

KIERRÄTYSMATERIAALIEN JA -POLTTOAI-  
NEIDEN LAADUNHALLINTAMENETTELYT  
PÄIJÄT-HÄMEEN JÄTEHUOLTO OY:SSÄ

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Insinööri (AMK), energia- ja ympäristötekniikka  
Kevät 2018  
Timo Salminen

## Kuvailulehti

Tekijä Salminen Timo	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Kevät 2018
	Sivumäärä 34+29	
Työn nimi <b>Kierrätysmateriaalien ja -polttoaineiden laadunhallintamenettelyt Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:ssä</b>		
Koulutusohjelma Insinööri (AMK), energia- ja ympäristötekniikka		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö suoritettiin osana Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n Tuotteiden laadunhallinnan menettelyt -projektin ensimmäistä vaihetta, jossa kehitettiin yrityksen jätteistä valmistettujen tuotteiden laadunvarmistusmenetelmiä. Päävastuu ensimmäisen vaiheen käytännön työkentelystä oli projektityöntekijällä. Painopiste projektin ensimmäisessä vaiheessa oli kierrätys- ja biopolttoaineissa sekä betoni- ja tiilimurskeissa. Projektin yhteydessä toteutettiin selvitys ensimmäisessä vaiheessa mukana olleiden tuotteiden sekä niiden käsittelyprosessien laatuvaatimuksista. Selvityksen perusteella tuotteille laadittiin lakien ja standardien velvoittamat laatuasiakirjat, kuten tuoteselosteet ja näytteenottosuunnitelmat. Laatuasiakirjojen lisäksi laadittiin laadunvarmistusohjeet yrityksen sisäiseen käyttöön. Ohjeet pitävät sisällään käsittelyprosessien prosessikaaviot, materiaalien virtauskaaviot sekä prosessivaihekohtaiset ohjekortit laadunvarmistamiseksi kussakin vaiheessa. Ohjekorteissa on esitetty tärkeimmät laadulliset toimenpiteet, prosessinvaiheisiin vaikuttavat lait ja standardit ja näiden asettamat vaatimukset. Lisäksi ohjekorteissa on lueteltu prosessivaiheiden vastuuhenkilöt ja toimenpiteiden toteuttajat sekä listattu kehitysehdotukset. Laadunvarmistus ja -kehitystoimenpiteiden toteutettavuuden arvioinnin tueksi laadittiin taloudellisten vaikutusten arviointeja. Taloudellisten vaikutusten arviointia varten luotiin työkalu, joka mahdollistaa tuotteiden ominaisuuksien ja sopimusehtojen muutosten vaikutuksen arvioinnin tuotteista saataviin myyntituloihin.</p> <p>Projektin ensimmäisen vaiheen tuloksena yrityksellä on ajantasainen tieto standardien ja lakien velvoittamista toimenpiteistä ja asiakirjoista, ensimmäisessä vaiheessa mukana olleiden tuotteiden osalta. Osa ohje- ja asiakirjapohjista on myös hyödynnettävissä muiden tuotteiden kohdalla, projektin myöhemmissä vaiheissa. Lisäksi yrityksen tietokannoissa hajallaan ollutta informaatiota koottiin helpommin käytettäväksi kokonaisuuksiksi.</p>		
Avainsanat Puumurske, SRF, Betonimurske, Tiilimurske, Laadunvarmistus, Jätehuolto, Kierrätyspolttoaineet		

## Description

Author	Type of publication	Published
Salminen Timo	Bachelor's thesis	Spring 2018
	Number of pages	
34+29		
Title of publication		
<b>Quality management procedures for recycled materials and recovered fuels in Päijät-Häme Waste Management Ltd</b>		
Degree programme		
Bachelor's Degree Programme in Energy and Environmental Engineering		
Abstract		
<p>This thesis is a part of the first phase of the Product quality management -project in Päijät-Häme Waste Management Ltd, where the company's quality assurance methods of products made from waste were developed. The main responsibility of practical work in the first phase of the project was given for the project worker. The focus of the first phase was in biofuels, recovered fuels and crushed concrete and brick. In connection with the project, a study was carried out on the quality requirements for the products and treatment processes involved in the first phase. Based on the survey, quality documents required by laws and standards, such as product descriptions and sampling plans, were compiled for the products. In addition to quality documents, quality assurance instructions for internal use of the company were developed. The instructions included process charts and flow diagrams of treatment process and instruction cards for individual steps of treatment process. The instruction cards include the most important qualitative measures, the laws and standards affecting the process stages, and the requirements set by them, the persons responsible for the process steps and the implementers of the actions, as well as the list of development proposals. In support of evaluating the possibilities to carry out the quality management and quality development actions, economic impact assessments were drawn up. To ease the assessments, an economic impact assessment tool was created, which enables evaluations of the impact of the changes in the characteristics of the products and the contract terms on the proceeds of the products.</p> <p>As a result of the first phase of the project, the company has up-to-date information on the measures and documents required by the standards and laws for the products involved in the first phase. Some of the instruction and documentation can also be used for other products at later stages of the project. In addition, information distributed in company databases was compiled into more easily accessible entities.</p>		
Keywords		
Shredded wood, SRF, Crushed concrete, Crushed brick, Quality assurance, Waste management, Recovered fuel		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	PÄIJÄT-HÄMEEN JÄTEHUOLTO OY .....	3
3	TUOTTEIDEN LAADUNHALLINNAN MENETTELYT -PROJEKTI.....	4
3.1	Tuotteiden laadunhallinnan menettelyt -projektin tausta.....	4
3.2	Työskentely projektissa .....	5
4	PÄIJÄT-HÄMEEN JÄTEHUOLTO OY:SSÄ KÄYTÖSSÄ OLEVAT LAADUNVARMISTUKSEN KÄYTÄNTEET .....	6
5	KIINTEÄ KIERRÄTYSPOLTTOAINE – SRF .....	9
5.1	SRF:n määritelmä .....	9
5.2	SRF:n standardit .....	10
5.3	SRF:n standardien mukainen näytteenotto ja laadulliset analyysit .....	10
5.4	SRF:n laatuluokittelu .....	11
6	PUUMURSKE .....	14
6.1	Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n valmistamien puumurskeiden määritelmät .....	14
6.2	Puumurskeen standardit .....	15
6.3	Puumurskeen luokittelu .....	16
7	BETONI- JA TIILIMURSKE.....	20
7.1	Betoni- ja tiilimurskeen määritelmä .....	20
7.2	Betonimurskeen luokittelu .....	21
7.3	MARA-asetus .....	22
7.4	MARA-asetuksen mukainen laadunvarmistusjärjestelmä .....	23
8	PROJEKTIN OSANA LUOTU AINEISTO.....	25
8.1	Laatuohjeet.....	25
8.2	Näytteenottosuunnitelma .....	27
8.3	Tuoteselosteet .....	28
8.4	Taloudellisten vaikutusten arviointityökalu.....	29
9	TULOKSET .....	30
10	YHTEENVETO .....	31
	LÄHTEET .....	32
	LIITTEET .....	35

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö toteutettiin osana syksyllä 2017 alkanutta Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n Tuotteiden laadunhallinnan menettelyt -projektia. Projektin odotetaan jatkuvan vuoteen 2019, mutta projektin ensimmäinen vaihe, jonka osa opinnäytetyö oli, valmistui toukokuussa 2018. Projekti kattaa kaikki yrityksen valmistamat kierrätystuotteet sekä näiden tuotantoprosessit, ja sen tavoitteena on turvata yrityksen tuotteiden kysyntä markkinoilla ja varmistua tuotteiden korkeasta laadusta. Projektin ensimmäisen vaiheen, ja näin ollen myös opinnäytetyön, rajaukseksi muodostui yleisten toimintamallien, kehitystyökalujen ja asiakirjapohjien luominen yritykselle sekä SRF:n, puumurskeen ja betoni- ja tiilimurskeen kattava laadunvarmistuksellinen tarkastelu ja kehitystyö. Kierrätysmateriaalien ja -polttoaineiden laadunhallintamenettelyt Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:ssä -asiakirja on raportti projektin ensimmäisen vaiheen sisällöstä ja siinä saavutetuista tuloksista ja johtopäätöksistä.

Lähtökohtana projektille oli yrityksen sisällä havaittu tarve tarkastella ja kehittää tuotteiden laadullisten kriteerien ajantasaisuutta, laadunvarmistuksen käytänteitä sekä ohjeiden ja laatuun liittyvien dokumenttien arkistointia. Yrityksessä oli käytössä, jo ennen projektin alkua, laaja kirjo erilaisia laadunvarmistusmenetelmiä. Kuitenkin, koska tuotteiden laatuvaatimukset kehittyvät jatkuvasti muuttuvien lakien, standardien ja sopimusten johdosta, katsottiin tarpeelliseksi päivittää käytössä olevat menetelmät sekä tarvittaessa luoda näiden tuoksi uusia menetelmiä. Uusien menetelmien ja työkalujen tavoitteena oli olla sovellettavissa mahdollisimman laajalle kirjolle yrityksen valmistamia tuotteita. Kuitenkin, koska yritys käsittelee laajaa joukkoa erilaisia jätemateriaaleja, on raaka-aineissa ja näistä valmistettavissa tuotteissa eriäväisyyksiä niin lainsäädännön, sovellettavien standardien, kuin käsittelyprosessien osalta. Merkittäväksi osaksi työtä muodostui työssä mukana olleiden jätelajien sekä tuotteiden lain ja standardien mukaisten vaatimusten selvittäminen.

Asiakirjassa on kuvattu projektin yhteydessä tehdyn selvitystyön merkittävimmät tuotteiden laatua määrittävät tekijät. Polttoaineiden osalta laadun, tuotantoprosessin sekä näiden dokumentoinnin vaatimukset perustuvat merkittävässä määrin standardeihin. Myös lainsäädäntö asettaa tiettyjä reunaehjoja tuotteille, mutta käytössä olevat laatuluokat ja polttoaineiden määritelmät perustuvat joko yhteiseurooppalaisten EN- tai kansainvälisten ISO-standardien Suomen standardisoimisliiton ratifioimiin versioihin. Betoni- ja tiilimurskeen kohdalla merkittävin määrittävä tekijä on taas lainsäädäntö. Lisäksi asiakirjassa on kuvattu

selvitystyön perusteella, yrityksen käyttöön luotu aineisto. Aineisto sisältää sekä standardin mukaisia laadunvarmistusasiakirjoja, kuten tuoteselosteita ja näytteenottosuunnitelmia sekä yrityksen sisäisen materiaalin pohjalta luotuja laadunvarmistusohjeita ja -työkaluja.

## 2 PÄIJÄT-HÄMEEN JÄTEHUOLTO OY

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy (jäljempänä PHJ) on vuonna 1993 perustettu 10 kunnan omistama osakeyhtiö, joka vastaa omistajakuntiensa lakisääteisistä yhdyskuntajätehuollon palvelutehtävistä. Yrityksen pääomistaja on Lahden kaupunki 58,6 prosentin omistuksella. Muita omistajakuntia ovat Sysmä, Padasjoki, Heinola, Asikkala, Hollola, Kärkölä, Orimattila, Pukkila ja Myrskylä. Yrityksen toimialueen asukasluku oli vuonna 2017 noin 202 700 asukasta. Kuitenkin, koska alueella sijaitsee useita merkittäviä mökkikuntia, on varsinkin kesäaikana yrityksen palveleminen asiakkaiden todellinen määrä asukaslukua suurempi. (PHJ 2018a; PHJ 2018b.)

Lisäksi PHJ palvelee vuosittain yli tuhatta erikokoista yritystä. Kuitenkin, koska PHJ on hankintalain (Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016) 15 §:n mukaisessa sidosyksikköasemassa suhteessa omistajakuntiinsa, asettaa lainsäädäntö rajoitteita yrityksen markkinaehtoiselle toiminnalle. Toistaiseksi markkinaehtoista toimintaa säätelee hankintalain (1397/2016) 174 §, jonka mukaan jätehuollon alalla toimiviin sidosyksiköihin sovelletaan 10 prosentin markkinaehtoisesta liikevaihdon rajaa vuoden 2018 joulukuun 31. päivään saakka. Tuleva markkinaehtoisesta toiminnan raja tullaan määrittämään jätelain muutoksessa, josta on laadittu hallituksen esitys HE 195/2017. Esityksen mukaan markkinaehtoisesta liikevaihdon osuus tulee säilymään 10 prosentissa vuoden 2029 loppuun saakka ja hankintalaissa (1397/2016) määriteltä 500 000 euron ulos myynti rajaa ei tulla soveltamaan jätehuollon alalla (HE 195/2017).

PHJ:llä on toimipisteitä 7 kunnan alueella, mutta jätteenkäsittelytoiminnot on keskitetty Lahden Kujalassa sijaitsevaan yrityksen päätoimipisteeseen (PHJ 2018b). Yhteensä yrityksellä oli vuonna 2017 40 työntekijää, jonka lisäksi yritys työllistää jatkuvasti noin 15 - 20 urakoitsijoiden työntekijää. Vuonna 2017 yrityksen liikevaihto oli 16,96 miljoonaa euroa. Vuonna 2017 PHJ:n vastaanottamasta kokonaisjättemäärästä hyödynnettiin 94 prosenttia. Yhdyskuntajätteen, jonka osuus kokonaisjättemäärästä oli 56 prosenttia, hyödynnettiin 95 prosenttia. Hyödynnetyistä yhdyskuntajätteistä 63 prosenttiyksikköä hyödynnetään energiana ja 32 prosenttiyksikköä materiaalina. (PHJ 2018a.)

### 3 TUOTTEIDEN LAADUNHALLINNAN MENETTELYT -PROJEKTI

#### 3.1 Tuotteiden laadunhallinnan menettelyt -projektin tausta

Opinnäytetyö toteutettiin osana PHJ:n Tuotteiden laadunhallinnan menettelyt -projektia. Projekti katsottiin tarpeelliseksi käynnistää, sillä yrityksen sisällä havaittiin puutteita tuotteiden laadullisten kriteerien ajantasaisuudessa, laadunvarmistuksen käytänteissä sekä ohjeiden ja laatuun liittyvien dokumenttien arkistoinnissa. Projektin tavoitteena on varmistaa yrityksen tuotteiden kysyntä markkinoilla ja parhaan mahdollisen hinnan saaminen niistä. Kehityskohteiksi katsottiin sekä yleisten vaatimusten että sopimusten asettamat kriteerit laadulle, yrityksen sisäisten laatuun vaikuttavien toimenpiteiden selvittäminen ja niiden kehittämistarpeen arviointi sekä tarvittavat toimenpiteet laadunvarmistuksen käytänteiden tehokkuuden ja luotettavuuden varmistamiseksi. Ongelmakohtiksi nähtiin erityisesti puutteellinen tieto laatuvaatimuksista, tieto tuotteiden nykyisistä laadullisista ominaisuuksista sekä yrityksen tietokannoissa hajallaan oleva informaatio.

Suuren työmäärä johdosta projekti päätettiin jakaa osiin. Ensimmäisen vaiheen rajaukseksi, jonka yksi osa opinnäytetyö oli, muodostui nykytilanteen kartoittaminen, yleisten laadunhallinnallisten menetelmien ja siihen liittyvien työkalujen kehittäminen sekä tarkempi SRF:n, puumurskeen ja betoni- ja tiilimurskeen laadunvarmistuksen kehittäminen. Tavoitteena oli luoda mallit edellä mainittujen tuotteiden perusteella laadunvarmistuksen työkaluille ja asiakirjoille, jotka voidaan myöhemmin helposti muokata myös muiden tuotteiden tarpeisiin sopiviksi.

Projektin ensimmäisen osan toteutukseen osallistuivat projektipäällikkönä toiminut ympäristö- ja tietojärjestelmäpäällikkö Leena Seppälä ja projektityöntekijä Timo Salminen sekä projektin ohjausryhmä, jonka puheenjohtajana ja koollekutsujana Seppälä myös toimi. Muut projektin ohjausryhmän jäsenet olivat liiketoimintapäällikkö Pekka Kilpeläinen, jonka vastuualueeseen kuuluvat kierrätyspolttoaineet, kehityspäällikkö ja kiviainespalveluista vastaava Antti Leiskallio, käsittelyinsinööri Heikki-Pekka Katajisto, konepalveluiden esimies Sami Leppänen sekä ympäristö- ja laatuinsinööri Markit Likolammi. Lisäksi on syytä mainita kehityskoordinaattori Jani Vehviläisen mittava apu varsinkin projektin alkuvaiheessa.



### 3.2 Työskentely projektissa

Ensimmäisessä vaiheessa vastuu käytännön työstä projektissa oli vahvasti projektityöntekijällä. Ohjausryhmän jäsenet olivat koonneet ennen projektin varsinaista alkua projektityöntekijää varten vastuualueiltaan taustamateriaalia yrityksen käyttämään M-Files -tietojärjestelmään projektikansioiden alle. Tällä toimenpiteellä joudutettiin projektin vauhtiin pääsemistä, sillä yksi sen lähtökohdista oli nimenomaan M-Files -tietojärjestelmässä hajallaan olevan informaation muodostamat ongelmat päivittäisessä työskentelyssä. Yrityksen sisäisen materiaalin tueksi alettiin kartoittamaan toimialaa koskevaa ajantasaista lainsäädäntöä ja standardeja. Erityisesti bio- ja kierrätyspolttoaineiden liiketoiminta pohjaa vahvasti standardeihin, joten toimintaa koskevien standardien ja niiden sisällön selvittäminen muodostui yhdeksi projektin ensimmäisen vaiheen painopisteeksi. Samalla selvitettiin myös näiden polttoaineluokkien terminologiaa ja virallista luokittelua.

Toimintaan vaikuttavien lakien ja standardien selvitystyön ohella alettiin selvittää tuotteiden laadullisten ominaisuuksien taloudellisia vaikutuksia. Kaikissa kolmessa ensimmäisen vaiheen tuoteryhmässä tuotteiden hinnoittelu on vahvasti riippuvainen tuotteen laadullisista ominaisuuksista. Vaikutukset voivat olla joko luokitukseen perustuvia, kuten puu- ja betonimurskeilla, tai sanktioihin perustuvia, kuten puumurskeella ja SRF:llä. Puumursketta ja SRF:ää varten luotiin Microsoft Excel -pohjainen työkalu, jolla laadullisten ominaisuuksien ja muuttuvien sopimusehtojen vaikutuksia tuotteiden hinnoitteluun voidaan arvioida, hyödyntäen aiempien vuosien toimituserien laatuanalyysitietoja ja toimitusmääriä. Laadullisten ominaisuuksien vaikutuksia taloudellisiin vaikutuksiin arvioidaan liitteessä 1.

Osana projektin työskentelyä, ohjausryhmä kokoontui kahden viikon välein. Tapaamisissa seurattiin projektin etenemistä, arvioitiin saavutettuja tuloksia, annettiin palautetta kehitysvaiheessa olevista laadunvarmistustyökaluista, seurattiin aikataulussa ja aiheen rajauksessa pysymistä, asetettiin uusia yksityiskohtaisempia tavoitteita projektille sekä käytiin kattavaa keskustelua projektin sisällöstä ja projektin aihealueen kehitystarpeista. Ohjausryhmää ja ohjausryhmän kokoontumisia voidaan pitää oleellisena tekijänä projektin onnistumisen kannalta.

#### 4 PÄIJÄT-HÄMEEN JÄTEHUOLTO OY:SSÄ KÄYTÖSSÄ OLEVAT LAADUN- VARMISTUKSEN KÄYTÄNTEET

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:ssä oli projektia edeltäneessä tilanteessa käytössä useita laadunvarmistuksellisia ja -hallinnallisia käytänteitä. Projektin tarkoituksena olikin tukea ja tehostaa näitä jo olemassa olevia toimenpiteitä ja toimintamalleja. Käytänteet voidaan jakaa kahteen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat kaikille jätelajeille yhteiset käytänteet ja toiseen tietyille jätelajeille ja tuotteille ominaiset usein käsittelyprosessiin ja laadun-  
tarkkailuun liittyvät toimenpiteet.

Yhtenä tärkeimpänä toimenpiteenä kaikille vastaanotettaville jätelaaduille voidaan pitää kuormantarkastuksia. Suurten asiakkaiden osalta, jotka toimittavat jätettä kuorma-autoilla ja rekoilla, vastuu ja käytännön toimenpiteet kuormantarkastuksissa jakautuvat kolmeen osaan. Ensimmäisessä vaiheessa kuorma tarkastetaan pintapuolisesti vaaka-  
asemalla kuorman saapuessa jätekeskuksen alueelle. Tarkastus rajoittuu kuorman pintaosiin, eikä näin ollen monesti riitä antamaan kattavaa kuvaa jätemateriaalin laadusta. Lisäksi pakkaavat jätteautot ja nestemäisiä jätteitä toimittavat säiliöautot jäävät tämän tarkastuksen ulkopuolelle, suljettujen säiliöiden vuoksi. Kuitenkin tiettyjen lavakuormina saapuvien jätteiden osalta, merkittävästi poikkeavat jätetuormat voidaan erottaa jo tässä vaiheessa ja ohjata erilleen muusta jätevirrasta. Tarkastuksen vaaka-  
asemalla suorittavat vaakaoperaattorit.

Toinen vaihe kuormantarkastuksissa on koneosaston tekemät tarkastukset purettavalle jäteteelle. Tarkastukset ovat myös tässä vaiheessa aistinvaraisia. Puretuista kuormista voidaan erottaa useat poikkeavat materiaalit silmämääräisesti. Etsittäviä poikkeamia ovat muun muassa

- kyllästetty puu sekä betoni- ja kiviaines puujätteessä
- PAH-yhdisteitä sisältävät vesieristeet betonijätteessä
- PCB:tä sisältävät saumanauhut betonijätteessä
- asbesti tiili- ja betonijätteessä
- PVC-muovi energiajätteessä.

Lisäksi kuormien poikkeava haju voi paljastaa, sisältävätkö ne esimerkiksi haihtuvia yhdisteitä, jotka aiheuttavat vaaraa jätemateriaalin seassa. Jos aistinvarainen tarkastelu antaa olettaa kuormien poikkeavan sallitusta laadusta, voidaan materiaaleille teettää tarkemmat

analyysit haitta-aineista. Epäilty poikkeava kuorma pidetään erillään muusta jätevirrasta siihen asti, että sen laadusta on varmistuttu.

Kolmas vaihe kuorman tarkastuksessa on materiaalin käsittelyvaihe. Käsiteltävät materiaalit syötetään käsittelylaitteistoihin pienissä erissä, jolloin koko materiaalivirran tarkastus on mahdollista tehdä tehokkaasti ja tarkemmin, kuin muissa vaiheissa. Tässä vaiheessa tehtävä tarkastus sopii erityisen hyvin esimerkiksi vaaraa aiheuttavien esineiden havaitsemiseen ja poistamiseen materiaalin joukosta. Tällaisia esineitä voivat olla esimerkiksi painepakkaukset sekajätteen joukossa. Tarkastuksesta vastaavat materiaalinkäsittelykoneen kuljettaja sekä laitosoperaattorit.

Jäteasemilla yksityisasiakkaiden ja pienyritysten jätteet vastaanottava henkilökunta vastaa kuormantarkastuksista. Kuormantarkastukset ovat osa asiakaspalvelua, jossa kuormantarkastuksen lisäksi ohjeistetaan asiakkaita oikeaoppiseen lajitteluun. Lajittelemalla jätteet tarkoituksenmukaisesti yksityisasiakkaat voivat alentaa merkittävästi jätteenhoitokustannuksiaan sekajätteen määrän vähentyessä. Jäteasemilta saapuvat kuormat tarkastetaan kuitenkin myös jäteasemilta käsittelyyn sisäisesti siirrettäviä jäte-eriä purettaessa ja käsittelyn yhteydessä, edellä mainituilla tavoilla.

Toinen kuormantarkastukseen liittyvä laadunvarmistuksellinen toimenpide on niissä huomattujen laatu-poikkeamien tiedottaminen asiakkaalle tai huomattavissa poikkeamissa asiakkaiden lisälaskuttaminen. Yrityksellä on käytössä sisäinen ohjeistus, jossa määritellään laatu-poikkeamien vakavuus ja tästä seuraavat toimenpiteet. Lähtökohtana on kuitenkin, että kaikista poikkeamista huomautetaan asiakasta, jotta näillä on mahdollisuus kehittää omaa lajitteluaan. Jos koko jäte-erä vastaa muuta, kuin ilmoitettua jätelajia, ohjataan se uudelleenmäärityksen jälkeen tätä jätelajia koskevaan sijoituspaikkaan. Näin ollen jäte myös hinnoitellaan uuden jätelajin mukaisesti.

Tarkoituksenmukaisella varastoinnilla voidaan vaikuttaa merkittävästi tuotteiden laatuun. Sekä vastaanotettuja jätemateriaaleja, että käsiteltyjä tuotteita varastoidaan yrityksen alueella. Jättemateriaalin osalta on tarkoituksenmukaista pitää erillään merkittävästi toisistaan poikkeavat materiaalit, jolloin käsiteltyjen tuotteiden laatua on myös helpompi hallita. Tästä esimerkkinä voidaan käyttää betonijätettä, jonka koostumus saattaa vaihdella merkittävästi. Tuotteiden osalta merkityksellisiä tekijöitä ovat tuotteiden varastokasojen koko ja niiden tiiveys. Näillä voidaan vaikuttaa tuotteen kosteusprosenttiin, joka on yksi merkittä-

vimpiä laadullisia ominaisuuksia etenkin polttoaineiden osalta. Myös varastoinnin turvallisuuden liittyvät asiat ovat merkittävässä osassa. Tarpeellisista palokujista huolehtiminen ja varastokasojen lämpötilan seuranta ovat oleellista palavien materiaalien osalta. Liian korkeat lämpötilat voivat myös heikentää tuotteiden lämpöarvoa. Varastoinnin laadunvarmistuksellisista toimenpiteistä vastaa koneosasto.

Materiaalin käsittelyyn käytettävän laitteiston kunnossapidolla ja osaavalla käytöllä on myös suuri merkitys valmiiden tuotteiden laadulle. Merkittäviä käsittelykoneistoon liittyviä tehtäviä ovat esimerkiksi murskainten ja magneettierottimien huolto ja oikeanlaisten asetusten käyttäminen. Murskainten kunto vaikuttaa työn tehokkuuteen sekä tavoitellun palakoon saavuttamiseen. Magneettierottimien toimivuudella estetään magneettisten metallien pääsy tuotteisiin. Metallien erottelemisella parannetaan tuotteiden kemiallisia ominaisuuksia, mutta myös ehkäistään laiterikkoja kuljettimissa sekä pienennetään tulipaloriskiä. Lisäksi erotetut metallit voidaan ohjata materiaalinkierrätykseen ja näin ollen toteutetaan jätelain mukaista etusijaisjärjestystä (Jätelaki 646/2011, 8 §).

## 5 KIINTEÄ KIERRÄTYSPOLTTOAINE – SRF

### 5.1 SRF:n määritelmä

SRF eli Solid Recovered Fuel on jätteestä valmistettu polttoaine, joka Tilastokeskuksen luokituksen mukaan kuuluu sekapolttoaineiden ryhmään ja tarkemmalta määritelmältään kierrätyspolttoaineisiin (Tilastokeskus 2018, 7). SRF:stä käytetään suomennosta kiinteä kierrätyspolttoaine (SFS-EN 15359), mutta sekä nimitys, että Tilastokeskuksen polttoaineluokka ovat molemmat hieman harhaan johtavia, sillä Suomessa jätteistä valmistettuja polttoaineita ei lasketa jätteen kierrättämiseksi (Jätelaki 646/2011 6 §). Siksi suomennot kiinteä jätteestä talteenotettu polttoaine olisikin, vaikkei välttämättä parempi, niin tarkempi kuvaus polttoaineen asemasta.

Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen ryhmään 3231 Kierrätyspolttoaineet, kuuluvat myös muut jäteperäiset polttoaineet (pois lukien puumurskeet). Näitä ovat REF (Recovered Fuel), RDF (Refuse-Derived Fuel) ja PDF (Packaging-Derived Fuel) (Tilastokeskus 2018, 7). Se miten SRF eroaa muista ryhmän polttoaineista, ei ole täysin yksiselitteistä. VTT määrittelee ”Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia” -asiakirjassa SRF:n yhdyskuntien ja yritysten polttokelpoisista, kuivista, kiinteistä ja syntypaikoilla lajitelluista jätteistä valmistetuksi polttoaineeksi. REF:n sama asiakirja määrittelee syntypaikalla lajitellusta ja erilliskerätystä kuivajätteestä mekaanisella käsittelyprosessilla valmistetuksi polttoaineeksi ja RDF:n lajittelemattomasta yhdyskuntajätteestä (MSW, municipal solid waste) mekaanisella käsittelyprosessilla valmistetuksi polttoaineeksi. (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen 2016, 11, 17). European Recovered Fuel Organisation (jäljempänä ERFO) määrittelee taas SRF:n standardin EN 15359 mukaisesti valmistetuksi polttoaineeksi, kun RDF:n se tulkitsee jätteen käsittelyprosessissa sivutuotteena syntyneeksi polttoaineeksi (ERFO 2018). Puhelinkeskustelut Tilastokeskuksen ja Suomen Standardisoimisliiton (jäljempänä SFS) työntekijöiden kanssa eivät myöskään antaneet asiaan yksiselitteistä vastausta. SFS:n asiantuntija Eija Mäkinen (2018) kuitenkin totesi, että standardin SFS-EN 15359 noudattaminen polttoaineen valmistuksessa, edellytyksenä SRF-nimityksen käyttämiselle, on yksittäisen toimijan (ERFO) näkemys asiasta ja ettei SRF-nimikettä ole suojattu lailla tai asetuksella, eikä standardin noudattamista SRF-nimityksen yhteydessä voida näin ollen velvoittaa. Kuitenkin, koska Tuotteiden laadunhallinnan me-

nettelyt -projektissa katsottiin tarpeelliseksi, että PHJ kehittää SRF:n tuotantotapansa vastaamaan standardia SFS-EN 15359, tarkoitetaan tässä asiakirjassa jatkossa SRF:llä standardia soveltaen tuotettua polttoainetta.

## 5.2 SRF:n standardit

SRF:n laatua ja valmistusta määrittävät useat standardit, joissa määritellään muun muassa SRF:ään liittyvä terminologia, laatuvaatimukset, luokittelu sekä tuotantoprosessin laadunhallinnan ja näytteenoton vaatimukset. Tärkein SRF:ää ja sen valmistusta määrittävä standardi on ”Kiinteät kierrätyspolttoaineet. Vaatimukset ja luokat” eli SFS-EN 15359 (2012). Standardissa määritellään muun muassa jätteet, joista SRF voidaan tuottaa, muut standardit, jotka ovat välttämättömiä SRF:än määrittämisen kannalta, tärkeimmät aihealueeseen kuuluvat termit ja niiden määritelmät, SRF:n standardin mukainen luokittelujärjestelmä, luokittelun pohjana käytetyt laskentakaavat sekä lista velvoittavista analyyseistä, jotka SRF:lle on standardin mukaisesti tehtävä.

Toinen merkittävä standardi, SRF:n standardin mukaiselle tuotannolle, on ”Kiinteät kierrätyspolttoaineet. Näytteenottomenetelmät” eli SFS-EN 15442 (2012). Standardissa on nimensä mukaisesti kuvattu ja määritelty kiinteiden kierrätyspolttoaineiden näytteenottoprosessi ja sen vaatimukset. Standardi sisältää muun muassa vaatimukset yksittäisnäytteiden määrälle tuote-erässä, yksittäisen tuote-erän määritelmän, näytteenottosuunnitelman mallin sekä kuvauksen ja vaatimukset kattavalle näytteenotolle ja välineistölle, jolla se suoritetaan. Lisäksi standardin mukaista SRF:ää määritellään standardeissa SFS-EN 15357 (2011), jossa on määritelty siihen liittyvä terminologia, SFS-EN 15358 (2011), jossa on määritelty tuotannon laadunhallinnan vaatimukset sekä yksittäisten ominaisuuksien analyysimenetelmiä koskevissa standardeissa, jotka on listattu standardissa SFS-EN 15359 (2012).

## 5.3 SRF:n standardien mukainen näytteenotto ja laadulliset analyysit

Standardin mukaista näytteenottoa ja näytteiden analysointia käsitellään standardeissa SFS-EN 15359 ja SFS-EN 15442. SFS-EN 15359:ssä määritellään velvoittavat analyysit, joita SRF:stä on otettava sekä tapa, jolla analyysituloksia käytetään määrittäessä polttoaineen standardinmukaista laatuluokkaa. Laatuluokitus käsitellään tarkemmin luvussa 5.4 SRF:n laatuluokittelu. Laatuluokan lisäksi standardi velvoittaa analysoimaan ja ilmoitta-

maan polttoaineen alkuperän, partikkelimuodon, partikkelikoon, käytetyt testausmenetelmät, tuhkapitoisuuden kuiva-aineesta, kosteuspitoisuuden massaprosenttiosuutena saapumistilassa, tehollisen lämpöarvon kuiva-aineesta ja saapumistilassa, klooripitoisuuden massaprosenttiosuutena sekä kahdentoista raskasmetallin pitoisuudet ilmoitettuna milligrammoina kilogrammassa kuiva-ainetta. Lisäksi veloitetaan ilmoittamaan käytöstä poistuneen jätteenpolttodirektiivin 2007/76/EY mukainen raskasmetallien summa, joka ei pidä sisällään kadmiumia, elohopeaa tai talliumia. Standardi ei kuitenkaan ota kantaa pitoisuuksien raja-arvoihin, vaan toteaa ne polttoaineentuottajan ja -käyttäjän väliseksi sopimusasiaksi. Lämpöarvon osalta standardissa todetaan, ettei SRF:ää saa käyttää polttoaineena, jos palamisessa syntyy vähemmän lämpöenergiaa prosessin käyttöön, kuin polttoaineen palaminen kuluttaa. (SFS-EN 15359, 2012.)

Tarkemmin näytteenoton suunnittelua, toteutusta, siihen käytettävää välineistöä ja siihen liittyvää raportointia käsitellään standardissa SFS-EN 15442 (2012). Standardissa on määritelty muun muassa yksittäisen tuote-erän enimmäismassa, tuote-erästä otettavien yksittäisnäytteiden vähimmäismäärä, näytteenottosuunnitelman vaatimukset ja näytteenotto-prosessin vaiheet.

#### 5.4 SRF:n laatuluokittelu

Laatuluokittelu on olennainen osa SFS-EN 15359 sisältöä. Sen tarkoitus on antaa eri sidosryhmille välitön, yksinkertaistettu kuva polttoaineen tai polttoaine-erän laadullisista ominaisuuksista. Laatuluokitus ei ole kattava kuvaus polttoaineen ominaisuuksista, vaan vaatii tuekseen käyttäjän tarpeiden mukaan valikoidun sarjan analyysejä, joista osaa voidaan pitää velvoittavina ja toisia vapaaehtoisina. Laatuluokitus sisältää kuitenkin ympäristön ja käytön kannalta tärkeimmät ominaisuudet. Luokituksessa ominaisuudet ovat jaettu viiteen laatuluokkaan (1-5), joissa pienempi luokkanumero tarkoittaa parempaa laatua. Jokaisella ominaisuudella on omat raja-arvonsa kussakin luokassa. (SFS-EN 15359, 2012, 14 - 16.)

Ensimmäinen laatuluokituksen ominaisuus on tehollinen lämpöarvo saapumistilassa ( $NCV_{ar}$ ). Arvo ilmoitetaan megajouleina kilogrammassa saapumistilassa ( $MJ/kg_{ar}$ ), käyttäen viimeisimmän kymmenen analyysituloksen aritmeettisen keskiarvon 95 %:n luottamusvälin alarajaa. Luottamusvälin alarajan laskemisessa käytetään kaavaa 1

$$X = ka - 1,96 * \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

jossa

X	on aritmeettisen keskiarvon 95 %:n luottamusvälin alaraja
ka	on aritmeettinen keskiarvo kymmenestä viimeisimmästä analyysistä
1,96	on normaalijakauman toiminnallinen ominaisuus (vakio)
s	on keskihajonta viimeisimmästä kymmenestä analyysituloksesta
n	on mittausten määrä (eli tässä tapauksessa 10).

Jotta polttoaine voi saavuttaa parhaan laatuluokan 1, on sen sisällettävä vähintään 25 megajoulea energiaa kilogrammassa polttoainetta. (SFS-EN 15359, 2012, 14 - 18.)

Koska tehollinen lämpöarvo mitataan saapumistilassa olevasta polttoaineesta, se on vahvasti riippuvainen polttoaineen kosteudesta. Kosteuden vaikutus polttoaineen lämpöarvoon voidaan laskea kaavalla 2

$$Q_{ar} = Q_d * \left( \frac{100 - M_{ar}}{100} \right) \frac{MJ}{kg} - 0,02443 * M_{ar} \frac{MJ}{kg}, \quad (2)$$

jossa

$Q_{ar}$	on tehollinen lämpöarvo saapumistilassa
$Q_d$	on tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa
$M_{ar}$	on kosteus saapumistilassa, ilmoitettuna prosentteina massasta (p-%)
0,02443	on höyrystymisen entalpian korjauskerroin (vakioaineessa) vedelle (kosteus) 25 °C lämpötilassa, MJ/kg per 1 p-% kosteutta. (Alakangas ym. 2016, 29.)

Toinen luokittelussa käytetty ominaisuus on polttoaineen klooripitoisuus (Cl) ilmaistuna prosenttiosuutena massasta kuiva-aineessa. Klooripitoisuutta ilmoitettaessa käytetään viimeisimmän kymmenen analyysituloksen aritmeettisen keskiarvon 95 %:n luottamusvälin ylärajaa. Luottamusvälin ylärajan laskemisessa käytetään kaavaa 3

$$X = ka + 1,96 * \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

jossa

X	on aritmeettisen keskiarvon 95 %:n luottamusvälin alaraja
ka	on aritmeettinen keskiarvo kymmenestä viimeisimmästä analyysistä
1,96	on normaalijakauman toiminnallinen ominaisuus (vakio)



s on keskihajonta viimeisimmästä kymmenestä analyysituloksesta  
n on mittausten määrä (eli tässä tapauksessa 10).

Jotta polttoaine mahtuu luokitteluasteikolle, saa klooripitoisuus olla enintään kolme prosenttia. (SFS-EN 15359, 2012, 16 - 18.) Voidaan kuitenkin todeta, että laatuluokkaa kolme korkeampaa luokitusta, eli yli prosentin klooripitoisuutta, voidaan pitää polttoaineessa ei toivottuna, sillä jätteen polttamisen osalta, ja näin ollen myös SRF:n, koska sen polttamiseen sovelletaan jätteenpolttoasetusta (Alakangas, Fredriksson, Kurki-Suonio & Tikka 2014, 8), yli prosentin klooripitoisuus tarkoittaa, ettei sitä saa polttaa alle 1100 °C:ssa (Jätteenpolttoasetus 151/2013, 9 §).

Kolmas luokittelussa käytettävä ominaisuus on polttoaineen elohopeapitoisuus (Hg). Toisin kuin tehollinen lämpöarvo ja klooripitoisuus, elohopeapitoisuutta ei sijoiteta taulukon suorina analyysitulosten pitoisuuksina. Elohopeapitoisuus muutetaan muodosta milligrammaa kilogramassa kuiva-ainetta (mg/kg d), muotoon milligrammaa megajoulessa saapumistilassa (mg/MJ ar). Lisäksi elohopea eroaa edellä mainituista ominaisuuksista siinä, että elohopean kohdalla luokittelussa käytetään viimeisimmän kymmenen analyysituloksen mediaania sekä 80. prosenttipistettä. Jos nämä kaksi tapaa antavat luokittelussa eri luokan, käytetään luokittelussa suurempaa luokkaa. (SFS-EN 15359, 2012, 14 - 16.)

## 6 PUUMURSKE

### 6.1 Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n valmistamien puumurskeiden määritelmät

Puulle on käytössä Suomessa lukuisia eri polttoaineluokituksia ja luokkia. Näihin vaikuttavat muun muassa puupolttoaineen alkuperä eli materiaali, josta se on valmistettu sekä puun fysikaaliset tai kemialliset ominaisuudet. Tässä luvussa käsitellään puumurskeita, jotka kuuluvat VTT:n luokituksen ryhmiin B ja C (Alakangas & Wiik 2008, 42) sekä Tilastokeskuksen luokituksessa luokkiin 315 Kierrätyspuu tai 3232 Purkupuu (Tilastokeskus 2018, 5 - 7). Luvussa ei käsitellä metsätähteitä tai kyllästettyä puuta.

VTT:n tutkimusraportti ”Käytöstä poistetun puun luokittelu ja hyvien käytäntöjen kuvaus” jakaa käytöstä poistetun puun neljään luokkaan. Luokat A ja B ovat biopolttoaineita, luokka C on kierrätyspolttoainetta ja luokka D on kyllästettyä puuta, joka on vaarallista jätettä. (Alakangas & Wiik 2008, 42.) Ympäristönsuojelulain (527/2014 107 §) mukaisesti jätteenpolttolaitoksia ja jätteenrinnakkaispolttolaitoksia koskevaa lainsäädäntöä ei sovelleta puujätteeseen, lukuun ottamatta sellaista rakennus-, purku- ja muusta toiminnasta peräisin olevaa puujätettä, joka voi puunsuoja-ainekäsittelyn tai pinnoituksen seurauksena sisältää halogenoituja orgaanisia yhdisteitä tai raskasmetalleja. Käytännössä tämä tarkoittaa, ettei luokkiin A ja B sovelleta jätteenpolttoasetusta ja että luokat A ja B kuuluvat standardin SFS-EN ISO 17225 ”Kiinteät biopolttoaineet. Polttoaineen laatuvaatimukset- ja luokat.” piiriin. Luokkaan C sen sijaan sovelletaan jätteenpolttoasetusta ja se lasketaan kierrätyspolttoaineeksi ja näin ollen se kuuluu standardin SFS-EN 15359 piiriin. (Alakangas ym. 2014, 12.)

Luokkaan A kuuluu vain kemiallisesti käsittelemättömästä puujätteestä valmistettu puumurske. Käytännössä on erittäin haastavaa varmistua siitä, että PHJ:n toiminnassa puumurskeen raaka-aine olisi kokonaisuudessaan käsittelemätöntä puuta, joten luokka A on jätetty pois tarkastelusta. Näin ollen puumurske, jota yritys valmistaa, lukeutuukin joko luokkaan B tai C. Tarkempi kuvaus luokittelun perusteista on kuvattu luvussa 6.2 Puumurskeen luokittelu.

## 6.2 Puumurskeen standardit

Kuten SRF:n, myös puumurskeen laatua ja valmistusta määritellään usealla standardilla. Erona SRF:ään on puumurskeen laatuluokituksen vaikutus sovellettaviin standardeihin. Luokan B-puulle sovelletaan standardia SFS-EN ISO 17225 (Alakangas ym. 2014, 12). Standardin ensimmäinen osa SFS-EN ISO 17225-1 ”Kiinteät biopolttoaineet. Laatuvaatimukset ja -luokat. Osa 1: Yleiset vaatimukset” sisältää nimensä mukaisesti yleiset vaatimukset kiinteille biopolttoaineille ja ohjeet näiden standardin mukaiselle luokittelulle. Luokittelun periaatteet ja luokat ovat selitetty tarkemmin luvussa 5.2 Puumurskeen luokittelu. Standardin ensimmäisessä osassa on myös esitetty kattava lista muista biopolttoaineiden laatua ja valmistusta määrittelevistä standardeista. (SFS-EN ISO 17225-1, 2014.)

Kiinteän biopolttoaineen yleisiin laatuvaatimuksiin kuuluu polttoaineluokan määrittämisen lisäksi muun muassa tiettyjen fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien määrittäminen (SFS-EN ISO 17225-1, 2014, 14 - 16, 44). Määritettävät ominaisuudet ovat riippuvaisia polttoaineen laatuluokasta ja kauppanimikkeestä, eli olomuodosta (SFS-EN ISO 17225-1, 2014, 14, 32 - 78). Koska PHJ:n tuottama biopolttoaine on puumursketta, ovat muut kauppanimikkeet, kuten pelletit ja briketit, rajattu tämän tarkastelun ulkopuolelle. Standardin mukaisesti valmistetusta puumurskeesta, jonka raaka-aine sisältää kemiallisesti käsiteltyä puuta, on määritettävä alkuperä, kauppanimike sekä mitat, jotka sisältävät murskeen pääfraktion, karkean fraktion, palojen suurimman pituuden ja karkean fraktion suurimman poikkileikkauksen pinta-alan. Lisäksi on määritettävä hienoaines, kosteus saapumistilassa, tuhkaprosentti kuiva-aineesta sekä typen, rikin ja kloorin prosentuaalinen osuus kuiva-aineesta. (SFS-EN ISO 17225-1, 2014, 44 - 46.) Jos puumursketta käytetään pienissä alle 500 kW polttimissa, tulee kuitenkin soveltaa standardia SFS-EN ISO 17225-4 ”Kiinteät biopolttoaineet. Laatuvaatimukset ja -luokat. Osa 4: Luokiteltu puuhake” (Alakangas & Impola 2014, 17). Lähtökohtaisesti standardin osa 4 ei sisällä puumursketta, joka on valmistettu kemiallisesti käsitellystä puusta (SFS-EN ISO 17225-4, 2014, 10), mutta koska osan 4 laajemmat vaatimukset polttoaineelle tehtävistä analyyseistä kuvaavat paremmin sopimusten asettamia vaatimuksia PHJ:n valmistamalle polttoaineelle, on sitä sovellettu työssä usein standardin ensimmäisen osan sijaan. SFS-EN ISO 17225-4 (2014, 18) velvoittaa edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi määrittämään polttoaineesta myös tietyt raskasmetallit. Näitä ovat arseeni, kadmium, kupari, lyijy, elohopea, nikkeli ja sinkki. Standardin osassa 4 on myös määritelty raja-arvot kaikille velvoitettaville kemiallisille ominaisuuksille.

Standardissa SFS-EN ISO 18135 ”Kiinteä biopolttoaineet. Näytteenotto” (2017) käsitellään biopolttoainepuumurskeiden näytteenottoa ja näytteenoton suunnittelua. Standardissa on määritelty muun muassa tuote-erien enimmäiskoko, yksittäisnäytteiden määrä tuoterästä, kriteerit näytteenottovälineistölle, menetelmät edustavalle näytteenotolle sekä annettu esimerkit näytteenottosuunnitelmasta ja näytteenottotodistuksesta. Näytteenotto suunnitelman malli sisältää muun muassa tiedot yksittäisnäytteiden määrästä ja tilavuuksista, näytteelle tehtävät analyysit, tiedot näytteenottomenetelmästä ja ajankohdasta sekä kuvauksen näytteenoton tarkoituksesta.

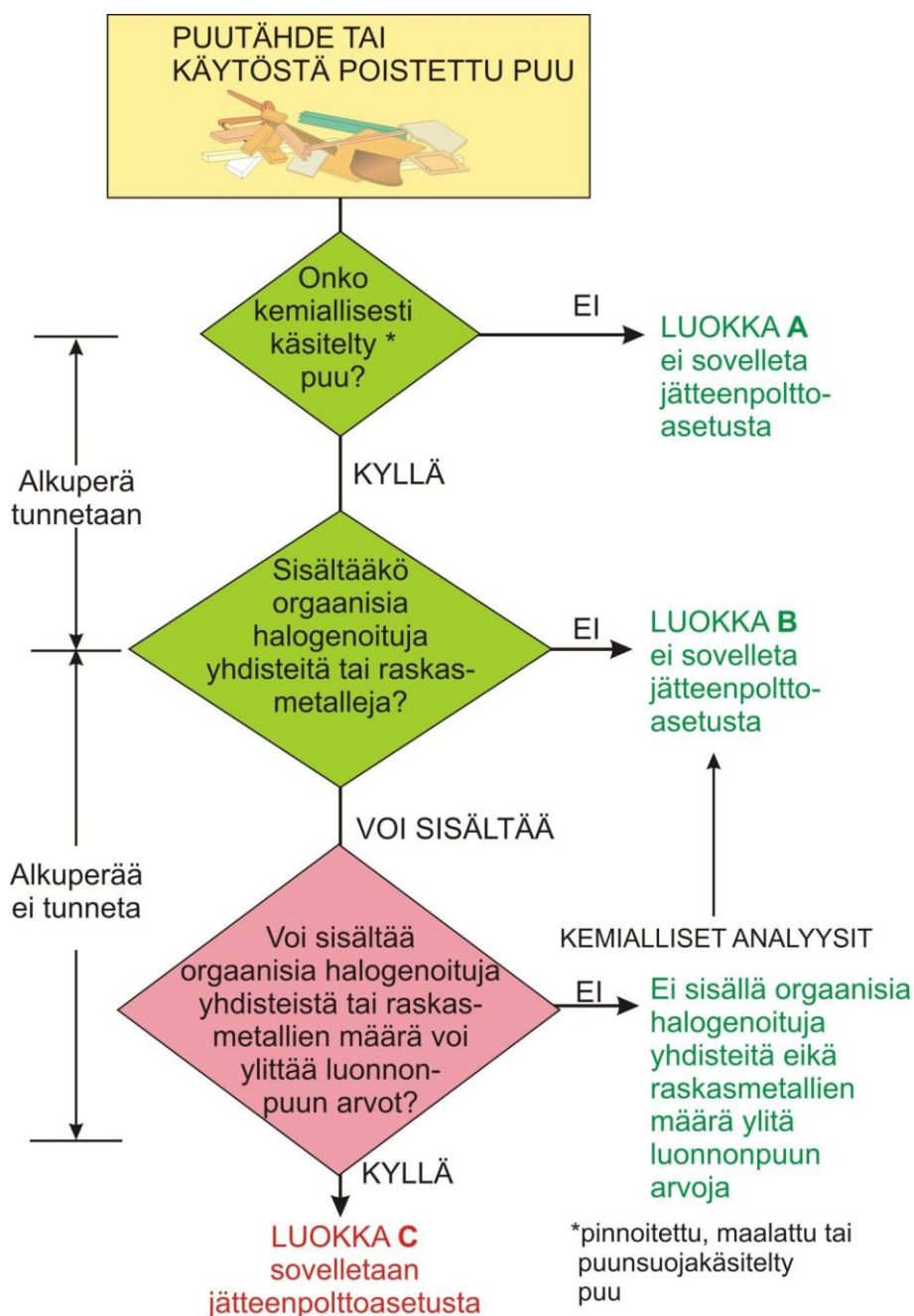
Standardin mukaisilta biopolttoaineilta edellytetään myös tuoteselostetta. Tuoteselosteen vaatimuksia käsitellään standardissa SFS-EN 15234-1 ”Kiinteät biopolttoaineet. Polttoaineen laadunvarmistus. Osa 1: Yleiset vaatimukset” (2011). Kyseisessä standardissa määritellään myös muut standardinmukaisuuden edellyttämät laadunvarmistukselliset asiakirjat. Näitä ovat raaka-aineen alkuperän dokumentaatio, tuotantovaatimuksia koskevat dokumentit, joista ilmenee tuotteen käsittelyprosessi ja laadunvalvonnalliset toimenpiteet sen aikana sekä tuotannon jälkeisen kuljetus-, käsittely- ja varastointiprosessin kuvaus. Tuoteselosteen malli noudattaa pitkälti standardin SFS-EN ISO 17225-1 taulukkoa 5 (2014, 46 - 48), jossa määritellään puumurskeen laatuvaatimukset.

Koska C-luokkaan kuuluva puumurske luetaan kuuluvaksi kierrätyspolttoaineiden ryhmään, ei siihen sovelleta standardia SFS-EN ISO 17225, vaan standardia SFS-EN 15359 (Alakangas ym. 2014). Näin ollen standardin mukaisesti siihen sovelletaan kaikkea, mitä on mainittu luvussa 5 Kiinteä kierrätyspolttoaine - SRF.

### 6.3 Puumurskeen luokittelu

Suomessa puupolttoaineiden luokitteluun käytetään VTT:n laatimaa luokittelujärjestelmää, joka perustuu polttoainestandardeihin ja lainsäädäntöön (Alakangas & Wiik 2008, 42-43; Alakangas ym. 2014, 12 - 14). Luokittelu on julkaistu tutkimusraportissa ”Käytöstä poistetun puun luokittelu ja hyvien käytäntöjen kuvaus” (Alakangas & Wiik 2008) ja ohjeita on päivitetty vastaamaan ajantasaista lainsäädäntöä ja standardeja vuonna 2014 julkaistussa asiakirjassa ”Käytöstä poistetun puun luokittelun soveltaminen käytäntöön – VTT-M-01931-14” (Alakangas ym. 2014). Luokitus jakaa puupolttoaineet neljään ryhmään, joista kaksi (A ja B) kuuluvat biopolttoaineisiin, yksi kierrätyspolttoaineisiin (C) ja yksi vaarallisiin jätteisiin (D), joka hävitetään noudattaen voimassa olevaa vaarallista jä-

tettä koskevaa lainsäädäntöä. Luokittelu on luotu puujätettä tuottavien ja prosessoivien yritysten tarpeisiin erottaa puhdas puumateriaali jätepuusta sekä helpottamaan viranomaisten toimintaa lupamenettelyissä ja raportoinnissa (Alakangas & Wiik 2008, 2; Alakangas ym. 2014, 2). Kriteerit puun luokan määrittämiseen perustuvat standardeihin ja luokkien hyödynnismahdollisuudet lakeihin (Alakangas ym. 2014, 2, 7 - 12). Polttoaineluokkien A, B ja C luokittelun arviointiprosessi on kuvattu kuviossa 1.



Kuvio 1. Luokkien A, B ja C todentamisyjärjestys (Alakangas ym. 2014, 15)

Standardin SFS-EN ISO 17225-1 (2014, 16 - 30) mukainen puumurskeen luokittelu on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen luokittelutapa, on polttoaineen luokittelu alkuperän mukaan. Tässä luokittelussa käytetään nelinumeroista sarjaa, jossa ensimmäinen numero ilmaisee polttoaineen pääryhmän. Pääryhmältään puumurske kuuluu ryhmään yksi, puubio-massa. Luokittelun toinen numero ilmaisee biomassan syntyvän, eli onko kyseessä alkuperäismateriaali, teollisuuden sivutuote vai tähde. Puunjalostusteollisuuden sivutuotteet ja tähteet kuuluvat ryhmään kaksi ja käytöstä poistettu puu tai puutuote ryhmään kolme. Luokittelun kolmas numero ilmaisee ryhmien kaksi ja kolme osalta, onko materiaali kemiallisesti käsiteltyä ja neljäs numero, onko puu kuorellista vai ei. Esimerkiksi kuoreton, kemiallisesti käsitelty käytöstä poistettu puu kuuluu luokkaan 1.3.2.1. Kaikki biopolttoaineen alkuperäluokat ovat esitetty standardin SFS-EN ISO 17225-1 taulukossa 1 (2014, 20 - 24). Alkuperäluokitusta voidaan käyttää puumurskeen laatuluokan määrittämisessä suoraan. Lähikohtaisesti B-puun luokkaan kuuluvat alkuperäluokkien 1.2.2 ja 1.3.2 raaka-aineista valmistettu puumurske (Alakangas ym. 2014, 13). Myös ryhmien 1.2 ja 1.3 sekoitukset ja seokset eli ryhmät 1.2.3 ja 1.3.3 voidaan näin ollen laskea kuuluviksi tähän luokkaan. Käytettäessä laatuluokkaa B seoksille, jotka sisältävät kemiallisesti käsiteltyä raaka-ainetta, on tästä mainittava. Kemiallisesti käsitelty puu ei kuitenkaan saa sisältää halogenoituja orgaanisia yhdisteitä eikä raskasmetalleja enempää, kuin niiden tyyppisissä luonnon materiaaleissa on (SFS-EN ISO 17225-1, 2014, 32; Alakangas ym. 2014, 15,18). Standardin SFS-EN ISO 17225-1 liitteessä B (2014, 84 - 90) on kuvattu luonnonpuulle tyypillisiä pitoisuuksia.

Toinen standardin SFS-EN ISO 17225-1 (2014, 30 - 32, 44 - 46) mukainen luokitus perustuu kauppanimikkeisiin ja ominaisuuksiin. Kauppanimikkeiden ja ominaisuuksien mukaista luokittelua on kuvattu standardin 7. luvussa. Standardin taulukossa 5 on kuvattu puumurskeen laatuvaatimukset. Standardin mukaisia velvoittavia laatuvaatimuksia ovat alkuperäluokka, kauppanimike (standardin taulukossa 2 on lueteltu tyypillisimmät biopolttoaineiden ja raaka-aineiden kauppanimikkeet), pääfraktion, karkean fraktion, palojen suurimman koon ja karkean fraktion sisältävät mitat sekä hienoaineksen, kosteuden ja tuhkan pitoisuudet prosentteina massasta. Lisäksi, jos murske sisältää kemiallisesti käsiteltyä puuta, ovat myös typpi-, rikki- ja klooripitoisuus, prosentteina massasta, velvoittavia ominaisuuksia. Tehollinen lämpöarvo, irtotiheys ja tuhkansulamiskäyttäytyminen ovat opasta-

via eli vapaaehtoisia ominaisuuksia. Vaikka standardissa ei määritellä raskasmetalleja velvoittaviksi ominaisuuksiksi, ei niiden pitoisuudet saa ylittää luonnonpuulle tyypillisiä pitoisuuksia.

## 7 BETONI- JA TIILIMURSKE

### 7.1 Betoni- ja tiilimurskeen määritelmä

Betoni- ja tiilimurske ovat betoni- ja tiilijätteistä valmistettuja materiaaleja, joilla voidaan korvata maarakentamisessa neitseellisiä materiaaleja, kuten soraa ja kalliomurskeita. Betonimurskeita on käytetty Suomessa tie- ja kenttärakenteiden jakavissa ja kantavissa kerroksissa vuodesta 1994. (Tielaitos 2000, 8.) Suomessa on useita betonijätteen käsittelijöitä, jotka valmistavat CE-merkittyjä betonimursketuotteita. Tästä huolimatta lainsäädännön näkökulmasta murskeet ovat myös käsittelyn jälkeen jätettä. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (MARA-asetus 843/2017), joka ohjaa murskeiden laatua, valmistusprosessia ja hyödynnystä, määrittelee ne asetuksen liitteessä 1 seuraavasti:

*Betonimurskeella tarkoitetaan jätettä, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen tai betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla.*

*Tiilimurskeella tarkoitetaan jätettä, joka on valmistettu puretuista tiilirakenteista, tiiliteollisuudessa syntyvistä tiilijätteistä, tai muista käytöstä poistetuista tiilistä murskaamalla.*

Näin ollen asetuksen mukaan kyse on edelleen jätemateriaaleista. Kuitenkin jätelain määritelmä (646/2011, 6 §) mahdollistaisi materiaalien tulkitsemisen kierrätysmateriaaleiksi, sillä laissa todetaan:

*14) jätteen kierrätyksellä toimintaa, jossa jäte valmistetaan tuotteeksi, materiaaliksi tai aineeksi joko alkuperäiseen tai muuhun tarkoitukseen; jätteen kierrätyksenä ei pidetä jätteen hyödyntämistä energiana eikä jätteen valmistamista polttoaineeksi tai maantäyttöön käytettäväksi aineeksi;*

Toisin sanoen, jos MARA-asetuksessa määriteltyjä maarakentamiskohteita ei lasketa maantäytöksi, joka yksiselitteisesti rajataan kierrätyksen ulkopuolelle jätelaissa, ja betoni- ja tiilimurskeet ovat läpikäyneet käsittelyprosessin, jossa ne ovat valmistettu tuotteeksi, materiaaliksi tai aineeksi, käytettäväksi maarakentamisessa, jätelakia tulkittaessa, näiden valmistus ja käyttö MARA-asetuksen (843/2017, Liite 1) mukaisissa kohteissa tulisi tulkita materiaalin kierrätykseksi ja tuotteet kierrätysmateriaaleiksi, eikä jätteiksi.



## 7.2 Betonimurskeen luokittelu

Betonimurskeiden luokittelussa käytetään Tielaitoksen vuonna 2000 julkaisemaa luokitusta, jossa murskeet jaetaan materiaaliominaisuuksien ja raaka-aineiden perusteella neljään luokkaan. Tielaitoksen luokittelu on kuvattu taulukoissa 1 ja 2. Luokittelu kuvaa materiaalin soveltuvuutta maarakenteisiin. Luokkaan vaikuttavia tekijöitä raaka-aineen alkuperän lisäksi ovat sen lujittumis-, routimis- ja kantavuusominaisuudet. Betonimurskeen kantavuutta kuvataan E-moduulilla, jonka arvot perustuvat koerakenteiden kantavuusmitausten tuloksista Odemarkin yhtälöä käyttäen tehtyihin takaisin laskentoihin. (Tielaitos 2000, 9 - 13.)

Tielaitoksen luokkien lisäksi yksittäisillä yrityksillä on käytössä neljän BeM-luokan lisäksi muita luokkia, jotka poikkeavat ominaisuuksiltaan näistä neljästä. Rudus Oy valmistaa luokkien I-IV lisäksi betonimurskesoraa, -hiekkaa ja -louhetta. Eroavuutena näillä on luokkiin I-IV verrattuna poikkeavat kantavuus ja lujittuvuus ominaisuudet sekä osittain poikkeavat rakeisuus ja tiilimurskeen enimmäismäärä. Rudus Oy:n käyttämät betonimurskeluokat ovat esitetty taulukossa 3. (Rudus Oy 2017, 4 - 5)

Taulukko 1. Betonimurskeiden luokat ja raaka-aineiden kuvaukset (Tielaitos 2000, 9)

Lajite	Raaka-aine
<b>BeM I</b>	Epäpuhtauksista vapaa betonijäte, joka on peräisin esim. betonituoteteollisuudesta
<b>BeM II</b>	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte
<b>BeM III</b>	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte, jonka uudelleenlujittuminen rakenteessa on epävarmaa
<b>BeM IV</b>	Purkutyömailta tai muualta peräisin oleva betonijäte, joka ei lujitu rakenteeseen tiivistettynä ja voi olla routivaa

Taulukko 2. Betonimurskeluokkien ominaisuuksia Tielaitoksen ohjeesta vuodelta 2000 (Tielaitos 2000, 10)

a)	Rakeisuus**	Lujittuminen	Routivuus	E-moduuli
<b>BeM I</b>	0-45 mm	Lujittuu	Routimaton	700 MPa
<b>BeM II</b>	0-45 mm	Lujittuu	Routimaton	500 MPa
<b>BeM III</b>	0-45 mm	Epävarmaa	Routimaton	280 MPa
<b>BeM IV</b>	Vaihtelee	Ei lujitu	Vaihtelee	≤ 200 MPa*

\* harkittava tapauskohtaisesti ottaen huomioon mahdollinen routivuus

\*\* Tielaitoksen rakeisuusohjealue 0/45 (TYLT 1999)

Taulukko 3. Rudus Oy:n Betoroc-murskeiden ominaisuuksia vuodelta 2018 (Rudus Oy 2017, 4)

	RAKEISUUS [MM]	LUJITTUMINEN	ROUTIVUUS	E-MODUULI* [MPA]	PÄÄASIALLINEN KÄYTTÖKOHDE
Betoroc BeM I	0/45	lujittuu*	routimaton*	700	kantava kerros
Betoroc BeM II	0/45	lujittuu*	routimaton*	500	kantava - / jakava kerros
Betoroc BeM II #0/90	0/90	lujittuu*	routimaton*	500	jakava kerros
Betoroc BeM III	0/45	vaihtelee	routimaton*	280 (tie) / 300 (katu)	jakava kerros
Betoroc BeM IV	vaihtelee	vaihtelee	vaihtelee	-	pengertäyte
Betoroc Hk	0/8...0/12	vaihtelee	vaihtelee	50...70	täyte
Betoroc Sr	0/20...0/65	vaihtelee	vaihtelee	70...150	jakava kerros / pengertäyte
Betoroc Lo	0/90...0/150	vaihtelee	routimaton*	150...200	pengeri

\* normaaleissa käyttöolosuhteissa ohjeen mukaisesti riittävän kantavan kerroksen päälle rakennettuna sekä ohjeen mukaisessa vesipitoisuudessa ja tiiveydessä

### 7.3 MARA-asetus

Betoni- ja tiilimurskeiden käyttöä maarakentamisessa säädellään lainsäädännössä MARA-asetuksella 843/2017. MARA-asetuksen tavoite on helpottaa jätteiden käyttöä maarakentamisessa ja näin edistää kiertotaloutta. MARA-asetuksen mukaisten ja sen laatuvaatimukset täyttävien materiaalien käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa, vaan vaatimusten täytyminen osoitetaan rekisteröinti-ilmoituksella. Asetusta sovelletaan ammatti- ja laitospäätöseen hyödyntämiseen. Ympäristöministeriön julkaiseman MARA-asetuksen soveltamisohjeen tulkinnan mukaan pienimuotoisen ei-ammattimaisen hyödyntämisen ylärajana voidaan, tapauksesta riippuen, pitää 100 - 1000 tonnia jätettä. (Ympäristöministeriö 2018, 2 - 3.)

Nykyinen MARA-asetus (843/2017) korvasi voimaan tullessaan edellisen samannimisen asetuksen 591/2006. Yksi merkittävä muutos MARA-asetuksessa on sen soveltaminen laajempaan joukkoon jäteluokkia. (Ympäristöministeriö 2018, 2.) Näin ollen myös tiilimurske on asetuksen soveltamisalaan kuuluva ja sitä voidaan hyödyntää asetuksen mukaisissa käyttökohteissa. Toinen merkittävä muutos on käyttökohteiden yksilöidyt laatuvaatimukset ja kerrospaksuudet. Asetuksen liitteessä 2 on määritelty kullekin käyttökohteelle uusiomateriaalin suurin sallittu kerrospaksuus sekä haitta-aine kohtaiset raja-arvot. Asetuksen liitteessä 1, jossa on määritelty soveltamisalaan kuuluvat jätteet, on myös määritelty, mihin hyödynnyskohteisiin mitään jätettä saa käyttää. Erona sallituissa hyödynnyskohteissa betoni- ja tiilimurskeiden osalta ovat vallirakenteet, joihin saa käyttää tiilimursketta, mutta ei betonimursketta. (MARA-asetus 843/2017, Liite 1, Liite 2)

#### 7.4 MARA-asetuksen mukainen laadunvarmistusjärjestelmä

MARA-asetuksessa (843/2017) määritellään vaatimukset sen soveltamisalaan kuuluvien jätteiden laadunvarmistusjärjestelmälle. Järjestelmän tarkoitus on varmistua hyödynnettäväksi luovutettavan jätteen ympäristökelpoisuudesta. Ympäristökelpoisuuden vaatimukset käsitellään asetuksen liitteessä 2. Kyseisessä liitteessä on määritelty haitallisten aineiden raja-arvot sekä eri materiaaleissa ja käyttötarkoituksissa sallitut pitoisuudet tietyille materiaaleille. Tästä voidaan käyttää esimerkkinä tiilijätettä, jonka massasta saa enimmillään olla 40 prosenttia laastia ja 30 prosenttia betonia. Lisäksi asetuksen liite 2 velvoittaa, että hyödynnettävän jätteen on täytettävä käyttökohteen tekniset ja toiminnalliset vaatimukset. Tähän ryhmään kuuluvat muun muassa materiaalin kantavuus-, lujittuvuus- ja routimisominaisuudet.

Laadunvarmistusjärjestelmän vaatimukset ovat listattu asetuksen liitteeseen 3. Järjestelmän vaadittuja osia ovat:

- 1) jätteet ja niiden nimikkeet sekä arvio niiden vuosittain syntyvästä määrästä, kun kyse on laitospölystä*
- 2) laadunvalvontatutkimukset, jossa on määritelty näytteenottopaikat ja -ajankohdat, näytteenottomenetelmät, kokooma- ja osanäytteiden määrät ja koot sekä näytteenoton laadunvarmennus;*
- 3) ohjeet jätteen varastoinnista ja käsittelystä sekä vastaanotosta, jos laitoksella käsitellään useista kohteista toimitettavan jätettä;*
- 4) vastuuhenkilöt ja näiden pätevyys;*
- 5) arviointi- ja auditointisuunnitelma;*
- 6) seuranta ja raportointi, mukaan lukien tutkimustulosten dokumentointi. (MARA-asetus 843/2017, Liite 3.)*

Lukuun ottamatta kohtia yksi ja kaksi, asetus ei suoraan ota kantaa, kuinka laadunvarmistusjärjestelmän vaatimukset tulee täyttää. Kohdan yksi jätteet ja niiden nimikkeet ovat määritelty asetuksen liitteessä 1 ja kohdan kaksi laadunvalvontatutkimukset liitteen 3 luvussa 2. Laadunvalvonta tutkimusten vaatimuksissa on määritelty muun muassa näytteenoton vaatimukset, näytteet analysoivan laboratorion kelpoisuusvaatimukset, sekä jätteen ominaisuuksien määrittämisessä sovellettavat standardit. Näytteenoton osalta on erikseen

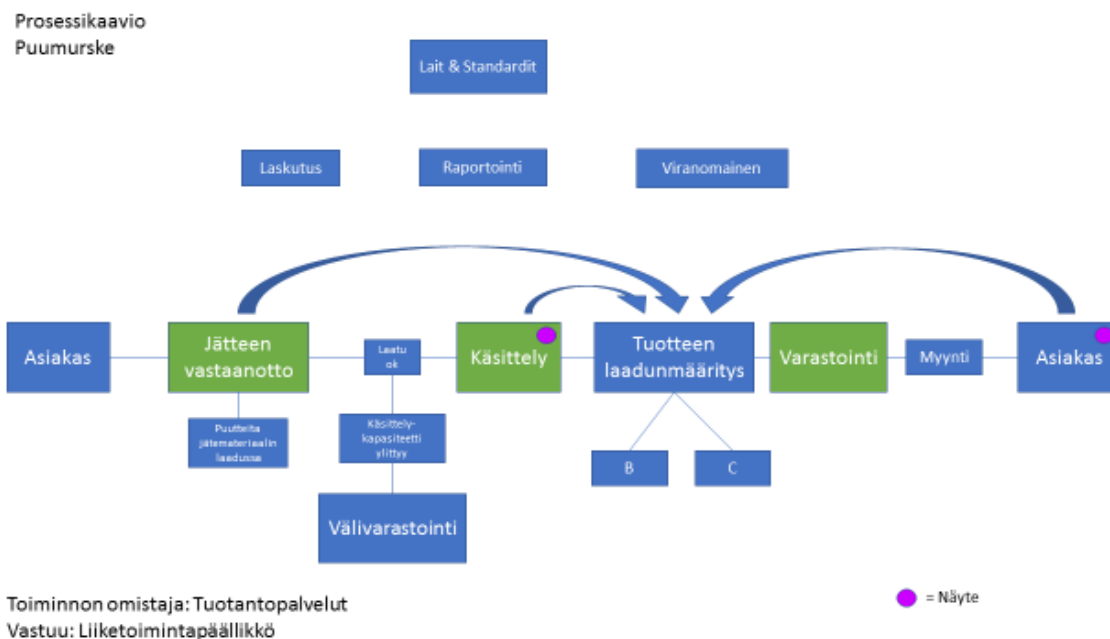
määritetty karakterisointiin käytettävä standardi, joka on SFS-EN 14899 sekä jätelajeittain suurin sallittu massa jäte-erälle, josta kokoomanäyte otetaan ja kokoomanäytteen osanäytteiden määrä. Asetuksen liitteen 3 taulukossa 2 on määritelty jätelajeittain vaaditut analyysit. Esimerkiksi valmiista betonimurskeesta on otettava kokoomanäyte jokaista 10 000 tonnia kohden. Kokoomanäytteen tulee muodostua vähintään 20:stä osanäytteestä ja siitä on tehtävä liukoisuusmääritykset antimonille, arseenille, bariumille, kadmiumille, kromille, kuparille, elohopealle, lyijylle, molybdeenille, nikkelille, vanadiumille, sinkille, seleenille, fluorideille, sulfaateille, klorideille sekä liuennelle orgaaniselle hiilelle. Lisäksi on määritettävä PAH-yhdisteiden, PCB-yhdisteiden ja öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuudet sekä materiaalijakauma, epäpuhtaudet ja kelluvat epäpuhtaudet. (MARA-asetus 843/2017, Liite 1, Liite 3.)

## 8 PROJEKTIN OSANA LUOTU AINEISTO

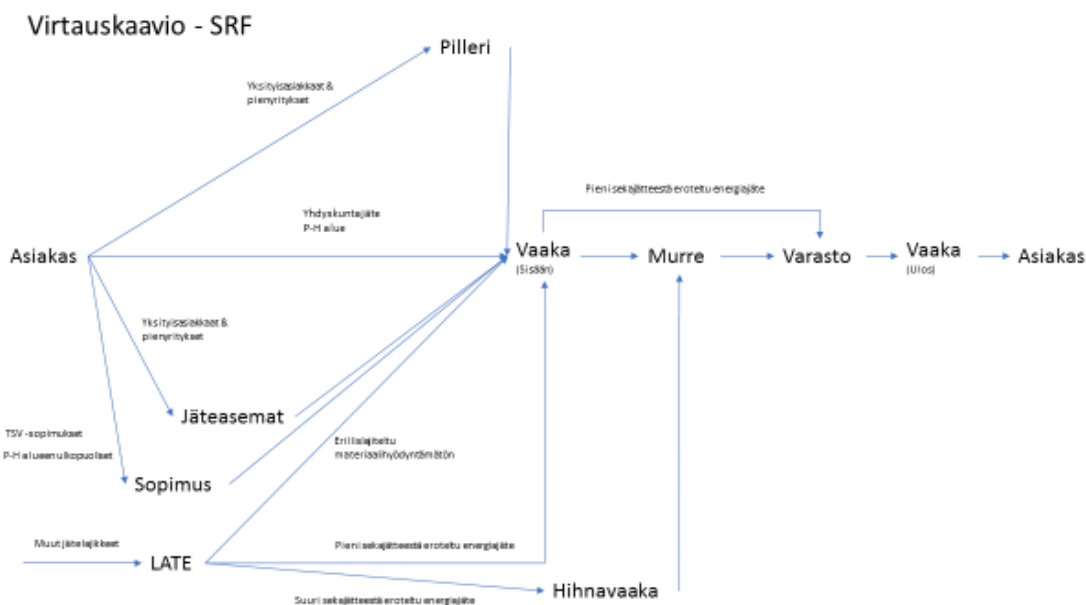
### 8.1 Laatuohjeet

Laatuohjetyökalulla pyrittiin vastaamaan projektin keskeisimpään ongelmaan, eli tiedon ja ohjeiden pirstaloituneisuuden yrityksen tietokannoissa ja henkilöstön keskuudessa, laadunvarmistuksen osalta. Jätteen käsittelyprosessi toimitettavaksi tuotteeksi on usean osaston yhteistyötä ja näin ollen yhteiset yleisohjeet jätelajeittain, jotka kokoavat yksityiskohtaisimmat yksittäisten toimintojen ohjeet ja rajaavat selkeästi vastualueet, katsottiin tarpeelliseksi. Kokonaisuuden selkeyden vuoksi, katsottiin myös tarpeelliseksi sisällyttää ohjeisiin selkeät ja kattavat kuvaukset prosesseista sekä materiaalien liikkeistä yrityksen sisällä.

Pohjaksi laatuohjeille laadittiin prosessikaaviot, joissa kuvataan toiminnoittain jätteen käsittelyn vaiheet ja niiden tukitoiminnot. Puujätteen prosessikaavio on esitetty kuviossa 2. Prosessikaavioiden tueksi laadittiin virtauskaaviot sekä ohjekortit tärkeimmistä toiminnoista, tuotteiden laatuvaatimuksista, toimintaa ja tuotteita määrittävistä laeista ja standardeista sekä sidosryhmistä. SRF:n virtauskaavio on esitetty kuviossa 3. Toimintojen ohjekortit pitävät sisällään toimintojen vastuunrajaukset suunnittelusta toteutukseen, toimintoihin liittyvät tärkeimmät asiakirjat yrityksen tietokannoissa sekä toimintojen kannalta merkittävimmät laadulliset toimenpiteet. Laki- ja standardikortit sisältävät listat tärkeimmistä jätteisiin tai tuotteisiin liittyvistä laeista ja standardeista. Sidosryhmäkortit sisältävät käytännössä toimintaan vaikuttavat viranomaiset sekä asiakkaat. Asiakkaiden osalta kortit ovat eritelty jätettä toimittaviin ja tuotetta vastaanottaviin asiakkaisiin. Jätettä toimittavien asiakkaiden osalta on listattu asiakkaille tarpeelliset ohjeet sekä mahdollisesti asiakkaalta vaadittavat dokumentit, jotka voivat sisältää esimerkiksi jätteen analyysitietoja sekä asiakkaiden suorittamat toimenpiteet, joilla tuotteen laatuun voidaan vaikuttaa. Tuotetta vastaanottavien asiakkaiden osalta on listattu asiakkaiden vaatimuksia tuotteen laadulle sekä asiakailta saatavat laatudokumentit. Puumurskeen laatuohje on esitetty liitteessä 2.



Kuvio 2. Pujätteen prosessikaavio puumurskeeksi



Kuvio 3. SRF:n virtauskaavio Päijät-Hämeen Jätehuollossa

Laatuohjeet laadittiin kaikille kolmelle projektin ensimmäisessä vaiheessa mukana olleelle tuotteelle. Laatuohjeen pohja todettiin monistuskelpoiseksi uusiin tuotteisiin. Alun perin puumursketta varten luotu ohje soveltui niin SRF:n ohjeen pohjaksi, kuin materiaali-hyödynnykseen käytettävän betoni- ja tiilimurskeen ohjeen pohjaksi. Laatuohjeen kohdalla voidaan siis katsoa projektin tavoitteen laadunvarmistustyökalujen monistettavuuden osalta täyttyneen.

## 8.2 Näytteenottosuunnitelma

Säännöllinen ja kattava tieto tuotteiden laadullisista ominaisuuksista on laadunvarmistuksen välttämätön osa. Vallitsevassa tilanteessa yritys saa tietoa tuotteiden fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista useasta eri lähteestä, mutta osana projektia ilmeni tarve kattavalle ja tarkoituksenmukaisesti juuri yrityksen tarpeisiin suunnitellulle kokonaisuudelle. Eri lähteistä peräisin olevat analyysitulokset ovat työläitä käsitellä, eikä kaikkien tarpeellisten ominaisuuksien yhtäjaksoisesta analyysitulosten sarjasta voida varmistua ilman omaa näytteenotto-ohjelmaa. Ratkaisuksi ongelmaan päätettiin kehittää tuotteille näytteenottosuunnitelmat, jotka on luotu tuotteisiin sovellettavien standardien pohjalta ja jotka huomioivat yrityksen muut tarpeet, kuten sopimusten asettamat vaatimukset.

Koska SRF:n ja puumurskeen tuotanto ja laadulliset vaatimukset vastaavat nykytilanteessa, jossa molempiin sovelletaan standardia SFS-EN 15359, hyvin paljon toisiaan, myös näytteenottosuunnitelmat ovat pieniä muutoksia lukuun ottamatta toistensa kaltaiset. SRF:n ja puumurskeen näytteenotolla on kuitenkin toisistaan poikkeavat tavoitteet, joten puumurskeen osalta näytteenottosuunnitelmaan lisättiin standardin SFS-EN ISO 17225-1 ja SFS-EN ISO 17225-4 vaatimuksia, jotta B-puun laatuvaatimusten mukaiset tuotantoerät voidaan erottaa C-puusta. Näytteenottosuunnitelmat ovat esitetty liitteissä 3 ja 4.

Näytteenottosuunnitelmissa on määritetty näytteenottosuunnitelman tavoitteet, millaista näytettä käytetään (kokoomanäyte), osanäytteiden lukumäärä, kokoomanäytteen tilavuus, tuote-erän enimmäiskoko, näytteenotossa käytetyt menetit ja välineet, näytteenottoaika (putoavasta materiaaaliveirasta kuljettimen päästä), toissijainen näytteenotto (kasasta) ja sen erityispiirteet, näytteen edustavuuteen vaikuttavat tekijät, rinnakkaisnäyte ja sen säilytys. Näiden lisäksi näytteenottosuunnitelmissa on lyhyet kuvaukset tuotteista ja materiaaleista, joista ne on valmistettu. Näytteenottosuunnitelmien liitteinä ovat näytteenottopöytäkirjat sekä listat näytteille tehtävistä analyyseistä. Näytteenottopöytäkirjat sisältävät tiedot näytteen nimestä, näytteenottajasta (kokoomanäytteen valmistaja), näytteen valmistuspäivä, näytteenottotapa, tuote-erän suuruus, näytteen alkuperäinen tilavuus, pienennetyn kokoomanäytteen tilavuus sekä näytteen vastaanottava taho. Kuviossa 4 on esitetty ote SRF:n näytteenottopöytäkirjasta.

### Näytteenottopöytäkirja

Aika/Kesto 1.6.2018-31.5.2019      Näytteenoton vastuhenkilö      Kustannuspaikka

**Tuote** Polttoaineen alkuperä      Polttoaineen muoto ja koko  
SRF Erilliskerätty ja laitoslajiteltu energiajäte 95%  
Kierrätys- ja purkupuuh 5%

Näyte 1	Näytteen nimi	Näytteen vastaanottaja
Näytteenottaja	pvm.	Erän suuruus (max. 1500 t)
Näytteenottotapa	Näytteen koko <sub>alkuperäinen</sub>	Näytteen koko <sub>lopullinen</sub>
Näyte 2	Näytteen nimi	Näytteen vastaanottaja
Näytteenottaja	pvm.	Erän suuruus (max. 1500 t)
Näytteenottotapa	Näytteen koko <sub>alkuperäinen</sub>	Näytteen koko <sub>lopullinen</sub>
Näyte 3	Näytteen nimi	Näytteen vastaanottaja
Näytteenottaja	pvm.	Erän suuruus (max. 1500 t)
Näytteenottotapa	Näytteen koko <sub>alkuperäinen</sub>	Näytteen koko <sub>lopullinen</sub>

Kuvio 4. Ote SRF:n näytteenottopöytäkirjasta

Yksityiskohtaisemmat ohjeet osanäytteiden näytteenottoon ja näytteen jakamiseen on esitetty erillisessä asiakirjassa, johon näytteenottosuunnitelmassa on linkki. Asiakirja on suunnattu työohjeeksi näytteenoton toteuttajalle ja se sisältää kattavat ohjeet edustavan näytteenoton toteuttamiseksi. Näytteenottosuunnitelman toteutusehdotus on kuvattu liitteessä 5. Myös osanäytteille on oma pöytäkirjansa, johon päivittäisten osanäytteiden näytteenottaja ja näytteenottoaika kirjataan. Osanäytteiden näytteenottopöytäkirja on esitetty liitteessä 6.

Koska betoni- ja tiilimurskeen käsittely on ulkoistettu urakoitsijalle ja näin ollen myös vastuut tuotteen laadusta ja sen varmistuksesta, ei näille tuotteille katsottu tarpeelliseksi luoda erillistä näytteenottosuunnitelmaa.

### 8.3 Tuoteselosteet

Standardi SFS-EN 15234-1 (2011, 26) edellyttää biopolttoaineille tuoteselostetta. Sen sijaan kierrätyspolttoaineille, joita SRF ja C-puu ovat, ei vastaavaa veloitetta ole. Yrityksessä katsottiin kuitenkin tarkoituksenmukaiseksi laatia myös näille tuotteille tuoteselosteet, jotta käytäessä kauppaa tuotteilla, yrityksellä on ajantasainen ja selkeä kuvaus tuotteesta, jolla tuotteen laadulliset ominaisuudet ovat helppo esittää asiakkaalle.



SRF:n osalta tuoteselosteessa on sovellettu pitkälti standardin SFS-EN 15359 (2012, 24) Liitteen A Kiinteiden kierrätyspolttoaineiden spesifikaation mallipohja -taulukon ensimmäistä osaa, jossa on määritelty pakollisesti määriteltävät ominaisuuden standardin mukaiselle SRF:lle. Lisäksi tuoteselosteessa on määritelty Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen (2018, 7) mukaiset nimi ja tuotekoodi, tuotteen tuottaja, lyhyt kuvaus tuotteesta sekä tuoteselosteen voimassaoloaika. Purkupuumurskeen tuoteselosteessa on lisäksi lueteltu standardinmukaiset puuraaka-aineen alkuperät koodeineen (SFS-EN ISO 17225-1, 2014, 20).

Tuoteselosteet ovat laadittu vastaamaan jatkuvassa tuotannossa olevaa tuotetta, eikä niitä näin ollen ole laadittu erikseen jokaiselle tuote-erälle. Jos puumurskeen osalta päädytään tilanteeseen, jossa eri tuote-erillä on toisistaan poikkeava laatuluokitus, on poikkeaville tuote-erille luotava erilliset tuoteselosteet. Tämä tilanne voi olla mahdollinen esimerkiksi, jos osa puumurskeesta luokitellaan B-puuksi. Muuten tuoteselosteiden päivitysväliksi määritettiin kuusi kuukautta. Tuoteselosteiden päivittämiselle laadittiin oma ohjeensa, jossa on esitetty tarpeelliset kaavat luokittelussa käytettäviin laskutoimituksiin. Puumurskeen tuoteseloste on esitetty liitteessä 7 ja tuoteselosteen päivitysohje on kuvattu liitteessä 8.

#### 8.4 Taloudellisten vaikutusten arviointityökalu

Jotta laadunvarmistuksellisten toimenpiteiden toteuttamismahdollisuuksia ja kannattavuutta voitiin arvioida, tarvittiin selvitys laadullisten ominaisuuksien muutosten taloudellisista vaikutuksista. Tähän tarkoitukseen luotiin Microsoft Excel -pohjainen työkalu, jossa kyetään arvioimaan muuttuvien fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien sekä sopimusehtojen vaikutus tuotteesta saataviin tuloihin. Otoksia työkalusta on esitetty liitteessä 9. Tyhjä työkalupohja on luotu vuoden ajanjaksolle, johon pystytään kopioimaan tiedot olemassa olevista asiakirjoista, ilman tietojen muokkaamista. Työkalun aineistona käytettiin toimitettujen tuote-erien analyysitietoja viimeisimmän kolmen vuoden ajalta sekä olemassa olevia sopimusehtoja. Työkalu mahdollistaa muun muassa sadannan vaikutusten arvioinnin suhteessa tuotteen kosteuteen, kosteuden muutosten vaikutusten arvioinnin tuotteen teholliseen lämpöarvoon, sopimusehtojen vaikutuksen euromääräiseen myyntiin. Lisäksi työkalussa on koottu vuosittaiset summat tai keskiarvot yksittäisten ominaisuuksien ja niiden vaikutusten osalta ja näiden pohjalta on luotu yhteenvetotaulukko ja kuvaajat koko vuodelle.

## 9 TULOKSET

Osaa laadunvarmistuksellisista työkaluista voidaan itsessään pitää osana projektin tuloksia. Erityisesti tuoteselosteet sekä näytteenottosuunnitelmat voidaan laskea kuuluvaksi tähän ryhmään. Näiden käytännön välineiden lisäksi, ja osittain niiden avulla, projektissa saavutettiin runsaasti muita hyötyjä. Suuri osa näistä hyödyistä koskee tarkentuneen, varmistetun tiedon lisääntymistä organisaatiossa. Osana projektia yrityksen jatkuvassa käytössä olevien standardien ajantasaisuus tarkastettiin ja tarvittavilta osin standardit päivitettiin tai niiden muuttunut sisältö selvitettiin. Tämän johdosta yrityksessä on selkeä kuva, erityisesti kierrätys- ja biopolttoaineiden osalta, tuotannon ja tuotteiden laatuvaatimuksista sekä standardin mukaisista asiakirjoista. Myös lainsäädännön muutosten vaikutus toimintaan selvitettiin. Tästä konkreettisin esimerkki on uuden MARA-asetuksen (843/2017) vaikutus betoni- ja tiilimurskeen hyödynnykseen ja valmistukseen.

Toiseksi merkittäväksi hyödyksi voidaan katsoa laadunhallinnallisen tiedon keskittäminen hajanaisista asiakirjoista ja yksittäisten henkilöstön jäsenten tietämyksestä kootuksi laatuohjeiksi. Tiedon löydettävyyden edistämistä ja keskittämistä tukivat myös joidenkin kokonaisuuksien osalta tehdyt uudet kansioinnit isommiksi kokonaisuuksiksi yrityksen tietokannoissa. Keskitetyn tiedon etuina voidaan pitää osastojen välisen tiedon hankinnan helpottumista sekä uusien työntekijöiden tai uusiin työtehtäviin siirtyvien työntekijöiden perehdytyksen helpottumista. Myös taloudellisten vaikutusten arvioinnista saatu tieto sekä tietyistä toimenpiteistä tehdyt kustannusarviot ja näiden pohjaksi lähetetyt tarjouspyynnöt, avustavat laadunhallinnallisten toimenpiteiden suunnittelua ja niiden toteutukseen liittyvää päätöksentekoa.

Suorien toimintaohjeiden ja laadullisten kehitysehdotuksien lisäksi, projektin eduksi voidaan laskea säännölliset toimintojen väliset palaverit, jotka tarjosivat mahdollisuuden avoimeen vuoropuheluun ja näkemysten vaihtoon. Tämä tarjosi mahdollisuuden yhteiseen ajantasaiseen tilannekuvaan eri toimintojen välillä. Tästä voidaan katsoa olevan hyötyä tulevien hankkeiden suunnittelussa ja toiminnan kehittämisessä.

## 10 YHTEENVETO

Tuotteiden laadunhallinnan menettelyt -projektin ensimmäisen vaiheen, ja sen osana toteutetun opinnäytetyön, tavoitteena oli lisätä PHJ:n organisaation tietoutta jätteenkäsittelyprosessien ja valmiiden tuotteiden ajantasaisista laatuvaatimuksista. Toisena tavoitteena oli kehittää tiedonkulkua organisaation sisällä, erityisesti eri osastojen välillä ja selkeyttää käsittelyprosessien vastuun rajauksia. Tavoitteisiin pääsemiseksi projektin osana suoritettiin taustaselvitys lakien ja standardien asettamista vaatimuksista toiminnalle ja tuotteille.

Taustaselvityksen pohjalta laadittiin toiminnan kannalta tarpeelliset asiakirjapohjat sekä ensimmäisessä vaiheessa mukana olleille tuotteille tuotekohtaiset asiakirjat, jotka sisältävät yrityksen toiminnan kannalta lakien ja standardien keskeisimmän sisällön ja täyttävät niiden asettamat vaatimukset. Näiden asiakirjojen johdosta ja niiden sisältöä noudattaen, yritys voi varmistua, että sen tuotteet ja toiminta täyttää lakien ja standardien asettamat vaatimukset. Lisäksi luotiin kootut tuotekohtaiset laadunvarmistusohjeet, jotka helpottavat yrityksen sisäistä tiedonkulkua ja tarvittavien asiakirjojen löytymistä yrityksen tietokannoista sekä toimivat perehdytysmateriaalina uusille tai uusiin tehtäviin siirtyville työntekijöille. Ohjeisiin on myös koottu päivittäiseen toimintaan liittyvät kehitysehdotukset, joilla voidaan vaikuttaa positiivisesti tuotteiden laatuun tai tehostaa nykyisiä laadunvarmistus toimenpiteitä. Toimitetuista polttoaineista saatavan informaation käsittelyn helpottamiseksi luotiin työkalu, jolla voidaan arvioida tehokkaasti erilaisten muuttujien taloudellisia vaikutuksia. Lisäksi työkalu sisältää kuukausittaiset ja vuosittaiset yhteenvedot tuotteiden ominaisuuksista, jotta niitä voidaan tarkastella helposti lukuina tai graafisina esityksinä. Työkalu tukee laadunvarmistukseen ja laadunkehitykseen liittyvää päätöksentekoa ja osaltaan helpottaa investointien kannattavuuden arviointia.

Tuotteiden laadunhallinnan menettelyt -projektin ensimmäisen osan voidaan todeta saavutaneen sille asetetut tavoitteet. Projekti itsessään on lisännyt säännöllistä vuorovaikutusta yrityksen eri osastojen välillä ja näin ollen tukenut yhteisen ajantasaisen tilannekuvan ylläpitoa. Päivitetyt luettelot käytössä olevista laeista ja standardeista sekä niiden keskeisimmistä sisällöistä ovat helposti yrityksen työntekijöiden saavutettavissa. Mukana olleille tuotteille laadittiin standardien velvoittamat asiakirjat, kuten tuoteselosteet ja näytteenotto-suunnitelmat, pois lukien betoni- ja tiilimurskeet, sillä näissä käsittely on ulkoistettu. Asiakirjapohjia voidaan myös osittain hyödyntää muissa tuotteissa, joita tarkastellaan projektin myöhemmissä vaiheissa. Lisäksi projektin osana luotiin arvioita laadunvarmistuksen ja laatua parantavien toimenpiteiden taloudellisista vaikutuksista.

## LÄHTEET

Alakangas, E., Fredriksson, T., Kurki-Suonio, K. & Tikka, T. 2014. Käytöstä poistetun puun luokittelun soveltaminen käytäntöön – VTT-M-01931-14. Jyväskylä: Bioenergia ry, Energiateollisuus ry, Metsäteollisuus ry, VTT.

Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo: VTT.

Alakangas, E. & Wiik, C. 2008. Käytöstä poistetun puun luokittelu ja hyvien käytäntöjen kuvaus. Jyväskylä: VTT.

Alakangas, E. & Impola, R. 2014. Polttoaineiden laatuohje VTT-M-07608-13 – päivitys 2014. Helsinki: Bioenergia ry, Energiateollisuus ry, Metsäteollisuus ry, VTT.

ERFO 2018. European Recovered Fuel Organisation. Standardisation of SRF [viitattu 16.5.2018]. Saatavissa:

[https://www.erfo.info/images/PDF/Brochure\\_CEN\\_standards\\_May\\_2013.pdf](https://www.erfo.info/images/PDF/Brochure_CEN_standards_May_2013.pdf)

HE 195/2017. Hallituksen esitys eduskunnalle jätelain muuttamisesta. Saatavissa:

[https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/KasittelytiedotValtiopaivaasia/Sivut/HE\\_195+2017.asp](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/KasittelytiedotValtiopaivaasia/Sivut/HE_195+2017.asp)

[x](#)

Jätelaki 646/2011 [viitattu 16.5.2018]. Saatavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=J%C3%A4telaki>

Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016 [viitattu 16.5.2018].

Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161397>

Mäkinen, E. 2018. Asiantuntija. Suomen standardisoimisliitto SFS. Haastattelu 3.4.2018.

PHJ 2018a. Vuosikatsaus 2017 [viitattu 16.5.2018]. Saatavissa:

<https://www.phj.fi/vuosikatsaus-2017>

PHJ 2018b. Yhtiö [viitattu 16.5.2018]. Saatavissa: <https://www.phj.fi/yhtio>

Rudus Oy. 2017. Betoroc<sup>®</sup>-murskeohje [viitattu 16.5.2018]. Saatavissa:

[www.rudus.fi/Download/24032/Betoroc-murske%20ohje.pdf](http://www.rudus.fi/Download/24032/Betoroc-murske%20ohje.pdf)

SFS-EN 15234-1, 2011. Kiinteät biopolttoaineet. Polttoaineen laadunvarmistus. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 15357, 2011. Kiinteät kierrätyspolttoaineet. Terminologia, määritelmät ja kuvaukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 15358, 2011. Kiinteät kierrätyspolttoaineet. Laadunhallintajärjestelmät. Kiinteiden kierrätyspolttoaineiden tuotantoon sovellettavat erityisvaatimukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 15359, 2012. Kiinteät kierrätyspolttoaineet. Vaatimukset ja luokat. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 15442, 2012. Kiinteät kierrätyspolttoaineet. Näytteenottomenetelmät. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN ISO 17225-1, 2014. Kiinteät biopolttoaineet. Polttoaineen laatuvaatimukset ja -luokat. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN ISO 17225-4, 2014. Kiinteät biopolttoaineet. Polttoaineen laatuvaatimukset ja -luokat. Osa 4: Luokiteltu puuhake. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN ISO 18135, 2017. Kiinteä biopolttoaineet. Näytteenotto. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.

Tielaitos. 2000. Betonimurskeen käyttö tien päällysrakennekerroksissa. Helsinki: Oy Edita Ab.

Tilastokeskus. 2018. Polttoaineluokitus 2018 [viitattu 16.5.2018]. Saatavissa:

[https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus\\_maaritelmat\\_2018.pdf](https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_maaritelmat_2018.pdf)

MARA-asetus 843/2017. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. Saatavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=843%2F2017>

Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 151/2013. Saatavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130151?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=151%2F2013>

Ympäristöministeriö. 2018. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. Soveltamisohje. Versio 1.3.2018 [viitattu 16.5.2018]. Saatavissa:

<http://www.ymp.fi/fi->

[FI/Ymparisto/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Jatelainsaadanto/Ohjeet\\_ja\\_oppaat](#)

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Saatavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki>

## LIITTEET

Liite 1. Taloudellisten vaikutusten arviointi

Liite 2. Puumurskeen laatuohje

Liite 3. SRF:n näytteenottosuunnitelma liitteineen

Liite 4. Puumurskeen näytteenottosuunnitelma liitteineen

Liite 5. Näytteenottosuunnitelman toteutusehdotus

Liite 6. Kokoomanäytteen osanäytteiden näytteenottopöytäkirja

Liite 7. Puumurskeen tuoteseloste

Liite 8. Tuoteselosteiden päivitysohje

Liite 9. Otteita taloudellisten vaikutusten arviointityökalusta

