



↑ Polttoaineen kosteuden seurannassa voidaan käyttää varastokasoihin kylvettäviä kosteus- ja lämpötila-antureita.

Bioenergian laadun ja määrän hallinta

Energiapuun määrän ja laadun hallinta on noussut viime vuosina yhä keskeisempään asemaan niin hankintalogistiikan kuin voimalaitoksen ohjauksen näkökulmasta. Puunhankinnan tavoitteena on saada voimalaitokselle mahdollisimman laadukasta ja energiasisällöltään tunnettua raaka-ainetta oikeaan aikaan. Myös biojalostamoiden raaka-ainevaatimukset luovat uusia mittaustarpeita.

■ Timo Melkas

Terminaaleja eri tarpeisiin

VTT:n terminaalikonsepteissa tuotteen laadun ja bioterminaalit jaetaan

neljään eri luokkaan niiden toiminnallisuuden perusteella: siirtokuormaustermiinaaleihin, syöttötermiinaaleihin, satelliittitermiinaaleihin

ja jalostustermiinaaleihin. Kunkin luokan sisällä voi olla useita eri kokoluokkia toimijoiden tarpeista ja volyymeista riippuen.

Siirtokuormaustermiinaalit ja pienet bioterminaalit

Pienissä 0,1 terawattitunnin tai 50 000 kuutiometrin siirtokuormaustermiinaaleissa ja keskipuurissa 0,3 terawattitunnin tai 150 000 kuution syöttötermiinaaleissa ei ole vastaanottoa palvelevaa siltaavaa, vaan punnitus tehdään kuormain- tai kurottajavaaioilla. Terminaalissa olevan bioraaka-aineen kosteustiedot perustuvat kuivumismalleihin ja mahdollisesti varastokasoihin kylvettäviin langattomiin kosteus- ja lämpötila-antureihin. Haketus tai murs-

kaus tehdään mobiilihakkureilla tai -murskaimilla.

Hakkeen määrää ja laatua voidaan määrittää haketuksen yhteydessä suoraan kuljettimelle asennettavilla mittalaitteilla. Jos hakeetaan suoraan kuorma-autoon, voidaan mittaus tehdä hakkurin kuormaimen vaa'alla. Pyöräkuormaajan vaa'alla puolestaan voidaan mitata hakevarastosta polttoon kuljetettavaa hakemäärää.

Suuret bioterminaalit

Suurissa syöttö-, satelliitti- ja jalostusterminaalissa käsitellään vuosittain 0,7–1,0 terawatin edestä puuta, mikä vastaa 350 000–500 000 kuutiometriä. Kaikki vastaanotettava ja lähtevä materiaali punnitaan siltavaa'alla. Materiaalin kosteutta seurataan varastokasoissa olevien langattomien kosteus- ja lämpötila-antureiden sekä kuivumismallien avulla. Haketuksen ja murskauksen yhteydessä määritetään raaka-aineen kosteus ja vierasaineiden määrä jatkuva-toimisten online-mittalaitteiden avulla. Etenkin suurimmissa jalostusterminaalissa tämä mahdollistaa materiaalin lajittelun kosteuden perusteella ja erilaisten seosten tekemisen asiakkaan toiveiden mukaan.

Vierasaineiden seulonnan avulla on mahdollista parantaa esimerkiksi kantomurskeen laatua. Suurimmissa terminaalissa hakkurit ja murskaimet ovat kiinteitä, pienemmissä puolestaan käytetään mobiilihakkureita ja -murskaimia. Mikäli käytettävissä on hukkalämpöä, myös materiaalien kuivaaminen on mahdollista.

Määrä ratkaisee mittausmenetelmän

Mittauksen käytännön toteutuksen kannalta oleellista on terminaalien koko ja etenkin se, miten ja missä muodossa raaka-aine toimitetaan terminaaliiin ja terminaalista edelleen tuotantolaitokselle. Kulloisenkin mittausmenetelmän valinnassa tulee ottaa huomioon kyseisen terminaalien erityispiirteet ja vuotuinen bioenergiaraaka-aineen läpivirtaus.

Mittaus ja laadun seuranta kuormakohtaisesti

Keskeisenä tavoitteena on, että bioenergiaraaka-aineen mittaus ja laadun seuranta tehdään osana hankintalogistiikkaketjua ja mahdollisimman automaattisesti. Mittauksen ja laadun seurannan on oltava kuormakohtaista niin, että kuorman kosteutta ja energiasisällön kehittymistä on mahdollista seurata reaaliaikaisesti läpi koko hankintalogistiikkaketjun.



↑ Hakevirran punnitus ja tilavuuden mittaus voidaan tehdä suoraan kuljettimelle asennettavien mittalaitteiden. Metsätehoa ja sen osakkaiden sekä Measurepoliksen yhteistyönä tutkimuksessa kartoitettiin nykyiset bioenergiaraaka-aineen mittausmenetelmät ja -käytännöt sekä tulevaisuuden mittausarpeet niin bioterminaalissa kuin koko hankintalogistiikkaketjun eri vaiheissa.

Suomessa energiapuun mittaus on perinteisesti tehty osana hankintalogistiikkaketjua. Metsänomistajalle korvaus energiapuusta on maksettu joko tienvarressa tapahtuvan pinomittauksen tai haketuksen perusteella. Korvauksen määrittämiseen on käytetty kiinteitä kertoimia tai kuormainvaa'alla punnittuja kiloja, jotka on muunnettu kiintokuutioiksi Metsäntutkimuslaitoksen antamien muuntokertoimien avulla. Myös erilaisia leimikon pinta-alaan ja ainespuun hakkuukertymään perustuvia arviointimenetelmiä käytetään edelleen. Voimalaitoksilla on puolestaan käytössä toimittajakohtaiset vuorokausinäytteet, jotka analysoidaan laboratorioissa standardien mukaisesti ja joiden perusteella maksu toimittajalle määräytyy.

Bioenergiaraaka-aineen mittausarpeet

Keskeisin bioenergiaraaka-aineen jalostusarvoa kuvaava tunnus on energiasisältö, joka mitataan me-

gawattitunteina tai megajouleina kuutiometriä kohti. Jotta energiasisällön kehittymistä voidaan seurata ja hyödyntää hankintalogistiikkaketjun eri vaiheissa, on raaka-aineen kosteus pystyttävä mittaamaan tai arvioimaan luotettavasti läpi koko logistiikkaketjun. Tutkimuksessa tärkeimmiksi mitaustarpeiksi nousivatkin bioenergiaraaka-aineen massa, kosteus ja vierasaineet. Tärkeää on myös pyrkiä ennustamaan kuiva-ainetappioita ja varsinkin sitä, missä vaiheessa niitä syntyy. Biojalostamoissa taas palakoon ja kosteuden määrittäminen on prosessinohjauksen kannalta yksi keskeisimmistä mitaustarpeista.

Kohti reaaliaikaista tietoa

Mikäli raaka-aineen kosteuden ja energiasisällön kehittymistä on mahdollista seurata reaaliaikaisesti, paranee tuotantolaitokselle toimitettavan materiaalin laatu ja ennustettavuus oleellisesti. Jatkossa suurin haaste onkin luotet-

tavien kosteusmittausmenetelmien ja -mallien kehittäminen. Menetelmien on oltava reaaliaikaisia, automaattisia ja toimintavarmoja ympäri vuoden. Mittauserästä pitäisi pystyä ottamaan koko kuormaa edustava näyte nykyistä kattavammin ja tehokkaammin. Siten voitaisiin vähentää manuaalisesta näytteenotosta aiheutuvaa hajontaa. Vierasaineiden merkitys etenkin kantomurskeen ja kantojen osalta korostuu. Jos vierasaineiden määrä pystytään määrittämään esimerkiksi lämpölaitoksen vastaanotossa, se voidaan ottaa huomioon yhtenä laatutekijänä, kun raaka-ainetoimittajalle maksetaan kyseisestä mitauserästä. Tämä ohjaa automaattisesti toimintatapoja siihen suuntaan, että laitokselle toimitetun materiaalin laatu paranee ja tuhkan määrä polttolaitoksella vähenee.

Polttoaineen toimittajalle palautetta

Yksi keskeisimmistä tarpeista ja hankkeen tärkeimmistä tavoitteis-



↑ Kantojen esimurskaus voidaan tehdä mobiilmurskaimella ja suuremmissa terminaalissa kiinteällä murskalla.



Hakevaraston suuruutta voidaan seurata terminaalijärjestelmässä pyöräkuormaajan punnituslaitteiden avulla.



↑ Energiapuun kosteutta ennustetaan hankintalogistiikkaketjun eri vaiheissa erilaisten kuivumismallien ja ilmatieteen laitoksen tuottaman säädata avulla.

ta on palautejärjestelmän kehittämisen. Energiasisällön seuraaminen läpi hankintalogistiikkaketjun mahdollistaa tulevaisuudessa sen, että raaka-aineen toimittaja saa palautteen toimittamansa mittaus- ja tiedonsiirtojärjestelmien kehittämistä kuin tietorajapintojen standardoimista, jotta kertyvää tietoa voidaan hyödyntää optimaalisesti.

Väistyykö uunikuivaus?

Tulevaisuuden bioterminaalien ja -polttolaitosten kannalta ehkä mielenkiintoisimpia teknologioita ovat mikroaaltoihin, NMR-tekniikkaan ja röntgeniin perustuvat mittausmenetelmät. Niiden

avulla on mahdollista mitata raaka-aineen kosteutta lähes reaaliaikaisesti, mikä mahdollistaa suurempien näytemäärien mittauksen. Sitä kautta tulevat mahdollisiksi myös mittauksen luotettavuuden parantuminen ja nopeampi palaute raaka-ainetoimittajalle. Tulevaisuudessa näiden teknologioiden avulla voidaan ehkä ainakin osittain korvata perinteinen uunikuivausmenetelmä voimalaitoksen vastaanotossa. Vierasaaineiden mittauksessa puolestaan röntgenteknologialla on saatu varsin lupaavia tuloksia eri bioenergiainertimateriaaleilla.

Jää ja ylikostea materiaali

Eri kosteusmittausmenetelmien ja -teknologioiden suurin haaste on jäinen tai liian kostea mate-

riaali. Kehittyneiden mittalaitteiden oheen tarvitaan menetelmiä, joiden avulla voidaan ennus-

taa raaka-aineen kosteuden kehittymistä hankintalogistiikkaketjun eri vaiheissa ja varastoinnin aikana. Etenkin toimitusketjun alkupäässä ja pienemmissä terminaaleissa raaka-aineen kosteuden ennustaminen on varteenotettava menetelmä.

Kehitettävien mallien tulisi olla oppivia ja itse itseään tarkentavia, ja niiden tulisi ottaa huomioon paikalliset sääolosuhteet. Uusi teknologia, erilaiset kosteusensorit ja Ilmatieteen laitoksen tuottama säädata luovatkin erinomaista pohjaa ennustusmenetelmän laajemmalle soveltamiselle ja Luonnonvarakeskuksen kuivumismallien jatkokehitykselle.

Katse tulevaan

Tulevaisuudessa tarvitaan menetelmiä, joiden avulla voidaan seurata bioraaka-aineen kosteuden ja megawattituntien kehittymistä varastoinnin aikana ja logistiikkaketjun eri vaiheissa, jotta voimalaitokselle saadaan mahdollisimman tasalaatuista ja laadukasta materiaalia. Jo pelkästään sillä, että toimittaja saa reaaliaikaisen palautteen toimitetun kuorman kosteudesta ja vierasaaineiden määrästä, on suuri merkitys. Tällöin yrittäjä voi omalla toiminnallaan vaikuttaa toimittamansa raaka-aineen laatuun ja hintaan ja tarvittaessa toimittaa materiaalin tuotantolaitoksen sijaan esimerkiksi biomassaterminaaliin jatkojalostettavaksi.

Mittausjärjestelmien kehittämisen ohella keskeistä on välittää eri toimijoiden mittausjärjestelmien tuottamaa tietoa standardimuotoisesti eri tietojärjestelmien välillä. Tiedonhallinnan tarpeisiin vaikuttavat valittu terminaali-konsepti, terminaalin toiminnanohjauksen tarpeet sekä toimitusketjujen osapuolien omien tietojärjestelmien toiminnallisuudet. ■

Kirjoittaja on Metsäteho Oy:n tutkija.

BEST on bioenergian tutkimusohjelma

BEST -tutkimusohjelman (Sustainable Bioenergy Solutions for Tomorrow) yhtenä tavoitteena on luoda edellytyksiä bioenergian hankintaketjujen merkittävään tehostamiseen ja raaka-aineen laadun parantamiseen.

BEST on kahden suomalaisen strategisen huipputoiminnan keskeisyyden, FIBIC:n ja CLEEN:n, yhteinen Tekes-rahoitteinen tutkimusohjelma vuosille 2013–2016. Ohjelman päätavoitteena on rakentaa vahva yhteinen ymmärrys bioenergian liittyvistä tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuuksista sekä luoda tarvittavaa tietotaitoa ja kyvykkyyttä niiden hyödyntämiseen. Ohjelma on suunniteltu nelivuotiseksi, ja siitä on tällä hetkellä jäljellä vielä vajaat kaksi vuotta. Ohjelma koostuu kolmesta työpaketista, joista yksi tarkastelee bioenergian hankintaketjujen merkittävää kehittämistä.