



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

ARI NIEMI

**Vatajankoski Oy:n  
Kiinteämpolttoaineen näytteenoton  
parantaminen**

KONETEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA  
2021

Tekijä Niemi, Ari	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä maaliskuu 2021
	Sivumäärä 28	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Vatajankoski Oy:n Kiinteänpolttoaineen näytteenoton parantaminen</b>		
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan koulutusohjelma		
Tiivistelmä  <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää Vatajankoski Oy:n Kankaanpään ja Honkajoen voimalaitosten kiinteän polttoaineen näytteenoton parantamista ja tämänhetkisiä ongelmia sekä selvittää automaattisen näytteenoton käyttöönoton mahdollisuutta.</p> <p>Polttoaineen näytteenoton tarkoituksen on määrittää polttoainekuorman kosteuspitoisuus mahdollisimman tarkasti. Polttoaineen kosteus on yhtenä tekijänä polttoaineen hinnoittelussa. Näytteenoton systemaattinen virhe vääristää polttoaineen kosteutta ja näin ollen aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia.</p> <p>Vatajankoski Oy:n kahden eri voimalaitoksen toiminnoista kerrotaan yleisellä tasolla ja Kankaanpään voimalaitoksen kuvaus on laajempi. Siinä kerrotaan kuljetinjärjestelmistä ja niissä käytettävistä polttoaineista.</p> <p>Työn suorittamiseksi tutkittiin markkinoilla olevia näytteenottolaitteistoja ja niiden soveltuvuutta olemassa oleviin kuljetinjärjestelmiin.</p> <p>Automaattisen näytteenottolaitteistojen valmistajia ei ole Suomessa kuin muutama yritys. Vatajankoski Oy:n voimalaitosten vastaanottoasemien ja kuljetinjärjestelmien ahtaudesta johtuen toimivia ratkaisuja ei ollut tarjolla.</p> <p>Tehtyjen tutkimusten perusteella ainoana ja jo olemassa oleviin laitteistoihin yhteensopivana ja luotettavana näytteenotinjärjestelmänä nousi esiin rekkanäytteenotin.</p>		
<u>Asiasanat</u>  energiantuotanto, kuljetinjärjestelmät, näytteenotto		

Author(s) Niemi, Ari	Type of Publication Bachelor's thesis	Date March 2021
	Number of pages 28	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Improving the sampling of solid fuels</b>		
Degree program Mechanical Engineering		
Abstract  <p>The subject of this thesis was to find out the possibilities of improving the solid fuel sampling at Vatajankoski Oy's power stations in Kankaanpää and Honkajoki and to resolve current problems as well as finding ways of using automated sampling systems.</p> <p>The purpose of fuel sampling is to determine the water/moisture content of the fuel load as accurately as possible. Fuel moisture is one of the factors in pricing of the fuel. A systematic sampling error distorts the moisture content of the fuel and therefore causes significant additional costs.</p> <p>The description of Vatajankoski Oy's two power stations are in general level and the description of the Kankaanpää's power station is broader and it discusses more about the conveyor systems and the fuels used in them.</p> <p>As a method used to achieve the conclusion of the work, the sampling equipment on the market where studied and their suitability for already existing conveyor systems were studied. There are only a few companies in Finland that manufacture automatic sampling equipment. Due to the lack of space in Vatajankoski Oy's power stations receiving stations and conveyor systems, there were no considerable solutions available.</p> <p>Based on the research done, a truck sampler emerged as the only reliable sampling system compatible with existing equipment.</p>		
<u>Key words</u> energy production, conveyor system, sampling		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 VATAJANKOSKI OY .....	6
2.1 Vatajankoski Oy Kankaanpään yhteistuotantolaitos.....	6
2.1.1 Kattila .....	7
2.1.2 Polttoaineiden vastaanottoasema ja kuljettimet.....	8
2.2 Honkajoen höyryvoimalaitos .....	10
2.2.1 Kattila .....	10
2.2.2 Polttoaineiden vastaanottoasema ja kuljettimet.....	11
3 POLTTOAINEET .....	12
3.1 Turve .....	12
3.2 Hake .....	13
3.3 Puru .....	14
4 NYKYINEN NÄYTTEENOTTO.....	15
4.1 Käsinäytteenotto.....	15
4.2 Uunikuivaus .....	17
4.3 Näytteenkosteuden määrittäminen .....	17
4.4 Lämpöarvo ja sen määrittäminen .....	18
4.5 Ongelmat nykyisessä näytteenotossa .....	20
5 NÄYTTEENOTTOLAITTEISTOJA .....	21
5.1 Näytteenotto putoavasta virrasta .....	21
5.1.1 Kuljettimen yli tapahtuva näytteenotto.....	21
5.1.2 Rekkänäytteenotin .....	22
5.1.3 Poikittainen näytteenottoruuvi.....	23
5.1.4 Ruuvinäytteenotin.....	24
6 EHDOTUKSET NÄYTTEENOTTOLAITTEISTOIKSI.....	26
6.1 Ruuvinäytteenotin .....	26
6.2 Rekkänäytteenotin.....	26
6.3 Näytteenottolaitteistojen arvioidut kustannukset .....	27
7 YHTEENVETO .....	28
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Vatajankoski Oy:n Kankaanpään ja Honkajoen kiinteän polttoaineen näytteenottoa sekä pohtia kehitysmahdollisuuksia ja vaihtoehtoisia näytteenottotapoja. Huonosti otettu näyte voi antaa väärän tuloksen polttoainekuorman energiamäärästä ja näin ollen vääristää polttoaineen hintaa.

Nykyinen näytteenotto tapahtuu manuaalisesti käsin polttoainetoimittajan tai voimalaitoshenkilökunnan toimesta. Epävarmoissa tapauksissa henkilökunta ottaa vertailunäytteitä toimitetuista kuormista. Haasteen tuo olemassa olevat kuljetinjärjestelmät, kun näyte täytyy saada toimittajakohtaisesti. Kiinteän polttoaineen automaattinen näytteenotto on suhteellisen uusi asia.

Markkinoilla on melko vähän tarjolla kyseisiä näytteenottolaitteistoja. Yhtenä ongelmana on talven tuomat haasteet. Hyvä puoli Kankaanpään ja Honkajoen kuljetin järjestelmissä on, että laitteistot ovat pääkohtaisesti samanlaiset. Tavoitteena on löytää ratkaisu, joka sopii kumpaankin laitokseen. Kankaanpään voimalaitoksella on käytössä kolme kiinteän polttoaineen vastaanottoasemaa. Honkajoen voimalaitoksella on kaksi kiinteän polttoaineen vastaanottoasemaa.

Työn alussa esitellään voimalaitosten toimintaa ja kuljetinjärjestelmiä sekä näytteenoton nykytilannetta ja käytössä olevat polttoaineet. Lopuksi selvitetään vaihtoehtoisten näytteenottolaitteistojen mahdollisuutta voimalaitoksilla.

## 2 VATAJANKOSKI OY

Työn tilaajana toimiva Vatajankoski Oy perustettiin 1926 Kankaanpään ja Honkajoen kunnan sekä viidentoista yksityisen osakkaan toimesta. Yhtiön nimi tulee 1920-luvulla sen sähköntuotantoon valjastamasta Vatajankoskesta. Aluksi yritys oli sähköyhtiö, joka tuotti sähköä omalla vesivoimalalla.

Kankaanpään Kaukolämpö Oy perustettiin vuonna 1980, jolloin alkoi kaukolämpötoiminta Kankaanpäässä. Vuonna 2003 Vatajankosken Sähkö Oy ja Kankaanpään Kaukolämpö Oy sulautuivat yhtenäiseksi yritykseksi. Vuonna 2020 nimi muutettiin Vatajankoski Oy:ksi ja samana vuonna lopetettiin myös sähkönmyynti. Sähköverkko eriytettiin omaksi yhtiöksi, Vatajankoski Sähköverkko Oy:ksi

Yhtiön tuotanto-osasto tuottaa myös sähköä ja myy lämpöä Kankaanpäässä ja prosessihöyryä Honkajoella. Kaukolämpöverkon pituus on noin 50 km. Liikevaihtoa yhtiöllä oli vuonna 2019 30,3 miljoonaa euroa. Sähköntuotantoa oli noin 35 GWh. Lämpö- ja höyryenergian myynti oli noin 168 GWh, josta kaukolämmön osuus oli 76 GWh Yhtiö työllisti samana vuonna keskimääräisesti 60 henkilöä.

(Vatajankoski Oy 2019)

### 2.1 Vatajankoski Oy Kankaanpään yhteistuotantolaitos

Vatajankoski Oy Kankaanpään yhteistuotantolaitos, Kankaanpään voimalaitos tuottaa energiaa vuodessa noin 110 GWh, josta noin 85 GWh on kaukolämpöä.

Nykyinen voimalaitos on rakennettu vuonna 1992 Ahlströmin toimittamana.

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto on tuotantomuoto, jossa samassa prosessissa tuotetaan samanaikaisesti sähkön lisäksi lämpöä.

Voimalaitos sijaitsee Kankaanpäässä osoitteessa Pirkanlaaksonkatu 3.



Kuva 1. Vatajankoski Oy:n lämmön -ja sähkön yhteistuotantolaitos. Kuvassa on punaisella ympyröity alue missä tutkimukseen kohdistuvat laitteistot sijaitsevat. (Vatajankoski Oy)

### 2.1.1 Kattila

Kattilan tekniset tiedot ovat kattilan valmistajan mukaan seuraavat:

Valmistaja	Ahlström
Lämpöteho	24 MW
Suurin sallittu käyttöpaine	75 bar
Tulistetun tuorehöyryn paine	61 bar
Tulistetun tuorehöyryn lämpötila	510 °C
Höyrymäärä eli massavirta	7,9 kg/s
Syöttöveden lämpötila	105,,140°C
Muut oheisjärjestelmät:	
Sähköteho	6,0 MW
Kaukolämpöteho	17,0 MW

### 2.1.2 Polttoaineiden vastaanottoasema ja kuljettimet

Polttoaineet puretaan autoista peräpurulla aseman kolakuljettimien päälle. Kolakuljettimet kuljettavat polttoaineen alakuljettimelle, jonka jälkeen polttoaine siirtyy kiekko-seulalle ja murskalle. Aseman kolakuljettimien käyntiajoilla muodostetaan haluttu polttoaineseos asemissa olevista polttoaineista.



Kuva 2. Kankaanpään voimalaitoksen polttoaineen vastaanottoasema. Asemat on numeroitu 1-3 vasemmalta alkaen (kuvannut Ari Niemi).





Kuva 3. Seulomo, jonka oikealla puolella on yläkuljetin ja vasemmalla puolella alakuljetin (kuvannut Ari Niemi).

Kuvassa vasemmalla alakuljetin, johon on kolmesta asemasta muodostunut ns. polttoaineseos. Alakuljettimelta polttoaine putoaa kuljetinhihnalle, jonka päällä on magneetti, joka poistaa metallit polttoaineseoksesta. Magneetissa on hihnakuljetin, joka pudottaa metallit kuiluun, josta ne päätyvät metallilavalle. Magneetin jälkeen polttoaine putoaa kiekoseulalle, josta ylisuuret kamit, kannot, yms. menevät murskalle. Murskan jälkeen polttoaine putoaa ns. yläkuljettimelle, joka vie polttoaineen polttoainesiiloon. Siilon alla on neljä ruuvikuljetinta, jotka siirtävät polttoaineen sulkusyöttimille, josta polttoaine päätyy kattilan tulipesään.

## 2.2 Honkajoen höyryvoimalaitos

Voimalaitos on siirretty Kuopiosta vuonna 2008. Kuopiossa laitos oli Schaumann Wood Kuopion tehtaiden käytössä. Polttoaineena käytetään turvetta, tulevaisuudessa siirrytään turpeesta biopolttoaineisiin.

Laitoksella tuotetaan prosessihöyryä, joka toimitetaan Honkajoki Oy:lle ja lauhdelämpöä Korpela Oy:lle.



Kuva 4. Vatajankoski Oy:n Honkajoen höyryvoimalaitos. Punaisella on ympyröity alue missä tutkimukseen kohdistuvat laitteistot sijaitsevat. (Vatajankoski Oy)

### 2.2.1 Kattila

Honkajoen höyryvoimalaitoksen tekniset tiedot:

Lämpöteho	15 MW
Höyryn paine	40 bar
Höyryn lämpötila	235°C
Valmistaja	Tampella
Muutokset	Vatajankosken Sähkö Oy
Höyryn myynti vuodessa	95 GWh

## 2.2.2 Polttoaineiden vastaanottoasema ja kuljettimet

Honkajoen vastaanottoasemat on numeroitu 1-2 vasemmalta alkaen. Toimintaperiaate on sama kuin Kankaanpään voimalaitoksella poiketen siten, että seulomo on Honkajoen kuljetinjärjestelmissä vastaanottoasemarakennuksessa.

Kuljetin kuljettaa polttoaineseoksen kattilahalliin ns. päiväsiiloon.



Kuva 5. ja 6. Honkajoen höyryvoimalaitoksen vastaanottoasema ja polttoaineen kuljettimet (kuvannut Ari Niemi).

### 3 POLTTOAINEET

Voimalaitoksien polttoaineena käytetään pääasiassa lähikunnista toimitettua haketta ja turvetta, joita poltetaan seoksena parhaan hyötysuhteen aikaansaamiseksi. Polttoainetta ajaa laitoksille pääosin paikalliset toimittajat noin 100 kilometrin säteellä Kankaanpäästä.

Kankaanpään voimalaitoksella polttoaineiden polttosuhte on 80 % puupolttoaineita ja 20 % turvetta. Tavoitteena vuoteen 2023 mennessä on siirtyä 100 % uusiutuvaan kaukolämpöön sekä sähköntuotantoon.

Honkajoen voimalaitoksella poltetaan 100 % jyrshinturvetta. Nyt voimalaitoksella testataan lihaluujauhon polttoa ja sen käyttäytymistä palamisessa. Tällä hetkellä suunnitellaan myös mahdollisia kyseisen materiaalin siirtojärjestelmiä ja polttotekniikkaa.

Turve on ehdottomasti paras polttoaine leijupetikattilaan, kun peruslähtökohtana on, että kosteus ja tuhkapitoisuus ovat asianmukaiset. Talvella turve on pääosin sulaa lukuun ottamatta mahdollisia kameja, joita tulee kuljetuksen mukana aina jonkin verran johtuen turveaman pinnan jäätymisestä.

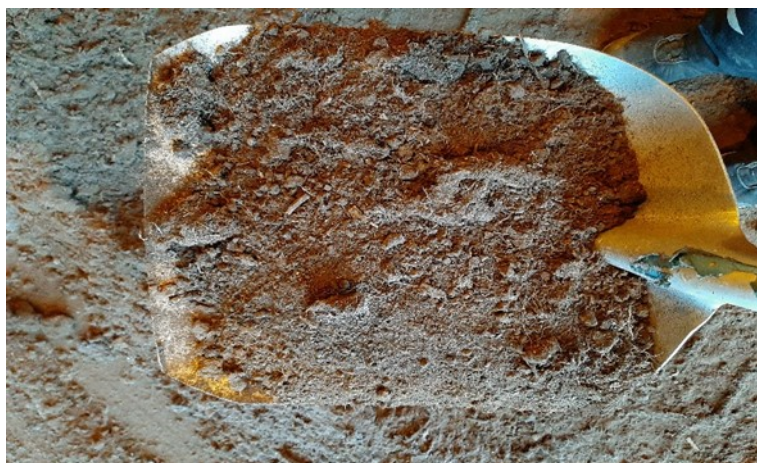
Puu toimii toisena polttoaineena hyvin varsinkin kesällä, kun se on sulaa ja pääosin kuivaa. Talvella puupolttoaineita hakettaessa hakkeen joukkoon tulee väkisinkin lunta, vaikka kasoja on peitelty. Luminen hake jäätyy erittäin helposti ja aiheuttaa ongelmia polttoainekuljettimissa, kun jäinen/luminen hakekuorma puretaan aseman kuljettimille. Pahimmassa tapauksessa se jäätyy kuin "sokeritoppa" ja tukkii polttoainekuljettimet. Turve on aina sen verran lämmintä, ettei se pääse jäätymään ja aiheuttamaan samaa ongelmaa.

#### 3.1 Turve

Turve on kotimainen polttoaine. Turve on suokasvien jäännöksistä epätäydellisen hajoamisen tuloksena muodostunutta eloperäistä maa-ainesta, jota kerrostuu muodostumispaikalleen. Turpeeksi luokitellaan aines, jonka orgaanisen aineen osuus

kuivamassasta on vähintään 75 prosenttia. Turvemaalla maan pintakerros on turvetta. Turvemaa voi olla kasvipeitteellinen tai kasvipeitteetön. Geologisesti määriteltynä turvemaa on vähintään 30 senttimetriä paksu turvekerrostuma.

Suomen ensimmäiset suot alkoivat kehittyä jo yli 10 000 vuotta sitten. Jääkauden jälkeen maan vapauduttua jäätiköstä ja vesipeitteestä käynnistyi soistumiseksi kutsuttu geologinen prosessi, jonka edellytys on ollut sopiva kostea ja viileä ilmasto. Soistuminen on kerran käynnistyttyään itseään voimistava prosessi, jota ylläpitävät otolliset ilmasto- ja topografiaolosuhteet. Uusia soita syntyy edelleen metsämaan soistumina, vesistöjen umpeenkasvun seurauksena sekä maan kohotessa rannikolla. (Turveinfon www-sivut 2021.)



Kuva 7. Lapiollinen jyrshinturvetta (kuvannut Ari Niemi).

### 3.2 Hake

Hakkeella tarkoitetaan hakkurilla koneellisesti hakettua puuta. Puuteollisuudessa prosessiketju kasvavasta pystypuusta hakkeeksi sisältää monia vaiheita ja tekijöitä, myös välillisesti. Hakkeen tuotannolla on tästä näkökulmasta valtava työllistämismarkkinavaihtelu kotimaassa. Hake on metsästä saatavaa puhdasta, kotimaista ja uusiutuvaa raaka-ainetta, bioenergiaa parhaimmillaan. Valtavan energia-arvon siitä saa valjastettua käyttöön kuivana ja oikein poltettuna. Se on kiistatta yksi edullisimmista tavoista lämmittää. Sitä tehdään karsitusta tai karsimattomasta kokopuusta, hakkuutähteistä ja kannoista. (Bioenergian www-sivut 2021.)



Kuva 8. Lapiollinen rankahaketta (kuvannut Ari Niemi).

### 3.3 Puru

Sahauksessa syntyvä puru on palakooltaan erittäin tasalaatuista. Purun kosteus vaihtelee puun sahausajankohdan ja varastoinnin vaikutuksesta. Pääsääntöisesti puru on kostea. Purun talvivarastoinnin haasteena on jäätyminen. Suuri jään määrä hankaloittaa purun palamista ja tästä syystä purun käyttö talvella on vähäistä.



Kuva 9. Lapiollinen purua (kuvannut Ari Niemi).

## 4 NYKYINEN NÄYTTEENOTTO

Kankaanpäässä on käytössä kolme vastaanottoasemaa, joihin polttoainetoimitukset puretaan. Osa haketoimituksista puretaan polttoainekentälle. Kesällä hake ja puru aumataan hakekentälle talven varalle. Asemat ovat numeroitu 1, 2 ja 3. Polttoaine-toimittajat toimittavat jyrshinturvetta ja haketta pääasiallisesti ykkös- ja kolmosasemaan. Aseman kaksi polttoaine kuljetetaan pääosin pyöräkuormaajalla varastokentältä.

Polttoainekentälle puretuista kuormista kuljettajat ottavat näytteen ja vievät sen näytekaappiin. Samalla tavalla tehdään kuormille, jotka kuljetetaan suoraan polttoaineeseen. Voimalaitoksen henkilökunta ottaa tarvittaessa vertailunäytteitä kuormista, joissa epäillään olevan suurempi kosteuspitoisuus. Epäily suuremmista kosteuspitoisuuksista perustuu saman toimittajan aiempien kuormien painon vertailuun ja silmä-määräiseen tarkastukseen kuorman saapuessa. (Näytteenoton ohjeistus löytyy liitteestä 1.)

### 4.1 Käsinäytteenotto

Kaikki polttoainekuormat punnitaan niiden saapuessa voimalaitokselle. Punnitus tehdään myös kuorman purkaneelle tyhjälle autolle sen pois lähtiessä. Näin saadaan selville paino voimalaitokselle jääneestä polttoaineesta. Polttoainetoimitusten punnitus-tietojen ja näytteiden analysointitulosten perusteella lasketaan toimituserän energiamäärä. Tämän perusteella polttoainekuormasta maksetaan sen toimittajalle.

Polttoainetoimittajat ottavat käsinäytteen toimittamastaan kuormasta. Näyte otetaan useammasta kohdasta kuormaa ja laitetaan näytepussiin, jonka tilavuus on noin viisi litraa. Näytteenotto-ohjeistus annetaan aina uusille toimittajille ja tarvittaessa myös kerrataan vanhojenkin toimittajien kanssa. Näytteet laitetaan niille tarkoitettuun kaappiin aseman läheisyydessä. Näytteenottoa valvoo voimalaitoksen henkilökunta mahdollisuuksien mukaan ja alueella on myös tallentava valvontakamerajärjestelmä, mistä on mahdollisuus tarkistaa tarvittaessa näytteenottotapahtuma. Voimalaitoksen henkilökunta ottaa näyte-erästä koontinäytteen, josta laboratoriossa määritetään polttoaineiden kosteus uunikuivatusmenetelmällä koskien jokaista toimitettua toimituserää.

Käsin tehtävässä näytteenotossa on käytettävä näytteenottostandardin SFS-EN ISO 18135:2017 mukaista kauhaa, jonka tilavuus on kolme litraa. Näytekohtien eli näytteiden vähimmäismäärä riippuu toimitettavan polttoainekuorman suuruudesta. Nyrkisääntönä on vähintään 2 yksittäisnäytettä/ 50 irto-m<sup>3</sup> polttoainetta. Tyypillisesti polttoainekuormien määrä on (Puupolttoaineen laatuohje 2014, 33-34.)



Kuva 10. ja 11. Näytteenottokauha ja näytepussi (kuvannut Ari Niemi).

Kuvassa 11 on kuljettajan ottama näyte polttoainekuormasta. Pussin tilavuus on viisi litraa. Kuvassa oleva näyte on otettu kokopuuhakekuormasta.

Taulukossa on esitetty erityyppisten kuljetusten näytteenottomäärät.

Taulukko 1. Näytteenottomäärät kuorman koon mukaisesti.

kuorma-auto (nuppi)	vähintään 2 yksittäisnäytettä
puoliperävaunu (<100m <sup>3</sup> )	vähintään 4 yksittäisnäytettä
yhdistelmä (100-160m <sup>3</sup> )	vähintään 6 yksittäisnäytettä (2 nuppi + 4 perävaunu)
konttilyhdistelmät	vähintään 2 yksittäisnäytettä/kontti



## 4.2 Uunikuivaus

Uunikuivaus on standardin SFS-EN 14774 mukainen menetelmä kiinteiden biopolttoaineiden kosteuden määrittämiseen. Uunikuivauksessa näyte kuivataan niin, että näytteen kuivamassa ei muutu. Ennen kuivausta näyte punnitaan saapumistilassaan ja kuivauksen jälkeen näytteen kuiva-aine punnitaan. Punnitustulosten ero ilmaisee haihtuneen veden määrän eli polttoaineessa olleen kosteuden.

Laboratoriossa kaapin lämpötila on 105 +/- 2 celsiusastetta. Kuivauksen aika on 16 - 20 tuntia. Jokaisesta näytteestä laitetaan lämpökaappiin yksi noin 100 - 200 gramman näytevuoka, jonka paino vaihtelee tuotteen koostumuksen ja kosteuden takia. Turvetoimittajien kuivatuista näytteistä kerätään koantinäyte lämpöarvon määrittystä varten. Lämpöarvomääritys teetetään ulkopuolisella toimijalla.

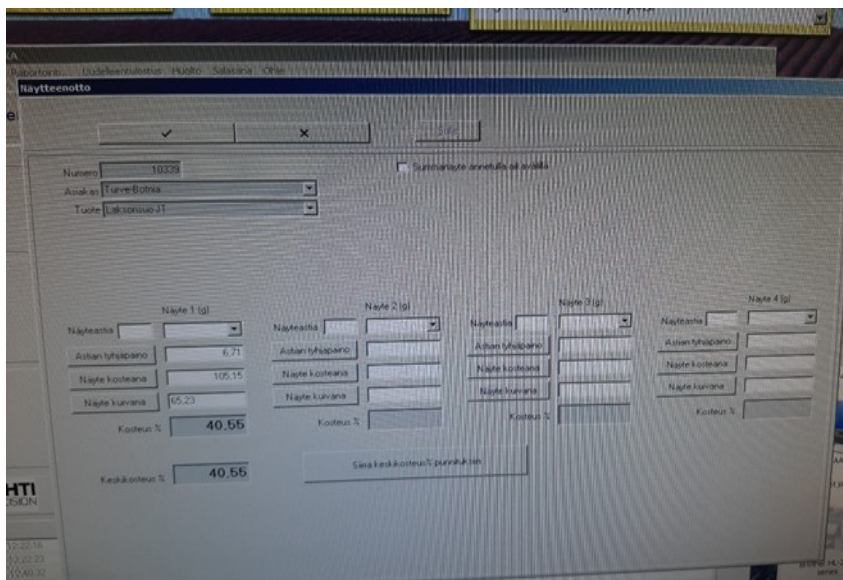


Kuva 12. Näyteuuni (kuvannut Ari Niemi).

## 4.3 Näytteenkosteuden määrittäminen

Haketettujen metsähakkeiden kosteusprosentti ilmoitetaan yleisimmin painoprosentteina saapumistilassa, eli veden massaosuus polttoaineen kokonaismassasta. Metsästä haketettujen hakkeiden kosteusprosenttiin vaikuttaa olennaisesti hakkeen tuoreus, varastointi aika, hakkuu ajankohta ja vuotuiset sääolot. (Dannbom 2009, 13.)

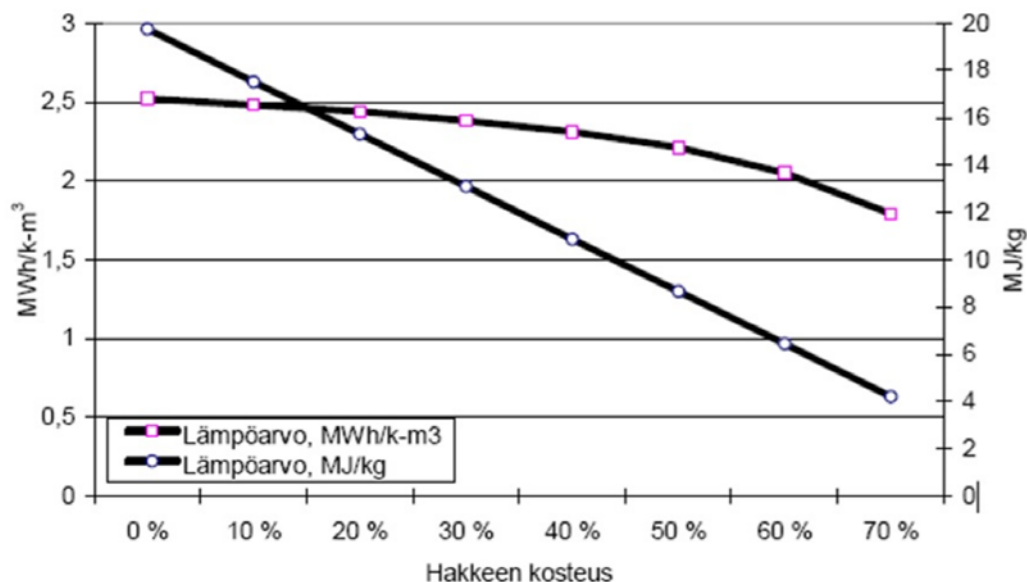
Tuore puu sisältää noin 50% vettä ja loput kuiva-ainetta. Kuiva-aineesta 48-52 % on hiiltä, 38-42 % happea ja 6,0-6,5 % vetyä. Loput 0,5-5,0 % kuiva-aineesta on tuhkaa, typpeä ja muita ravinteita. Hiili ja vety ovat puuaineksen olennaiset energianlähteet. Eri puulajien esimerkiksi männyn ja kuusen tuoreena kaadetun pienpuun kosteus on 50-60 p-% ja koivun noin 40-50 p-% (Lauhanen ym., 2014,s.16-17)



Kuva 13. Näyttökuvaa kosteudenlaskentaohjelmasta (kuvannut Ari Niemi).

#### 4.4 Lämpöarvo ja sen määrittäminen

Tehollinen lämpöarvo on metsähakkeen laadun mittari. Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa tarkoittaa polttoaineen palamisessa syntyvää energiamäärää, kun huomioidaan polttoaineen kosteus ja sen haihduttamiseen kuluva energiamäärä. Kuvassa 14 on esitetty metsätähdehakkeen kosteuspitoisuuden vaikutus sen lämpöarvoon massayksikkönä (MJ/kg) ja kiintokuutiotilavuutena (MWh/k-m<sup>3</sup>). Kuvasta 14 voidaan todeta, että kosteuspitoisuudella on massayksikkönä suurempi vaikutus lämpöarvoon kuin kiintotilavuutena. Tämä johtuu siitä, että metsätähdehakkeen tilavuuden muutos kosteuden suhteen on pieni. (Dannbom 2009,13.)



Kuva 14. Metsätähdehakkeen kosteuspitoisuuden vaikutus sen lämpöarvoon (Putula ja Hill 2017, 2.)

Kalorimetrinen lämpöarvo, eli ylempi lämpöarvo vakiotilavuudessa on lämpöenergian määrä poltettavan aineen massayksikköä kohti, joka vapautuu, kun aine palaa täydellisesti. Kunnes palamistuotteet ovat jäähtyneet 25 °C:een lämpötilaan. Kalorimetrisessä lämpöarvossa sekä aineen sisältämän vedyn palamistuotteena syntyvä vesi oletetaan palamisen jälkeen vesihöyryksi.

Suomessa lämpöarvo ilmoitetaan yleensä kuitenkin tehollisena lämpöarvona. Lämpöarvo ilmaisee täydellisessä palamisessa kehittyvän lämpöenergiamäärän polttoaineen massaa kohti. Kiinteiden biopolttoaineiden kuten metsätähdehakkeen kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo määritetään standardin SFS-EN ISO18125 mukaisesti. Tehollisen lämpöarvon määrittämisessä huomioidaan palamisen yhteydessä höyrystyvän veden höyrystymisenergia. Tehollinen lämpöarvo saadaan laskettua muunnoskaavan avulla kalorimetrisestä lämpöarvosta. Yksi käytetty lämpöarvon esittämismuoto on tehollinen lämpöarvo polttoaineen saapumistilassa. Tehollinen lämpöarvo polttoainekuorman saapumistilassa kuvaa parhaiten toimitettavien polttoaineiden sisältämää todellista energiaa ja sitä käytetään maksuperusteena polttoainetoimittajille. Tämä lämpöarvo on muotoaan alin ja siinä huomioidaan polttoaineen luontainen ja palamisessa syntyvän veden höyrystymiseen tarvittavaa energiamäärää. Usein ilmoitetaan lämpöarvo myös tilavuutta kohti eli ns. energiatiheys, E (MJ/m<sup>3</sup> tai MWh/m<sup>3</sup>). (Putula ja Hill 2017,2.)

#### 4.5 Ongelmat nykyisessä näytteenotossa

Ongelmia yrityksen kannalta näytteenotossa on se, että näytteenotto vie päivittäisestä työajasta suuren osan ja monessa kohdassa on virheen mahdollisuus. Näytteet punnitaan vaa'alla ja kirjataan käsin näytteenottokansioon toimittajakohtaisesti. Tämän jälkeen tulokset kirjataan vaakaohjelmaan. Käsin kirjauksen takia työssä on useita vaiheita, jossa on mahdollisuus inhimilliseen virheeseen. Ongelmallista on myös se, että suurelta osin joudutaan luottamaan toimittajien ottamiin kosteusnäytteisiin. Polttoainekuormien kuljettajat ottavat itsenäisesti polttoainenäytteen toimittamastaan kuormasta, mutta näin otettu näyte ei ole riittävän edustava otos kuorman sisällöstä.

Näytteenotosta on laadittu ohje ja siitä on annettu koulutus/perehdytys kuljettajille. Koulutuksesta huolimatta käytännössä yksikään kuljettaja ei ota näytettä ohjeiden mukaan. Yleisimmin kuljettajat ottavat näytteen kuorman pinnasta ja kuivimmasta kohdasta tietäen, että kosteus vaikuttaa hintaan. Tällä tavoin otettu näyte ei edusta koko kuormaa. Manuaalisessa näytteenotossa on mahdollisuus vilppiin. Näyte otetaankin kuivemmasta kuormasta eikä kosteammasta kuormasta oteta sitä lainkaan.

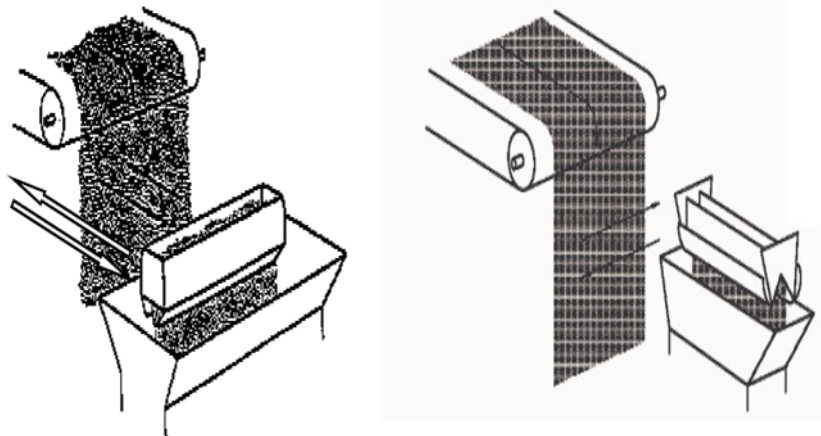
Automaattisella näytteenotolla päästäisiin eroon näytteiden mahdollisesta vilpillisyydestä. Silloin ei kuljettaja pystyisi vaikuttamaan niin helposti otettuun näytteeseen. Liiketoiminnassa suurin kuluerä on ylivoimaisesti polttoaineet, joten pienilläkin kosteuseroilla voi olla suuri vaikutus kokonaisuuteen ja näin kustannuksiin.

## 5 NÄYTTEENOTTOLAITTEISTOJA

### 5.1 Näytteenotto putoavasta virrasta

Putoavasta virrasta otettavalla näytteenottimella voidaan ottaa näytteitä haluttu määrä. Polttoaineen partikkelien suuri koko voi tukkia näytteenottimen. Tästä syystä näytteenotinta ennen olisi hyvä olla murskain, joka murskaa polttoaineen partikkelien koon pienemmäksi. Tämä mahdollistaa näytteenottimen sujuvamman toiminnan.

Tämän tyyppinen näytteenotin ei sovellu nykyisiin kuljetinjärjestelmiin, sillä kyseinen näytteenotin vie paljon tilaa ja on hankala sijoittaa jo olemassa oleviin järjestelmiin. Näytteenotin olisi sijoitettava ennen alakuljetinta. Näytteen ottaminen putoavasta virrasta on mahdollista muillakin menetelmillä, esimerkiksi ruuvilla tai kauhalla, jos näytetilavuudet pysyvät yhtä suurina kuin näyte putoavasta virrasta otettava näyte. Näytteenottimen suuaukon täytyy olla vähintään 2,5 kertaa suurempi kuin suurin raekoko (SFS 2011,26.)

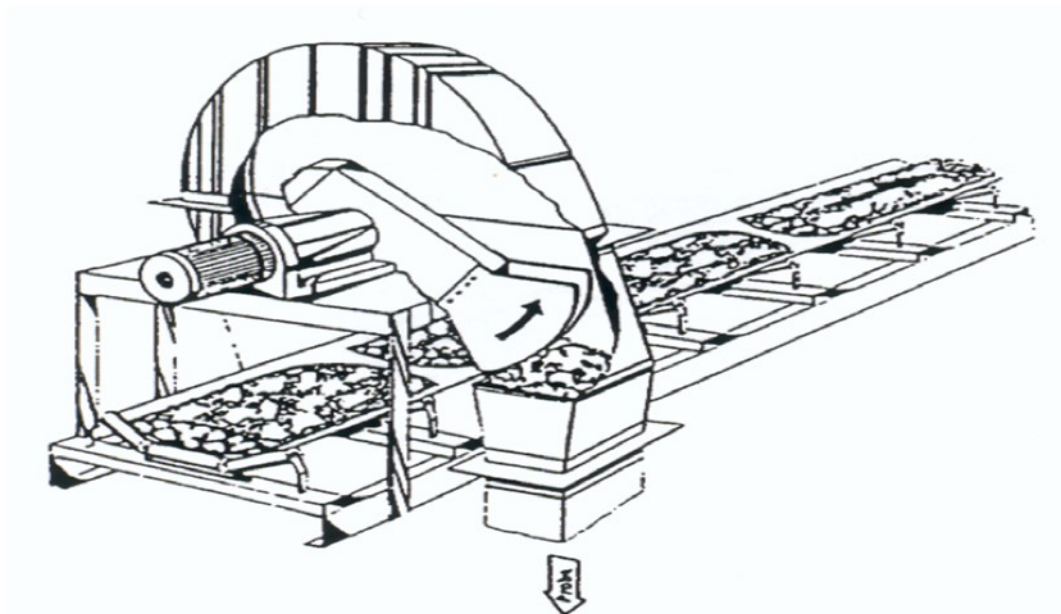


Kuva15. ja 16. esimerkkejä putoavasta virrasta otettavasta näytteestä (SFS EN 14778 2011)

#### 5.1.1 Kuljettimen yli tapahtuva näytteenotto

Vasaranäytteenotin ottaa näytteen kuljettimen päältä polttoainevirrasta. Polttoaine täytyy olla murskattua ennen näytteenotinta, jotta näytteenotto onnistuu. Näytteitä voidaan ottaa kuljettimelta tarvittava määrä. Näytteenottimen sijoitus jo olemassa oleviin

laitteistoihin on hankalaa. Näytteenotin olisi mahdollista teknisesti sijoittaa alakuljetimen päälle, mutta asemakohtaiset polttoaineet ovat jo tässä kohdassa sekoittuneet, joten näytettä on mahdotonta ottaa tässä kohtaa enää kuormakohtaisesti.



Kuva 17. Ns. vasaranäytteenotin (SFS EN 14778 2011)

### 5.1.2 Rekkanäytteenotin

Laitteisto kairaa useita näytteitä satunnaisesti valituista pisteistä ja syvyyksistä, ja yhdistää ne edustavaksi näytteeksi koko kuormasta. Näytteenotto määritellään toimitettavan aineen mukaisesti ja toimituskohteen tarpeiden mukaan. Esimerkiksi voimalaitosteollisuudessa kiinteän biopolttoaineen näytteenoton ja näytteiden käsittelyn standardit EN ISO 18135 ja EN ISO 14780.

Prometec Oy:n valmistama Q-Robot sisältää näytteenottoyksikön lisäksi konenäköjärjestelmän, joka määrittää turvalliset näytteenottopisteet ja estää näin polttoaineauton tukirakenteisiin osumisen. Saapuvasta kuormasta saadaan myös tarkat tilavuustiedot sekä puuperäisistä materiaaleista myös reaaliaikaista laskennallista kosteustietoa. Nii- den avulla raaka-ainetoimitusten logistiikkaa ja toimitusketjua voidaan optimoida. Laitteiston sijoittaminen on mahdollista esimerkiksi autovaa'an yhteyteen. Tämä vaatisi mielellään katetun tilan toiminnan varmistamiseksi sääolojen vaihdellissa. Näyte saadaan tarvittaessa kuormasta halutuista kohdista, jolloin saadaan minimoitua

näytteenoton virheellisyys. Kuljetuskaluston kokoerojen vaihdellessa saadaan kuorman koosta riippumatta kattava näyte.

Laitteistolle rakennettavassa rakennuksessa on otettava huomioon riittävä korkeus ja leveys, kun monesti kuljetuskaluston kuormatilojen katto on avattava ennen kuorman purkamista joko ennen tuloa näytteenottorakennukseen tai kuljetuksen ollessa sisällä. Esimerkiksi hyvin tuulen mukana liikkuvan materiaalin lentämisen estäminen ympäristöön on estettävissä, kun katto avataan vasta sisällä rakennuksessa ja myös suljetaan ennen ulos ajoa.



Kuva 18. Esimerkki näytteenottohallista laitteistoinen (Prometec Oy)

### 5.1.3 Poikittainen näytteenottoruuvi

Peräpurkumontussa sijaitsevalla poikittaisella ruuvilla saadaan polttoainekuormasta näytteitä haluttu määrä sen saapumishetkellä. Haasteen näytteenotolle tuo kuormien suuret kokoerot kuljetuskaluston koon vaihdellessa kippiautosta yhdistelmään. Kamit ja mahdolliset kivet voivat vaurioittaa näytteenottoruuvia pudotessaan ruuville kuormaa purettaessa ja näin myös estää näytteenoton.

Laitteiston sijoittaminen olemassa oleviin kuljetinjärjestelmiin ei ole mahdollista, kun polttoainekuorman purkaminen tapahtuu suoraan vastaanottoasemaan.



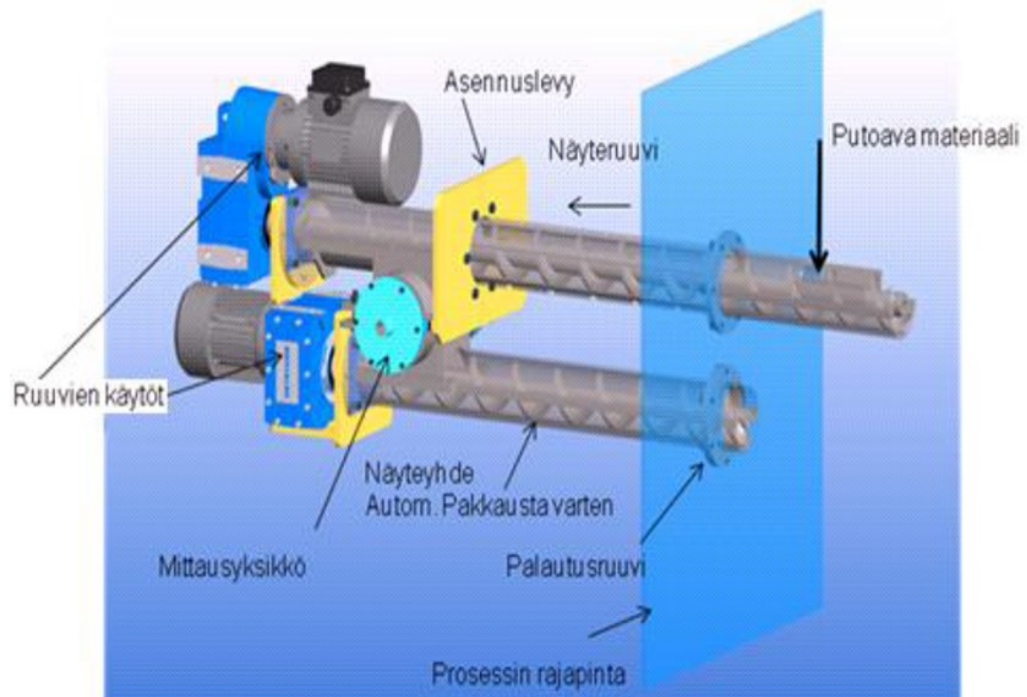
Kuva 19. Peräpurkumontun poikittainen näytteenottokaira (kuvannut Ari Niemi).

#### 5.1.4 Ruuvinäytteenotin

Ruuvinäytteenotin ottaa näytteen ruuvilla halutuista materiaaleista. Ruuvien koko määritellään tutkittavan materiaalin partikkeli koon mukaan tapauskohtaisesti. Otettu näyte siirtyy mittayksikölle, jolla voidaan määrittellä haluttu näytteen määrä. Ylimääräisen materiaalin se palauttaa takaisin prosessiin.

Laitteisto voitaisiin sijoittaa ns. alakuljettimen päälle aseman pudotuskuiluun (kuva 20). Laitteiston sijoittaminen pudotuskuiluun voi aiheuttaa holvaamista polttoaineen mukana tulevien hake- ja turvekamien johdosta. Näytteenottoruuvi voi myös vaurioitua kamien takia. Ruuvien mahdollinen sijoituskohta on esitetty kuvassa 21 (valkoinen nuoli). Polttoaineen näytteenotto on otettava saapumistilassa. Tässä tapauksessa polttoaine on jo voinut olla useita tunteja asemassa esim. kesällä pienen kulutuksen takia ja toimittajien vaihtuessa on hankala saada otettua oikeaan kuormaan kohdistuva näyte. Näin ollen laitteisto ei sovellu kohteeseen.





Kuva 20. Automaattinen polttoaineen näyteenottolaitteisto (Tynys 2011,23)



Kuva 21. Aseman pudotuskuilu, jossa mahdollinen ruuvien sijoituskohta (kuvannut Ari Niemi).

## 6 EHDOTUKSET NÄYTTEENOTTOLAITTEISTOIKSI

### 6.1 Ruuvinäytteenotin

Jos ruuvinäytteenotin asennetaan asemakuljettimen päähän, se mahdollistaa näytteenoton ennen alakuljetinta. Tällä tavoin saadaan kattavampi näyte polttoaine-erästä. Pääosin laitoksilla on sama polttoainetoimittaja samaan tiettyyn asemaan, jolloin toimittajakohtaiset näytteet eivät sekoitu. Näytteenottoruuvi voidaan ohjelmoida ottamaan polttoainetta haluttu määrä, joka sitten putoaa ilmatiiviiseen astiaan.

Ruuvinäytteenottimen ollessa ns. pudotuskulussa ennen alakuljetinta polttoaineesta osa jää ruuville. Kun ruuvi käynnistyy, siirtää se polttoainenäytteen mittayksikölle ja ylimääräisen polttoaineen takaisin alakuljettimelle. Näytesyhteestä näyte putoaa ilmatiiviiseen näyteastiaan. Laitteistolla voitaisiin ainakin ottaa vertailunäytteitä asemaan tuoduista polttoainekuormista. Kerran vuorokaudessa voimalaitoshenkilökunta tyhjentäisi astian ja sekoittaisi näyte-erän, josta muodostuisi siten kattava koontinäyte.

Kyseisen näytteenoton huono puoli on sen viive, kun näyte haetaan kerran vuorokaudessa ja kulutuksen vaihdellessa polttoaine voi olla asemassa pitkään ennen kuin se putoaa alakuljettimelle. Esimerkiksi kesällä polttoaineesta haihtuu pois kosteutta jo asemassa oloaikana. Edellä mainitun kaltaisella ruuvinäytteenottimen sijoittelulla poistuisi kuljettajan ottaman manuaalisen näytteenoton vilpin mahdollisuus. Kyseisen siirtoruuvilaitteiston pystyisi valmistamaan Siirtoruuvi Oy. Laitteen valmistuksen hinnoittelu on aina tapauskohtaista.

### 6.2 Rekkanäytteenotin

Rekkanäytteenotin on tutkituista näytteenottolaitteistoista luotettavin. Laitteisto poistaisi vilpillisen manuaalisen näytteenoton mahdollisuuden. Laitosten välisen etäisyyden ja polttoainekuormien toimitussuunnista johtuen molempiin laitoksiin täytyisi investoida omat rekkanäytteenottimet. Järjestelmien hintaa on tiedusteltu jo aiemminkin ja todettu, että kyseessä on liian suuri investointi Vatajankosken voimalaitoksiin.

### 6.3 Näytteenottolaitteistojen arvioidut kustannukset

Tätä opinnäytetyötä tehdessä selvisi, että Suomesta ei löydy montaakaan automaattisten näytteenottolaitteistojen valmistajaa. Muutamaan valmistajaan on oltu yhteydessä ja pyydetty tarjouksia automaattisista näytteenottolaitteistoista. Kyseisten yritysten hyvästä työtilanteesta johtuen kirjallisia tarjouksia ei saatu tämän opinnäytetyön valmistumiseen mennessä eikä tuotteen valmistajat mielellään anna opinnäytetyöhön ns. arviohintoja. Myyntitarjouksen hinnoittelu vaatii valmistajalta aikaa ja resursseja sekä perusteellista perehtymistä kohteeseen. Mahdollisten valmistajien kanssa käytyjen puhelinkeskustelujen perusteella automaattisen näytteenottolaitteiston hankintahinta tulisi olemaan n.100 000 € - 900 000 € laitteistosta riippuen.

## 7 YHTEENVETO

Kiinteän polttoaineen näytteenoton parantaminen jo olemassa oleviin polttoaine asemiin ja kuljettimiin on haaste toteuttaa niin, että jokaisesta toimitetusta kuormasta saataisiin edustava näyte. Näytteenottimen sijoittamista rajoittavat ahtaat tilat, kun laitteistoja rakennettaessa ei ole otettu huomioon mahdollista automaattista näytteenottoa.

Automaattisella näytteenotolla pystyttäisiin vaikuttamaan huomattavasti paremmin polttoainenäytteen edustavuuteen, koska automaattisella näytteenotolla saataisiin hyvin toteutettua suurempi määrä näytettä verrattuna käsin tehtyyn näytteenottoon. Tällä menetelmällä voitaisiin poissulkea manuaalisesti otettujen näytteiden virheellisyys. Ongelmana automaattisissa näytteenottimissa on, että jälkikäteen ne on vaikea sijoittaa vanhaan laitokseen.

Tutkimuksen aikana nousi esiin yksi malli näytteenottolaitteista, mikä toimisi luotettavasti molemmissa laitoksissa. Sen sijoittaminen olisi mahdollista olemassa oleviin laitoksiin myös teknisesti ja näin jokaisesta kuormasta saataisiin kattava näyte. Tutkimuksen perusteella rekkanäytteenotin olisi vartenotettavin vaihtoehto, mutta aikaisempien selvitysten perusteella laiteinvestointi olisi näillä polttoainemäärillä liian suuri.

Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella päädytään siihen, että Vatajankoski Oy jatkaa nykyisellä näytteenottomenetelmällä. On tärkeää edelleen painottaa näytteenoton tärkeyttä niin polttoaineen toimittajille kuin henkilökunnallekin ja järjestää perehdytystä näytteen ottamisesta kaikille osapuolille säännöllisin väliajoin.

## LÄHTEET

Bioenergian www-sivut. 2021. Puuenergia. Viitattu 15.1.2021. <https://www.bioenergia.fi/tietopankki/puuenergia/>

Danbom, Kari 2009. Näytteenottolaitteen kehitys kiinteiden biopolttoaineiden online-kosteusmittaussovellukseen. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Insinööriyö.

Lauhanen, R., Ahokas, J., Esala, J., Hakonen, T., Sippola, H., Viirimäki, J., Koskineniemi, E., Laurila, J. & Makkonen, I. 2014 Metsätoimihenkilön energialaskuoppi. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja C. Oppimateriaaleja 6 [verkkojulkaisu] ISSN 1797-5581

Prometec Tools Oy www-sivut. 2020. Viitattu 2.2.2021. <https://prometec.fi/>

Putula, Joel & Hill, Anu 2017. Hakkeen laatuun vaikuttavat tekijät. ePooki30/2017 Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut [verkkojulkaisu] ISSN 1798-+2022.

Puupolttoaineen laatuohje VTT-M07608-13-päivitys 2014. Eija Alakangas ja Risto Impola

SFS. 2011. SFS-EN 14778 Kiinteät biopolttoaineet. Näytteenotto. Suomen Standardisoimisliitto. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry

Turveinforon www-sivut. 2021. Turpeen energiakäyttö. Viitattu 23.2.2021. <http://turveinfo.fi/kayttotavat/energiakaytto/turpeen-energiakaytto/>

Tynys, A. 2011. Kiinteän polttoaineen näytteenoton edustavuuden parantaminen ja vastaanottoaseman kehittäminen. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma / Energia- ja ympäristötekniikka. Insinööriyö.

Vatajankoski Oy. Kuva-arkistot. 15.6.2016

2018-03-29 / LH

## **POLTTOAINEIDEN KOSTEUSNÄYTTEEN OTTO**

Joka kuormasta otetaan näyte (5) viidestä eri kohdasta, kattavasti kuorman koko alueelta, näytteenottokauhalla ämpäriin, määrä noin 5 litraa.

Palaturvenäytteeseen otetaan mukaan hienoaainetta eli mujua siinä suhteessa kuin sitä

arvioidaan kuormassa olevan.

Näyte-erä jauhetaan jos on palaturve kysymyksessä.

Saatu näyte-erä sekoitetaan ämpäriin ja punnitaan kuivausrasiassa välittömästi.

### **Lämpökaappikuivaus**

Punnitaan kuivausastiaan polttoainetta n. 60 -150 g suuruinen erä.

Näytteen kerrosvahvuus rasiassa n. 30 mm

Näytteet kuivataan ilmastoidussa lämpökaapissa 105 +/- 2 °C lämpötilassa.

Kuivausaika noin 20 h.

Kuivat näyte-erät punnitaan heti uunista pois otettaessa, ja niistä lasketaan kosteudet tietokoneella.

Vuorokauden aikana kerääntyneet näyte-erät laitetaan samanaikaisesti uuniin. (Laitettaessa kosteita näytteitä kuivaan lämpökaappiin, on kaapissa mahdollisesti ennestään olevat kuivat näytteet ensin poistettava.)

Kuivat näyte-erät laitetaan lopuksi ao. keräilyastiaan, lämpöarvomäärittystä varten.

Keräilyastian/-ämpäriin kanteen merkataan toimittajan nimi ja suotieto.