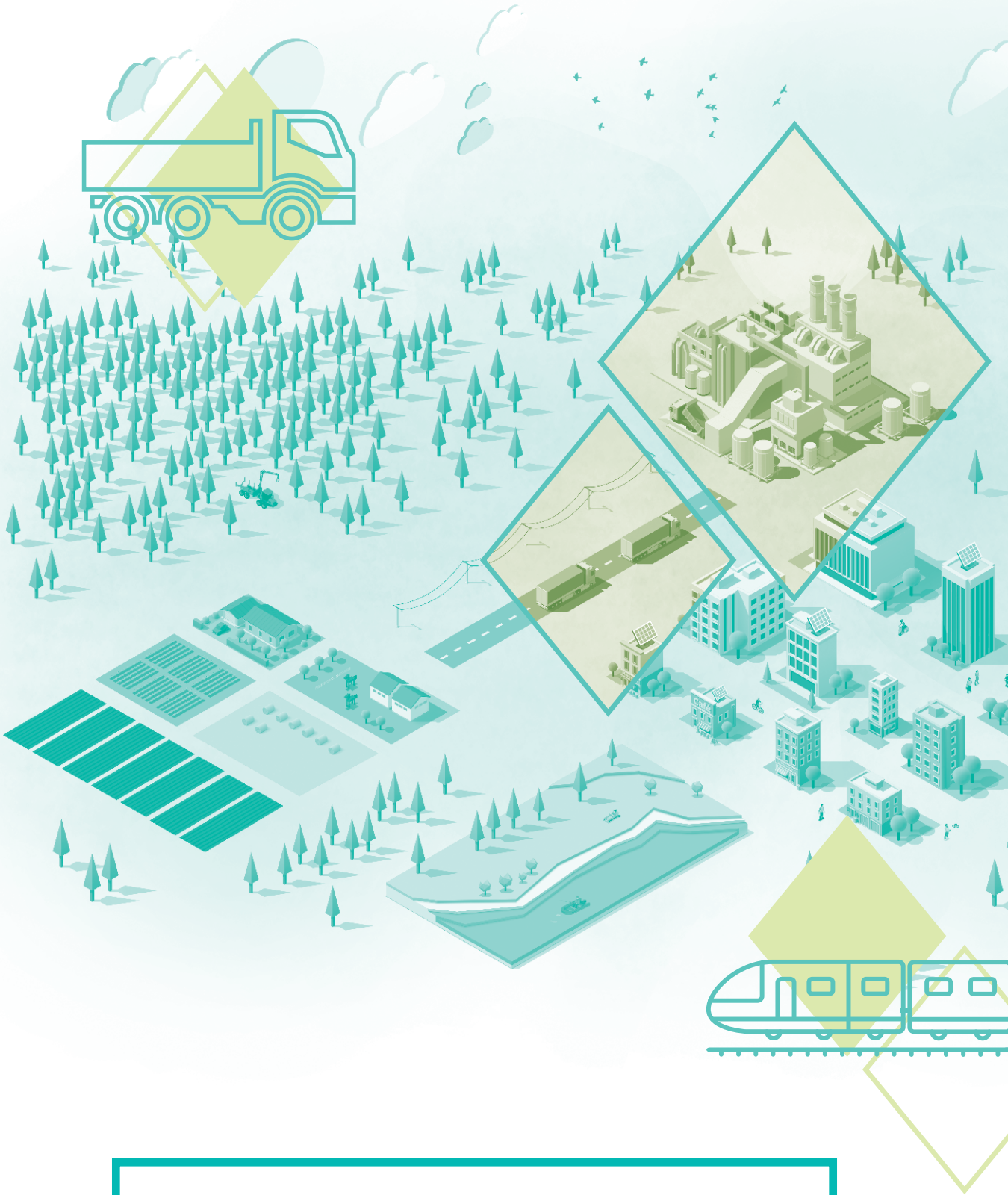
”Teimme staattisten analyysien sijaan simulointityökaluja. Niiden avulla voimme ottaa huomioon esimerkiksi sen, miten paljon biomassan kysyntä ja tarjonta vaihtelevat vuoden aikana”, kertoo projektitutkija *Olli-Jussi Korpinen* Lappeenrannan teknillisestä yliopistosta. Simuloimalla voidaan arvioida muun muassa terminaalien eli välivarastojen tarvetta.

”Staattisen analyysin perusteella edullisin ratkaisu olisi aina se, jossa ei ole terminaalia, kun taas simuloimalla paljastuu tarve tasapainottaa tarjonnan vaihtelua ajallisesti.”

Kun Helen Oy tarkasteli uuden lämpökeskuksen mahdollisuutta Helsingin Vuosaarissa, kiinnostavaksi kysymykseksi nousi muun muassa se, miten biomassaa kuljettavat rekat liikkuvat laitoksen pihassa.

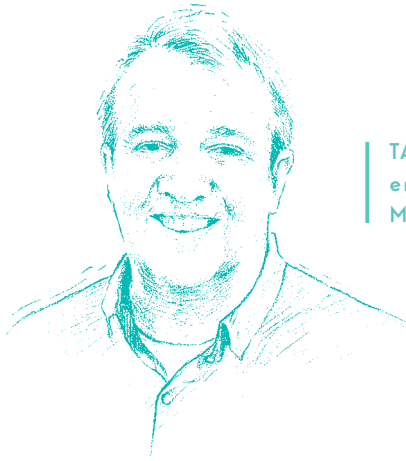
”Luulimme, että pullonkaulaksi tulisi autojen punnitus, mutta simulointityökalu osoitti lastin purkamiseen”, kertoo projektipäällikkö *Tea Erätuuli* Heleniltä. Hän pystyi kollegoineen seuraamaan kartalla vilkkuvia rekkvoja ja ohjaamaan suunnitelmia tehokkaaseen ja joustavaan suuntaan. Hän uskoo, että simulointi auttaa myös muita tulevien laitosten suunnittelussa.

”Kaiken kaikkiaan on ollut antoisaa, että energia- ja metsäteollisuuden tutkimuslaitokset ja yritykset ovat tehneet yhteistyötä. Mukana on ollut suurten ohella kiinnostavia pikkufirmoja, joilla on paljon osaamista. Olemme saaneet monenlaisia näkökulmia bioenergiaan.”



Simulointityökaluja eri biomassamarkkinoille

BEST-ohjelmassa kehitettyjä logistiikan simulointityökaluja kokeiltiin valituille biomassoille rajatuilla alueilla, koska nykytilan mallintaminen esimerkiksi koko Suomessa koettelisi jo laskentakapasiteetin rajoja eikä toisi vastaavaa hyötyä. Työkalua ehdittiin kokeilla tutkimusohjelman aikana Suomessa metsäbiomassaan ja Puolassa peltobiomassaan. Mallinnusta voi hyödyntää, kulkipa biomassa sitten autolla, junalla tai laivalla.



TAPANI RÄSÄNEN
erikoistutkija
Metsäteho Oy

Läpinäkyvä toimitusketju tehostaa biomassan käyttöä

Bioenergian kannattavuus perustuu pitkälti biomassan laatuun ja saatavuuteen. Molempiin voi vaikuttaa toimitusketjun yhteistyötä ja yhteistä tietojärjestelmää kehittämällä.

Suomessa suurten metsäyritysten tietojärjestelmät tukevat ansiokkaasti tukki- ja kuitupuun logistiikkaa ja käyttävät toimitusten ohjauksessa tietoa myös energiapuun korjuusta, kuljetuksesta ja haketuksesta. Tarjolla ei ole kuitenkaan voimallaitoksia kiinnostavaa tietoa esimerkiksi metsäbiomassan kosteudesta ja varastoinnista, eivätkä biomassan toimittajat saa puolestaan riittävästi palautetta polttoaineen laadusta sitä käyttäviltä laitoksilta.

BEST-tutkimusohjelmassa luotiin perusta uudelle, yhteiselle tietojärjestelmälle, joka ohjaa biomassan logistiikkaa.

”Kuvasimme toimintamallin ja määrittelimme siihen liittyvät laskentatarpeet”, kertoo erikoistutkija *Tapio Räsänen* Metsäteho Oy:stä, joka on metsäteollisuusorganisaatioiden omistama tutkimus- ja kehitys-yhtiö. Tietoa kerättiin BEST-ohjelman eri osa-alueilta. Mukana on muun muassa malli, jolla voidaan arvioida biomassaaerän kosteutta ja energiasisältöä, kun tunnetaan puutavaralaji, korjuuajankohta, varastointiaika sekä ajanjakson sää.

”Tietoa voidaan käyttää hyväksi biomassan kuljetusten ja varastoinnin suunnittelussa. On myös tärkeää, että energialaitokset pääsevät kiinni järjestelmään ja saavat tietää, minkä tyyppisiä eriä on tarjolla”, Räsänen sanoo.

Parhaimmillaan toimintamalli poikii BEST-ohjelman jälkeen kaikkia osapuolia hyödyntävän toiminnanohjausjärjestelmän. Fortumin ulkoisista tutkimusyhteistyöverkostoista vastaava *Marja Englund* kutsuu tulevaisuuden järjestelmää avoimeksi virtuaaliterminaaliksi.

”Virtuaaliterminaali sisältää kaiken tiedon biomassan synnystä tuhkaan asti. Se mahdollistaa monipuolista liiketoimintaa esimerkiksi biomassan käsitelyyn toimitusketjussa”, Englund sanoo. Suomessa on selvää, että valtaosa biomassasta tulee metsistä, mutta Suomen ulkopuolella bioenergian tuotannon ja koko biotalouden olennainen kysymys voi olla se, missä mitään biomassaa on kulloinkin tarjolla.

”Tämä on meillekin tärkeä tieto, jos haluamme tuottaa bioenergiaa kehittyvillä markkinoilla”, Englund toteaa.



"TIETOA VOIDAAN KÄYTTÄÄ HYVÄKSI

BIOMASSAN KULJETUSTEN



JA VARASTOINNIN SUUNNITTELUSSA."





SIRPA LAITILA
vanhempi tutkija
Työterveyslaitos

Tieto riskeistä edistää biomassan turvallista käsittelyä

Pitkäaikainen altistus puupohjaiselle biomassalle sisältää terveysriskejä. Niiltä on kuitenkin helppo suojautua, kun ne tunnetaan.

Metsäbiomassan käsittely voi vaikuttaa varsin harmittomalta. Haketettu hakkuutähde käyttäytyy kuitenkin hyvin eri tavoin kuin katetussa varastossa kuivuneet klapit. Kosteana muhinut hakekasa lahoaa ja homehtuu hyvää vauhtia. Kun hakekuorma puretaan kuorma-autosta energialaitoksen siiloon, siitä pöllähtää pölypilvi, joka sisältää puupölyn ohella monenlaisia mikrobeja.

”Jos pöly kulkeutuu työntekijän hengityselimiin, se voi aiheuttaa hengityselinsairauksia. Mikrobin hajottaessa puuta syntyy myös kaasuja, kuten häkää ja rikkivetyä, jotka nekin ärsyttävät hengitysteitä. Yleensä astman tai homepölykeuhkon kehittyminen vie kuitenkin vuosikautia, ja siksi sairautta on vaikea enää yhdistää altistumiseen työssä”, kertoo vanhempi tutkija Sirpa Laitinen Työterveyslaitokselta. BEST-tutkimusohjelmassa haluttiin selvittää biomassan käsittelyn riskit ja nostaa ne esille energialaitoksissa ja varastoissa, joissa biomassaa käsitellään.

Tutkijat perehtyivät biomassan ominaisuuksiin ja käsittelyyn erilaisissa energialaitoksissa ja jakoivat tietoa hyvistä toimintamalleista biomassaa kuljettaviin, varastoihin ja käyttäviin yrityksiin. Laitisen mukaan hyvinkin pienillä muutoksilla voi olla merkittävä vaikutus työturvallisuuteen. Joissakin laitoksissa on jo tapana, että kuorman kuljettaja ohjaa lastin purkua seinän takaa ja ottaa vaadittavat näytteet valvontaluukun kautta tai näytteenotto on automatisoitu.

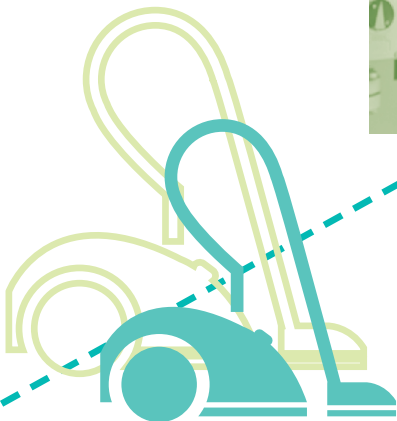
”Tutkimus on selkeyttänyt tilannetta. Biomassan riskejä ei ole aiemmin tässä mittakaavassa tunnistettu. Nyt tunnemme sekä riskit että suojauskeinot”, sanoo kehitysjohtaja Pekka T. Rajala Stora Enso Metsästä. Metsäbiomassan toimittajana yhtiö on välittänyt käsittelyohjeet niin hakekuormien kuljettajille kuin vastaanottajillekin.

”Oman henkilöstömme olemme ohjeistaneet käyttämään aina suojaimia käsitellessään biomassaa”, Rajala kertoo.



Biomassan turvallinen käsittely

- Lastin purun ja näytteenoton ohjaus valvomosta
- Ilmanvaihto tehokkaaksi biomassan vastaanottoasemilla, varastoissa, laboratorioissa, valvomoissa sekä työkoneiden ohjaamoissa
- Hengityssuojaimet biomassapölyssä työskenteleville
- Paineilmalaitteet pois purkupaikoilta – tilalle imurit ja lapiot
- Suojaritilät purkuaukkojen päälle tai kaiteet reunoille
- Käsineet käteen ja käsihygieniä kuntoon
- Hälyttävät kaasumittarit käyttöön biomassojen suljetuissa varastotiloissa





Uudet työkalut auttavat arvioimaan bioenergian sosiaalista kestävyyttä

Energiantuotannon kestävyyttä on tapana arvioida taloutta ja ympäristöä painottaen. Uudet arviointityökalut pureutuvat yhä paremmin myös sosiaalisiin vaikutuksiin.

Yritykset vaikuttavat sidosryhmiinsä sosiaalisesti, halusivat tai eivät. Jotta vaikutus olisi myönteinen, yritysten on tunnistettava, mihin kaikkeen niiden toiminta vaikuttaa ja mikä kokonaisuudessa on olennaista.

”Energiantuottaja voi punnita, miten esimerkiksi paikallisen raaka-aineen ostaminen vaikuttaa alueen työllisyyteen ja miten yhtiön asiakkaat suhtautuvat siihen”, sanoo professori *Eva Pongrácz* Oulun yliopistosta.

BEST-tutkimusohjelmassa tunnistettiin bioenergia-alan kriittisiä sosiaalisia vaikutuksia ja niihin kohdistuvia minimivaatimuksia sekä niitä mittaavia indikaattoreja. Samalla selvitettiin, miten ja milloin sosiaalisen kestävyyteen liittyviä riskejä kannattaa käsitellä. Tärkeäksi työkaluksi osoittautui yrityksissä yleistynyt olennaisuusarvio, jota voi käyttää kestävyysstrategian ja yritysraportoinnin pohjana.

”Kun selvitetään ajoissa, mikä on olennaista kyseisen yrityksen sidosryhmille, asioihin voidaan vaikuttaa jo toimintaa suunniteltaessa”, Pongrácz toteaa. Tutkimusohjelmassa sovellettiin myös sosiaalisten riskien päätöksentekokaaviota, joka voi auttaa riskien ennakoinnissa ja niihin varautumisessa.

Maailman johtava uusiutuvan dieselin tuottaja Neste otti BEST-ohjelmassa kehitetyn olennaisuusarviotyökalun käyttöön niin sosiaalisena kuin ekologiseenkin arviointiin. Lisäksi, Neste hyödynsi tutkimuslaitosten asiantuntemusta hankkeessa, jossa se kehitti uusiutuvan dieselin raaka-aineena käytettävän palmuöljyn toimitusketjua.

Ekologinen vastuu ohjaa Nestettä käyttämään vain sertifioitua raakapalmuöljyä ja tukemaan siten sademetsien säilyttämistä. Sosiaalinen vastuu puolestaan ohjaa Nestettä tukemaan pienviljelijöitä, joiden asema on varsin heikko Malesiassa ja Indonesiassa. Hankkeen alussa pienviljelijöiden toiminta ei kuitenkaan ollut sertifioitua.

”Meille olisi ollut helpointa ostaa vain suurilta, sertifoiduilta tuottajilta, mutta päätimme sen sijaan auttaa pienviljelijöitä ja heidän osuuskuntiaan kehittymään kohti sertifointia”, kertoo kestävä kehityksen asiantuntija *Sari Kuusisto* Nesteeltä. Neste järjesti pienviljelijöille koulutusta, joka johti sertifiointiin ohella tuottavuuden kasvuun.

Vuonna 2015 Neste osti sertifioitua palmuöljyä jo 53 000 indonesialaiselta pienviljelijältä, jotka toimivat osuuskuntien kautta.



SARI KUUSISTO
kestävän kehityksen
asiantuntija
Neste



YRITYSTEN ON TUNNISTETTAVA,

MIHIN KAIKKEEN NIIDEN TOIMINTA VAIKUTTAA

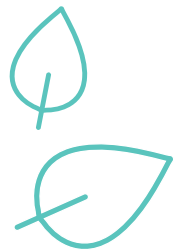


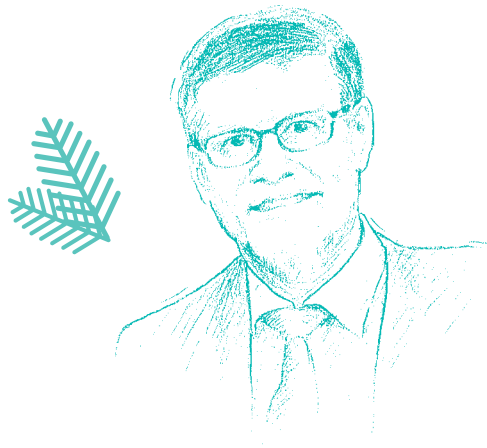
JA MIKÄ KOKONAISUUDESSA ON OLENNAINEN.

KIELTEISEN MINIMOINNISTA MYÖNTEISEN MAKSIMOINTIIN

Kun teollisuusyritys arvioi toimintansa ekologista kestävyyttä, huomio kohdistuu tavallisesti siihen, miten yritys voisi toimia vahingoittamatta ympäristöä hankinnoillaan, tuotannollaan tai tuotteillaan. Sama ajatusmalli toimii monesti sosiaalisenkin kestävyyden kohdalla.

”Tavoitteena on siis välttää oman toiminnan kielteiset vaikutukset. Kuitenkin silloin, kun pohditaan sosiaalisia vaikutuksia, on helppo löytää myös kehityskohteita, jotka tuottavat pienin teoin suuria myönteisiä vaikutuksia”, Eva Pongrácz sanoo.





PAAVO PELKONEN
professori
Itä-Suomen yliopisto

Uudet tutkimusmenetelmät tukevat bioenergian vientiä

Bioenergian tuotanto sopii vientituotteeksi, mutta konseptia ei voi monistaa, koska biomassan toimitusketju on paikallinen. Monistaa voi kuitenkin tavan, jolla kartutetaan paikallistuntemusta sekä rakennetaan ja hallitaan toimitusketjua.

Kestävä bioenergian tuotanto edellyttää, että laitos saa laadukasta biomassaa luotettavasti sekä paikallista väestöä ja ympäristöä kunnioittaen. Tämän vuoksi bioenergian tuotantoa on aina pohjustettava tutkimalla biomassan hankintaa kohdealueella. Toimitusketjun tutkimisesta käynnistyi myös BEST-tutkimusohjelman hanke, jossa selvitettiin, miten suomalainen biopolttolaitos asettuisi Intiaan.

”Etsimme maatalous-, metsä- ja yhdyskuntabio-massaa biovoimalaitoksen käyttöön”, tiivistää professori *Paavo Pelkonen* Itä-Suomen yliopistosta.

Tutkimusryhmä selvitti paikallisten kumppaneitensa avulla kolmen osavaltion alueella, missä biomassaa kasvaa, kuka sen omistaa ja miten sen käyttöä on säännelty. Huomioon oli otettava myös sadon vuosittainen vaihtelu sekä varapoltoaineen saatavuus.

”Täydensimme tilastotietoja omin maastomittauksin ja satelliittikuvauksin”, Pelkonen kertoo.

Kohdealueilla tuli selväksi, että valtio omistaa metsät eikä juurikaan hyödynnä metsävaroja. Lajittelun puuttuessa myös kaatopaikoille päätyvä biojäte osoittautui vaikeasti hyödynnettäväksi. Merkittävimmäksi biomassan lähteeksi nousivat viljelykasvien kuten kookospalmujen lehdet. Kyselytutkimukset kuitenkin paljastivat, että viljelijät eivät olleet erityisen innostuneita korjuu- ja kuljetusvälineiden hankinnasta, joka olisi edellytys luotettavalle toimitusketjulle.

Tutkimusohjelmassa kehitettiin myös mobiiliso-vellus, jonka avulla viljelijät voivat jakaa tietoa biomassan saatavuudesta. Intialaiset viljelijät testasivat sovelluksen pilottiversiota.

”Uskon, että sovellus auttaa hallitsemaan biomassan toimitusketjuja tulevaisuudessa”, Pelkonen sanoo. Hän pitää tutkimuksen tärkeimpänä antina siinä kehitettyjä tutkimusmenetelmiä, joiden avulla biomassan toimitusketjua voidaan tarkastella myös muissa maissa. Tutkijat ehtivät käyttää uusia menetelmiä BEST-ohjelman aikana myös Puolassa.

”Haastavin asia on moninaisuuden hallinta.”

Kansainvälinen tutkijaverkosto mahdollisti tutkimuksen

Kun Intia valikoitui BEST-ohjelman tutkimuskohteeksi, oli alusta alkaen selvää, että Itä-Suomen yliopisto virittää intialaisen kumppaniverkostonsa ohjelman käyttöön. Paikalliset viranomaiset ja tutkijat ohjasivat suomalaistutkijoita tietolähteiden äärelle ja keräsivät myös 40 haastattelijan joukon, joka teki kyselytutkimuksen maaseudulla. Verkosto sai alkunsa vuonna 2010, jolloin Itä-Suomen yliopisto tarjosi ensimmäistä kertaa metsätalouden täydennyskoulutusta Intian metsähallituksen virkamiehille. Sittenkin Joensuussa on pyörähtänyt jo kolmisen sataa virkamiestä eri puolilta Intiaa. Koulutusyhteistyötä koordinoi Intiassa kestävä kehitys tutkiva TERI-instituutti, jonka panos mahdollisti myös BEST-ohjelman tutkimukset Intiassa. "Emmehän me olisi päässeet edes kaatopaikalle biojätettä tutkimaan ilman paikallista apua", naurahtaa professori Paavo Pelkonen.

Bioenergian tuotanto sopii vientituotteeksi

Kun BEST-tutkimusohjelma alkoi vuonna 2013, Fortum tähyili samanaikaisesti kansainvälisille bioenergiamarkkinoille.

"Mietimme erilaisia kestäviä energiantuotantokonsepteja, jotka sopivat kasvaville markkinoille", kertoo ulkoisista tutkimusyhteistyöverkostoista vastaava Marja Englund Fortumilta. Intiaan suuntautunut tutkimus auttoi Fortumia punnitsemaan biomassan tarjontaa alueella ja luopumaan suuren riskin investoinnista.

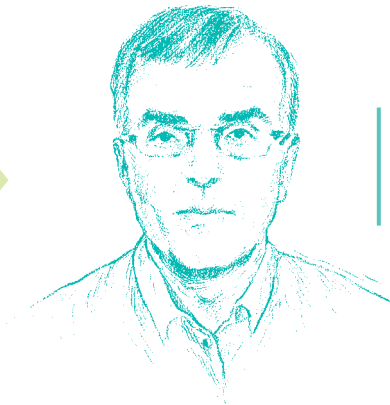
"On tärkeää selvittää eri maissa, miten erityyppiset biomassat soveltuvat energiantuotantoon. Tulevaisuudessa meidän on joka tapauksessa otettava huomioon kaikki raaka-ainevirrat yhä tarkemmin", Englund huomauttaa.

Intiaa koskevaan tutkimukseen osallistui myös Valmet, joka myy kattiloita energiantuottajille ympäri maailmaa. Valmetille alue on tuttu ennen kaikkea hiilivoimalaitosten kautta. Uusiutuvan energiantuotannon merkitys on kuitenkin kasvamassa Aasian ja Tyynenmeren alueella.

"Meitä kiinnosti erityisesti se, miten maatalousperäiset polttoaineet käyttäytyvät kattilassa. Kattilan suunnitteluhan lähtee aina polttoaineesta", sanoo tuotehallintapäällikkö Asko Rantee Valmetilta.

Valmet tutki EFB:tä eli öljypalmun terttuja, joista hedelmät on irrotettu öljyntuotantoon, sekä hedelmän siemenkuoria. Nämä pelletteinä kaupattavat polttoaineet ovat energiasisällöltään hyviä, mutta vahvasti alkalipitoisina ne likaavat kattilaa ja liimaavat leijupolton petimateriaalina käytettävää hiekkää paakuiksi. Niissä on myös runsaasti klooria, joka aiheuttaa korroosion riskin.

"Korkealaatuista EFB:tä voi polttaa pieninä pitoisuuksina hiilikattilassa, mutta jos sen osuutta halutaan merkittävästi nostaa, se on otettava huomioon kattilan suunnittelussa", Rantee sanoo. Hän pitää tärkeänä, että tutkimusohjelma tarjosi uusia näkökulmia myös toimitusketjuihin, jotka vaikuttavat biomassan kaupalliseen saatavuuteen.



JUKKA RINTALA
professori
Tampereen teknillinen
yliopisto

Biokaasua ja lannoitetta oman kylän voimin

Jätevesiä pumpataan ja biojätettä ajetaan kaupungin halki, vaikka asuinalue voisi saada niistä energiaa ja lannoitetta paikallisesti. Miten hajautettu biokaasun tuotanto voisi toimia?

Bioroskiksen ja vessanpöntön kiinteä sisältö on oivallista raaka-ainetta biokaasun tuotantoon. Se vapauttaa biokaasua mädäntyessään eli hajotessaan hapettomissa oloissa. Jäljelle jää ravinteikas jäännös, joka sopii lannoitteeksi. Periaatteessa asuinalue voisi hyödyntää omat jätteensä energianlähteenä ja lannoitteena. Käytännössä biojäte kuitenkin kuljetetaan kotikeittiöistä biojätteen käsittelylaitokselle mädätettäväksi tai kompostoitavaksi, ja vessajäte laimennetaan huuhtelu- ja pesuvesillä ja pumpataan jätevedenpuhdistuslaitokselle.

”Energiaa kuluu jäteveden kuljettamiseen ja pumppaamiseen sekä käsittelyyn, jotta vesi voidaan johtaa vesistöön”, toteaa professori *Jukka Rintala* Tampereen teknillisestä yliopistosta. BEST-tutkimusohjelmassa selvitettiin, mitä asuinalueella voisi tehdä toisin, jos kiertotalous huomioitaisiin jo alueen suunnitteluvaiheessa.

Tutkijat valikoivat kohteeksi kuvitteellisen 10 000 asukkaan alueen. Laskelmien mukaan kohteen asukkaat saisivat katettua itse tuottamallaan biokaasulla noin kaksi prosenttia sähkön ja lämmön kulutuksestaan, kun kulutus sekä biojätteen ja vessajätteen määrät arvioidaan nykytason mukaisiksi. Paikallinen tuotanto tarjoaisi biokaasut esimer-

kiksi alueen jokaisen talouden kaasuhellaa tai 140 auton ainoaksi polttoaineeksi. Mukaan otettiin myös vaihtoehtoisia visioita, joissa muun muassa kaupunkiviljely ja pienpanimo lisäävät raaka-aineen määrää ja tuplaavat biokaasutuotannon.

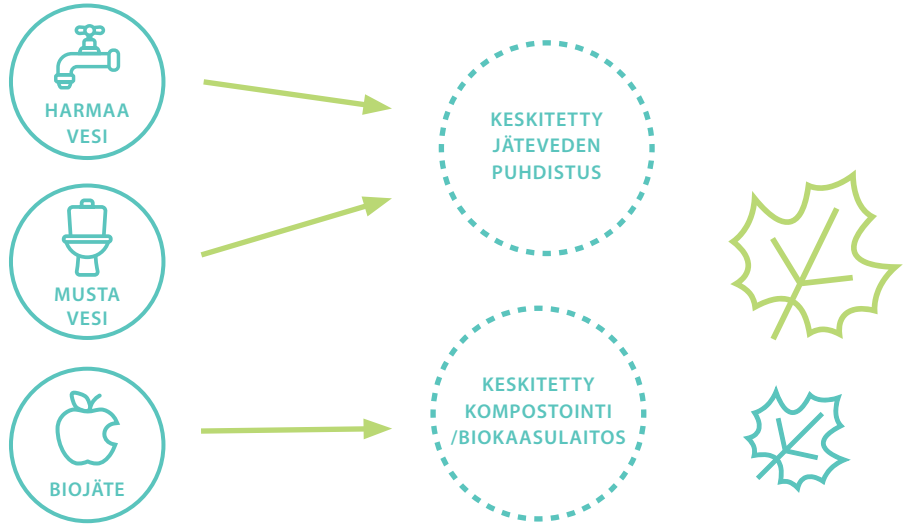
”On myös todennäköistä, että tulevaisuuden jakamistalous ja kiertotalous laskevat energiankulutusta monin eri tavoin ja että uusiutuvien energiamuotojen yhdistäminen biokaasuratkaisuihin eli niin sanottu hybridiratkaisut yleistyvät. Silloin alueellinen kiertotalous ja sen osana oma biokaasun tuotanto nousee merkittävään asemaan”, Rintala sanoo.

Tutkijat selvittivät myös hajautetun biokaasun tuotannon haasteita. Teknisistä haasteista selkein on suurehko vesimäärä, johon energia- ja ravinnerikkaat vessajätteet verkostossa laimentuvat. Muut haasteet liittyvät pitkälti infrastruktuurin suunnitteluun, ennen kaikkea siihen, että vastuu vedestä, jätteistä, energiasta ja alueiden suunnittelusta on kaupungeissa hajallaan. Siksi tutkijat haastattelivat joukon eri alojen asiantuntijoita Tampereen kaupungista.

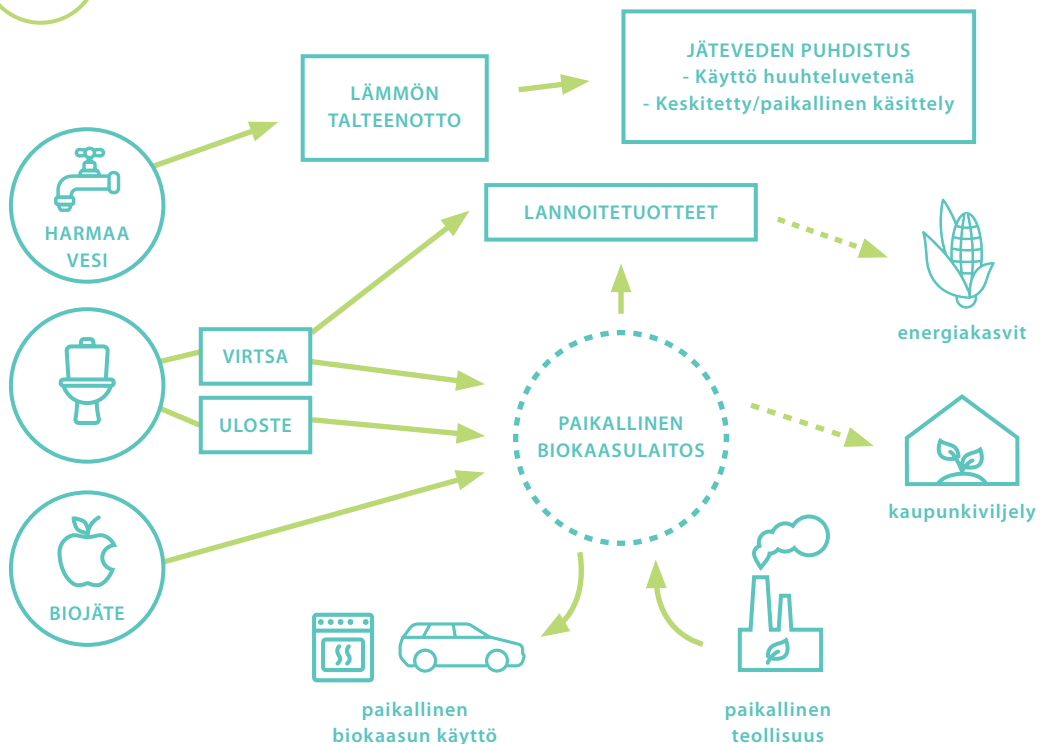
”Keräsimme yhteen kaikki asiat, joita alueellisen biokaasujärjestelmän kehittäminen vaatisi.”

Hajautettu biokaasun ja lannoitteen tuotanto edellyttää, että pesuvesi eli harmaa vesi erotetaan vessavedestä. Lisäksi, vessajätettä ei voi huuhdella nykyiseen tapaan 3–6 litran vesimäärillä, vaan tarvitaan kuiva- tai alipaine-WC:itä. On myös olennaista erottaa kiinteä uloste parhaasta tyypilähteestä, virtsasta.

A



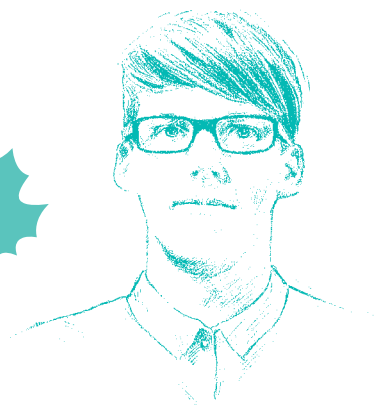
B



Katsaus tulevaisuuteen

”Kiertotalous etenee pikkuhiljaa, ja hajautettu biokaasun tuotanto on kiertotaloutta parhaimmillaan. Olemme kiinnostuneita, millainen energia- ja ravinnepotentiaali hajautetussa tuotannossa on, ja miten se olisi hyödynnettävissä. On myös tärkeää ymmärtää kaupunkisuunnittelun ja lainsäädännön merkitys. Siksi osallistuiimme BEST-tutkimusohjelmaan.”

– teknologiajohtaja Mari Tuomaala, Gasum Oy



LAURI KUJANPÄÄ
tutkija
VTT

Tulevaisuuskuvia elinvoimaisista bioenergiakonsepteista

Kannattava bioenergiakonsepti ottaa huomioon myös biomassan muut käyttökohteet. Parhaimmillaan biomassan jalostus ja energiakäyttö tukevat toisiaan.

Biotalouden vahvistuessa bioenergian tuotanto asettuu uuteen valoon. Metsähake on edelleen hyvä polttoaine ja liikennepolttoaineen raaka-aine, mutta sitä pyritään jalostamaan myös muiksi tuotteiksi entistä monipuolisemmin. Sama koskee pelto-biomassaa ja jopa yhdyskuntajätettä. Olennainen kysymys on, miten energiakäyttö ja jalostaminen voisivat tukea toisiaan ja muodostaa taloudellisesti ja ekologisesti kestävä kokonaisuuden. BEST-tutkimusohjelma lähestyi kysymystä määrittelemällä bioenergiaan liittyviä liiketoimintakonsepteja ja tutkimalla niiden elinvoimaa tulevaisuuden biotaloudessa.

Tuotteita ja energiaa jätteistä

Tutkijat laativat kolme bioenergiakonseptia ja peilaivat niitä eurooppalaiseen viitekehyykseen, jossa EU pyrkii edistämään kiertotaloutta ja bioenergian kestävä tuotantoa ja määrittelee maankäyttö- ja metsätaloussektorin aseman. Konseptien kannattavuutta selvittäessään tutkijat huomioivat muun muassa vaikutukset kansantalouteen, alkaen kotimaisista raaka-aineista ja teknologiasta. He punnitsivat myös raaka-aineisiin ja tuotteisiin kohdistuvaa kilpailua sekä menetelmien joustavuutta raaka-aineiden ja tuotteiden suhteen.

Konseptit, jotka hyödyntävät jätteitä entistä paremmin, pärjäivät odotetusti hyvin tulevaisuuden toimintaympäristössä. Erittäin lupaavalta vaikutti konsepti, jossa ruuantuotannon jätteitä ja kaupunkien yhdyskuntajätteitä käsitellään biokemikaaleiksi joko mädättämällä tai fermentoimalla eli käyttämällä, ja sivutuotteena syntyy energiatuotteita, kuten biokaasua.

”Esimerkiksi jätevesilietettä mädättämällä voidaan tuottaa energiatuotteita sekä haihtuvia rasvahappoja, jotka ovat teollisuuskemikaaleja”, kertoo tutkija Lauri Kujanpää VTT:ltä.

EU linjaa metsien käyttöä

Metsä- ja peltobiomassaa hyödyntävä konsepti pärjäsi tarkastelussa hyvin, kun oletettiin, että raaka-aineet ovat muun hyötykäytön sivuvirtoja. Konseptissa biomassaa kaasutetaan, ja synteetikaasua fermentoidaan nestemäisiksi biopolttoaineiksi.

”Selkeää konseptissa on se, että biopolttoaineille on jo määritelty kestävyyskriteerit. On kuitenkin vielä mahdotonta sanoa, miten energiapuun saatavuus muuttuu EU-linjausten myötä. Toisaalta, konseptin etuna on se, että raaka-aineena voidaan käyttää olkia tai jopa muovijätettä”, Kujanpää sanoo.



Metsävarojen järkevä käyttö oli ydinkysymys, kun tutkijat tarkastelivat kolmatta konseptia, metsäteollisuuden kokonaisuutta, jossa tuotetaan perinteisen sellun ja energian ohella biokemikaaleja ja neste-mäisiä biopolttoaineita.

”Biotuotteita ja energiaa yhdessä tuottava biojalostamo voi tarjota parhaimmillaan korkeinta lisäarvoa ja tehokkainta hyötykäyttöä raaka-aineelle.”

Biojalostamot käyntiin

”Selvää on ainakin se, että biomassassa on rajallinen resurssi, josta on otettava arvokkaita komponentteja hyötykäyttöön ennen polttamista”, summaa teknologiapäällikkö *Risto Sormunen* Fortum Power and Heat Oy:stä. Hän odottaa, että nykyiset sähköä ja lämpöä tuottavat polttolaitokset voivat saada kylkeensä biojalostamoita, jotka tuottavat liikenteen polttoaineita ja kemianteollisuuden raaka-aineita.

”Selvitimme tutkimusohjelmassa, mikä on lähitulevaisuudessa mahdollista, ja saimme aiempaa parempaa ymmärrystä eri vaihtoehtojen kustannusrakenteesta ja kilpailuasemasta. Tutkimuksen pohjalta voimme jatkaa sellaisten vaihtoehtojen kehittämistä, joilla on tekniset toimintaedellytykset. Esimerkiksi erilaisten biomassojen kaasutus on yksi keskeisistä kehityskohteista.”



VIITEKEHYS – EU:N LINJAUKSIA BIOENERGIAN KESTÄVYYDESTÄ

Liikenteen biopolttoaineille on jo käytössä kestävyyskriteerit, ja on odotettavissa, että kriteerien käyttö laajenee EU:ssa muihin biotuotteisiin. Biotalouden kehitystä ohjaa myös EU-tasoinen kiertotalousstrategia. Sen mukaisesti biomassan kaskadikäyttöä on lisättävä eli biomassaa on hyödynnettävä yhä monipuolisemmin ennen kuin se voidaan käyttää energiana. Kestävyteen pureutuvat myös EU:n säännöt, jotka ohjaavat niin sanottua lulucf-sektoria eli maankäyttöä ja sen muutoksia sekä metsien käyttöä. EU:ssa on päätetty sisällyttää lulucf-sektori osaksi päästökaupan ulkopuolisten päästöjen vähennystavoitteita vuoteen 2030 tähtäävässä energia- ja ilmastopakettissa. Suomen kannalta olennainen avoin kysymys on, missä määrin metsien tehtävänä on osallistua hiilidioksidipäästöjen vähennyksiin hiilinieluna.



<http://bestfinalreport.fi>

KAISU LEPPÄNEN

BEST-ohjelman ohjelmapäällikkö

kaisu.leppanen@spinverse.com / +358 44 2884824

JATTA JUSSILA-SUOKAS

Teknologiajohtaja, CLEEN Oy / CLIC Innovation Oy (2008–2015)

PIA SAARI

Teknologiajohtaja, CLIC Innovation Oy (2016–)

pia.saari@clicinnovation.fi / +358 40 1949 932

MARJA ENGLUND

BEST-ohjelman ohjausryhmän puheenjohtaja, Fortum Oyj

marja.englund@fortum.com / +358 50 4533 811

MARKKU LESKELÄ

CTO, FIBIC Oy (2012–2015)

<http://bestfinalreport.fi>



Partner of
**CLEANTECH
FINLAND**