



Näytteenottostandardin soveltamisohje

Näytteenotto- ja -näytekäsittely-standardien (SFS-EN 14778: 2012 ja SFS-EN 14780: 2012) soveltamisohje metsäpolttoaineille Suomessa - Luonnos

Kirjoittajat: Timo Järvinen ja Risto Impola

Luottamuksellisuus:

Luottamuksellinen

Alkusanat

Suomessa on runsaan kymmenen vuoden ajan ollut yleisesti käytössä Puupolttoaineiden laatuohje 1998, jota on käytetty myös metsästä tulevien polttoaineiden näytteenoton ja näytekäsittelyn ohjeistuksessa. Tällä hetkellä on valmistunut laaja kiinteiden biopolttoaineiden eurooppalainen standardijärjestelmä ja tässä yhteydessä on uusittu myös näytteenotto- ja näytekäsittelystandardit kahdeksi EN-standardiksi:

SFS-EN 14778: 2012 Kiinteät biopolttoaineet. Näytteenotto (Solid biofuels. Sampling) ja
SFS-EN 14780: 2012 Kiinteät biopolttoaineet. Näytteen esikäsittely (Solid biofuels. Sample preparation).

EN-standardit korvaavat vastaavat kansalliset ohjeet ja standardit. Standardien (SFS-EN 14778 ja SFS-EN 14780) tilastomatemattinen laskenta ja myös näytteenotto perustuvat hiili-standardeihin. Standardien viitearvot on saatu ns. BioNorm –hankkeissa (www.bionorm2.eu) tehdyn näytteenoton ja määrityksien perusteella. Nämä hankkeet ovat olleet taustatyönä standardien soveltamiseksi, mutta niissä ei välttämättä ole pystytty kovin hyvin huomioimaan kansallisia erityispiirteitä, laajaa polttoainekirjoa ja tekniikkaa sekä oloja, jotka vaihtelevat eri puolilla Eurooppaa. Standardien tilastomatematiikka on hyvin perusteltua, mutta siinä mainitut nykyiset laskenta- ja tarkkuusvaatimusviitearvot eivät sovellu sellaisenaan suomalaisiin oloihin. Siksi Suomessa on toteutettu ns. CEN – sovellushanke, jossa on pyritty tarkentamaan em. viitearvoja, jotta standardeja pystytään myös täällä helpommin käyttämään. CEN -sovellushankkeessa on tehty ajallisesti (eri vuodenaikoina) ja maantieteellisesti edustava näytteenotto todellisen kuorma- ja toimituseräkohtaisen kosteus- ja kantomurskeella tuhkahajonnan selvittämiseksi eri puolilla maata ja eri vuodenaikoina. Lisäksi on tutkittu automaattisten näytteenottimien tarkkuutta ja yhteensopivuutta standardien kanssa ja nykyisen käsinäytteenoton edustavuutta. CEN-sovellushanke on kohdistunut pelkästään kosteus- ja tuhkaominaisuuksiin eikä siinä ei ole tutkittu muita myös tärkeitä polttoaineominaisuuksia. Tämä on tehty rajallisten resurssien vuoksi, mutta myös siksi, että EN-standardit suosittavat kosteus- ja/tai tuhkaominaisuuksien käyttöä tilastollisessa tarkastelussa, esim. yksittäisnäytelukumäärien laskennassa. Uudet standardit sisältävät toki myös paljon muuta hyvin käyttökelpoista materiaalia, joka oikeastaan ei eroa paljon aikaisemmista käytännöistä.

Jyväskylässä 16.5.2012

Tekijät

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	2
1 Johdanto.....	4
2 Biopolttoaineiden EN-standardit	5
3 Metsäpolttoaineiden näytteenotto ja näytteiden käsittely.....	8
3.1 Tärkeimmät termit ja määritelmät.....	8
3.2 Yleistä näytteenotosta.....	8
3.3 Näytteenottosuunnitelma	9
3.4 Yksittäisnäytteiden lukumäärä	10
3.5 Yksittäisnäytteen tilavuus.....	11
3.6 Kokoomanäytteen jakaminen.....	11
3.7 Näytteenottopaikka	12
3.8 Näytteenottotapa.....	13
3.8.1 Koneellinen näytteenotto	13
3.8.2 Manuaalinen näytteenotto.....	14
3.8.3 Näytteiden muodostaminen ja käsittely.....	15
4 Metsäpolttoaineiden näytteenotto-ohjeen soveltaminen käytäntöön	17
5 Näytteenoton ja nopeiden analyysimenetelmien yhdistäminen	18
6 Loppusanat.....	19
Lähde- ja viiteaineisto	20

1 Johdanto

Suomessa metsäpolttoaineiden erityispiirteenä ovat mm. useat polttoainetyypit, suuret laatuvahtelut (hajonnat), hyvin vaihtelevat toimituserät riippuen laitoksen koosta, polttoainekäytöstä ja polttoaineen hankintamahdollisuuksista sekä -järjestelmästä. CEN-sovellushankkeessa näytteenotto kohdistui koko- ja runkopuu- sekä metsätähdehakkeeseen ja kantomurskeeseen. Näytteenottostandardissa (SFS-EN 14778) vastineet löytyvät lähinnä metsätähdehakkeelle (havupuiden hakkuutähdehake), runkopuuhakkeelle tai karsitusta rangasta tehdylle hakkeelle (kuorellinen puuhake). Suoraan kokopuuhakevastinetta ei löydy, eikä kantomursketta, joka on uusi tuote.

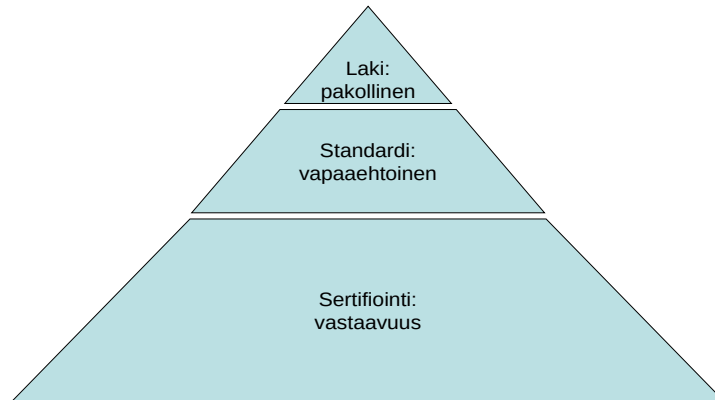
Koneellinen tai automaattinen näytteenotto yleistyy metsäpolttoaineista myös Suomessa erityisesti suuremmissa yksiköissä. Tämän näytteenottotavan etuna on, että yksittäisnäytetilavuus (määrä) ja yksittäisnäytteiden lukumäärää voidaan säätää halutuksi. Näytteenotto toistuu aina samalla tavalla ja, jos systemaattisia virheitä voidaan hallita, niin edustavuus muodostuu hyväksi noudattamalla hyvän näytteenoton periaatteita (kohta 3.2. sivulla 8).

Automaattisen näytteenoton toteuttaminen edellyttää polttoaineen käyttäjän ja toimittajan yhteistä sopimista ja hyväksyntää.

Koska polttoainetoimituksen energiamäärä määräytyy toimituserästä otettujen näytteiden analyysitulosten perusteella, näytteenotto on myös talouden kannalta tärkein ja usein eniten epävarmuutta aiheuttava työvaihe laadunmäärittämissä. Talouden kannalta suurin ongelma on näytteenotosta johtuva mahdollinen systemaattinen virhe esim. polttoaineen kosteudessa. Yleisimmin systemaattinen virhe johtuu väärin valitusta näytteenottopaikasta tai –tavasta eli yksittäisnäytteet otetaan esimerkiksi lajittuneesta polttoainevirrasta tai –kasasta, jolloin näytteiden kosteudet ovat systemaattisesti joko liian kuivia tai kosteita. 40 % kosteudessa jokainen 1 prosenttiyksikön systemaattinen virhe aiheuttaa noin 2 % virheen saapumistilassa olevan polttoaineen lämpöarvossa. 30 % kosteudessa virhe lämpöarvossa pienee noin 1,7 %:iin ja kosteustasolla 50 % virhe kasvaa noin 2,6 %:iin. Tämä näytteenotosta johtuva systemaattinen virhe aiheuttaa jokaisessa toimituksessa 30 tonnin metsäpolttoainekuormassa noin 1,8 MWh:n eli noin 36 € (20 €/MWh) virheen. Vuositasolla esimerkiksi 10 GWh:n toimituksissa 1 prosenttiyksikön systemaattinen virhe kosteudessa aiheuttaa noin 200 MWh:n (4 000 €) virheen. Vastaavasti suurissa 100 GWh:n toimituksissa virhe on noin 2 GWh:n (40 000 €) vuositasolla. Kahden prosenttiyksikön systemaattinen virhe kosteudessa kaksinkertaistaa edellä mainitut virheet toimitetuissa energiamäärissä ja polttoainekaupassa.

2 Biopolttoaineiden EN-standardit

Euroopan Standardisointikomitea (the Committee for European Standardization, CEN) on laatinut kiinteisiin biomassoihin liittyvät standardit. Kuvassa 1 on esitetty sertifiointin, standardien ja lakien yhteys.



Kuva 1. Lainsäädännön, standardisoinnin ja sertifiointin hierarkia.

Kiinteiden biopolttoaineiden standardit nähdään ratkaisuna polttoainemarkkinoiden sekä yleiseurooppalaisen polttoainekaupan avaamiseksi. Standardien kehittäminen kiinteiden biopolttoaineiden näytteenottoon ja testaukseen sekä polttoaineen laadunvarmistukseen tukee kiinteiden biopolttoaineiden markkinoiden kehittymistä. Tämä auttaa ympäristö-, ilmasto- ja sosiaalisten tavoitteiden saavuttamista. Euroopan komission hyväksymänä on perustettu ns. CEN/TC 335 -elin kehittämään eurooppalaisia kiinteiden biopolttoaineiden standardeja markkinoille. Elimen tavoitteeksi on asetettu kunkin standardin laatiminen. Näytteenotto- ja näytekäsittelystandardia on tehnyt työryhmä CEN/TC 335/WG 3.

Näytteenottostandardi (SFS-EN 14778) kuvaa menetelmiä näytteenottosuunnitelmien ja näytteenottotodistusten laatimiseksi sekä näytteiden ottamiseksi kiinteistä biopolttoaineista esimerkiksi raaka-aineiden kasvupaikalla, tuotantolaitoksessa, toimituksissa esim. auto-kuormista, tai varastosta. Se sisältää sekä käsin että koneellisesti tehtävät näytteenoton menetelmät. Aluksi standardi määrittää terminologian ja tunnuksat, jonka jälkeen käydään läpi näytteenottosuunnitelmat, joka sisältää myös toimituserien jakamisen. Sitten johdetaan tilastomatematisesti kaavamuotoiset ohjeet yksittäisnäytelukumäärän laskemiseksi toimituserää tai osaerää kohti perustuen määritettävän ominaisuuden hajontaan ja osatoimituserien/kuormien lukumäärään. Yksittäisnäytteen minimitalavuus määritetään myös kaavalla perustuen palakokoon. Kokoomänäyte saadaan kertomalla yksittäisnäytelukumäärä ja minimitalavuus keskenään. Standardissa on myös kuvauksia ja ohjeita näytteenottovälineistöstä sekä käytännöstä ja tilastollisen kokonaistarkkuuden laskemiseen soveltuva matemaattinen yhtälö. Lopuksi tarkastellaan näytteiden käsittelyä, merkintää ja näytteenottotodistuksia. Liitteissä on esitetty mm. eri polttoaineiden viitearvoja ominaisuuksien tyyppillisistä keskiarvoista, hajonnoista, variansseista sekä tarkkuussuosituksista.

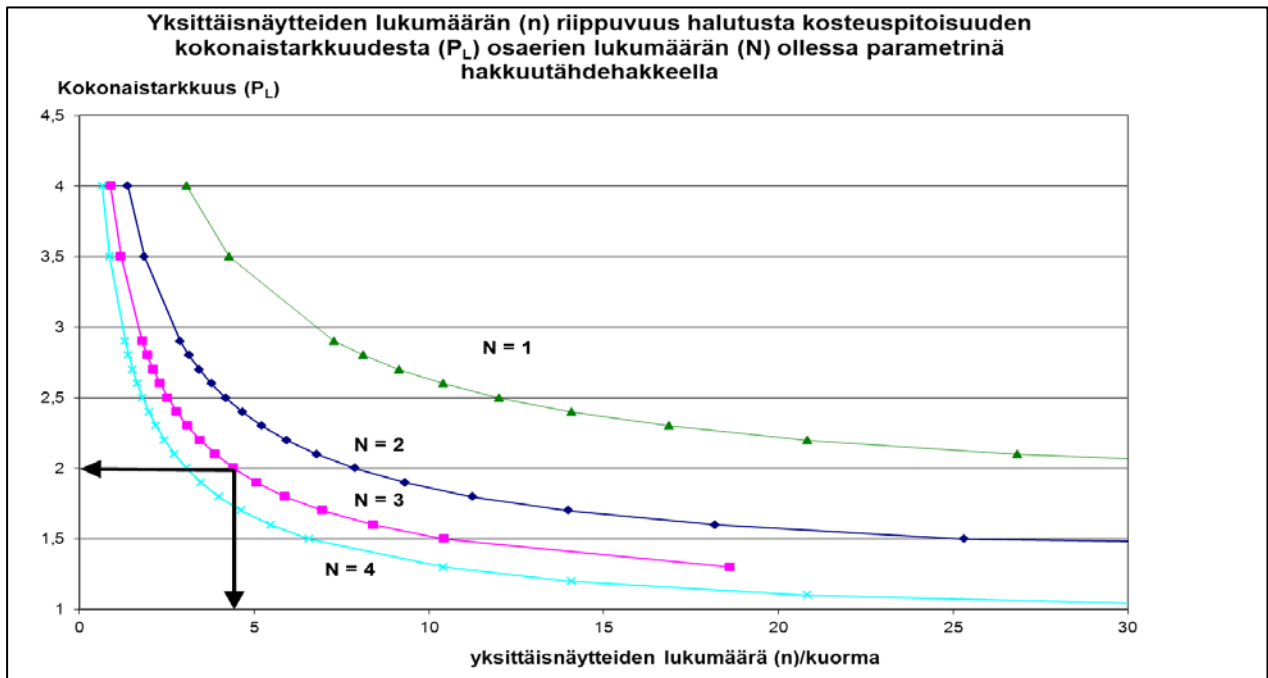
Näytteenottostandardissa on kiinnitetty paljon huomiota yksittäisnäytteiden lukumäärien määrittämiseen perustuen näytteenoton tarkkuuteen (presisio, P_L). P_L on haluttu kokonaistarkkuus sisältäen näytteenoton, esikäsittelyn ja määrittämisen (analyysin) 95 % tilastollisella luottamustasolla. Tarkkuudesta on annettu suosituksia esim. havupuun hakkuutähteelle $P_L = 1,5$ p-% kosteuden ja $P_L = 1,0$ p-% tuhkan osalta ja kuorelliselle puuhakkeelle vastaavat arvot $P_L = 1,0$ p-% ja $P_L = 0,1$ p-% (SFS-EN 14778 taulukko E.7 s. 74 ja taulukko E.4 s. 72). Kuvassa 2

on esitetty käyräparvella yksittäisnäytelukumäärät riippuen kokonaistarkkuudesta sekä osaerien (kuormien) lukumääristä perustuen standardin laskentakaavaan (kaava 1) hakkuutähteelle annetuilla kosteuden varianssin ($V_I = 10$ p-%) sekä näytekasittelyn ja määrittämissuomen varianssin ($V_{PT} = 0,73$ p-%) arvoilla.

Kaava 1

$$n = \frac{4V_I}{NP_L^2 - 4V_{PT}}$$

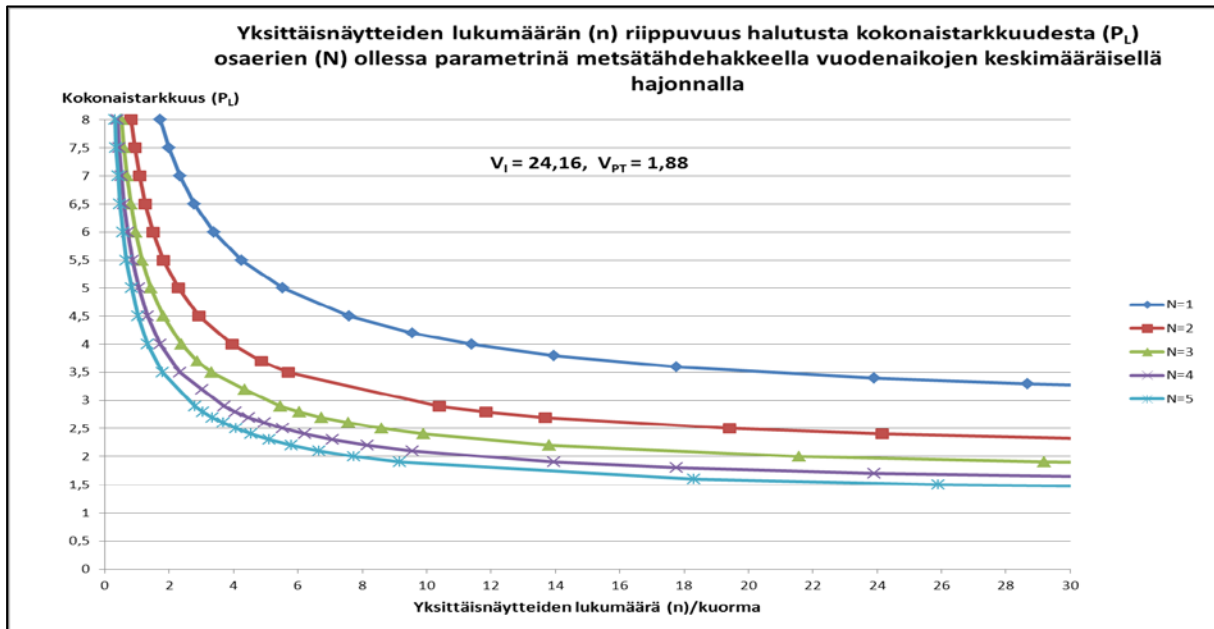
n = yksittäisnäytteiden pienin lukumäärä,
 P_L = haluttu kokonaistarkkuus sisältäen näytteenoton, esikäsittelyn ja määrittämissuomen (analyysin) 95 %:n tilastollisella luottamustasolla,
 V_I = primäärinen yksittäisnäytteiden välinen varianssi,
 N = toimituserän osien (sublot) lukumäärä, Suomessa kuormalukumäärä,
 V_{PT} = esikäsittelyn ja määrittämissuomen varianssi.



Kuva 2. Yksittäisnäytteiden lukumäärän riippuvuus halutusta tarkkuudesta ja osaerien (kuorma) lukumääristä standardin suosituskosteushajontatietojen perusteella.

Piirroksista selviää, että BioNorm – hankkeesta saaduilla kosteushajonnan suositusarvoilla yksittäisnäytemäärä kasvaa hyvin suureksi (> 30 kpl), jos yksi kuorma muodostaa toimituserän ja tarkkuudeksi halutaan ± 2 prosenttiyksikköä 95 %:n tilastollisella luottamustasolla. Jos toimituserässä on kolme kuormaa, niin vastaavaan tarkkuuteen samalla hajonnalla päästään ottamalla 4 näytettä/kuorma ja kaikkiaan 3×4 näytettä. Kuitenkin suosituksena on aina ottaa aina vähintään 10 yksittäisnäytettä kuormaa kohti. CEN – sovellushankkeessa Suomen oloissa mitatut todelliset hajonta-arvot ovat huomattavasti suurempia kuin standardin tautahankkeissa on saatu. Kuvassa 4 on esitetty yksittäisnäytelukumäärien laskenta perustuen täällä edustavasti mitattuihin hajonta-arvoihin. Siksi täällä kannattaa hakkuutähteestä tehdyille metsätädehakeelle kokonaistarkkuudeksi (P_L) valita 4 prosenttiyksikköä, jolloin 95 %:n todennäköisyydellä yhden kuorman muodostaessa toimituserän yksittäisnäytteiden lukumäärä on n. 10 kpl/kuorma ja kahden kuorman tapauksessa n. 5 kpl/kuorma (vrt. kuva 3).

Tätä tukee myös laitosien ja CEN-sovellushankkeen näytteenoton vertailu. Kokopuuhakkeella 4 prosenttiyksikön tarkkuus tuottaa 6 yksittäisnäytettä/kuorma yhden kuorman toimittuserässä ja kahden kuorman tapauksessa 3 yksittäisnäytettä/kuorma. Tämä vastaa jo nykyistä käytäntöä, kuten laitos- ja CEN -sovellushankkeen näytteenoton vertailu myös osoittavat. Runkopuuhakkeella tilanne on hyvin vastaava kokopuuhakkeen kanssa yksittäisnäyttemäärien osalta. Kantomurskeella voitaisiin periaatteessa tarkkuutta nostaa so. rajaa laskea kosteushajontaan perustuvalla laskennalla yksittäisnäytelukumäärien nousematta kohtuuttomiksi. Kuitenkin tuhkapitoisuuden vaihtelut ovat kantomurskeella paljon vaikuttavampia näytteenotossa. Jos tuhkapitoisuuden kokonaistarkkuusvaatimus valitaan n. 3 prosenttiyksikköä yhden kuorman tapauksessa, niin yksittäisnäytteitä täytyy ottaa n. 10 kpl/kuorma. Tällöin kosteuspitoisuuden kokonaistarkkuus on myös n. 3 prosenttiyksikköä. Kantomurskeen tuhkapitoisuuden tarkkuusvaatimus näytteenoton kannalta täytyy määrittää paikallisille oloille ja tekniikalle soveltuvaksi. Uudessa standardissa ei löydy suositusarvoja tämäntyyppiselle materiaalille.



Kuva 3. Yksittäisnäytteiden lukumäärä metsätähdehakkeella koko vuoden keskimääräisellä hajonnalla kuormalukumäärien (N) mukaan.

3 Metsäpolttoaineiden näytteenotto ja näytteiden käsittely

3.1 Tärkeimmät termit ja määritelmät

Toimituserä

Se polttoaine-erä, johon puupolttoainelajien keskeiset, säännöllisesti valvottavat laatuvaatimukset kohdistetaan. Toimituserän koko sovitaan tapauskohtaisesti.

Osaerä

Osa erästä, jolle testitulokset vaaditaan.

Näyte

Polttoainemäärä, joka edustaa suurempaa määrää, jolle laatu on määritettävä.

Osanäyte

Näytteenosa

Yksittäisnäyte

Pienin määrä polttoainetta, joka otetaan kerrallaan kokoomanäytteen muodostamiseksi.

Kokoomanäyte

Yleisnimitys näytteelle, joka muodostetaan yhdistämällä samasta polttoaine-erästä otetut yksittäisnäytteet. Kokoomanäyte voidaan muodostaa myös yhdistämällä homogenisoiduista yksittäisnäytteistä jakamalla erotetut osanäytteet yhdeksi näytteeksi.

Laboratorionäyte

Toimituserästä tai sen osasta kootusta kokoomanäytteestä homogenisoimalla ja jakamalla muodostettu osanäyte, joka toimitetaan laboratorioon. Vertailuja varten voidaan samasta kokoomanäytteestä muodostaa useampia rinnakkaisia laboratorionäytteitä esimerkiksi kosteuden määrittystä varten.

Analyysinäyte

Laboratorionäytteen osanäyte, jonka nimellisesti suurin palakoko on 1 mm tai alle ja jota käytetään monissa kemiallisissa ja fysikaalisissa analyyseissä.

Nimellisesti suurin pala/raekoko

Standardissa EN 15149 kiinteiden biopolttoaineiden pala/raekoon määrittämiseen käytetty seulan aukkokoko, jonka läpäisee vähintään 95 massa-% kokonaismateriaalista

3.2 Yleistä näytteenotosta

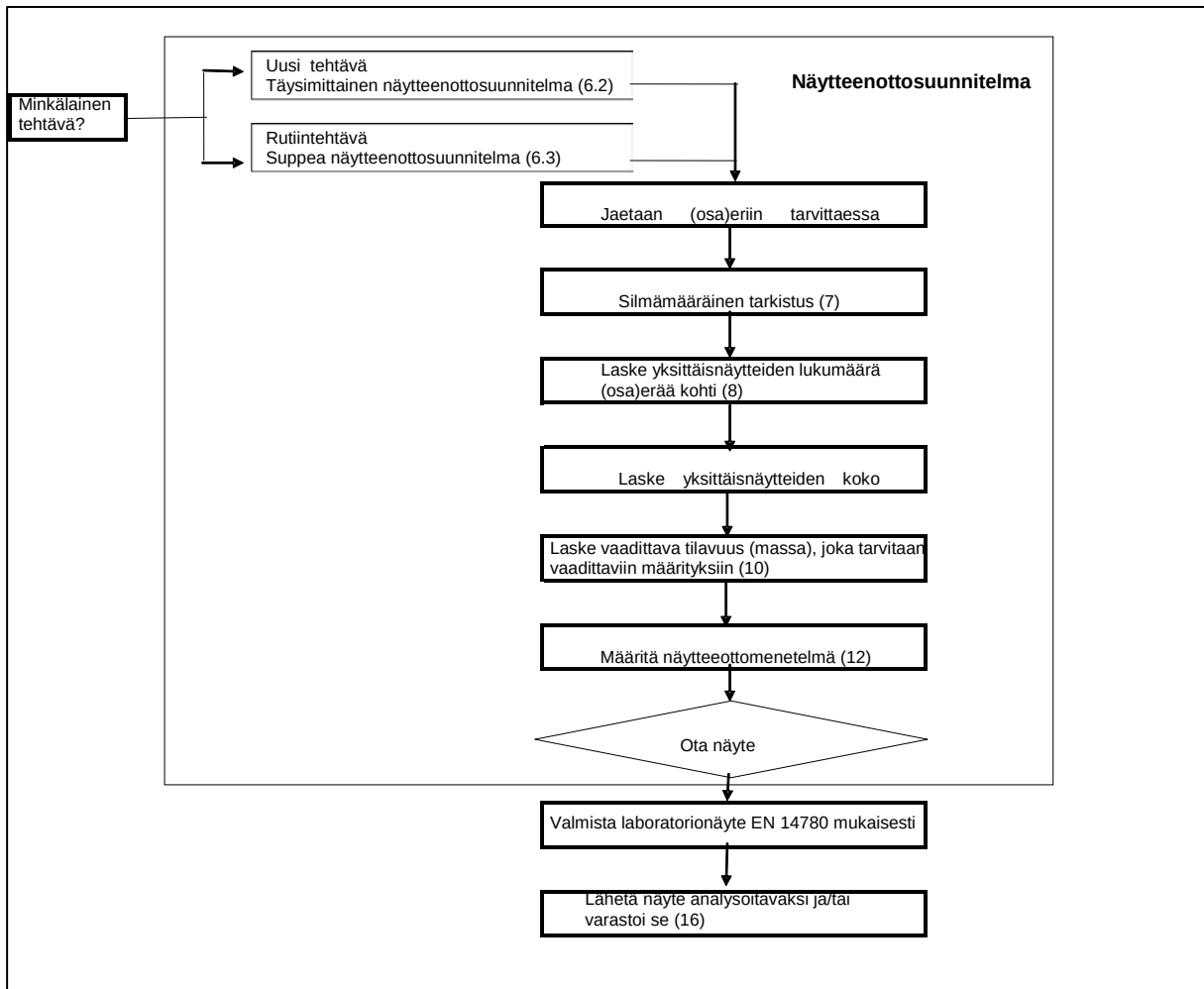
Näytteenotolla tarkoitetaan tietyn, analysoitavaksi soveltuvan erän irrottamista ja erottamista suuremmasta kokonaisuudesta siten, että sekä näyte että alkuperäinen materiaali-erä ovat halutuilta ominaisuuksiltaan samanlaisia. Edustava näytteenotto tarkoittaa itse asiassa systemaattisen virheen pienentämistä.

Hyvän näytteenoton ja käsittelyn yksinkertaistetut periaatteet ovat:

- paikka mahdollisimman lähellä materiaalin (esim. polttoaineen) luovutusta
- näytteenotto vapaasta liikkeestä esim. putoavasta virrasta
- näytteenoton kohdistuttava koko materiaalivirtaan tai valtaosaan sitä
- materiaalivirrasta useampia pienempiä näytteitä
- vältettävä jatkuvaa osavirrasta tapahtuvaa näytteenottoa
- näytekäsittely ja jakaminen eivät saa muuttaa tutkittavia ominaisuuksia

3.3 Näytteenottosuunnitelma

Hyvän näytteenoton peruseriaate on saada edustava näyte koko kohteena olevasta polttoaine-erästä. Jokaisella erän tai osaerän partikkelilla, jota näyte edustaa, tulisi olla yhtäläinen todennäköisyys tulla mukaan näytteeseen. Näytteen käsittelyn tarkoituksena on pienentää näytettä sen edustavuus säilyttäen. Tämän varmistamiseksi tarvitaan näytteenottosuunnitelma. Kuva 4 esittää tarvittavat toimet näytteenottosuunnitelman laatimiseksi (SFS-EN 14778).



Kuva 4. Menettely näytteenottosuunnitelmaa varten (SFS-EN 14778)

Polttoainekaupassa on hyvä laatia laaja täysimittainen näytteenottosuunnitelma, jonka sekä metsäpolttoaineiden toimittaja ja voimalaitos hyväksyvät kauppaa tehdessään ja joka jatkossa voi olla osa polttoainekaupan toimitussopimusta. Suunnitelmassa sovitaan kunkin voima-

laitoksen vastaanottoon parhaiten soveltuva näytteenottopaikka ja -menetelmä, käytetyt näytteenottolaitteet ja -välineet, näytteiden lukumäärät ja tilavuudet, näytteiden käsittely, säilytys ja merkintä sekä näytteenoton dokumentointi. Samalla tulee laatia kyseiselle laitokselle soveltuva mahdollisimman selkeä ja tiivis näytteenotto- ja käsittelyohje, joka on helposti saatavissa tai nähtävissä kaikkien näytteenottajien käyttöön.

3.4 Yksittäisnäytteiden lukumäärä

Yksittäisnäytteiden lukumäärään vaikuttavat tärkeimmät tekijät ovat ominaisuuden, esim. kosteuspitoisuus todellinen hajonta siinä erässä (kuormassa), johon näytteenotto kohdistuu, ja tarkkuus(presisio)vaatimus. Kun hajonta kasvaa niin, suuri tarkkuusvaatimus nostaa yksittäisnäytelukumäärät helposti kohtuuttomiksi. Suositeltava tarkkuusvaatimus metsäpolttoaineilla Suomen oloihin on ± 4 prosenttiyksikköä. Kaavan 1 perusteella käyttäen ± 4 prosenttiyksikön tarkkuusvaatimusta on taulukkoon 1 laskettu suositeltavat yksittäisnäytelukumäärät kaikille metsäpolttoaineille.

Taulukko 1. Yksittäisnäytteiden lukumäärät metsäpolttoaineille hakkeena (95 % < 100 mm) kosteuden perusteella 95 %:n luottamustasolla.

Kuorma lkm	yksittäisnäyte lkm/kuorma	yksittäisnäyte lkm/toimituserä	Kuormakoko i-m ³	tarkkuus
1 kuorma	10	10	≥ 100	tarkkuus n. ± 4 %-yks.
2 kuormaa	5	10	"	tarkkuus n. ± 4 %-yks.
3 kuormaa	4	12	"	tarkkuus n. ± 3 %-yks.
4 kuormaa	3	12	"	tarkkuus n. ± 3 %-yks.
5 kuormaa	3	15	"	tarkkuus n. ± 3 %-yks.
6 kuormaa	3	18	"	tarkkuus n. ± 2 %-yks.

Edellä olevassa taulukossa 1 pohjana on ollut metsätähdehakkeen koko vuoden keskimääräiset hajonta-arvot sekä instrumentaali(NMR)menetelmän näytekäsittelyn ja määrittelyn hajonta-arvot (CENsovellus –hanke 2011).

Koska laitoksilla ei aina pystytä ennakoimaan kuinka monta kuormaa yksi toimituserä käsittelee, niin suosituksena on, että vaihtoehtoisesti toimituserään voidaan kerätä enintään kolmen vuorokauden aikana tulleet yksittäisen toimittajan samanlaatuiset kuormat. Näin voidaan toimia myös pienillä laitoksilla. Tällöin toimituserän kokoa voidaan kasvattaa eikä aina jouduta ottamaan 10 yksittäisnäytettä kuormaa kohti. Kun toimituserä tiedetään etukäteen suuremmaksi kuin yksi kuorma, niin näytteenotto tehdään taulukon 1 mukaisesti.

Kuormakoon ollessa selvästi pienempi kuin 100 m³ esimerkiksi n. 50 m³, niin taulukon yksittäisnäytelukumäärät voidaan puolittaa.

Suosituksena on, että näytteitä otetaan kuitenkin aina vähintään kolme yksittäisnäytettä kuormasta, vaikka toimituserä olisi suurempi kuin 6 kuormaa tai kuormakoko alle 100 m³.

Tällöin näytteenoton tarkkuus edelleen kasvaa suurissa toimituserissä, joka on myös perusteltua. Vähintään kolme näytettä suositellaan otettavaksi myös siksi, että konttitoimituksissa näyte otetaan aina kustakin kolmesta kontista. Suosituksena on myös, että noudatetaan SFS-EN 14778 näytteenottostandardin ajatusta:

Jos laskenta toimituserää kohti antaa vähemmän kuin 10 yksittäisnäytettä, niin aina otetaan vähintään 10 yksittäisnäytettä!

Yksittäisnäytteet kerätään kokoomanäytteeksi, josta näytteen jakamisella muodostetaan laboratorionäyte esim. kosteuden, tuhkan ja/tai muiden polttoaineominaisuuksien määrittämiseksi.

Selvyyden vuoksi taulukkoa suositellaan käytettäväksi kaikilla metsäpolttoaineilla.

Jos koneellisessa näytteenotossa yksittäisnäytteen tilavuus on selvästi suurempi kuin manuaalisesti tapahtuvassa näytteenotossa, niin yksittäisnäytteitä otetaan kuitenkin vähintään 3 kappaletta kuormaa kohti. Muussa tapauksessa koneellisessa näytteenotossa pyritään noudattamaan taulukon näytelukumääriä. Koneellinen näytteenotto suositellaan testattavaksi osapuolien toimesta ennen käyttöönottoa niin, että kaikki asianosaiset toimijat voivat sen hyväksyä.

3.5 Yksittäisnäytteen tilavuus

Yksittäisnäytteen tilavuus perustuu SFS-EN 14778 näytteenottostandardissa kyseisen kiinteän biopolttoaineen palakokoon. Näytetilavuus lasketaan kaavan 2 mukaisesti:

Kaava 2 $Vol_{incr} = 0,5$ kun $d_{95} < 10$;

$Vol_{incr} = 0,05 * d_{95}$ kun $d_{95} \geq 10$, jossa

Vol_{incr} = yksittäisnäytteen pienin tilavuus, litraa ja
 d_{95} = nimellisesti suurin palakoko, mm.

Jos hakkeen partikkelin nimelliskoko (d_{95}) on 100 mm, niin yksittäisnäytettä otetaan n. 5 litraa ja jos nimelliskoko on 60 mm, niin näytettä otetaan n. 3 litraa. Käytännössä Suomessa jälkimmäinen palakoko on hakkeilla tyypillisin. Kantomurskeilla nimelliskoko on suurempi, jolloin yksittäisnäytteen tilavuus tulee suuremmaksi.

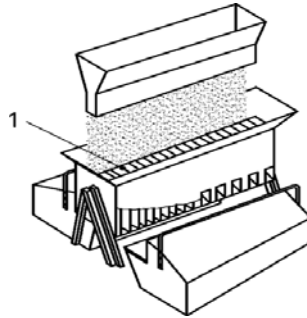
Koneellisessa näytteenotossa useissa tapauksissa näytettä otetaan jopa kymmeniä litroja kuormaa kohti. Ylijäämänäyte palautetaan näytteen jakamisen jälkeen uudelleen syöttölinjalle. Lopullisen näytteen koko on lähellä manuaalisen näytteenoton yksittäisnäytekokoa. Näytteen asianmukaisella jakamisella tulee varmistaa edustavan näytteen saanti kustakin kuormasta. Suositeltavaa on, että koneellisen näytteenoton luotettava toiminta ja näytteenoton kannalta edustavan näytteen saanti varmistetaan erillisellä testauksella, jonka sekä polttoaineen toimittaja ja käyttäjä hyväksyvät.

3.6 Kokoomanäytteen jakaminen

Kokoomanäyte jaetaan halutun kokoiseksi laboratorionäytteeksi, jonka tilavuus metsäpolttoaineilla on vähintään yksi litra. Vähimmäistilavuuden määrää standardin SFS-EN 14774-1 mukainen kosteusmäärittäminen, jonka edellyttämä näytemäärä on vähintään 300 g kosteaa näy-

tettä. Mikäli halutaan määrittää myös muita polttoaineominaisuuksia, niin näytemäärän (tilavuus) on oltava edellä mainittua suurempi.

Ennen kokoomanäytteen jakamista olennaista on sen hyvä sekoittaminen. Suuret kokoomanäytteet voidaan jakaa erilaisilla neliöinti- ja kasamenetelmillä, joiden kuvaukset löytyvät uudesta näytteenottostandardista. Sekoituksen jälkeen kokoomanäyte voidaan jakaa siihen soveltuvilla laitteilla, josta esimerkkinä on kuvan 5 standardin mukainen jakolaite.



Kuva 5. Esimerkki lokeroidusta laatikkojakajasta: 1 = aukko, jonka leveys oltava vähintään 2,5 kertaa materiaalin nimellisesti suurin pala/raekoko

Kun kokoomanäytteen tilavuus kasvaa, niin näytteen sekoittamisessa kannattaa käyttää mekaanisia laitteita. Suomessa on paljon käytetty betonimylly – tyyppisiä ratkaisuja. Tällöin sekoittimen jälkeen kannattaa käyttää edelleen mekaanisia laitteita, kuten lokeroitu laatikkojakaja. Manuaalisesti jaettaessa täytyy olla huolellinen.

3.7 Näytteenottoaika

Polttoainetoimituksissa ensisijainen näytteenottoaika on polttoaineen luovutuspaikka eli käytännössä usein vastaanottoasema, missä yksittäisnäytteet kerätään kuorman purkamisen yhteydessä kuormasta putoavasta polttoainevirrasta tai heti sen jälkeen vastaanottotaskusta tai vastaanotosta lähtevältä kuljettimelta tai kuljettimelta putoavasta polttoainevirrasta. Näytteenottoaikaksi on syytä valita paikka, missä varmimmin ja myös kohtuukustannuksin saadaan polttoaine-erästä edustava näyte. Luotettavimmin edustava näyte on mahdollisuus saada liikkuvasta, putoavasta polttoainevirrasta.

Nykyisen kokemuksen mukaan suositeltavuusjärjestyksenä metsäpolttoaineiden yksittäisnäytteenotolle voidaan antaa:

- liikkuva, jatkuva polttoainevirta, ensisijaisesti vastaanottoasemalla, mutta myös kuormaus- tai siirtokuormausvaiheessa esim. terminaaleilla
- suoraan kuormasta koneellisesti, mikäli läpi kuorman poraavia näytteenottimia kehitetään
- vastaanottoasemalla kuormaa purettaessa tai vastaanottotaskusta (tai polttoainekentältä) heti kuorman purkamisen jälkeen
- kuormausvaiheessa kuormaaajan kauhasta tai kasan rintaudesta
- suurista puupolttoainevarastoista tai –aumoista ei suositella näytteiden ottamista kaupalliseen tarkoitukseen, koska edustavan näytteen saaminen on epävarmaa ja vaatii kohtuuttomasti työtä

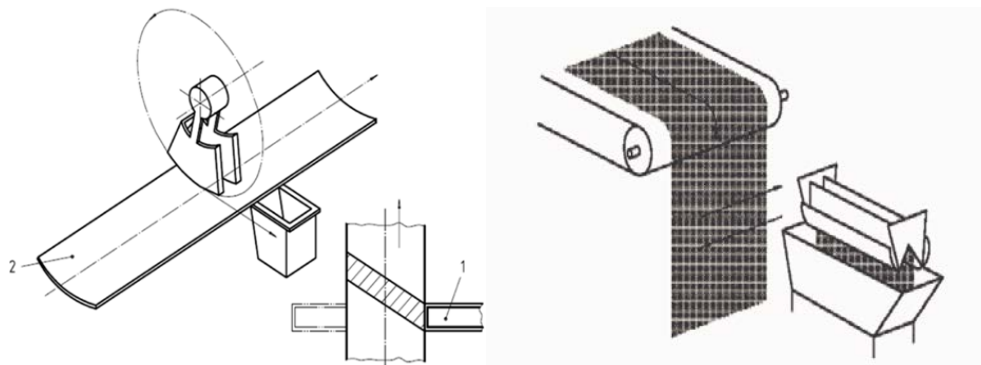
3.8 Näytteenottotapa

Näytteenotto on se vaihe, joka aiheuttaa eniten epätarkkuutta määritysten tuloksiin. Tämän vuoksi näytteenottoon on kiinnitettävä erityistä huomiota ja se on tehtävä järjestelmällisesti ja huolellisesti. Tarkimpaan tulokseen päästään, jos näytteenotto saadaan koneelliseksi, mikä on mahdollista jatkuvasta polttoainevirrasta näytteitä otettaessa.

Metsäpolttoaineiden epähomogeenisuudesta johtuen on usein vaikea ottaa yksittäisnäytteitä tavalla, joka täyttää hyvän näytteenoton periaatteen, että jokaisella yksittäisellä osalla on yhtäläinen todennäköisyys tulla mukaan lopulliseen näytteeseen. Tällainen tilanne on varsinkin otettaessa näytteitä paikallaan olevasta, usein partikkelikoon mukaan lajittuneesta materiaalista, esim. varastokasoista, siiloista, vastaanottotakusta tai kuormasta. Yksittäisnäytteiden ottaminen on helpompaa ja luotettavampaa, kun materiaali on liikkeessä, esim. suoraan kuljettimelta tai kuljettimelta putoavasta materiaalivirrasta sekä kuormaa purettaessa tai lastattaessa. Eli näytteenotto on parempi tehdä liikkeellä olevasta, usein putoavasta polttoainevirrasta, jos se on suinkin mahdollista järjestää.

3.8.1 Koneellinen näytteenotto

Peruseriaate koneelliselle näytteenotolle on, että yksittäisnäytteet otetaan siten, että polttoainevirran koko poikkileikkaus on näytteessä keskiarvoperiaatteen mukaan edustettuna. Helpoiten tämä voidaan toteuttaa ottamalla näytteet joko suoraan kuljetinhihnalta leikkamalla näytteeseen osa koko materiaalivirrasta (kuva 6) tai kuljettimen päästä putoavasta polttoainevirrasta (kuva 6). Yleensä se tapahtuu siten, että näytteenottolaatikko liikkuu vakionopeudella koko materiaalivirran poikki, jolloin näyte leikkautuu koko polttoainevirrasta. Vaihtoehtoisia menetelmiä näytteenottimen liikeratkaisuksi on useita. Molemmissa tapauksissa näytteenottimen suuaukon tulee olla vähintään 2,5 kertaa materiaalin nimellisesti suurin palakoko. Näytteenottolaatikon on oltava riittävän suuri, yleensä täyttöaste mitoitetaan kaksi kolmasosaa koko laatikon tilavuudesta.



Kuva 6. Vasemmalla hihnan poikki ja oikealla putoavasta virrasta ottava näytteenotin.

Koneellinen näytteenotto voidaan toteuttaa myös kola- ja ruuvikuljettimilta. Tällaisista epäjatkuvista polttoaineirroista yksittäisnäyte voidaan ottaa avaamalla kuljettimen pohja koko leveydeltään siten, että näytteeseen saadaan koko epäjatkuuserä polttoainetta, esim. kolian väliin jäävä polttoaine-erä.

Yksittäisnäytteet voidaan ottaa myös vastaanottoasemalla ruuvinäytteenottimilla suoraan kuormasta putoavasta polttoainevirrasta (kuva 7).



Kuva 7. Koneellisen näytteenottimen ruuvi vastaanottoaseman taskun päällä.

Näytteenottopaikkaa kuljetinlinjassa valittaessa täytyy varmistaa, että eri kuormien ja toimittajien polttoaineet pysyvät erillään näytteenottopaikassa. Samoin näytteenottoväli on mitoitettava kuormien purku- ja kuljetinkapasiteetin mukaan siten, että suunniteltu määrä yksittäisnäytteitä kuormaa kohti saadaan.

Koneellisessa näytteenotossa yksittäisnäytteen tilavuudet kasvavat suuriksi, joten automaattijärjestelmiin on suunniteltu näytteiden murskaus-, sekoitus- ja jakolaitteet. Niistä saadaan kuormakohtainen suhteellisen pieni näyte toimittajakohtaiseen keräilyastiaan. Näistä kokoomanäytteistä saadaan sekoituksen ja jakamisen jälkeen vuorokausikohtainen laboratorionäyte analysoitavaksi.

Koska kuormia tulee laitokselle sekä eri toimittajilta että sisältäen eri polttoainelaatuja, on varmistettava, että käytetty näytteenotin puhdistuu aina kuormakohtaisen näytteenottojakson jälkeen. Samoin on taattava, että koko kerätty näyte-erä (myös hienoaines ja suurimmat partikkelit) siirtyy lopulliseen näytteeseen.

Käytettäessä koneellisia näytteenottolaitteita, on niiden luotettavuus testattava lähinnä mahdollisen systemaattisen virheen poistamiseksi ja eri osapuolten hyväksyttävä niiden käyttöönotto.

3.8.2 Manuaalinen näytteenotto

Useimmilla laitoksilla polttoaineen laatu ja hinnoittelu perustuvat vielä käsin tapahtuvaan näytteenottoon. Yleisimmin yksittäisnäytteet otetaan kuorman purkamisen yhteydessä, esimerkiksi peräpurkuautosta putoavasta polttoainevirrasta tai heti kuorman purkamisen jälkeen, esimerkiksi kuormakohtaisesta polttoainekasasta vastaanottotaskusta tai polttoainekentältä.

Käsinäytteenotto on mahdollista toteuttaa kuljetinjärjestelmistä samoilla periaatteilla kuin edellä kuvatuilla koneellisilla näytteenottomenetelmillä. Oikein toteutettuina ne ovat kuitenkin työläitä jatkuvaan käyttöön, koska esimerkiksi otettaessa näytteitä suoraan hihnakuljettimelta on kuljetin pysäytettävä näytteenoton ajaksi.

Käsinäytteenotossa suositellaan käytettäväksi pitkävartista näytteenottokauhua, jonka suuaukon läpimitta on vähintään 2,5 kertaa nimellisesti suurin palakoko.

Otettaessa näytteitä suoraan kuormasta putoavasta polttoainevirrasta, näytteenottoväli määräytyy siten, että riittävä määrä yksittäisnäytteitä kuormaa kohti saadaan tasaisesti

kuorman eri osista. Näytteitä on pyrittävä ottamaan polttoainevirran eri osista myös kuorman leveyssuunnassa. Näytteenottoa on vältettävä esimerkiksi peräpurkuautosta tulevista viimeisistä ”rippeistä”. Myös turvallisuus on huomioitava näytteenotossa autosta putoavasta polttoainevirrasta. Näytteenotto onkin usein järjestetty pitkävartisella kauhalla ”lasin takaa” viereistä pölyttömästä valvomosta.

Otettaessa näytteitä vastaanottotaskusta esim. sivukippiauton kuorman purkamisen jälkeen näytteenottajan on kierrettävä koko tasku ja otettava näytteet taskun eri osista, jotta näytteenotto kohdistuu tasaisesti koko kuorman eri osiin.

Usein polttoainekuorma joudutaan purkamaan polttoainekentälle. Tällöin näytteet on mahdollista kerätä peräpurkuauton putoavasta polttoainevirrasta edellä kuvatulla tavalla. Aina ei kuitenkaan ole mahdollista ottaa yksittäisnäytteitä putoavasta virrasta, vaan näytteenotto joudutaan tekemään vasta kuorman purkamisen jälkeen kuormakohtaisesta kasasta. Tällöinkin olisi hyvä käyttää näytteenottokauhaa ja näytteet on kerättävä kasan eri osista siten, että näytteet kohdistuvat mahdollisimman tasaisesti puretun kuorman eri osiin. Polttoaine voi olla mahdollisesti lajittunut kuormaa purettaessa, jolloin karkeimmat partikkelit ovat valuneet kasan alareunoille ja hienoin aines on jäänyt kasan keskelle ja yläosaan. Tästä syystä näytteitä pitää ottaa tasaisin välein myös kasan korkeussuunnassa. On vältettävä näytteiden ottoa aivan kasan pinnalta vaan näytteet kaivetaan näytekauhalla pintakerroksen alta.

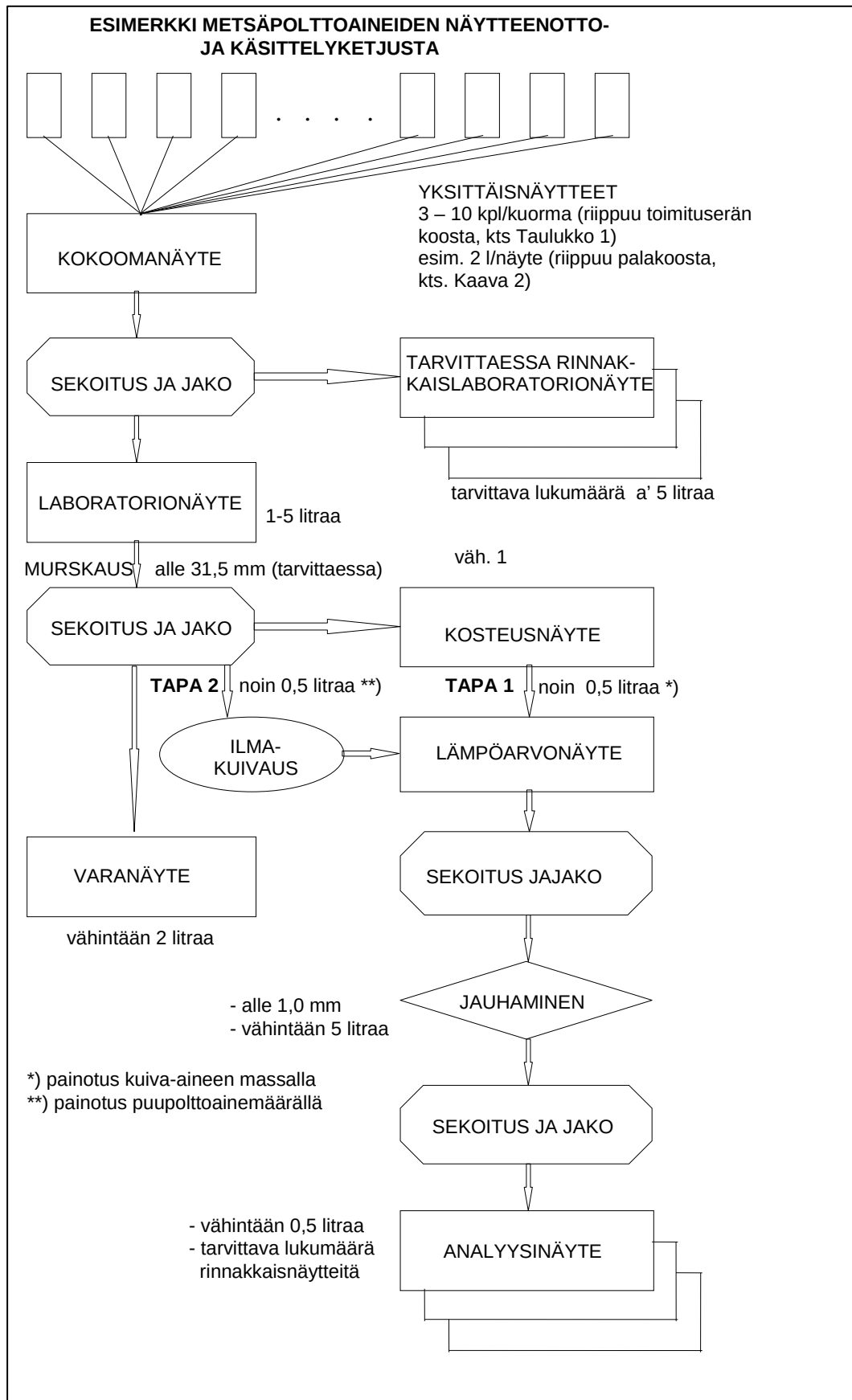
Käsinäytteenotossa pitää pyrkiä mahdollisimman suureen systemaattisuuteen kuormakohtaisia yksittäisnäytteitä otettaessa eli pääperiaate on, että näytteet edustavat tasaisesti koko kuormaa eikä minkäänlaista lajittumista tai valikoitumista saa tapahtua näytteenoton aikana. Näytteenottaja ei saa tehdä valintaa esimerkiksi palakoon suhteen, vaan suurimmatkin näytteeseen tulevat kappaleet ja mahdolliset epäpuhtaudet on otettava mukaan kuormakohtaiseen kokoomanäytteeseen.

3.8.3 Näytteiden muodostaminen ja käsittely

Standardissa SFS-EN 14780 (Kiinteät biopolttoaineet. Näytteen esikäsittely) kuvataan menetelmiä, joissa kokoomanäytteet voidaan pienentää laboratorio- ja analyysinäytteiksi sekä kuvataan näytteiden sekoittamiseen ja jakamiseen soveltuvia laitteita ja menetelmiä. Näytteiden luotettavassa käsittelyssä on noudatettava tiettyjä perusperiaatteita

- jakamisen perusperiaate on, että näytteen koostumus ei saa muuttua alkuperäisestä eri käsittelyvaiheiden aikana
- näytteiden huolellinen sekoitus parantaa jakamisen luotettavuutta
- puupolttoaineiden partikkelikokoa pienennettäessä (murskaus, jauhaminen) kosteuden muutoksia eikä hienoaineksen häviöitä saa tapahtua
- vältettävä näytteen lämpenemistä ja kuivumista näytekäsittelyn ja varastoinnin aikana
- kaupalliseen laadunmääritykseen käytettävät näytteenotto- ja käsittelylaitteet sekä -menetelmät on aina testattava yhteisesti sovittavalla tavalla.

Kuvassa 8 on esitetty standardin SFS-EN 14780 mukaiset näytekoon eri pienentämisvaiheet.



Kuva 8. Kaavio näytteen käsittelylle ja valinnaiselle osanäytteiden otolle.

Kokoomanäytteitä ja laboratorionäytteitä muodostettaessa voidaan valita jokin seuraavista menetelmistä

- Kaikki toimituseräkohtaiset yksittäisnäytteet laitetaan suoraan yhteen astiaan muodostaen kokoomanäytteen, joka lähetetään laboratorioon.
- Yksittäisnäytteet sekoitetaan keskenään muodostaen kokoomanäytteen, josta sekoituksen ja jakamisen jälkeen muodostetaan laboratorionäyte.
- Kukin yksittäisnäyte pannaan erilliseen astiaan tai pussiin ja lähetetään laboratorioon. Laboratorio yhdistää näytteet muodostaen laboratorionäytteen.

Näytteenkäsittelyketjun jokaisessa jakovaiheessa on tärkeää, että jäljelle jää riittävä määrä polttoainetta, jotta tuotetut osanäytteet edustavat alkuperäistä näytettä jokaisen jakovaiheen jälkeen. Jäljelle jäävän näytteen minimikoko riippuu materiaalin suurimmasta nimellisestä palakoosta. Palakooltaan yleisimmille metsähakelaaduille näytteenottostandardi antaa seuraavat laboratorionäytteille sovellettavat miniminäytekoot; P63 4 kg (noin 13 litraa), P45 1,5 kg (noin 5 l) ja P31,5 0,5 kg (noin 2 l). Näiden minimimäärien lisäksi tulee varmistaa, että määrä on riittävä laboratoriossa tehtävien määritysten tekemiseen ja mahdollisten säilytetävien varanäytteiden tarpeeseen.

4 Metsäpolttoaineiden näytteenotto-ohjeen soveltaminen käytäntöön

Näytteenotto-ohje soveltaa SFS-EN 14778 Kiinteät biopolttoaineet. Näytteenotto ja SFS-EN 14780 Kiinteät biopolttoaineet. Näytteen esikäsittely - standardeja Suomen oloihin. Sitä voidaan käyttää toimitussopimuksen osana. Ohjetta on mahdollista soveltuvin osin käyttää myös muille kiinteille biopolttoaineille kuin metsästä tuleville puupolttoaineille. Puupolttoaineiden laatuohjeeseen verrattuna uudet näytteenottostandardit ovat huomattavasti yksityiskohtaisempia, mutta tässä soveltavassa näytteenotto-ohjeessa on taas pyritty mahdollisimman pelkistettyyn muotoon. Yksittäisnäytelukumääräsuositusten osalta tilanne ei olennaisesti muutu laatuohjeeseen verrattuna ± 4 prosenttiyksikön tarkkuussuosituksella. Jonkun verran yksittäisnäytelukumääriä kasvatetaan pienissä toimituksissa, jotta suuremman kosteushajonnan omaavilla metsäpolttoaineilla, kuten esim. hakkuutähteellä, näytteenoton edustavuus nousee. Yleensä myös näytekäsittelyyn liittyvät asiat pysyvät entisellään. Jatkossa Puupolttoaineiden laatuohje 1998 on syytä päivittää uusien näytteenotto- ja näytekäsittelystandardien mukaisiksi.

Näytteenotossa on jatkuvasti korostettava huolellisuutta, ohjeistusta ja koulutusta. Lisäksi tärkeää on säännöllinen valvonta (hyvä polttoainekuri). Näytteenottoon on oltava myös riittävät välineet: useamman tyyppisiä kauhoja ja astioita. Koska inhimilliset tekijät helposti vaikuttavat näytteenottoon ja sen edustavuuteen, niin aina kannattaa vaihtoehtona tarkastella koneellisen näytteenoton toteuttamista, erityisesti uusilla laitteilla sekä suuremmissa yksiköissä. Tämä luonnollisesti edellyttää polttoainetoimittajan ja käyttäjän yhteistä hyväksyntää ja luotettavaa testausta sekä sen uusimista, kun toimitustilanne muuttuu.

Erityisen vältettäviä ovat sellaiset käytännöt, jossa tilavuudeltaan yksi pieni näyte otetaan esim. aina samasta kohtaa kuorman purkauspaikan laidalta tai vetoaisan päältä. Olennaista on aina pyrkiä ottamaan useita näytteitä eri puolilta kasaa tai purkauksen eri vaiheissa ja aina kuitenkin hakkeestakin useampia litroja näytettä kerralla. Näin varmistetaan ominai-

suuden hajonnan sekä mahdollisen lajittumisen aiheuttama mahdollisimman pieni virhe näytteenottoon.

Purkauksen aikana tapahtuvassa näytteenotossa on huomioitava työturvallisuus, ettei esimerkiksi kuorman polttoaineseinämä romahda näytteenottajan päälle, ja pölynpoisto tai henkilökohtainen polttoainepölyltä suojautuminen.

Periaatteessa näytteenotossa suurilla tai pienillä laitoksilla ei ole eroja. Käytännössä eroja kuitenkin syntyy erityisesti siitä, että pienessä yksikössä toimituserän usein muodostaa yksi auto- tai traktoriperäkärrykuorma polttoainetta vuorokaudessa. Tällöin yksittäisnäytteiden lukumäärä on aina 10 kappaletta/kuorma. Näytteenotto-ohje mahdollistaa myös pienillä laitoksilla toimituserän koon kasvattamisen ajallisesti kuitenkin enintään kolmen vuorokauden ajaksi. Tällöin on huomioitava huolellinen yksittäisnäytteiden säilyttäminen tiiviisti suljetuissa muovipusseissa suljetussa keruuastiassa tai irtotavaran kannella suojatussa astiassa viileässä paikassa, jotta keruun (max. 3 vrk) aikaista kuivumista ei pääse tapahtumaan. Lisäksi on varauduttava kokoomanäytteen standardin vaatimukset täyttävään näytteen sekoittamiseen ja jakamiseen mekaanisilla laitteilla. Suurissa ja erityisesti uusissa laitoksissa käytetään useammin koneellista näytteenottoa, jossa on jo valmiiksi usein tehokkaat näytteen käsittelylaitteet (murskaus, sekoitus, jakaminen).

5 Näytteenoton ja nopeiden analyysimenetelmien yhdistäminen

Instrumentaalisten menetelmien tavoitteena on saada kosteusmittaustulos selvästi nopeammin kuin standardin (SFS-EN 14774-1) mukaisessa määrittäyksessä, jossa kosteusnäyte kuivataan lämpökaapissa (105 ± 2 °C) vakiopainoon, joka kestää 12–24 h riippuen näytteestä ja lämpökaapist. Instrumentaalimittauksen tulee olla riittävän tarkka ja luotettava niin, että sopijapuolet voivat sen hyväksyä.

Menetelmät voidaan jakaa jatkuvatoimisiin kuljettimelta mittaaviin menetelmiin tai kertamittausperiaatteella toimiviin menetelmiin, joissa tarvitaan näytteenotto mittausta varten. Viime vuosina erityisesti viimeksi mainituista mittarityypeistä on tullut varteenotettava vaihtoehto kosteuden nopeaksi määrittämiseksi biopolttoainenäytteestä. Suomessa käytössä olevat tekniikat ovat perustuneet mikroaaltojen vaimennuksen mittaukseen, kapasitiiviseen mittaukseen tai ydinmagneettisen resonanssi mittaukseen (NMR –tekniikka).

Kertamittausperiaatteella toimivat laitteet ovat useassa tapauksessa tällä hetkellä riittävän tarkkoja ja nopeita korvaamaan standardin mukaisen lämpökaappikuivauksen biopolttoainneiden tyypillisellä kosteusalueella. Niiden tarkkuus on suositeltavaa todentaa vertaamalla niitä standardimäärittäykseen säännöllisin välein. Kaikki yllämainittuihin teknologioihin perustuvat mittaukset voidaan tarkasti verifioida, koska standardin mukainen kosteus voidaan mitata instrumentaalimittauksen jälkeen samasta näytteestä, jolloin näytekäsittelyvirhe (jakamisen aiheuttama virhe) eliminoiduu. Instrumentaalimittausten etuna on, että mittauksia voidaan tehdä nopeasti paljon ja näin kompensoida mahdollista virhettä edellyttäen, että systemaattista virhettä ei ole.

Näytteenotto- ja näytteen kosteusmäärittäysketjussa valtaosa virheestä aiheutuu näytteenotosta. Vaikka käytetään instrumentaalimäärittystä, niin tilanne on edelleen vastaava. Kuitenkin nopeilla menetelmillä on mahdollista mitata kosteus erillisistä yksittäisnäytteistä

kokoomanäytteistä saadun laboratorionäytteen sijaan. Tällöin keskiarvoistuksen kautta voidaan näytekäsittelyn aiheuttamaa virhettä pienentää tai jopa ohittaa kokoomanäytteen keruu. Jos näin menetellään, suositeltavaa on, että tilanne varmennetaan testaamalla.

Laitoksen käyttämän polttoaineen lämpöarvo voidaan laskea myös epäsuorasti jälkikäteen käyttäen hyväksi kattilanenergiatasetta, joka saadaan prosessimittausten avulla. Polttoaineen lämpöarvo, erityisesti biomassapolttoaineilla, riippuu valtaosin sen kosteuspitoisuudesta, koska yleensä näiden polttoaineiden kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo ei kovin paljon vaihtelee. Erityisesti puupolttoaineilla kuiva-aineen alkuainekoostumus ei kovin paljon vaihtele ja tuhkan osuus on pieni. Tämä tarkoittaa, että käytännössä suurimmaksi osaksi mitataan epäsuorasti polttoaineen kosteuspitoisuutta. Esimerkiksi lähes kaikilla suomalaisilla puupolttoaineilla kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo vaihtelee välillä 18,5 - 20 MJ/kg, ainoan poikkeuksen tekee koivun kuori, jolla se on selvästi korkeampi (21 - 23 MJ/kg).

Hyötysuhteen ja laitoksen tuottaman energian avulla määritetään jakson aikana käytetty polttoaine-energia. Hyötysuhteen määrittämistä varten prosessista mitataan jatkuvasti kattilan teho, savukaasun loppulämpötila sekä happipitoisuus ja palamisilman lämpötila sekä polttoaineen lämpötila (ulkolämpötila). Käytännössä mitataan energiahäviöitä, joista merkittävin on savukaasuhäviö. Hyötysuhdelaskentaa varten tarvitaan seuraavat oletustiedot: polttoaineen alkuaineanalyysi (hiili, vety, typpi, happi, rikki) ja tuhkapitoisuus sekä keskimääräinen kosteus. Hyötysuhteen laskenta reaaliajassa antaa suhteellisen luotettavan tuloksen. Hyötysuhteen määrittämisvirheet ovat tyypillisesti kattilan tehon, polttotavan ja polttoaineen mukaan 1,0–2,5 %. Pienimpään virheeseen (1,0–1,5 %) päästään liejunkerroskattiloiden hyötysuhteen määrittämisessä. Myös mitä suurempi yksikkö, sitä tarkemmin hyötysuhde saadaan käytännössä lasketuksi.

Jos laitoksella on yksi polttoainetoimittaja, joka toimittaa jatkuvasti samaa polttoainetta, taselaskentaan perustuvaa järjestelmää voidaan hyvin käyttää myös laitokselle toimitetun polttoaine-energian määrittämiseen. Sitä on myös mahdollista käyttää periodisesti, jos tietynä aikana on yksi toimittaja, joka toimittaa tuolloin tiettyä polttoainetta. Menetelmällä ei kuitenkaan voi luotettavasti erottaa eri polttoainetoimittajia ja polttoaineita toisistaan. Erityisesti näin on tilanne, jos käytetään polttoaineseoksia ja on useita polttoainetoimittajia nopealla syklillä, kuten useimmissa suurissa ja nykyisin pienemmissäkin laitoksissa.

6 Loppusanat

Tämä näytteenotto-ohje ei korvaa näytteenotto- tai näytekäsittelystandardia SFS-EN 14778 tai SFS-EN 14780. Sitä voidaan käyttää laitoksilla näytteenottostandardien soveltamisessa käytännön oloihin ja täydentämään standardeja. Siihen voidaan myös tarvittaessa viitata toimitussopimuksissa esimerkiksi halutun tarkkuuden viitearvojen suhteen. Tätä ohjetta käyttämällä toteutuvat standardien tärkeimmät periaatteet ja suositukset.

Lähde- ja viiteaineisto

BioNorm2 project - to be published (www.bionorm2.eu),

BioNorm 2: Report C Sampling wood chips Bionorm: Annex C. Sampling experiments on wood chips (Task I.1), Report R Sampling results Bionorm. Annex R. Results of sampling experiments (Task I.1).

Järvinen, T., Kiinteiden biopolttoaineiden CEN – näytteenottostandardin soveltaminen Suomen oloihin, VTT:n Tutkimusraportti, Jyväskylä 8.3.2012, 55 s.

Prenormative work on sampling and testing of solid biofuels for the development of quality management (BioNorm), Synthesis report editor: Martin Kaltschmitt (2004),

Puupolttoaineiden laatuohje 1998. Finbion julkaisu nro 5. 33 s.

SFS-EN 14774 (kaikki osat), Kiinteät biopolttoaineet — Kosteuspitoisuuden määrittäminen — Uunikuivausmenetelmä.

SFS-EN 14778 Kiinteät biopolttoaineet. Näytteenotto (Solid biofuels. Sampling) ja

SFS-EN 14780 Kiinteät biopolttoaineet. Näytteen esikäsittely (Solid biofuels. Sample preparation).

Summary of sampling results BioNorm II, CEN/TC 335/WG 3 N 168, 2008-06-19.