



UPM

# Senfit online-kosteusanturin soveltuvuus energiaraaka-aineen mittaukseen

---



Metsätehon tulostalvosarja 8a/2016

Markku Korhonen, Vesa Fisk  
Senfit Oy



Perttu Laakkonen  
UPM-Kymmene Oyj



Sustainable Bioenergy  
Solutions for Tomorrow

Timo Melkas  
Metsäteho Oy

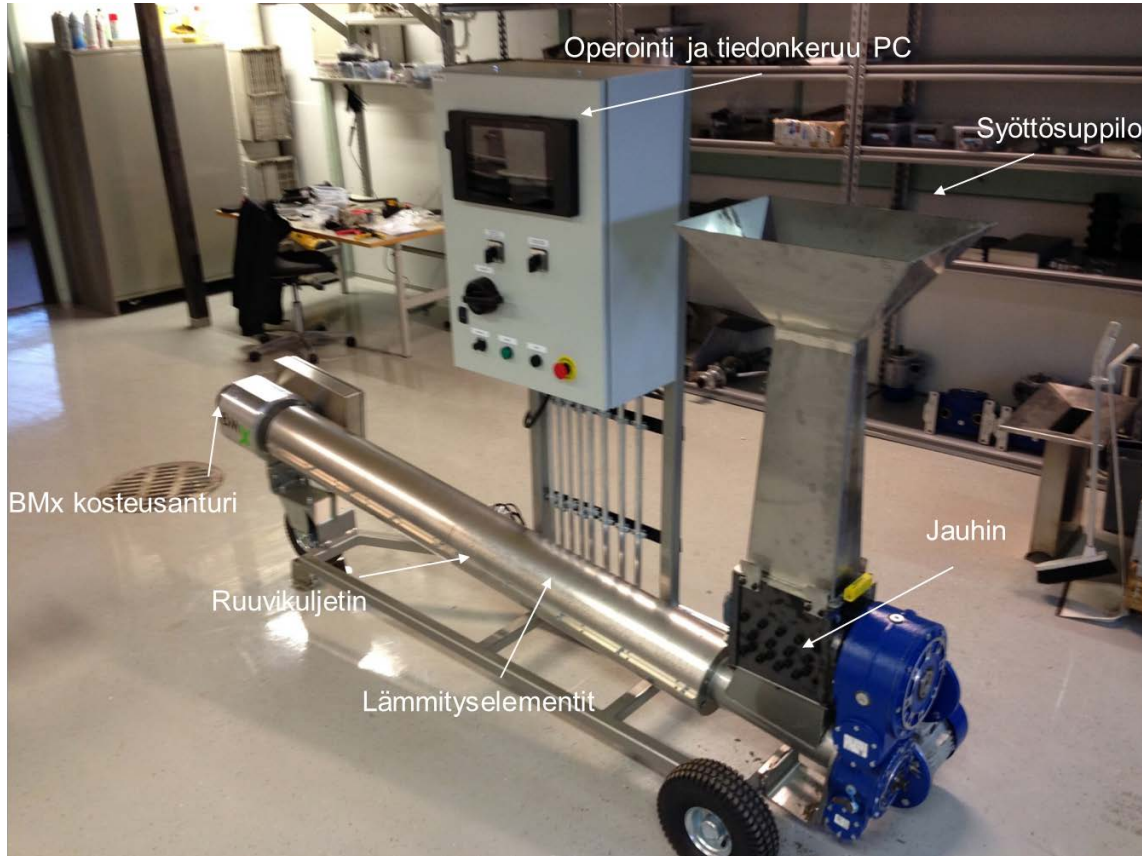
# Tutkimuksen tavoite ja toteutus

- Tutkimuksen tavoitteena oli
  - Kehittää biopolttoaineiden kosteuden online-mittausjärjestelmä, joka soveltuu käytettäväksi sekä terminaaliympäristössä että voimalaitoksen biomassojen vastaanotossa.
  - Todentaa mittausjärjestelmän toimivuus käytännön olosuhteissa eli varmistaa eri polttoainejakeiden mittauksen tarkkuus ja mittalaitteen soveltuvuus eri polttoainejakeille (hakkuutähde, kanto, kuori).
- Aineiston keruu toteutettiin vuoden 2015 aikana Alholmenskraftilla Pietarsaareissa (kuori), UPM:llä Tervasaareissa (hakkuutähde ja kanto) ja Kainuun voimalla Kajaanissa.
- Mittausjärjestelmän kehittämisestä ja rakentamisesta vastasi Senfit Oy.
- Järjestelmän toimivuus käytännön olosuhteissa ja eri polttoainejakeiden mittauksen tarkkuus selvitettiin Senfitin Oy:n, UPM:n, Alholmens Kraftin ja Metsätehon yhteistyönä.

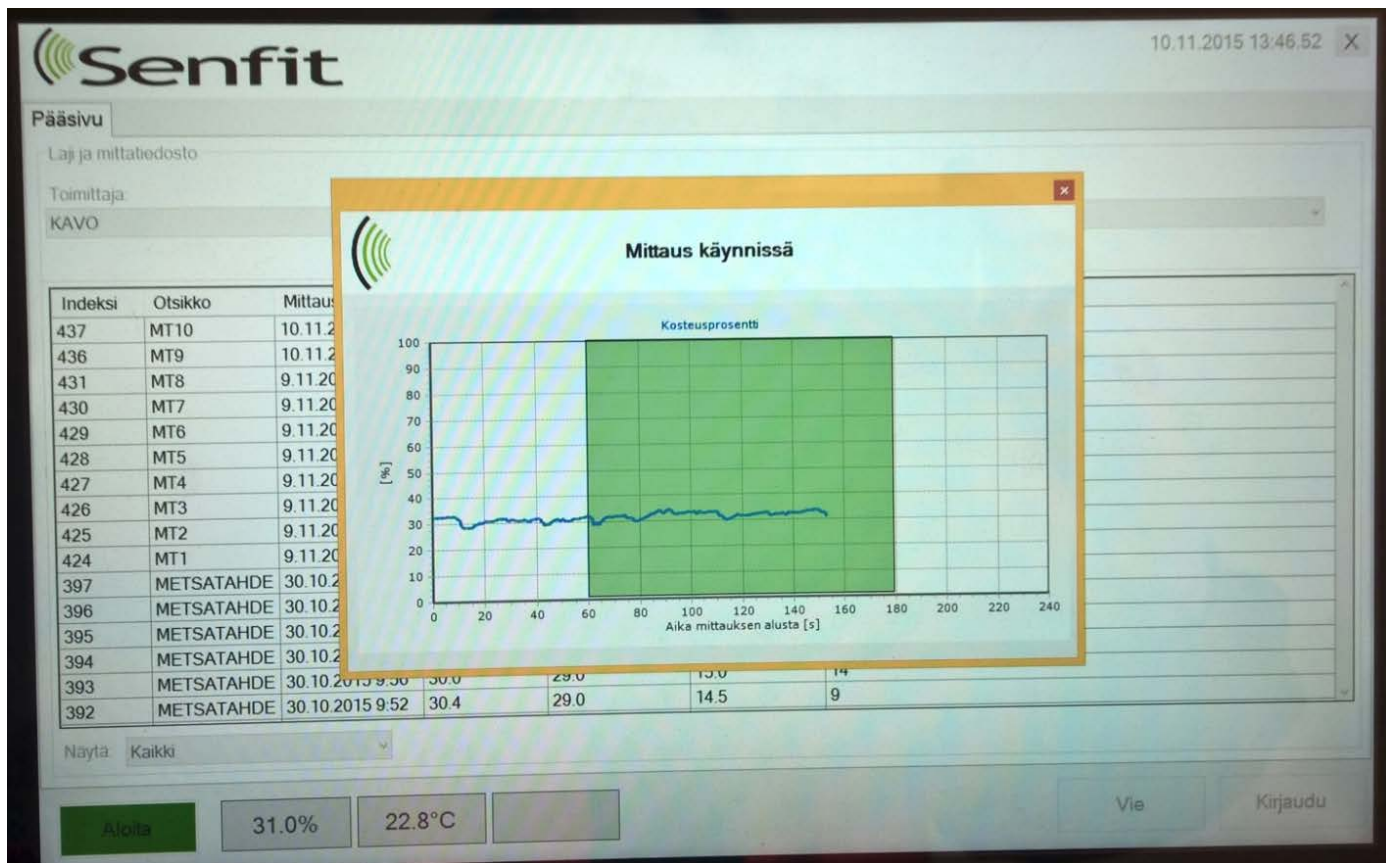
# Senfit online-kosteusmittausjärjestelmä

- Mittausjärjestelmässä näytteenkäsittely ja kosteusmittaus on yhdistetty samaan laitekokonaisuuteen.
- Mittausanturina käytetään Senfit Oy:n BMx läpivirtausanturia.
- Mittausjärjestelmä kostuu
  - syöttösuppilosta ja jauhimesta
  - lämmityselementistä ja ruuvikuljettimesta
  - BMX-kosteusanturista
  - operointi- ja tiedonkeruuyksiköstä.
- Mittalaitetta voidaan käyttää joko osana automaattista näytteenotinta tai polttoaineauton kuljettajan toimesta.
- Mittalaite voidaan integroida myös osaksi laitoksen polttoaineiden hallintajärjestelmää, jolloin toimituserän mittaustiedot siirtyvät suoraan laitoksen järjestelmään reaaliajassa.
- Tutkimuksessa laitteen syöttösuppiloon syötettiin haluttu määrä (15 l) mitattavaa materiaalia. Näyte sekoitettiin hyvin ja jauhettiin standardin mukaiseksi. Ennen aineiston keruuta laite kalibroitiin kullekin polttoainejakeelle erikseen. Vertailunäytteet (300 g) uunikuivausta varten otettiin anturin ulostulosta.
- Tavoitteena oli ottaa jokaisesta kuormasta mahdollisimman edustava näyte.

# Senfit online-kosteusmittari (BMx)

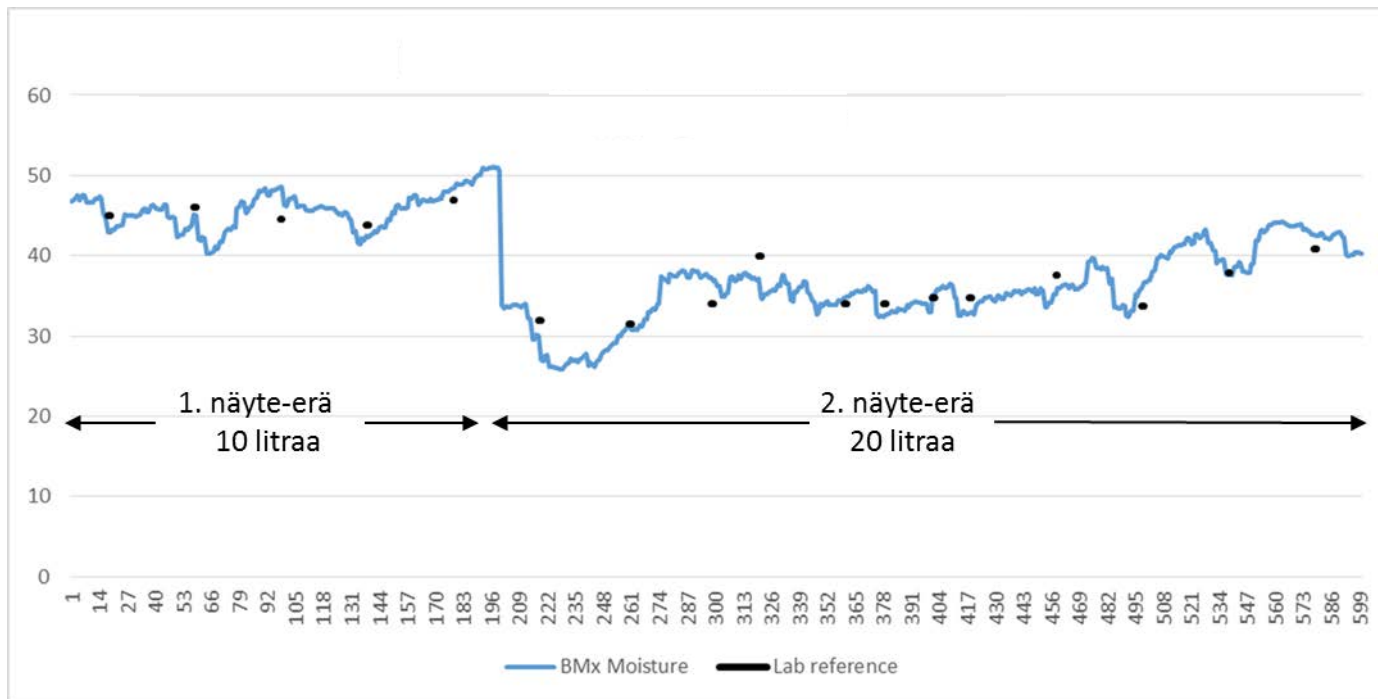


# Näytteen analysointi Senfit online-kosteusmittarilla (BMx)



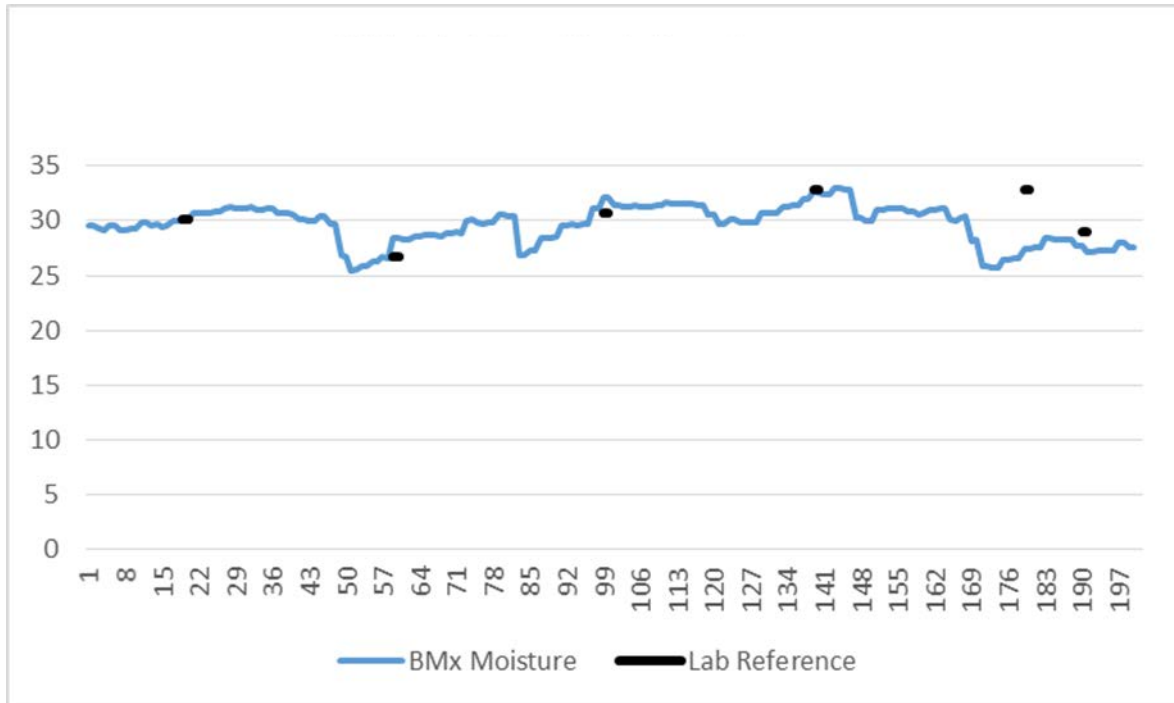
# Kosteuden vaihtelu näyte-erän sisällä ja vertailunäytteiden kohdentaminen hakkuutähteellä

- Kahden hakkuutähdenäyte-erän mittauksen vertailu uunikuivaukseen.
- Näytteet on otettu avoimelta kentältä, jossa kasan pintakastuminen on tuottanut isoja vaihteluita kosteuteen.
- 600 mittauspistettä/3 min.



# Kosteuden vaihtelu näyte-erän sisällä ja vertailunäytteiden kohdentaminen kantomurskeella

- Yhden kantomurske näyte-erän mittauksen vertailu uunikuivaukseen.
- Näytteet on otettu avoimelta kentältä, jossa kasan pintakastuminen on tuottanut isoja vaihteluita kosteuteen.
- 200 mittauspistettä/1 min.



# Tulosten vertailu

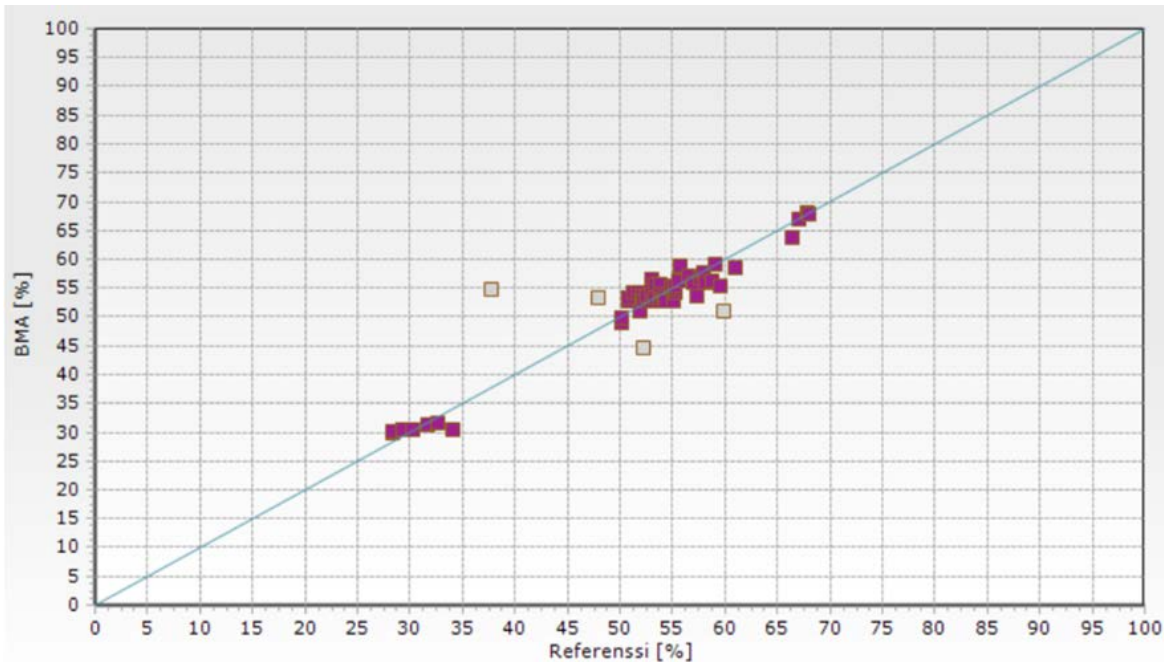
- Koejärjestelyssä kukin näyte (15 l) syötettiin mittalaitteeseen kosteuden määrittystä varten. Analysoinnin jälkeen näyte kerättiin talteen, ja siitä otettiin 300 g:n osanäyte uunikuivausta varten.
- Senfit Online BMx -mittalaite mittaa jatkuvasti näytteen kosteutta (200 000 mittausta / min). Näytteen keskimääräinen kosteus laskettiin 15 litran erän kosteuden mittaushavaintojen keskiarvona.
- Vertailu näytteen uunikuivattiin Puupolttoaineen laatuohje (VTT-M-07608-13) mukaan.
- Tuloksia verrattiin toisiinsa ja niistä laskettiin keskimääräinen ero (harha), hajonta ja keskivirhe polttoainejakeittain.

		N	Min	Max.	Keskiarvo	Hajonta
Kantomurske	BMx - mittalaite	89	21.6	40.8	29.0	4.2
	Uunikuivaus	89	20.3	43.0	28.7	4.5
	Ero	<b>89</b>	<b>-6.1</b>	<b>6.0</b>	<b>0.2</b>	<b>2.2</b>
Metsätähdehake	BMx - mittalaite	104	24.0	54.7	38.7	7.5
	Uunikuivaus	104	25.3	56.3	38.9	7.9
	Ero	<b>104</b>	<b>-7.7</b>	<b>8.2</b>	<b>-0.2</b>	<b>3.1</b>
Kuori	BMx - mittalaite	52	27.0	64.2	52.4	8.7
	Uunikuivaus	52	28.3	68.0	52.3	9.4
	Ero	<b>52</b>	<b>-8.5</b>	<b>14.5</b>	<b>0.1</b>	<b>3.6</b>

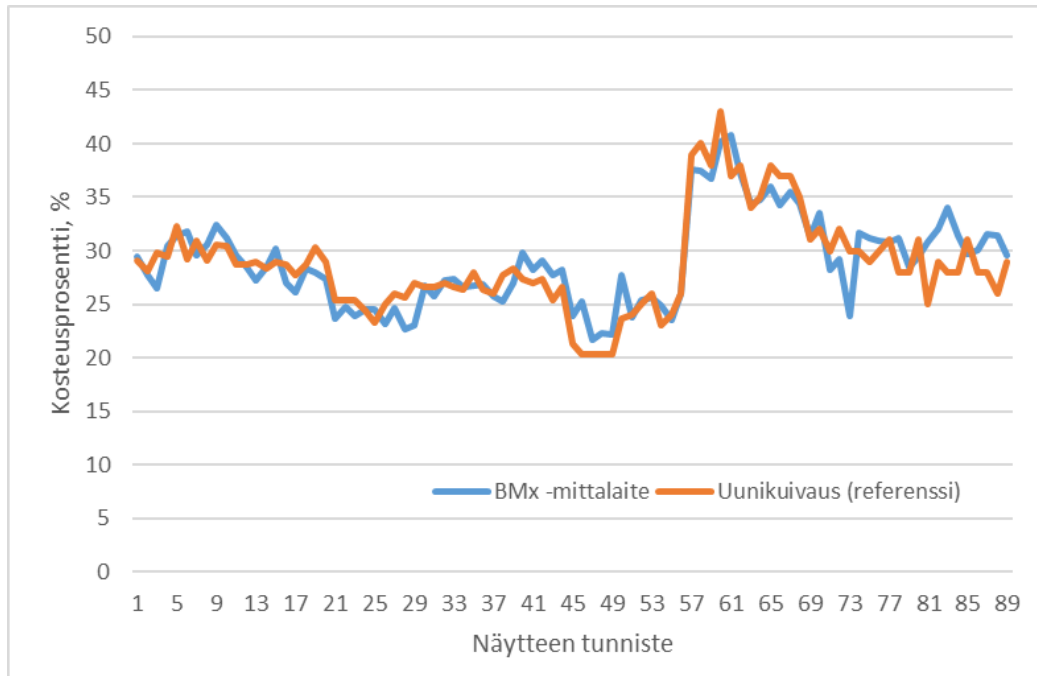


# Kuusen ja männyn kuoren keskivirhe (n=49)

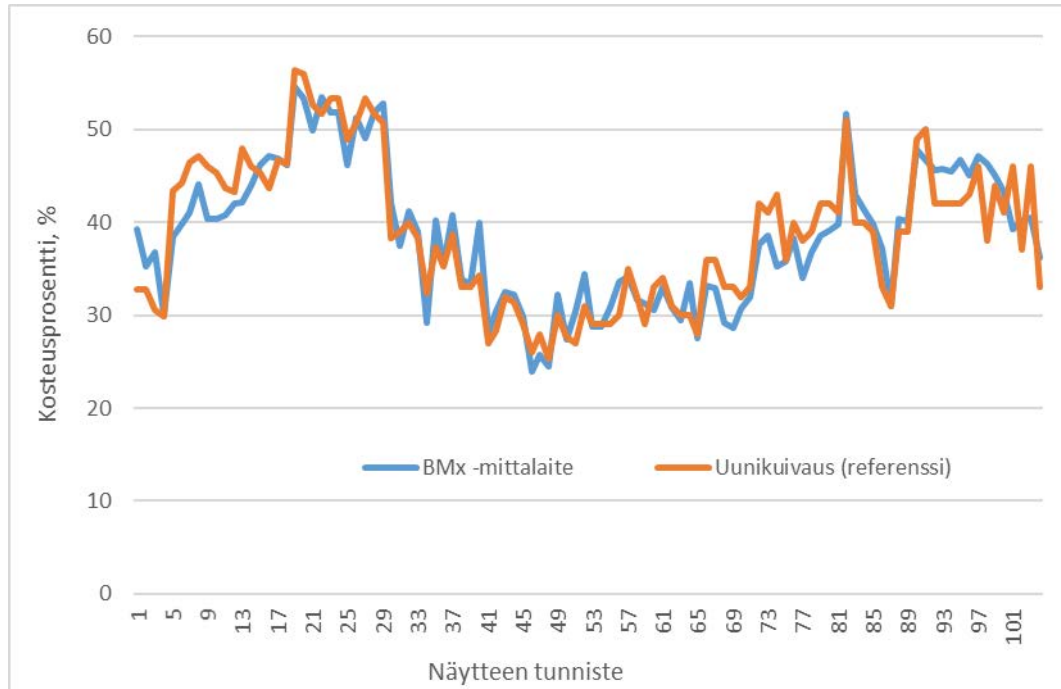
- Mittaukset tehtiin 1 min jaksoina. Kustakin ajosta otettiin 1 vertailunäyte. Näin ollen näytteen tulosta ei voida tarkasti kohdistaa sen hetkiseen mittaukseen vaan BMx arvona oli käytettävä 1 min keskiarvoa.
- Havaintoja (n) 53 kpl, joista poistettuja outliereita 4 kappaletta (valkoiset).
- Keskivirhe uunimääritystä vastaan oli 1,8 %.
- Aineistossa on mukana sekä talvi- että kesäaikaan otettuja näytteitä. Kuivimmat näytteet olivat kesällä mitattuja kuusikuorinäytteitä.



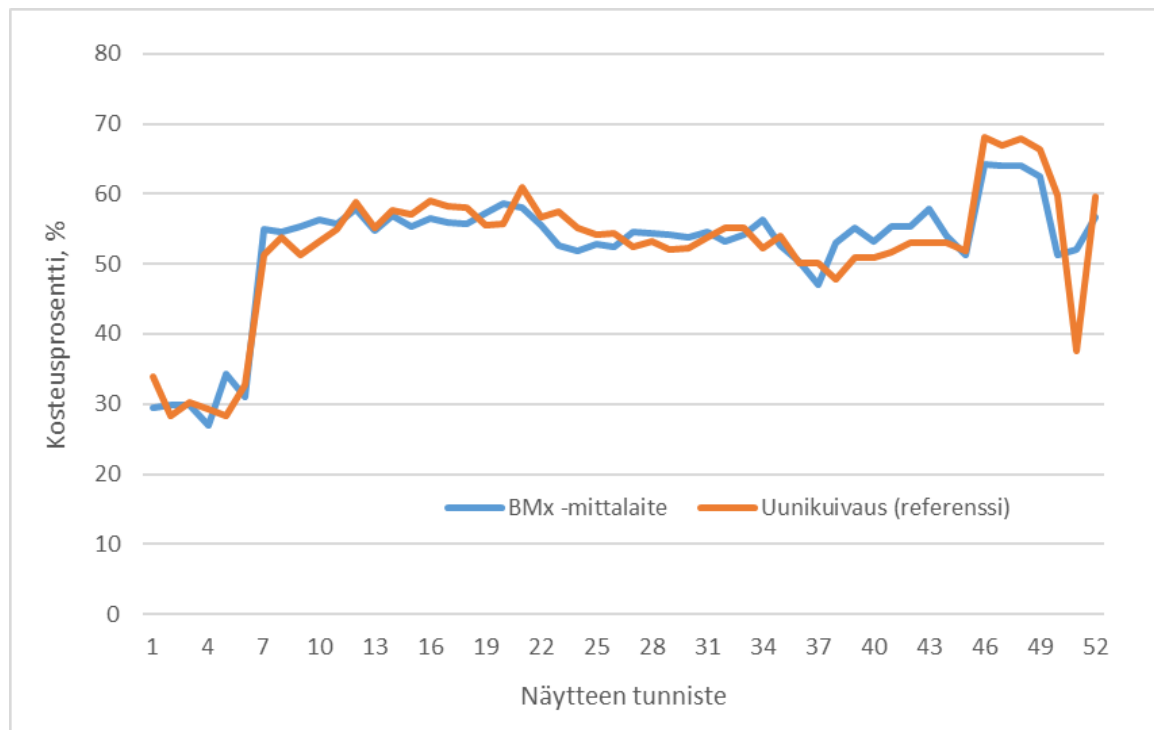
# Kantomurskeen kosteusprosentti (n =90) – Tervasaari ja Kainuun voima



# Hakkuutähteen kosteusprosentti (n =104) – Tervasaari ja Kainuun voima



## Kuoren kosteusprosentti (n =52) – Pietarsaari



# Johtopäätökset

- BMA mittalaite tuottaa nopean ja luotettavan kosteusmittauksen. Mitattu tulos voidaan siirtää reaaliajassa laitoksen polttoaineiden hallintajärjestelmään käytettäväksi polttoainelogistiikan tarpeisiin ja laitoksen prosessinohjaukseen.
- Laite on kalibroitava jokaiselle polttoainejakeelle erikseen. Kalibroitiin on hyvä kerätä kustakin polttoainejakeesta vähintäänkin 30 näytettä mahdollisimman laajalta kosteusvaihtelualueelta.
- Laitteella voidaan ajaa kaikkia esiintyviä polttoainejakeita. Jotta tulokset mittaustarkkuuden osalta olisivat riittävän kattavia tavoitteena oli saada vähintään sata mittapistettä kustakin lajista. Käytännön syistä tähän ei päästy kaikilla jakeilla.
- Näytteen koko: Näytekoko olisi oltava testilaitteeseen sopiva. Prototyypissä syöttösuppilo oli mitoitettu n. 10 litran kertanäytteelle. Tämä johti näytteen syöttöön osittaisina erinä. Tuotantomallissa mitoitus tullaan kasvattamaan vastaamaan tarvetta.
- Kosteusvaihtelut näytteen sisällä voivat olla merkittäviä ja nopeita.
- Tuloksia verrattaessa ja etenkin laitetta kalibroitaessa on kiinnitettävä huomiota mittalaitteen tuloksen ja uuninäytteenoton ajalliseen kohdistamiseen.
- Koejärjestelyn alkuvaiheessa esiintynyt aika-ajoittainen laitteen tukkeutuminen saatiin eliminoidua mekaniikkaa ja ajoluotettavuutta parantamalla hankkeen aikana.
- Tulevaisuudessa tavoitteena on laite, joka toimii itsenäisenä yksikkönä kytkettynä laitoksen polttoaineen hallintajärjestelmään.



UPM



Selvitys on tehty osana Tekesin rahoittamaa Sustainable Bioenergy Solutions for Tomorrow (BEST) -tutkimusohjelmaa, jonka koordinoinnista on vastannut CLIC Innovation.



Sustainable Bioenergy  
Solutions for Tomorrow