



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# SRF-TEKNOLOGIAN NYKYTILA JA KEHITYSNÄKYMÄT

Maija Lepomäki

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2016  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Älykkäät koneet



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Älykkäät koneet

LEPOMÄKI MAIJA:  
SRF-tekniikan nykytila ja kehitysnäkymät

Opinnäytetyö 45 sivua, joista liitteitä 4 sivua  
Toukokuu 2016

---

Työn tavoitteena oli kartoittaa jätteenkäsittelyn kehitystä älykkäiden prosessilaitteiden näkökulmasta perehtyen SRF- eli solid recovered fuel -teknologiaan. Tarkoituksena oli luoda katsaus jo olemassa oleviin vaarattomien, kiinteiden jätteiden kierrätysprosessilaitteisiin sekä -teknologioihin, erityisesti suomalaisen BMH Technology Oy:n SRF-linjaan. Opinnäytetyössä tutustuttiin BMH Technology Oy:n teknologioihin ja sivuttiin myös muiden tuottajien olemassa olevia jätteenkäsittelylaitteita esimerkkikuvien muodossa. Työssä luotiin katsaus BMH Technology Oy:n markkinoihin sekä SRF-teknologian kehitykseen ja mahdollisiin tulevaisuuden näkymiin. Jätteiden käsittelyn tulevaisuutta pohdittiin lisäksi asiantuntijamielipiteiden pohjalta ja tutkimuksessa huomioitiin jätteenkäsittelyn EU-direktiivit ja lainsäädäntö. Tutkimusote oli SRF-teknologiaa, sen kehitystä ja tulevaisuutta esittelevä sekä kehityksen tiellä olevia ongelmia pohtiva.

SRF-teknologian ideana on saattaa vaaraton, kiinteä jäte laadultaan ja partikkelikooltaan sellaiseen muotoon, että sitä voidaan hyödyntää polttoaineena esimerkiksi voimalaitoksissa tai sementtitehtailla. EU-lainsäädännön mukaan materiaalien kierrätys ja uusiokäyttö ovat jätteenkäsittelyhierarkiassa ylempänä kuin heterogeenisen jätteen jalostaminen polttoainekelpoiseksi.

Työssä huomattiin, että laitteita ja mahdollisuuksia jätteiden käsittelyn koneelliseen prosessointiin on paljon, mutta SRF-teknologian hyödyntäminen on vielä vähäistä. Osaaminen keskittyy Eurooppaan, mutta suurimmat markkinat SRF-teknologialle löytyvät Aasiasta. Valtavien jätemäärien, tiukentuneen kaatopaikkalainsäädännön ja lisääntyvän energiatarpeen vuoksi SRF on kuitenkin välttämätön osa tulevaisuuden jätteenkäsittelyä.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering  
Intelligent Machines

LEPOMÄKI MAIJA:

The Present Condition and Developmental Outlook of the SRF-Technology

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 4 pages

May 2016

---

The goal of this thesis was to map out the development of waste processing using intelligent process machines by familiarizing the SRF-technology. The idea was to have an overview on existing non-hazardous and solid waste recycling and processing machines and technologies, especially the Finnish BMH Technology Ltd's SRF waste treatment process. This thesis examined BMH Technology Ltd's technologies and the existing waste processing machines of the other companies were used as examples. This thesis looks at an overview of BMH Technology Ltd's markets and the development of SRF-technology and possible future status. Future of waste processing was also speculated via survey directed to experts on this field. Waste processing EU directives and legislation were taken into account. This thesis presents both the SRF-technology, its development and discusses the problems associated with it.

The idea of SRF-technology is to convert non-hazardous and solid waste in its quality and particle size into such form that it can be utilized as a fuel for example in power plants and cement kilns. According to EU legislation recycling and reuse of materials is higher in waste treatment hierarchy than refining heterogeneous material into fuel.

In the thesis it was noted that there are multiple equipment and prospects in waste processing, but utilizing SRF-technology is still scarce. Know-how is focused on Europe but the biggest markets for SRF-technology are in Asia. Because of huge waste quantities, tightened landfilling laws and increasing need for energy the SRF is a necessary part of waste treatment in future.

---

Key words: srf-technology

## SISÄLLYS

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO.....  | 5  |
| 2     | BMH TECHNOLOGY OY .....  | 7  |
| 2.1   | Yritys .....   | 7  |
| 2.2   | BMH Technology Oy:n SRF-prosessisysteemi ja älykkäät koneet..... | 7  |
| 2.2.1 | Vastaanotto- ja annostelulaitteet .....                          | 10 |
| 2.2.2 | Kuljettimet .....  | 11 |
| 2.2.3 | Murskaimet .....   | 14 |
| 2.2.4 | Erottelijat.....   | 16 |
| 2.2.5 | Varastointi ja materiaalin annostelu.....                        | 18 |
| 2.3   | Prosessointimenetelmiä ja prosessilaittevalmistajia .....        | 20 |
| 2.3.1 | Murskaus .....   | 20 |
| 2.3.2 | Seulonta.....  | 22 |
| 2.3.3 | Magneetit.....   | 23 |
| 2.3.4 | Pyörrevirtaerottelija.....                                       | 24 |
| 2.3.5 | Ilmaerotus.....  | 25 |
| 3     | Prosessitekniikan hyödyntäminen ja haasteet .....                | 27 |
| 3.1   | SRF-tekniikan kehitys.....                                       | 27 |
| 3.2   | EU-direktiivi .....  | 29 |
| 3.2.1 | EU:n kiertotalouspaketti.....                                    | 30 |
| 3.2.2 | Sementtitehtaat .....  | 31 |
| 4     | Jätteen käsittelyn tulevaisuuden näkymät .....                   | 33 |
| 4.1   | Asiantuntijoiden mielipiteitä.....                               | 33 |
| 4.1.1 | Kysymykset haastateltaville.....                                 | 33 |
| 4.2   | Haastattelun tulokset.....                                       | 34 |
| 5     | POHDINTA.....  | 37 |
|       | LÄHTEET.....   | 40 |
|       | LIITTEET .....   | 42 |
|       | Liite 1. Haastattelut 1 (4).....                                 | 42 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Ilmaerotus            | tiheyteen perustuva murskatun jätteen erottelumuoto                    |
| Jätehierarkia         | EU:n määritelmä jätteidenkäsittelyn arvojärjestyksestä                 |
| Kiertotalouspaketti   | EU:n ohjeistus jätteenkäsittelyn tavoitteista                          |
| Magneetit             | ferrometallien erottelu heterogeenisestä jätteestä                     |
| MIPS                  | Massive Impact Protection System                                       |
| Murskaus              | jätteen käsittely partikkelikooltaan pieneksi                          |
| Pyörrevirtaerottelija | Ei-magneettisten metallien erottelu sähkömagneettisen induktion avulla |
| Seulonta              | partikkelikokoon perustuva jätteen lajittelumuoto                      |
| SRF                   | solid recovered fuel   |

## 1 JOHDANTO

Jätteiden kierrätys ja käsittely on kasvava osa nykypäivän teknologiaa ja teollisuutta, jossa vihreät arvot ja luonnon ja luonnonvarojen säästäminen kuuluvat osaksi yritysstrategioita. Kiinteiden jätteiden, niin teollisuus- kuin talousjätteiden, määrä on kasvanut ja kasvaa yhä sekä Euroopassa että muualla maailmassa. Kaatopaikkojen pinta-ala on rajallinen eikä nykyistä jätemäärää ehditä kuljettaa ja varastoida niin nopeasti kuin uutta syntyy. Erityisesti talousjätteestä on tullut ongelma. Kun vielä muutama vuosikymmen sitten pohdittiin mitä jätettä kannattaa erotella ja millä menetelmillä, on nykyajan suuntana käsitellä kaikki syntyvä jäte ja kierrättää se lähes kokonaan. (Waste Management World 2008.)

Kesäkuussa 2008 Euroopan parlamentin jäsenet (MEPs) äänestivät jätedirektiivin kehysten uudelleenmuotoilun puolesta ja uutena sääntönä oli, että jokaisen maan tuli asettaa itselleen päämäärät koskien jätteenkäsittelyä ja sitoutua näihin päämääriin. Uutena lakiasetuksena tuli voimaan, että 50 % kotitalousjätteistä ja 70 % kaikesta rakennustyöjätteestä tulee uusiokäyttää ja kierrättää vuoteen 2020 mennessä. Tämän myötä tarpeesta tehdä jätteenkäsittelyprosessista tehokasta ja taloudellisesti kannattavaa, tuli tärkeää. (Waste Management World 2008.)

Yhtenä jätteenkäsittelymuotona pidetään heterogeenisen jätteen prosessointia erilaisten koneiden avulla polttoainemuotoon. Tätä vaarattomasta, kiinteästä jätteestä valmistettua polttoainetta, SRF, voidaan hyödyntää teollisuuden energiatarpeisiin esimerkiksi sähkön, lämmön tai prosessihöyryn tuottamisessa. Sekajätteen käsittely tapahtuu murskaamalla, seulomalla ja erottelemalla, ja erilaisia laitteita ja teknologioita on markkinoilla jo paljon. Yksi syy siihen, miksei tätä osaamista hyödynnetä enemmän vielä 2010-luvullakaan, on juuri EU-lainsäädäntö, joka määrittelee jätteen hyödyntämisen energiana materiaalien kierrätyksen ja talteenoton alapuolelle. Ensisijaisena tehtävänä pidetään materiaalien uusiokäyttöä eli jätteistä saatavan aineksen hyödyntämistä uusien tuotteiden raaka-aineina. Tämä asettaa haasteen SRF-teknologian hyödyntämiselle Euroopassa ja hidastaa uuden polttoaineen hyödyntämistä. Toisaalta uusi jätelainsäädäntö on välttämätön, jotta alati kasvavaa jätemäärää voitaisiin hallita ja luontoa sekä materiaaleja säästää. Nähtäväksi kuitenkin jää, olisiko jätteen hyödyntäminen energiana parempi ratkaisu kuin materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys.

## **2 BMH TECHNOLOGY OY**

### **2.1 Yritys**

BMH Technology Oy perustettiin alun perin 1929 Lönströmin osakeyhtiöksi. Tuolloin yritys keskittyi tuottamaan kevytmetallituotteita, rautatievaunuja ja muita teollisuustuotteita. Ensimmäinen kuljetushihna tehtiin 1947 ja 1950-luvulta eteenpäin yritys keskittyi lähes kokonaan kuljetinhihnojen ja materiaalinkäsittelysystemien kehittämiseen. Kansainvälinen kasvu alkoi, kun yritys siirtyi ruotsalaisen Consilium Group omistukseen 1987. Viisi vuotta myöhemmin yritys merkittiin kaupparekisteriin uutena yrityksenä nimeltä Materials Handling Group of Babcock International PLC. Nimi muuttui vielä Consilium Bulkista Consilium Bulk Babcockiksi ja lopulta pari vuotta myöhemmin BMH Wood Technology Oy:ksi. (BMH Technology Oy 2010.)

Vuonna 2000 isäntäyritys Babcock International PLC julkisti uuden strategiansa irtaantua materiaalinkäsittelytoiminnoista, mistä seurasi hallinnolliset muutokset yhtiön tavoitteissa vuonna 2001. Elokuusta 2001 eteenpäin BMH Wood Technology Oy jatkoi yksityisyriytenä, jonka omistivat operatiivinen johto ja työntekijät. Vuonna 2007 BMH siirtyi osaksi Hollming konsernia. Vuonna 2015 BMH Technology Oy:llä oli työntekijöitä suunnilleen 100 ja yrityksen liikevaihto oli samana vuonna noin 54 miljoonaa euroa. Jätteenkäsittelyyn erikoistunut BMH tarjoaa palvelujaan jätteen analysoinnin, lajittelun ja varastoinnin parissa sekä prosessitekniikkaa jätteiden muuttamisessa polttoaineiksi voimakattiloihin ja sementtiuuneihin. (BMH Technology Oy 2010.)

### **2.2 BMH Technology Oy:n SRF-prosessisysteemi ja älykkäät koneet**

SRF eli solid recovered fuel on vaarattomasta, kiinteästä jätteestä valmistettua polttoainetta. SRF:n valmistukseen voidaan käyttää kotitalous- ja teollisuusjätteitä, jolloin tuotettu polttoaine muodostuu heterogeenisestä kierrätysmateriaalista. Jotta voitaisiin tuottaa teollisuuden energiatarpeisiin soveltuvaa SRF-polttoainetta, on jätteiden prosessoinnin oltava tarkkaa ja huolellista. Polttokelpoisen aineen muokkaaminen sekalaisesta jätemassasta vaatii useamman prosessivaiheen ja tarkoitukseen soveltuvia älykkäitä koneita. (BMH Technology Oy 2010.)

BMH on erikoistunut yli 50 vuoden kokemuksella teollisuuden järjestelmiin tarjoten kokonaisprosessisysteemejä (kuva 1) materiaalin käsittelyyn voimalaitoksille, sementti-teollisuuteen ja jätehuoltoyrityksille. SRF-teknologian osalta BMH:n tarkoituksena on täyttää jätteenkäsittelyn erityisvaatimukset, jotta kierrätetystä aineksesta saataisiin energiaa teollisuuden käyttöön ja materiaalia uusiin tuotteisiin. BMH on keskittynyt kokonaisvaltaisiin ratkaisuihin, sillä jätteidenkäsittelylaitteet ja -linjastot suunnitellaan, rakennetaan, asennetaan ja huolletaan yrityksen toimesta avaimet käteen -periaatteella. (BMH Technology Oy 2010.)

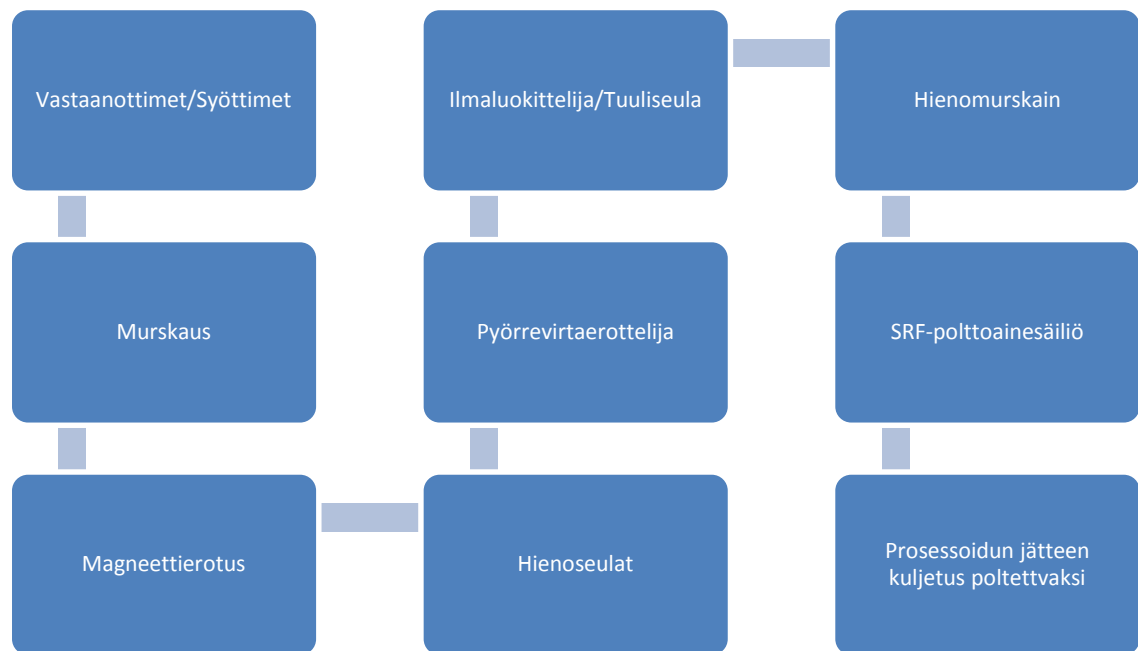


KUVA 1. SRF Production Plant eli solid recovered fuel -prosessilinja (BMH Technology Oy 2010)

Tyrannosaurus-kokonaisprosessisysteemi käsittelee talousjätteitä, teollisuusjätteitä ja elintarvikejätteitä sekä käytettyjä autonrenkaita, tekstiilejä, muoveja ja jättepapereita. Käsittelyprosessi etenee vaiheittain niin, että aluksi käsittelemätön materiaali lastataan syöttimeen (feeder), joka kuljettaa aineksen murskaimeen (crusher/shredder). Murskaimet suojaavat itseään vahingollisilta metallikappaleilta automaattisen MIPS-tekniikan (Massive Impact Protection System) avulla. Leikkuuterät eivät jää jumiin murskaimelle haitallisiin metallikappaleisiin, vaan laite pudottaa automaattisesti kappaleet kuljettimelle (conveyor), joka vie ne omaan säiliöönsä. Murskain murskaa jätteen partikkelikooltaan tasaisen pieneksi ja päästää materiaalin linjastolle, joka kuljettaa sen magneettierottelijalle. Magneetin avulla murskatusta jätteestä saadaan helposti eroteltua magneettiset aineet, kuten rauta, ja loppuainees jatkaa linjastoa pitkin hienoseulalle (fine screen). Hienoseulan avulla erotellaan hienoaines, kuten hiekka, lasi- ja keraaminen murska sekä orgaaniset hienoainekset. Seuraavassa linjastovaiheessa on pyörrevirtaerottelija (Eddy Current separator), jonka avulla ei-magneettisista metalleista tehdään hetkellisesti mag-



netoituvia voimakkaan magneettikentän avulla. Kun ei-magneettiset metallit on eroteltu jätemurskasta, aineiden erottelua jatketaan ilmaluokittelun (air-classifier) avulla. Puhallintekniikassa jätemurskeeseen kohdistetaan voimakas ilmavirta, joka työntää ainesta eteenpäin. Raskaat aineet, kuten jäljelle jääneet metallinpalat, kivet, lasi ja keraamiset aineet, jäävät ensimmäiseen osaan (heavy fraction) ja kevyemmät aineet, kuten puu, kovat muovit ja orgaaniset aineet liikkuvat ilmavirran mukana pidemmälle, seuraavaan osaan (medium fraction). Hienoimmat ja keveimmät jätepartikkelit, jotka ovat kooltaan enintään 80 mm, kulkeutuvat tarvittaessa hienomurskaimeen, joka murskaa niistä 25 mm kokoisia SRF (solid recovered fuel) partikkeleita. Hienomurskausvaihe toteutetaan, mikäli partikkelikokovaatimus on alle 80 mm:ä. Esimerkiksi sementtitiuunien pääpolttimelle syötettävän polttoaineen on oltava partikkelikooltaan alle 80 mm:ä, mielellään 25 - 30 mm:ä. Prosessoinnin jälkeen jätepolttainemateriaali varastoidaan bunkkereihin, josta se kuljetetaan esimerkiksi voimalaitoksiin polttoaineeksi. (BMH Technology Oy 2010.) Alapuolella prosessikaavio jätteiden käsittelystä SRF-linjastossa (kuvio 1).



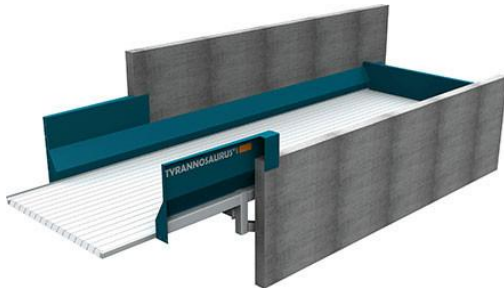
KUVIO 1. Prosessikaavio jättemateriaalin etenemisestä Tyrannosaurus-prosessisysteemissä

Ennen SRF-käsittelyprosessia jätemassaa voidaan esikäsitellä, jolloin syötin kuljettaa materiaalin esimurskaimeen (pre-shredder), josta murskattu, alle 300 mm kokoinen aine kuljetetaan rumpuseulaan (screen drum). Pyörivän rumpuseulan läpi erottuvat orgaaniset ja ei-kierrätettävät materiaalit. Loput jätepartikkelit jatkavat matkaansa SRF-prosessiin. Ennen käsittelyä jäte otetaan vastaan ja testataan näytteenotoilla ja varastoi-

daan SRF-siiloihin tai muihin varastoihin. Seuraavissa alaluvuissa on esitelty lyhyesti BMH Technology Oy:n markkinoilla olevat laitteet kierrätettävän, kiinteän jätteen prosessointiin. (BMH Technology Oy 2010.)

### 2.2.1 Vastaanotto- ja annostelulaitteet

Tyrannosaurus Feeders eli askelsyöttimet syöttävät materiaalia jatkuvatoimisesti ja ne toimivat tyypillisesti integroituna osana murskaimia. Askelsyötin toimii materiaalipuskurina murskausprosessille pidentäen täyttöväliä ja antaa näin täyttökuljettajalle mahdollisuuden suorittaa kannattavampia tehtäviä täyttöjen välissä. Kun laite on integroitu murskaimeen, Tyrannosaurus-askelsyötin voi säätää syöttökapasiteettiaan syöttösuppilon mittoihin nähden sopivaksi. Näin prosessi säilyttää maksimikapasiteettinsa kokoajan. Täysin automaattisilla askelsyöttimillä voidaan kuljettaa kooltaan suuria kappaleita, mutta myös raskasta materiaalia. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 2. Tyrannosaurus-3212 -askelsyötin (BMH Technology Oy 2010)

TAULUKKO 1. Tyrannosaurus-askelsyötinmallit ja -mitat (BMH Technology Oy 2010, muokattu)

|                                  |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Malli                            | 2412 | 2418 | 2424 | 3213 | 3218 | 3224 |
| Leveys (mm)                      | 2400 | 2400 | 2400 | 3200 | 3200 | 3200 |
| Pituus (m)                       | 12   | 18   | 24   | 12   | 18   | 24   |
| Kapasiteetti (m <sup>3</sup> /h) | 115  | 45   | 65   | 85   | 60   | 85   |

### 2.2.2 Kuljettimet

Ketjukuljettimet, chain conveyors, on suunniteltu kiinteiden bulkkimateriaalien käsittelyyn teollisissa prosesseissa, jotka vaativat tasaisen ja jatkuvan materiaalivirran. BMH:n kolaketjukuljetin, drag chain conveyor, vastaanottaa ja siirtää materiaalia varastojen välillä ja täyttää varastosiiloja. Laite purkaa kuormaa varastoista ja syöttää sitä prosessivaiheille käsiteltäväksi ja siirtää loput tuotteesta varastoitavaksi. Kolaketjukuljetin perustuu modulaaritekologiaan, jolloin laite on koottavissa yksilöityjen tarpeiden mukaan. Kuljetushihnasta on mahdollista tehdä tasainen tai kalteva tai tarvittaessa näiden yhdistelmä. Kolaketjukuljettimessa on standardoidut komponentit ja ketjutyypit sekä erikoistaotut ketjut raskaskäyttösovelluksiin. Laite on pölytiivis ja vuotovapaa ja siihen on mahdollista rakentaa vedenjäähdytysjärjestelmä. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 3. Kolaketjukuljetin (BMH Technology Oy 2010)

Ruuvikuljettimet, screw conveyors, ovat kustannustehokas tapa kuljettaa irtotavaraa lyhyitä matkoja. Kuljetuksen lisäksi, ruuvikuljettimia voidaan käyttää syötössä, annostelussa ja sekoituksessa sekä materiaalivirran levityksessä. Ruuvikuljettimissa voi olla oma kaksiseinäinen jäähdytysjärjestelmänsä sekä sisäinen ilmankostutin, kun laite on varustettu vesisuuttimella. Ruuvikuljettimet pystyvät myös pystysuoraan nostoliikkeen joidenkin materiaalien kohdalla. Laitteeseen on mahdollista saada erillinen kola vaikeita tahmeita materiaaleja varten. Ruuvikuljettimia on saatavana sylinterimäisinä sekä U-muodossa. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 4. Ruuvikuljetin (BMH Technology Oy 2010)

Hihnakuuljettimet, belt conveyors, siirtävät irtotavaraa lyhyillä ja pitkillä etäisyyksillä vaihtelevilla kapasiteeteilla melusaaste minimoituna. Hihnatyyppejä on saatavana useita erilaisia käsiteltävän materiaalin mukaan esimerkiksi kohokuvioituja hihnoja suurille kulmille ja kaltevuuksille. Kuljettimessa hihnakeskitys tapahtuu ohjausrullien ja kupe-rien hihnapyörien avulla. Hihnakuuljettimissa on standardoidut komponentit sekä laitteet turvallisen toiminnan takaamiseksi. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 5. Hihnakuuljetin (BMH Technology Oy 2010)

Putkihihnakuuljetin, tubular belt conveyor, toimii irtotavaran kuljettimena pitkillä matkoilla, joissa materiaali liikkuu koskemattomana siirtopisteiden välillä. Kuljetin voidaan sijoittaa joustavasti muiden prosessilaitteiden vaatimusten mukaan ja se on suunniteltu toimimaan rajoitetuissa tilaolosuhteissa horisontaalisten ja vertikaalisten taivutusten avulla. Suljettu järjestelmä ehkäisee vuotoja ja suojaa ympäristöä lialta ja pölyltä sekä

pitää kuljetetun materiaalin vahingoittumattomana ja erossa ulkopuolisilta epäpuhtauksilta. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 6. Putkihihnakuljetin (BMH Technology Oy 2010)

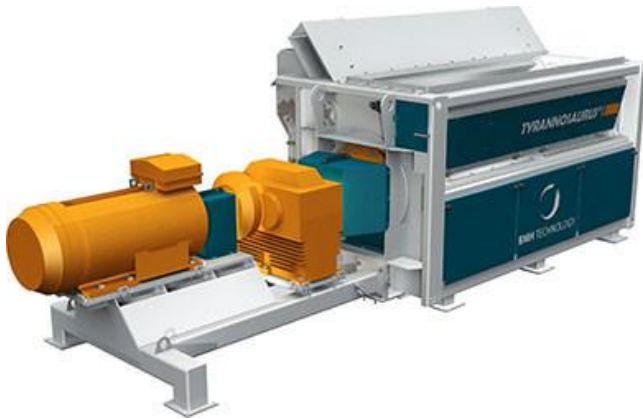
Kauhakuljetin ja kauhaketjukuljetin, belt bucket elevator ja chain bucket elevator, toimivat materiaalin siirtämisessä korkealle vertikaalisessa suunnassa, ahtaissa oloissa. Tuotteet on suunniteltu nostamaan niin kevyttä ja kuivaa kuitupölyä kuin raskaita materiaaleja kuten pohjatuhkaa. Suljettu rakenne takaa pölytiivin ja vuotovapaan toiminnan sekä puhtaan kuorman. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 7. Kauha- ja kauhaketjukuljetin (BMH Technology Oy 2010)

### 2.2.3 Murskaimet

Tyrannosaurus-1200 -hienomurskain on maailman tehokkain sekundaarimurskain, joka tuottaa pienikokoista kiinteää uusiopolttoainetta (SRF) poltettavaksi. Laite murskaa partikkelit 80 - 20 mm kokoiseksi polttoaineeksi esimerkiksi sementtiuunin pääpoltinta varten. (BMH Technology Oy 2010.)

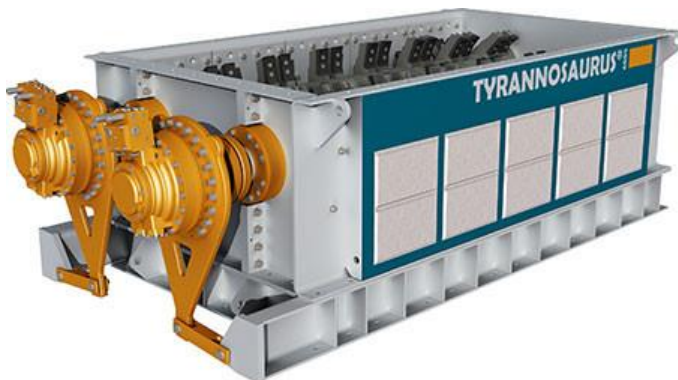


KUVA 8. Hienomurskain (BMH Technology Oy 2010)

TAULUKKO 2. Tyrannosaurus-1200 -hienomurskainmallit (BMH Technology Oy 2010, muokattu)

|                    |         |         |
|--------------------|---------|---------|
| Malli              | 1203    | 1204    |
| Leveys (mm)        | 2400    | 3200    |
| Kapasiteetti (t/h) | 10 - 20 | 15 - 25 |

Hydrauliikkakäyttöiset Tyrannosaurus-6600 Pre-Shredder -esimurskaimet tuottavat 100 - 300 mm kokoista murskajätettä ja toimivat jätteen esikäsittelyssä. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 9. Esimurskain (BMH Technology Oy 2010)

TAULUKKO 3. Tyrannosaurus-esimurskainmallit (BMH Technology Oy 2010.)

|                    |         |         |          |
|--------------------|---------|---------|----------|
| Malli              | 6603    | 6604    | 6605     |
| Leveys (mm)        | 1900    | 2500    | 3200     |
| Kapasiteetti (t/h) | 25 - 50 | 35 - 75 | 50 - 100 |

Tyrannosaurus-7700 -murskain tuottaa yhdenmukaisia partikkeleita yhdessä vaiheessa. Laite on suojattu satunnaisten metallinpalojen aiheuttamilta vioittumilta MIPS (Massive Impact Protection System) -tekniikan avulla ja siinä on säädettävät vastaterät. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 10. Murskain (BMH Technology Oy 2010)

TAULUKKO 4. Tyrannosaurus-7700 -murskainmallit (BMH Technology Oy 2010, muokattu)

|                    |         |        |         |         |
|--------------------|---------|--------|---------|---------|
| Malli              | 7703    | 7703T  | 7704    | 7704T   |
| Leveys (mm)        | 2400    | 2400   | 3200    | 3200    |
| Kapasiteetti (t/h) | 10 - 20 | 5 - 10 | 15 - 25 | 10 - 15 |

Tyrannosaurus-9900 -murskaimet ovat maailman suurimpia jätteenmurskauskoneita. Hydraulikkakäyttöiset koneet murskaavat mitä tahansa poltettavaa materiaalia ja tuottavat yhdellä käsittelykerralla tasalaatuista, alle 80 mm murskettä. Tehokkaat Tyrannosaurus-9900 -murskaimet on suojattu vahingoilta MIPS-tekniikan avulla. (BMH Technology Oy 2010.)





KUVA 11. Murskain (BMH Technology Oy 2010)

TAULUKKO 5. Tyrannosaurus-9900 -murskainmallit (BMH Technology Oy 2010, muokattu)

| Malli                 | 9903    | 9903T   | 9904    | 9904T   | 9905    | 9905T   |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Leveys<br>(mm)        | 2400    | 2400    | 3200    | 3200    | 4000    | 4000    |
| Kapasiteetti<br>(t/h) | 15 - 30 | 10 - 15 | 20 - 40 | 15 - 25 | 30 - 50 | 20 - 30 |

#### 2.2.4 Erottelijat

Tyrannosaurus-1500 -hienoseula (TYRANNOSAURUS 1500 Fines Screen) erottelee hiekkaa, maa-ainesta ja muita hienoaineksia. Laitteen tarkoituksena on vähentää jätemassan tuhka-, kosteus-, kloori- ja raskasmetallipitoisuuksia. Hienoseulassa on pyörivät kumitähtikiekot, joiden pyörimisnopeutta ja sakaroiden kärkiväliä voidaan vaihdella eroteltavan materiaalin mukaan. Alapuolella taulukossa (taulukko 6) näkyvät hienoseulamallit. (BMH Technology Oy 2010.)



TAULUKKO 6. Tyrannosaurus-1500 -hienoseulamallit (BMH Technology Oy 2010, muokattu)

|                       |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Malli                 | 1501 | 1502 | 1503 | 1504 | 1506 | 1507 |
| Leveys<br>(mm)        | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Kapasiteetti<br>(t/h) | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   |



KUVA 12. Hienoseula (BMH Technology Oy 2010)

Tyrannosaurus ilmaluokittelijat tai toiseltaan nimeltään tuuliseulat (TYRANNOSAURUS Air Classifiers) erottelevat raskaat materiaalit, kuten kivet, lasin, betonin ja puoli-raskaan materiaalin kuten märän orgaanisen aineen omiksi osuiksikseen. Ilmaluokittelijat tuottavat murskatusta jätteestä puhdasta ja kevyttä materiaalia, joka täyttää SRF-polttoaineelle asetetut vaatimukset. (BMH Technology Oy 2010.)



KUVA 13. Ilmaluokittelija (BMH Technology Oy 2010)

### 2.2.5 Varastointi ja materiaalin annostelu

Tyrannosaurus-ruuvipurkain (TYRANNOSAURUS screw reclaimer) on kehitetty purkamaan materiaalikuormaa sekä siilosta että ulkoilmavarastoista. Tyypin LPE ruuvipurkaimet ovat automaattikäyttöisiä ja niiden kapasiteettia saadaan säädettyä halutun materiaalivirran mukaan. Ruuvipurkaimet soveltuvat raskaskäyttöön ja erilaisten materiaalien käsittelyyn. Purkaimen hammasosat ovat vaihdettavia ja laite soveltuu SRF-jätteen käsittelyn lisäksi biomassan, kuten puuhakkeen, kuoren ja turpeen sekä pellettien käsittelyyn. Alapuolella taulukko (taulukko 7) LPE-ruuvipurkaimien suuntaa antavista kapasiteeteista erikokoisissa siiloissa. (BMH Technology Oy 2010.)

TAULUKKO 7. Tyrannosaurus-ruuvipurkaimien kapasiteetit puulastuille ja vastaavalle materiaalille (BMH Technology Oy 2010, muokattu)

| Tyyppi | Maksimikapasiteetti (m <sup>3</sup> /h) | Siilon halkaisija (m) |
|--------|---|-----------------------|
| LPE 10 | 70                                      | 4-5                   |
| LPE 20 | 250                                     | 4,5-7                 |
| LPE 25 | 350                                     | 5-7                   |
| LPE 30 | 700                                     | 8-12                  |
| LPE 40 | 800                                     | 12 - 16               |
| LPE 50 | 900                                     | 18 - 25               |
| LPE 55 | 900                                     | 26 - 27               |



KUVA 14. Ruuvipurkain LPE (BMH Technology Oy 2010)

Tyrannosaurus-siirtoruuvipurkain tyyppiä LPD kierrättää materiaalia suorakulmaisista siiloista, A-mallisista varastorakennuksista, ulkoilmavarastoista ja vastaanottosäiliöistä. Tyypin LPA liikkuva ruuvipurkain on suunniteltu suuremmille varastosysteemeille, missä on laaja-alaisempi keräyspinta-ala. LPA-keräimet on varustettu koolauksella ja ajolaitteistolla koneistotunnelissa. Automaattiset LPD ja LPA tyypin siirtoruuvipurkaimet soveltuvat suuriin varastoihin ja raskaskäyttöön. Kuten LPE-ruuvipurkaimissa LPD ja LPA -purkaimien hammasosat ovat vaihdettavia ja laite soveltuu SRF-jätteen käsittelyn lisäksi biomassan, kuten puulastujen, kuoren ja turpeen ja pellettien käsittelyyn. Alapuolella taulukko (taulukko 8) LPD ja LPA -ruuvipurkainten maksimikapasiteeteista erikokoisilla keräysalueilla. (BMH Technology Oy 2010.)

TAULUKKO 8. Tyrannosaurus-siirtoruuvipurkaimien kapasiteetit puulastuille ja vastaavalle materiaalille (BMH Technology Oy 2010, muokattu)

| Tyyppi | Maksimikapasiteetti (m <sup>3</sup> /h) | Keräysalueen leveys (m) |
|--------|---|-------------------------|
| LPD 40 | 750                                     | 4-7                     |
| LPD 50 | 900                                     | 6-10                    |
| LPD 55 | 1000                                    | 8-15                    |
| LPA 30 | 600                                     | 6-9                     |
| LPA 60 | 1000                                    | 12 - 15                 |
| LPA 70 | 1000                                    | 14 - 20                 |



KUVA 15. Siirtoruuvipurkain (BMH Technology Oy 2010)

## 2.3 Prosessointimenetelmiä ja prosessilaittevalmistajia

### 2.3.1 Murskaus

Murskaus on jätteenkäsittelytapa, jossa murskaimeen syötetty aines silputaan erilaisten terien avulla. Murskaaminen on yleinen tapa käsitellä jätettä ja saattaa se hienompaan muotoon jatkokäsittelyn ja pakkauksen helpottamiseksi. Jätteen murskaaminen on yksi keino pienentää kiinteiden jätteiden määrää ja saattaa jätemateriaali helpommin käsiteltävään muotoon. Kaatopaikkamaksut nousevat, kun jätteiden määrä kasvaa ja siksi murskaus on tehokas keino toisaalta saattaa jäte tiiviimpään muotoon ja toisaalta helpottaa jätteen uusiokäyttöä. Murskaintyyppejä ja -valmistajia on useita erilaisia ja niiden teknologiat vaihtelevat käsiteltävän materiaalin ja toimintaperiaatteiden mukaan. Seu-

raavassa on esiteltyä murskaustoimintaa tyypillisen muovinmurskausteknologian avulla. (Jätekukko 2013; UNTHA 2016; WEIMA 2016.)

Kierrätettäessä erilaisia muovijätteitä murskaaminen (shredding) on yksi perusvaatimuksista. Mitä homogeenisempää murskaimiin syötetty materiaali on, sitä helpommin saadaan tuotettua korkealaatuista kierrätysmateriaalia, esimerkiksi erilaisia pursotteita, jatkokäsittelyä varten. Muovimurskaintyyppinä on useita erilaisia, kuten roottori-, veitsi- ja leikkuuteknologioilla toimivia. Muovimurskaimilla voidaan prosessoida niin termostastisia hartseja kuten PE, PP, PVC, PS, PU ja PET kuin kertamuoveja ja elastomeereja. Murskaimiin voidaan syöttää muun muassa muovisäiliöitä, aramidikuituja, vaippoja, tekstiilipaaleja ja PET-pulloja. Murskaimia voidaan yleensä käyttää erillisissä prosesseissa tai ne voidaan liittää osaksi monipuolisempaa jätteenkäsittelysystemiä, kuten SRF-linjaa. (Jätekukko 2013; UNTHA 2016; WEIMA 2016.)

Monet jätteenkäsittelyyn erikoistuneista yrityksistä tarjoavat muovimurskaimia eri tehokkuuksilla, erikokoisten jätteiden käsittelyyn. Saksalaiset valmistajat WEIMA ja UNTHA tekevät hydraulikkamurskaimia muoveille 11 kW:sta 150 kW:iin. Alapuolella kuvat WEIMAn (kuva 16) ja UNTHAn (kuva 17) yksittäisistä muovimurskaimista. (UNTHA 2016; WEIMA 2016.)



KUVA 16. WEIMAn WLK10-muovimurskain, jossa on tehoja 37/45/55/75 kW. (WEIMA 2016)



KUVA 17. UNTHAN LRK1000/1400 muovimurskain, jossa on tehoja 22 - 44 kW. (UNTHA 2016)

### 2.3.2 Seulonta

Seulontateknologia perustuu murskatun tai muuten pienikokoisen jättemateriaalin erotte- luun partikkelikoon mukaan. Jättemassa syötetään pyörivään rumpuun, joka on rei'itetty tietyn kokoisilla aukoilla. Jättemateriaali, jonka partikkelikoko on aukkojen halkaisijaa pienempi, putoaa seulasta pois sen pyöriessä ja isompikokoinen aines jää rummun si- sään. Kiinteää jätettä käsittelevä seula voi olla vaakatasossa, mutta yleensä seulontalait- teet asetetaan kulmaan syöttöpääty kohotettuna. Pyörivä rumpuseula (drum screen tai trommel screen) on yleinen kiinteän jätteen käsittelyssä käytettävä seula. Seulan läpäi- sevien partikkeleiden kokoa voidaan vaihdella rummun aukkojen koon mukaan riippuen jättemateriaalin laadusta. (Kiverco 2014 - 2016.)

Esimerkiksi irlantilainen Kiverco valmistaa rumpuseuloja kiinteiden jätteiden käsitte- lyyn ja SRF-prosesseihin. Alapuoella kuvat (kuva 18 ja kuva 19) Kivercon rumpu- seulasta sisältä ja ulkoa.





KUVA 18. Kivercon rumpuseulan (trommel screen) seulontareitit (Kiverco 2014 - 2016)



KUVA 19. Kivercon suuri rumpuseula (trommel screen) ulkoapäin (Kiverco 2014 - 2016)

### 2.3.3 Magneetit

Ensimmäiseksi murskatusta jätteestä erotellaan magnetoituvat metallit. Ferrometallit erotellaan muusta jätteestä magneettierottelijalla, joka sijaitsee usein nousevassa kulmassa hihnalla liikkuvaan materiaaliin nähden. Magneettierottelijoita on erilaisia, mutta käytännössä hihnalla liikkuva, ei-magnetoituva jäteaines kulkee reagoimatta magneettierottelijan alta tai lävitse seuraavaan käsittelyvaiheeseen, kun taas ferrometallit jäävät kiinni voimakkaisiin magneettihihnoihin. Mitä pienempiä ja kulmikkaampia ferrometallin palat ovat, sitä vaikeampi magneetin on kerätä ne. Suuret ja laatan muotoiset tai saavamaiset partikkelit sen sijaan tarttuvat helpoiten magneettierottelijaan selkeän napaisuutensa ja suuremman magneettipinta-alansa takia. Erottelijoissa voidaan käyttää kes-

tomagneetteja, mutta sähkömagneettien käyttö on yleistä niiden hyvien ominaisuuksien takia. Magneettikenttä voidaan kytkeä päälle ja pois halutusti, jolloin erottelijan puhdistaminen talteen otetuista metallin paloista on helpompaa. Sähkömagneettinen erottelija tarvitsee kuitenkin jäähdytysjärjestelmän, jotta kerätty metalli ei kuumene. Esimerkiksi australialainen STEINERT Global valmistaa jätemateriaalia kuljettavan hihnan yläpuolelle asennettavia magneettierottimia, jotka puhdistavat itsensä kerätystä metallista. STEINERT Globalin magneettierottelija tunnistaa ferrometallit 900 mm korkeudesta. (Greenwood Magnetics 2016; STEINERT Global 2016.)

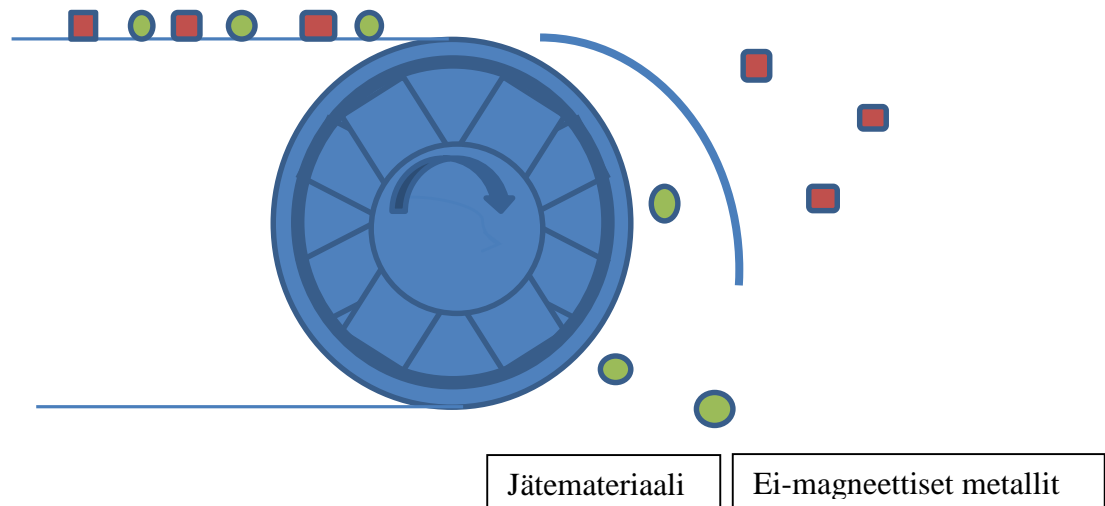


KUVA 20. STEINERT Globalin magneettierottelija (STEINERT Global 2016)

### 2.3.4 Pyörrevirtaerottelija

Pyörrevirtateknologia perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Pyörrevirta-anturissa vaihteleva virta kulkee johdinkeran läpi ja luo aaltoilevan magneettikentän. Pyörrevirtaerottelijoissa (Eddy Current separator) tätä magneettikenttää hyödynnetään niin, että se magnetoi hetkellisesti ei-magneettiset metallit, kuten alumiinin tai kuparin. Näin jätemassasta saadaan eroteltua ne metallit, jotka eivät ole jääneet magneettierottelijaan. Vaikka Eddy Current ilmiönä perustuu sähkömagneettiseen induktioon, jätteen soveluksissa käytetään usein pyörivää rumpua ja kestmagneetteja. Erottelijassa on lyhyt hihnakuuljetin, joka kiertää erillisen ei-metallisen rumpukuoren ympäri, jonka sisällä on nopeasti pyörivä magneettiroottori. Jättemassa kulkee hihnalla rummulle, jossa sähkövirta indusoituu johtaviin metalleihin. Indusoitunut sähkövirta tuottaa magneettikentän, joka vastustaa roottorin magneettikenttää. Vastustavan magneettikentän avulla johtavat metallit työntyvät erilliseen erotteluastiaan, kun muu jäteaine kulkee hihnan mukana ja putoaa lopulta pyörivältä rummulta alas. Alapuolella kaaviokuva pyörrevirtaerottelijasta (kuvio 2) sekä laitekuva Master Magnets Oy:n pyörrevirtaerottelijasta (kuva 21). (Master Magnets 2014.)





KUVIO 2. Havainnekuvio pyörrevirtaerottelijasta (Master Magnets 2014, muokattu)



KUVA 21. Englantilaisen Master Magnets Oy:n pyörrevirtaerottelija (Master Magnets 2014)

### 2.3.5 Ilmaerotus

Ilmaerotus (airclassifier) perustuu materiaalien erilaisiin tiheyksiin. SRF-linjastossa kulkevat ainekset ovat murskauksen jäljiltä partikkelikooltaan suunnilleen samansuuruiset, mutta ne voidaan jaotella eri jakeisiin tiheydensä mukaan. Ilmaerottelija erottelee materiaalit toisistaan nimensä mukaisesti ilmapvirran avulla. Mitä tiheämpää ainetta par-

tikkeli on, sitä enemmän se painaa ja sitä vähemmän liikkuu ilmavirran mukana. Esimerkkinä raskaista materiaaleista ovat muun muassa kivet ja metallinpalat, joita on sekajätteen mukana. Sen sijaan muovit ja paperinpalat sekä kuivat puulastut liikkuvat pienen tiheydensä ansiosta pidemmälle ilmavirran voimasta. BMH Technology Oy:n SRF-linjastossa ilmaerotusta käytetään vasta viimeisenä vaiheena ennen lopullista hienomurskausta, jolloin suurin osa polttoaineeksi kelpaamattomasta materiaalista, kuten metalleista, on jo saatu seulottua ja eroteltua jätteestä ja liikkuva massa on partikkelikooltaan tasaista. Näin ilmaerottelija pystyy mahdollisimman tarkkaan työhön ja jakamaan materiaalit juuri tiheysominaisuuden mukaisesti. Mikäli kyseessä on heterogeeninen ja käsittelemätön jäte, ilmaerottelija ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla. Tiheillä materiaaleilla saattaa ennen murskausta olla suuri purjepinta-ala, esimerkiksi ohuilla metallilastuilla ja -levyillä, jolloin ne saattavat kulkeutua ilmavirran mukana liian pitkälle erottelijassa. Tämän vuoksi ilmaerotus on hyvä olla viimeisimpiä välivaiheita ennen lopullisen polttoaineen syntymistä. Ilmaerottelija voi joko työntää kappaleita eteenpäin, jolloin tiheimmät liikkuvat lyhyemmän matkan tai se voi perustua puhtaasti gravitaatioon, jolloin raskaammat materiaalit putoavat nopeammin. Alapuolella kuva (kuva 22) hollantilaisen Nihot-nimisen yrityksen ilmaerottelijasta. (BMH Technology Oy 2010; Crowe & Peirce 1988.)



KUVA 22. Nihotin pyörivä ilmaerottelija (Nihot 2009 - 2015)

### 3 Prosessitekniiikan hyödyntäminen ja haasteet

#### 3.1 SRF-tekniikan kehitys

Suurimmat SRF:n hyödyntäjät Euroopassa ovat Suomi, Ruotsi, Saksa, Hollanti ja Italia. Viime vuosina SRF:n käyttö voimalaitoksissa ja sementtitehtailla on kasvanut merkittävästi kaikkialla. Johtuen jätteenkäsittelytekniikan paranemisesta ja uusista kaatopaikkojen määräyksistä, SRF-tekniikan kysynnän voidaan olettaa yhä kasvavan. Suomen, Saksan ja Italian kansallisia standardeja jätteestä valmistetulle polttoaineelle käytettiin pohjana Euroopan SRF-standardin, EN 15359, luomiselle. Yhteiseurooppalaisen standardointiryhmän tavoitteena oli kehittää kokonaisvaltainen standardi jäteperäisen kierrätyspolttoaineen tuottamisen ja käytön sekä siihen liittyvien tukitoimien ohjeistamiseksi. Ryhmän puheenjohtajaksi valittiin suomalainen Martin Frankenhaeuser ja EU-laajuinen standardointityö aloitettiin tunnuksella CEN 343. Vuoden 2015 aikana SRF-standardointi eteni uudestaan, kun kansainvälinen standardointijärjestö ISO (International Organization for Standardization) hyväksyi yhteiseurooppalaisen ehdotuksen luoda ISO-standardi SRF:lle. (Lepomäki 2016.)

Vaikka standardi SRF:lle saatiin vasta 2000-luvulla, on BMH Technologyn liiketoiminta materiaalien käsittelyjärjestelmien parissa jatkunut jo yli 60 vuotta. Aluksi liiketoiminta käsitti tosin metsäbiomassojen ja puun käsittelyjärjestelmiä, joiden markkinat rajoittuivat lähinnä pohjoismaisille metsäteollisuusyhtiöille. Yritys menestyi erityisesti selluhakkeen seulontateknologioissa ja -tuotteissa sekä kuljetin- ja varastointijärjestelmissä. Näiden järjestelmien ja asiakassuhteiden pohjalta BMH Technology Oy kehitti 2000-luvulle tultaessa kiinteiden, vaarattomien jätteiden prosessointiin tarkoitettua teknologiaa. Alkusysäys teknologian kehittämiseksi lähti 1990-luvulla BMH Technology Oy:n toimitettua muutamia murskaimia paperitehtaille, jotka halusivat hyödyntää laitoksilla syntyvän polttokelpoisen jätteen omissa voimakattiloissaan. Ensisijainen toive oli hankkiutua tuotannossa syntyvästä jätteestä eroon, mutta pian huomattiin että murskainlinjoilla ja -tyypeillä oli merkitystä syntyvän raaka-aineen käyttömahdollisuuksiin. Teknologia kehittyi käsittelemään yhdyskuntajätteet, kaupan ja teollisuuden erillisjakeet sekä esimerkiksi käytetyt auton renkaat. Näitä jätteitä murskaamalla, seulomalla ja luokittelemalla BMH Technology Oy siirtyi pelkistä metsäteollisuuden tuotteista ja teknologioista SRF-teknologiaan ja kokonaisprosessisysteemeihin. Uuden teknologian avulla

BMH:n asiakkaat alkoivat valmistaa jätteestä polttoainetta esimerkiksi voimalaitoksille sähköä, lämmön ja prosessihöyryn tuottamiseen ja sementtitehtaille sementin valmistusta varten. (Lepomäki 2016.)

Vuodesta 2002 eteenpäin BMH Technology Oy päätti panostaa kasvavaan ympäristöliiketoimintaan ja keskittyä SRF-teknoologiaan kehittämällä kokonaisprosessilinjoja kiinteän, vaarattoman jätteen käsittelyä varten. Koska murskaaminen oli aikaisemmin havaittu kriittisimmäksi vaiheeksi, BMH alkoi kehittää omaa murskainteknoologiaansa. Kehityshankkeen asiakaskumppaniksi valikoitui Lassila&Tikanoja Oy:n Keravan laitos, jonne valmistui ensimmäinen Tyrannosaurus-murskain jo keväällä 2003. Yhä Lassila&Tikanoja Oy:n Keravan laitoksella käytössä oleva BMH Technology Oy:n ensimmäinen Tyrannosaurus SRF-murskain saatiin käyntiin 30.4.2003. Nopeasti tämän jälkeen kehitettiin kokonainen SRF-linja, joka käsittää murskainten lisäksi vastaanotto-, syöttö-, kuljetin- ja seulontajärjestelmiä sekä ilma-, magneetti- ja pyörrevirtaluokittelujärjestelmiä. Näitä linjoja on vuoden 2016 alkuun mennessä myyty yhteensä noin 50 kappaletta eri puolille maailmaa muun muassa Italiaan, Thaimaahan, Portugaliin, Hollantiin, Belgiaan, Itävaltaan, Puolaan, Brasiliaan, Ruotsiin, Kiinaan, Koreaan, Intiaan ja Liettuaan. Samoihin aikoihin, kun BMH Technology Oy aloitti jätteiden prosessointiteknoLOGIAN kehittämistoimintansa, aloitti toimintansa myös yhteiseurooppalainen standardointiryhmä. (Lepomäki 2016.)

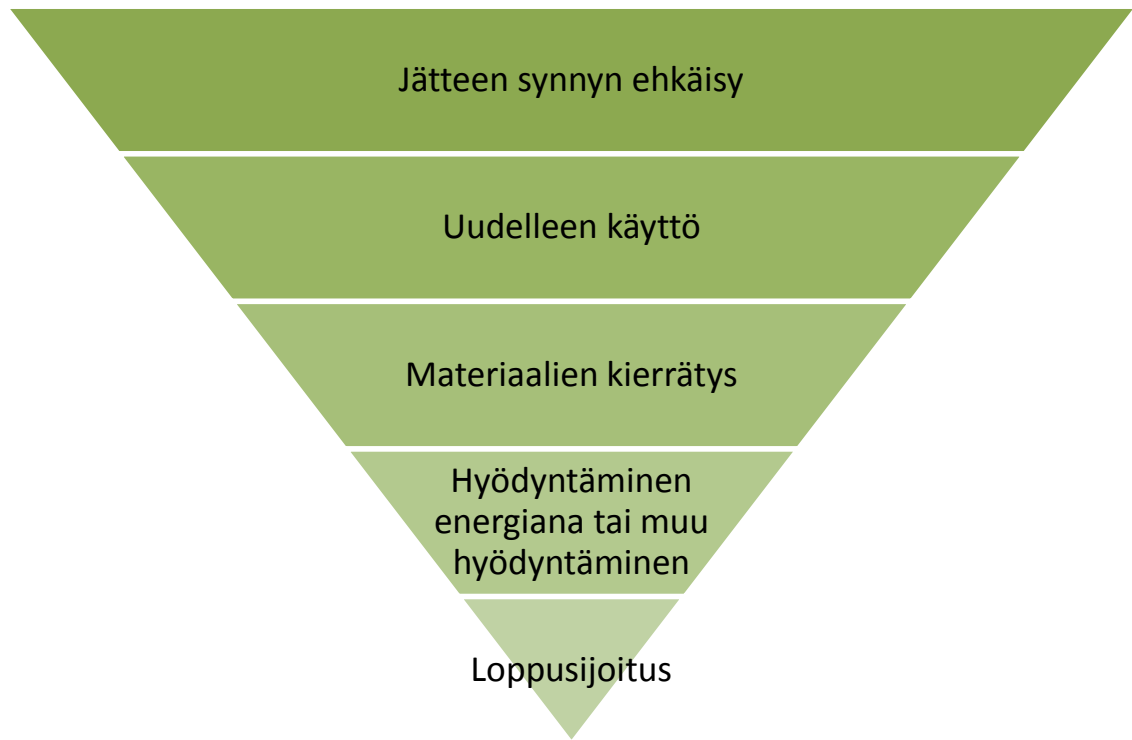
Globaali SRF-liiketoiminta on vasta kehitysasteella ja siksi yli kymmenen vuotta SRF-prosessitekniikan parissa työskennellyt BMH Technology Oy joutuu yhä panostamaan toimialan tunnetuksi tekemiseen, markkinointiin ja liiketoiminnan kehitykseen. Uusien standardien myötä jäteala on kehittymässä ja SRF-teknoLOGIA tulemassa tunnetummaksi. BMH:n lisäksi laitevalmistajia löytyy useita, mutta suurin osa laitteista on kapasiteetiltaan pieniä ja heikkorakenteisia, minkä vuoksi ne eivät sovellu raskastuotannon tarpeisiin, joilla kysyntää SRF-teknoLOGIALLE olisi. Erityisesti murskainvalmistajia on nykyään useita, mutta BMH Technologyn kaltaisia linjavalmistajia ei vielä ole kovin monia. Suurimmat ja lupaavimmat markkinat BMH Technology Oy:llä ja SRF-tekniikalla ovat Kiinassa, jossa viimeisen 20 vuoden aikana on ryhdytty toimiin koko maan, erityisesti suurten miljoonakaupunkien, jätehuoltoratkaisujen saattamiseksi kestäväälle pohjalle. Valtavien jätemäärien vuoksi Kiinan suurimmissa kaupungeissa kuten Pekingissä, Shanghaissa, Tianjinissä ja Guangzhoussa on luovuttu jätteiden varastoinnista kaatopaikoille. Nämä kaupungit ovat kuitenkin omaksuneet arinapolton jätteenkäsittelymuodok-

si, joten SRF-teknologian juurruttaminen Kiinaan on oma haasteensa. Maa haluaa silti jatkossa panostaa yhä enemmän omaan leijuteknologiaansa sekä jätteiden esiprosessointiin. Tästä johtuen kiinalaisten mielenkiito ulkomailta ostettuun tai lisensoituun ari-nateknologiaan on hiipumassa ja mielenkiinto SRF-teknologiaa kohtaan kasvamassa. (Lepomäki 2016.)

### 3.2 EU-direktiivi

Suomessa uusi jätelaki (646/2011) tuli voimaan 1.5.2012 Euroopan parlamentin ja neuvoston uuden jätedirektiivin (2008/98/EY) mukaisin ehdoin. Nämä ehdot koskivat erityisesti syntyvän jätteen kierrättämistä ja käsittelyä, sillä hiipuvien energiavarojen, ilmastomuutoksen, materiaalipulan ja kasvavan kuluttajajoukon vuoksi kaatopaikalle säilöminen tai kertaalleen murskatun jätteen polttaminen ei ole tulevaisuuden kannalta enää toimivaa. Euroopan unionin uusi jäteasetus määrittää jätteiden syntymisen olleen aiemmin taloudellisen toiminnan ja kasvun vaatima sivutuote, jonka osa materiaalien kiertokulussa voidaan keskeyttää nykyaikaisen tekniikan ja huolellisen jätehuollon avulla (2008/98/EY). Uuden lainsäädännön myötä 50 % kotitalousjätteestä ja 70 % rakennus- ja purkujätteestä tulee kierrättää ja uusiokäyttää vuoteen 2020 mennessä. Tämä tarkoittaa aikaisemmin kaatopaikoille haudatun jätteen tarkkaa seulomista ja erottelua, jotta yhdyskuntajätteestä saataisiin kaikki mahdollinen materiaali talteen uusien tuotteiden raaka-aineiksi. Direktiivin tarkoitus on luoda Euroopan unionin jäsenvaltioille oikeudellinen kehys jätteenkäsittelyä varten, jonka avulla voidaan suojella niin ympäristöä kuin yksilöä. Direktiivissä korostetaan uuden kierrätystekniikan ja -teknologian hyödyntämistä luonnonvarojen säästämiseksi ja elinkaaren kasvattamiseksi. (EUR-Lex 2015; Innala 2016.)

EU-jäsenvaltioiden viranomaisilla on oikeus määritellä maalle omat keinonsa tavoitteiden saavuttamiseksi, mutta näitä keinoja ohjaa vielä uusi EU-direktiivin myötä lanseerattu jätehuollon etusijajärjestys eli jätehierarkia. Tämän viisiportaisen jätehierarkian tavoitteena on ehkäistä syntyvän jätteen määrää ja määrän kasvua sekä asettaa reunaehdot jätteen hyödyntämiselle. Näillä toimilla pyritään vaikuttamaan EU:n sisäpuolella syntyvän jätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämiseen sekä yhtenäistämään eri maiden jätteiden kierrätys- ja hyödyntämistavoitteita. Alapuolella on esitettyä kaaviokuva (kuvio 3) EU:n uudesta jätehierarkiasta. (EUR-Lex 2015; Innala 2016.)



KUVIO 3. EU:n jätehierarkia

Jätehierarkian lisäksi uuden direktiivin keskeisimpiä kohtia on saastuttaja maksaa -periaatteen vahvistus, jonka mukaan jätteen alkuperäinen tuottaja maksaa jätteenkäsittelystä aiheutuneet kulut. Tämän lisäksi valmistajan velvollisuuksia lisätään laajennetulla tuottajan vastuulla eli valmistajan on hoidettava palautettujen, käytettyjen tuotteiden loppukäsittely. Myös jätehuoltoon liittyviä asetuksia koskien melu- ja hajuhaittoja, veden, ilman, maaperän, kasvien ja eläimien sekä maaseudun vahingoittamista on tiukennettu samoin kun tuottajien ja haltioiden jätteenkäsittelyä ja luvalla toimivien valvontaa. Uusi direktiivi ja sen säädökset eivät kuitenkaan koske vaaralliseksi tai haitalliseksi luokiteltuja jätteitä kuten radioaktiivisia alkuaineita, räjähteitä tai eläinten ruhoja. (EUR-Lex 2015; Innala 2016.)

### 3.2.1 EU:n kiertotalouspaketti

2.12.2015 Brysselissä hyväksyttiin uusi kiertotalouspaketti kestävän kasvun turvaamiseksi EU:ssa. Kiertotalouspaketin idea on täsmentää lainsäädäntöä ja tarjota kattava toimintasuunnitelma koskien jätteiden käsittelyä. Tämän tarkoituksena on parantaa jätehuoltoa entisestään jäsenvaltioiden erilaiset tilanteet huomioiden. Kierrätystä koskevaa lainsäädäntöä pyritään tiukentamaan ja luomaan uudet tavoitteet jätteen käsittelyn suh-

teen. Toimintasuunnitelma koskee biomassan ja biopohjaisten tuotteiden, muovien, elintarviketejätteiden, kriittisten raaka-aineiden sekä rakennus- ja purkujätteiden materiaalivirtoja sekä aloja, joilla näitä aineita käsitellään. (Euroopan komissio - Taustatiedote 2015.)

Kiertotalouteen siirtymisellä pyritään vähentämään vuosittaisia kasvihuonepäästöjä 2 - 4 % ja säästämään jopa 600 miljoonaa euroa muun muassa materiaali- ja energiakustannuksista. Lisäksi tarkoitus on luoda uusia työpaikkoja kierrätyksen, ekosuunnittelun ja jätteen synnyn ehkäisyn parissa. Aikaisempien, EU-direktiivissä määriteltyjen, tavoitteiden lisäksi EU:ssa pyritään vuoteen 2030 mennessä kierrättämään 65 % yhdyskuntajätteestä, 75 % pakkausjätteestä ja vähentämään kaatopaikkajätteen osuus 10 % kaikesta jätteestä. Muun muassa näiden tavoitteiden avulla halutaan hyödyntää se valtava materiaalmäärä, 600 miljoonaa tonnia, joka nykyisin menetetään vuosittain jätteenä. (Euroopan komissio - Taustatiedote 2015.)

### **3.2.2 Sementtitehtaat**

Sementtitehtaat ovat yksi SRF:n käyttökohteista, sillä jätteistä jalostettua polttoainetta voidaan hyödyntää sementin polttouuneissa lämpöenergian tuottamiseen. Sementtitehtaissa jätepolttoaine on kannattavaa vihreiden arvojen lisäksi myös siitä syystä, että lopputuote, tuhka, voidaan hyödyntää sementtiä valmistettaessa. Näin uuden EU-direktiivin mukainen kierrätys ja jätteen hyödyntäminen energiana näkyy käytännössä. Kun loppusijoitukseen menevä tuhkakkin hyödynnytetään, ollaan jo pitkällä jätteiden hyötykäytössä. SRF-prosessilaitos pyritään rakentamaan lähelle sementinpolttouuneja, jotta valmis polttoaine saadaan kuljetettua suoraan uuniin ketju- tai putkihihnakuljettimen avulla. Pneumaattisessa systeemissä SRF-polttoaine syötetään pyörivään venttiiliin, mistä se ruiskutetaan annostelijasuppiloon, joka säännöstelee prosessin polttoainevirtaa. Mekaanisissa systeemeissä on vastaanottobunkkerit tai -siilot sekä annostelu- ja virtausmonitoirit.

Useaan kertaan kierrätetty, loppusijoitusta vaille oleva sekajäte on energia-arvoltaan heikkoa ja siksi SRF-teknologian hyödyntäminen vasta kiertokulun loppupäässä on ongelmallista. Mikäli prosessoitava jäte on lämpöarvoltaan heikkolaatuista, sen jalostaminen SRF:ksi kalliin teknologian avulla ei ole välttämättä kannattavaa. Toisaalta esimer-

kiksi Kiinassa Pekingissä yhdyskuntajätettä syntyy 18000 tonnia päivässä, jolloin tehokas jätteidenkäsittely on välttämätöntä. Tämän vuoksi SRF-polttoaineen valmistus ja käyttö olisi suotavaa jätteen korkeasta kosteudesta (50 - 60 %) ja heikosta lämpöarvosta (luokkaa 4 - 7 MJ/kg) huolimatta. (Anttila 2013, 7.)



## 4 Jätteiden käsittelyn tulevaisuuden näkymät

### 4.1 Asiantuntijoiden mielipiteitä

Työtä varten haastateltiin sähköpostin avulla 15 alan ammattilaista eri yrityksistä, kuten Kymenlaakson jäte Oy:stä, VTT:ltä ja UPM:ltä. Mahdollisimman objektiivisen kuvan saamiseksi haastateltavien joukossa ei ole BMH Technology Oy:n työntekijöitä eikä haastateltavia pyydetty pohtimaan kysymyksiä erityisesti SRF-teknologian kannalta. Kysymysten tavoitteena oli kartoittaa ympäristö- ja jätealalla työskentelevien ja vaikuttavien mielipiteitä niistä muutoksista, joita uudistunut lainsäädäntö ja muuttunut suhtautuminen jätteiden lajitteluun ja kierrätykseen tuo tullessaan. Enää esimerkiksi kotitalousjätteitä ei haeta pelkästään jätteenkeräysasemista roska-autoilla, vaan kierrättäminen on osa yksilön arkea ja kierrätetyn jätteen keräys sekä prosessointi ovat kasvava teollisuuden ala. Asiantuntijamielipiteiden avulla haluttiin saada kokonaiskuvaa nykyaikaisesta ja kehittyvästä jätteenkäsittelystä.

#### 4.1.1 Kysymykset haastateltaville

Niistä viidestätoista, joille haastattelukysymykset lähetettiin, vastauksia antoivat vain neljä. Vastauksia antoi myös viides taho, jolta kollega oli pyytänyt lisätukea. Koska osa haastateltavista halusi pysyä anonyyminä, ovat kaikki vastauksen antaneet tunnistamattomia tässä työssä. Erotettavuuden kannalta luvussa 4.2 käytetään nimityksiä Asiantuntija 1, 2, 3, 4, ja 5. Referoimattomat vastaukset on koottu liitteeksi (liite 1.). Alapuolella näkyvät numeroituna haastateltaville lähetetyt kysymykset.

1. Kuinka (kotitalous)jätteen syntyminen tulee muuttumaan Suomessa tai muualla maailmassa? Esimerkiksi lainsäädännön vaikutukset syntyvän jätteen määrään ja laatuun.
2. Millä tavoin kierrätys tulee vaikuttamaan kotitaloustuotteiden laatuun? Esimerkiksi tuotteiden puhtauteen, kun raaka-aineiden elinkaari ei ole täysin valmistajan tiedossa.

3. Mitä kehitysnäkymiä on jätteen keräilyllä? Esimerkiksi syväkeräysastioiden käyttö tai älyn integroiminen keräysastioihin.
4. Kumpaan suuntaan jätteiden käsittely tulee kehittymään; muutetaanko jäte energiaksi vai kierrätetäänkö jätteestä raaka-aineita uusiin tuotteisiin? Esimerkiksi EU:n intressit tai älykkäiden koneiden tarjoama energiatehokkuus ja hyötysuhde.

## 4.2 Haastattelun tulokset

Asiantuntijoiden vastauksista ilmeni, että jätemäärä ei tulevina vuosina tule välttämättä kasvamaan, ainakaan Euroopassa. Syitä tähän ovat tiukentunut EU-lainsäädäntö ja heikentynyt taloustilanne. Toisaalta vastanneet kokivat nämä kaksi syytä erillisiksi toisistaan. Asiantuntija 1 mukaan syntyvän kotitalousjätteen määrä seuraa bruttokansantuotetta, mutta lainsäädännöllä ei ole välitöntä vaikutusta. Asiantuntija 3 näkee puolestaan, että juurikin lainsäädännöllä voidaan edesauttaa kierrätyksen kasvua ja näin saada mahdollisesti sekajättemäärät vähentymään. Sen sijaan Asiantuntija 4 muistuttaa, että esimerkiksi Suomessa yhdyskuntajätteen määrä on koko 2000-luvun vaihdellut vuosittain 500 kg/asukas molemmin puolin, joten suuria muutoksia tuskin on odotettavissa. Lisäksi Asiantuntija 4 huomauttaa, että pidemmällä tähtäimellä jätemäärän syntyyn tulee vaikuttamaan EU:n kiertotalouspaketti ja sen mukanaan tuomat vaatimukset.

Vaikka kotitalousjätteen määrä koettiin Suomessa ja Euroopassa suhteellisen stabiiliksi, kehitysmaissa se ei sitä ole, ainakaan vielä vuosiin. Asiantuntija 4 mukaan kehittyvissä maissa jätemäärät ovat kasvaneet nopeasti eikä loppua muutokselle näy johtuen talouskasvusta sekä olemattomista jätteenvähennystoimista ja jätepolitiikasta. Euroopassa on Asiantuntija 4 mukaan myös maita, joissa talouskasvu näkyy lisääntyneinä jätemäärinä, mutta Euroopan sisällä kasvu on kuitenkin maltillisempaa kuin muualla maailmassa. Asiantuntija 5 uskoo, että tulevaisuudessa myös jätteen synnyn ehkäisy ylipäättään nousee tärkeäksi aiheeksi.

Kierrätyksen ei koeta vaikuttavan kotitaloustuotteiden laatuun, esimerkiksi puhtauteen, sillä lainsäädännön mukaan kierrätysmuovien käyttö esimerkiksi ruokapakkauksissa ei ole sallittua.

*Kierrätystuotteiden tulee olla laadullisesti riittävän yhtä hyviä tai jopa parempia ennen kuin niillä on mahdollisuuksia menestyä markkinoilla neitseellisten tuotteiden rinnalla. Usein esim. kierrätysmuoveilla joiden koostumusta ei tunneta, käyttötarkoitukset rajautuvat nykyisellään vain toisarvoisiin tuotteisiin, esim. kierrätysmuoviprofilin valmistukseen. (Asiantuntija 4.)*

Yksilötasolla ja kotitalouksissa kierrätetyt materiaalit eivät siis vaikuta näkyvästi, mutta Asiantuntija 1 huomauttaa, että lämpöarvo kierrätetyissä materiaaleissa heikkenee. SRF-tekniikan kannalta tämä tarkoittaa kiinteästä, heterogeenisestä jätteestä valmistetun polttoaineen energiatehokkuuden huononemista.

Vastaajien mukaan jätteen keräilyn muutokset nähdään liittyvän lainsäädännön vaatimukseen monipuolisemman kierrätyksen suhteen ja yhtenä tulevaisuuden mahdollisuutena voi olla monilokeroautot ja -keräys. Syväkeräysastiat nähdään vain yhtenä, jo käytössä olevana astiatyyppinä, jolla ei Asiantuntija 1 mukaan ole varsinaista kilpailuetua. Asiantuntija 1 täsmentää, että monilokerokeräyksessä kierrätys tehostuisi ja kuljetuskustannuksia voitaisiin pienentää painoperusteisen hinnoittelun vuoksi. Yhteneväinen mielipide vastanneilla oli myös jätteenkeräyksen kustannuksista. Tulevaisuudessa tullaan todennäköisesti hyödyntämään yhä enemmän punnitus- ja täyttöasteantureita ja Asiantuntija 3 mukaan jätemaksut voitaisiin mahdollisesti perustaa todellisiin jätemääriin. Jätteenkeräykseen soveltuvien antureiden hinnat eivät kuitenkaan nykyisellään anna mahdollisuutta tämän teknologian hyödyntämiseen.

*Isommissa yksiköissä älyn integroiminen keräysastioihin lisääntyy, mutta pienemmissä tekniikan yleistymisen vaatii tunnistinten käytön hinnoittelun tuleamista reilusti alaspäin. (Nyt kiinteistökohtaisessa keräysastiassa täyttöasteen tunnistin maksaa kuukaudessa enemmän kuin keräily ja käsittely yhteensä). (Asiantuntija 1)*

Vaikka EU:n jätehierarkiassa jätemateriaalin uusiokäyttö ja kierrätys ovat energiahyödyntämistä ylempänä kuten Asiantuntija 2 muistuttaa, kaikki asiantuntijat eivät näe lainsäädännön vievän täysin markkinoita jättepolttoaineelta. Asiantuntija 3 mukaan kierrätyksen oletetaan kasvavan, mutta tärkeitä huomioitavia ovat myös paikallisuus ja taloudellisuus. Asiantuntija 1 mukaan energiakäytön voidaan olettaa jopa kasvavan, kun jätteiden loppusijoitusta pyritään välttämään. Sekatavarajätteen lajittelu tulee myös monipuolistumaan ja mekaaniset linjastot yleistyvät. Myös Asiantuntija 4 näkee, että or-

gaanisen ja biohajoavan jätteen kaatopaikkakielto tulee lisäämään jätteen hyödyntämistä energiana, vaikka EU:n intressit ovatkin kierrätyksen ja uusiokäytön kannalla.

#### 4.2.1 Yhteenveto

Seuraavassa taulukossa (taulukko 9) on esitetty yhteenveto haastattelujen tuloksista.

TAULUKKO 9. Yhteenveto haastattelujen tuloksista

| Kysymys  | Vastaus   |
|--|---|
| Kuinka (kotitalous)jätteen syntyminen tulee muuttamaan Suomessa tai muualla maailmassa? Esimerkiksi lainsäädännön vaikutukset syntyvän jätteen määrään ja laatuun.   | Syntyvään jätemäärään vaikuttavat sekä tiukentunut EU-lainsäädäntö, että bruttokansantuote. Euroopassa vuosittaiset jätemäärät pysyvät stabiileina, mutta muualla maailmassa ne kasvavat vielä teollisuuden kehittyessä.  |
| Millä tavoin kierrätys tulee vaikuttamaan kotitaloustuotteiden laatuun? Esimerkiksi tuotteiden puhtauteen, kun raaka-aineiden elinkaari ei ole täysin valmistajan tiedossa.  | Kierrätys ei vaikuta kotitaloustuotteiden laatuun, esimerkiksi puhtauteen. Lainsäädäntö kieltää muun muassa kierrätysmuovien käytön elintarvikkeiden yhteydessä. Teollisuudessa kierrätetty materiaali on energia-arvoltaan heikompilaatuista kuin tavallinen jäte. |
| Mitä kehitysnäkymiä on jätteen keräilyllä? Esimerkiksi syväkeräysastioiden käyttö tai älyn integroiminen keräysastioihin.  | Kierrätys tulee tehostumaan monilokeroautojen ja -keräyksen avulla. Tulevaisuudessa jätemaksut tulevat perustumaan enemmän todellisiin jätemääriin punnitus- ja täyttöasteantureiden hyödyntämisen vuoksi, kunhan antureiden hinnat saadaan alemmas.                |
| Kumpaan suuntaan jätteiden käsittely tulee kehittymään; muutetaanko jäte energiaksi vai kierrätetäänkö jätteestä raaka-aineita uusiin tuotteisiin? Esimerkiksi EU:n intressit tai älykkäiden koneiden tarjoama energiatehokkuus ja hyötysuhde. | Vaikka EU:n intressit ovat kierrätyksessä ja uusiokäytössä, jätteen hyödyntäminen energiana tulee lisääntymään. Tämä johtuu loppusijoitettavan jätteen vähentämistavoitteista.  |

## 5 POHDINTA

Euroopassa jätteitä koskeva lainsäädäntö on muihin maihin verrattuna tarkkaa ja uusia asetuksia ja täsmennyksiä tulee vuosittain. Ongelmat, joita erityisesti yhdyskuntajätteet aiheuttavat, on huomioitu viime vuosien aikana tehokkaasti ja niihin on pyritty puuttumaan EU-jäsenmaiden yhteisillä direktiiveillä. Tiukentuneen lainsäädännön vaikutukset, vihreiden arvojen nouseminen tärkeiksi yrityksille ja valveutuneemmat kuluttajat ovat kaikki osaltaan vaikuttaneet myös kierrätysteknologian kehitykseen. Sekajätteen keräysastiat ja ylikuormitetut kaatopaikat ovat historiaa, tai ainakin ne halutaan saada osaksi sitä. Tämän vuoksi monipuolisempi kierrätys ja jätteenkäsittelyn älykkäät koneet ovat osa nykypäivän ja erityisesti tulevaisuuden teollisuutta.

Eurooppa on edelläkävijä niin jätelainsäädännössä kuin jätteenprosessointiteknologioissa. Euroopassa on useita yrityksiä, jotka ovat jo vuosia kehittäneet ja valmistaneet monipuoliseen jätteiden prosessointiin laitteita ja teknologioita, yhtenä vahvana edustajana suomalainen BMH Technology Oy. BMH:lla on erityisosaamista SRF-teknologian parissa, joka on yksi mahdollisuus vähentää maapalloa kuormittavaa jätemäärää. SRF-teknologian avulla vaaraton ja heterogeeninen jäte voidaan saattaa partikkelikooltaan niin pieneen muotoon ja koostumukseltaan sellaiseksi, että sitä voidaan polttaa ja hyödyntää energiana.

Euroopassa, jossa jätteen energiahyödyntäminen on uusiokäyttöä ja kierrätystä alempana jätteenkäsittelyhierarkiassa, SRF on kuitenkin välttämätön osa kiertotaloutta. Sellainen jäte, josta materiaalien erottaminen uusiokäyttöä varten on mahdotonta, on aikaisemmin joutunut kaatopaikalle. SRF-teknologian ansiosta jätteen loppusijoitus voidaan estää tai ainakin loppusijoitettavan jätteen määrää vähentää huomattavasti. Kun vaikeasti käsiteltävästä sekajätteestä tuli aikaisemmin osa kaatopaikkojen jätevuoria, siitä saadaan nyt polttoainetta teollisuuden käyttötarpeisiin. EU-lainsäädännön mukaan syntyvä jäte tulee ensisijaisesti kuitenkin uusiokäyttää ja kierrättää, joten Euroopassa SRF-teknologian käyttö rajautuu suurilta osin kiertotalouden loppupäähän. Moneen kertaan kierrätetty sekajäte on lämpöarvoltaan usein niin heikkoa ja kosteuspitoisuudeltaan niin suurta, että siitä saatava polttoaine on huonolaatuista. Voittoa tavoitteleville yrityksille tämä on tietysti ongelma, mutta maissa, joissa jätelainsäädäntö ei ole vielä saavuttanut

tarvittavaa tasoa syntyvään jätemäärään nähden, SRF:n tuottaminen on välttämätöntä jätteen laadusta huolimatta.

SRF-teknologia on kallista, sillä halutunlaisen polttoaineen saamiseksi vaaditaan paljon erilaisia koneellisia toimintoja. Kun kyseessä on teollisuuden heterogeeninen jätemassa, joka sisältää runsaasti esimerkiksi metallia, vaaditaan murskaimilta suurta kapasiteettia. Jotta jätteen jalostaminen SRF:ksi olisi kannattavaa, on saadun polttoaineen oltava laadultaan riittävän hyvää ja energiatehokasta. Toisaalta saatu energia ei ole ainoa SRF:n hyödyistä. Panostamalla kunnollisiin jätteenprosessointilaitteisiin yritys pääsee eroon omista jätteistään ja säästää kaatopaikkamaksuissa unohtamatta jätteen varastoinnista, kuljetuksesta ja käsittelystä kertyviä kuluja. Monipuolinen jätteiden prosessointi yrityksen sisällä vaikuttaa myös kuluttajien mielipiteisiin ja sitä kautta mahdollisesti parempiin markkinoihin.

Tieto-taitoa SRF-teknologian parista Euroopasta löytyy paljon, mutta EU:n intressit, ainakin toistaiseksi, ovat materiaalien uusiokäytössä. Kierrätyksellä ja uusiokäytöllä pyritään säästämään luonnonvaroja ja lisäämään työpaikkoja, mutta haittapuolensa on niilläkin. Kierrätettyjä materiaaleja ei voida käyttää juuri ollenkaan kulutushyödykkeissä, kuten elintarvikkeissa, sillä niiden alkuperää ja sitä myöten puhtautta on vaikea todentaa pitkän elinkaaren vuoksi. Materiaalien talteenotto vaatii myös paljon resursseja, niin työvoimaa kuin omanlaisensa älykkäät teknologiat, jolloin saatava materiaali muuttuu kilohinnaltaan hyvin kalliiksi. Onkin oma haasteensa pohtia, missä kohden kierrättäminen on täysin kannattamatonta ja jalostaminen SRF:ksi vielä kannattavaa.

Monet Euroopan valtiot ovat pitkään kärsineet työttömyydestä ja uusien jätelakien idea on luoda lisää työpaikkoja. SRF-linja on kuitenkin kokonaan koneellinen prosessi, joka hoitaa tehokkaasti sellaiset tehtävät, joita ihmiset esimerkiksi kehitysmaissa tekevät. Monissa köyhissä maissa jätteenkäsittely ja -erottelu on tiettyjen ihmisryhmien ainoa mahdollisuus ansaita rahaa elämiseen. Yhtäläillä myös Euroopassa jätteiden täydellinen koneellinen prosessointi veisi työpaikan monelta. Lyhyellä aikavälillä ajateltuna SRF-teknologia saattaisi siis vaikuttaa esimerkiksi kehitysmaiden slummialueiden köyhtymiseen entisestään. Toisaalta tehokkaampi lajittelu säästää maapalloa, eivätkä koneet kärsi jätteiden sisältämistä bakteereista ja muista haitta-ainesta kuten ihmiset. Slummialueiden työpaikat ovat kuitenkin yksi syy siihen, miksi kaikki valtiot eivät halua prosessitekniikkaa kaatopaikoilleen.

Vaikka materiaalien talteenotto on EU:n jätehierarchyssä energiahyödyntämistä ylempänä, on muistettava että kiertotalouden älykkäät koneet myös erottelevat käsittelemäänsä jätettä hyvin. Esimerkiksi BMH Technology Oy:n SRF-linjastossa erotellaan ja seuloaan metallit, lasi, kivet ja muu palamaton tuote, jolloin lopputuote eli polttoaine on vain yksi osa prosessia. Mitä kehittyneempää teknologiaa käytetään, sitä paremmin saadaan prosessivaiheessa materiaalia kierrätykseen. Tietysti näin kierrätetty tavara on epätasalaatuista ja pieneksi murskattua, mutta mahdollisuuksien mukaan hyödynnettävissä. Näin esimerkiksi tuhkasta ei tarvitse seuloa palamatonta materiaalia, kun seulonta on tehty jo etukäteen ja syntyneen tuhkan voi käyttää muun muassa sementin valmistukseen. Kun jätemäärät Euroopassa pysyvät korkeina ja muualla maailmassa kasvavat entisestään, kierrätys ei yksinään riitä. Jotta kaatopaikoille vietävän jätteen määrä saadaan mahdollisimman pieneksi, tulee osa jätteistä hyödyntää energiana nyt ja tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

Anttila, L. 2013. Waste-to-Energy Scenarios in the China Context. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö.

BMH technology Oy. 2010. Home. Luettu 11.5.2016.  
<http://www.bmh.fi/home/history/>

BMH technology Oy. 2010. Products. Luettu 11.5.2016.  
<http://www.bmh.fi/products/>

Crowe, P. and Peirce, J. 1988. Particle Density and Air-Classifer Performance. [Journal of Environmental Engineering]. Julkaistu 1.4.1998. Luettu 7.5.2016.  
[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(1988\)114%3A2\(382\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9372(1988)114%3A2(382))

EU:n jätehuoltolaki 19.11.2008/98

Euroopan komissio - Taustatiedote. 2015. Kiertotalouspaketti: Kysymyksiä ja vastauksia. Julkaistu 2.12.2015. Luettu 11.5.2016.  
[http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-15-6204\\_fi.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_fi.htm)

Greenwood Magnetics. 2016. Products. Double Door Filter Box. Luettu 7.5.2016.  
<http://greenwoodmagnetics.com/product-categories/double-door-filter-box/?keyword=magnetic%20separator&gclid=CKvKjM-9i8wCFcsLcwodGOQCgg>

Innala, T. 2016. Uusi jätelaki. Luettu 11.5.2016  
<http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/yty/jatehuolto/jatelakiuudistus/Sivut/default.aspx#anchor-details>

Jätekukko. 2013. Jätteen murskaus ja seulonta. [Youtube-video]. Julkaistu 16.4.2013. Luettu 11.5.2016.  
<https://www.youtube.com/watch?v=KiqIIRTAPHU>

Kiverco. 2014 - 2016. Products. Trommel Screen. Luettu 7.5.2016.  
<http://www.kiverco.com/products/screening/trommel-screen>

Lepomäki, H. Teknologiajohtaja. 2016. Tyrannosaurus SRF Process. Sähköpostiviesti. [hannu.lepomaki@bmh.fi](mailto:hannu.lepomaki@bmh.fi). Luettu 20.4.2016.

Master Magnets. 2014. Products. Eddy Current Separators. Luettu 7.5.2016.  
<http://www.mastermagnets.com/product/eddy-current-separators/>

Nihot. 2009 - 2015. Products. Rotary Air Separators. Luettu 11.5.2016.  
<http://www.nihot.co.uk/products/rotary-air-separators/>

STEINERT Global. 2016. Products. Suspension Magnets. Luettu 11.5.2016.  
<http://www.steinertglobal.com/au/en/products/magnetic-separation/steinert-suspension-magnets/>

UNTHA. 2016. Products. LRK1000/1400. Luettu 7.5.2016.



[http://www.untha.com/en/shredders/industrial-shredders/lrk1000/1400\\_p47](http://www.untha.com/en/shredders/industrial-shredders/lrk1000/1400_p47)

Waste Management World. 2008. Waste sorting - A look at the separation and sorting techniques in today's European market. [INDUSTRIEMAGAZIN Verlag GmbH]. Julkaistu 1.7.2008. Luettu 7.5.2016.

<https://waste-management-world.com/a/waste-sorting-a-look-at-the-separation-and-sorting-techniques-in-todayrsquos-european-market>

WEIMA. 2016. Shredding. WLK10 - Shredder. Luettu 7.5.2016.

<http://weima.com/en/produkte/zerkleinerer/wlk-serie/wlk10.html>

## LIITTEET

Liite 1. Haastattelut

1 (4)

Asiantuntija 1

1. Kotitalousjätteen määrä seuraa jatkossakin bruttokansantuotteen kehittymistä, eli matalan kasvun aikana pakkausjätettä syntyy vähemmän ja päinvastoin. Lainsäädäntömuutoksilla ei ole välitöntä vaikutusta jätteen määrään.
2. Ekodesign-ajattelu tulee varmasti pidemmällä aikavälillä vähentämään kotitalousjätteen määrää, koska etenkin kestokulutushyödykkeet menevät omia kanaviaan pitkin suoraan kierrätykseen. Kierrätys heikentää sekalaisen jätteen lämpöarvoa.
3. Keräilyssä siirrytään nykyistä enemmän painoperusteiseen hinnoitteluun ja monilokerokeräykseen, joilla kuljetuskustannusten osuutta pystytään pienentämään ja kierrätettävien materiaalien kilpailukykyä parantamaan. Isommissa yksiköissä älyn integroiminen keräysastioihin lisääntyy, mutta pienemmissä tekniikan yleistyminen vaatii tunnistinten käytön hinnoittelun tulemista reilusti alaspäin. (Nyt kiinteistökohtaisessa keräysastiassa täyttöasteen tunnistin maksaa kuukaudessa enemmän kuin keräily ja käsittely yhteensä). Syväkeräysastia on vain yksi astiatyyppi, joka puoltaa paikkaansa tietynlaisissa kohteissa, mutta sillä ei ole varsinaista kilpailuetua, jotta se saavuttaisi valta-aseman.
4. Kokonaisuutena jätteiden energiakäyttö tulee lisääntymään, koska aikaisemmin loppusijoitukseen päätyneet orgaanista ainesta sisältävät käsittelyrejektit päätyvät pääosin energiahyödyntämiseen. Energiahyödyntämiskapasiteetti kasvaa vielä muutama vuoden.  
 Sekalaisesta jätteestä (esim kotitalouksien kuivajäte) taas nykyistä suurempi osa lajitellaan jo kiinteistöllä erilliskerättävinä jakeina kierrätykseen. Myös mekaaniset lajittelulinjastot, joilla jätteestä erotellaan esim. muovit, metallit ja biojäte tulevat yleistymään nopeasti.

(jatkuu)

### Asiantuntija 2

4. Kysymykseesi numero 4 näin jätteen tuottajan näkökulmasta voin sanoa sen, että Jätelakihan on määrittänyt jätehierarkian, jota tulisi noudattaa ja jossa jätteen käyttäminen raaka-aineena on korkeammalla prioriteeteissa kuin jätteen muuttaminen energiaksi. Hyvänä ja ajankohtaisena esimerkkinä on kotitalouksilta erilliskerättävä pakkausmuovi, jonka keruuverkkoa Rinki Oy parhaillaan rakentaa. Muovit erotellaan Ekokem:n Riihimäen laitoksella ja näistä muoveista tehdään uusia muovituotteita; kotitalouksien pakkausmuovi siis jatkaa elämäänsä muovina, kun se aiemmin olisi päätynyt energiaksi.

### Asiantuntija 3

1. Itse jätteen syntymiseen ei liene näkyvissä kovin suuria muutoksia. Se, mihin eri materiaalit ohjautuvat, sen sijaan kehittyi kovasti, kun uusia kierrätystekniikoita otetaan käyttöön. Lainsäädäntö edesauttaa materiaalina kierrätettävien jätteiden kierrätyksen kasvua, jolloin kotitalouksien sekajättemäärät voivat vähentyä.
2. Kierrätysmateriaalien hyödyntäminen ei vaikuta kotitalouksissa käytettävien tuotteiden laatuun. Esimerkiksi kierrätysmuoveja ei tulla hyödyntämään elintarvikkeiden kanssa kosketuksissa olevissa tuotteissa.
3. Jäteastioiden punnitus- ja täyttöasteen tunnistustekniikoita on jo alettu jossain määrin hyödyntämään jätteen keräilyssä ja tulevaisuudessa lienee mahdollista, että myös jätemaksut voisivat perustua todellisiin jätemääriin.
4. Molempia tekniikoita tarvitaan, paikallisuus ja taloudellisuus huomioiden. EU:n kierrätystavoitteet kiristyvät tulevaisuudessa, jolloin kierrätyksen odotetaan kasvavan suhteessa energianhyödyntämiseen.

### Asiantuntija 4

1. Tyypillisesti yhdyskuntajätteiden määrä kasvaa väkimäärän lisääntymisen, talouskasvun yms. syiden mukana, ja EU:n ulkopuolella, esim. Kiinassa jätemäärät

## 3(4)

ovat viime vuosina kasvaneet huomattavasti nopean talouskasvun sekä minimaalisten jätteenvähennystoimien ja jätepolitiikan johdosta. Kasvava trendi tulee varmasti jatkumaan kehittyvissä maissa. Myös useimmissa EU-maissa jätemäärien kasvun voidaan olettaa edelleen jatkuvan, kuitenkin maltillisemmin. Suomessa yhdyskuntajätteen määrä on 2000-luvulla vaihdellut 500 kg/asukas molemmin puolin.

Suomen lainsäädännön taustalla vaikuttaa EU:n lainsäädäntö. EU kiertotalouspaketin tavoitteita vuoteen 2030 mennessä ovat mm.:

- \* yhdyskuntajätteen kierrätysasteen nosto 65 %
- \* pakkausjätteen kierrätysasteen nosto 75 %
- \* kaatopaikkajätteen vähentäminen enintään 10 %:in kaikesta jätteestä

Suomessa on valmisteilla mm. uusi valtakunnallinen jättesuunnitelma (VALTSU) jonka tavoitteena on mm. hidastaa yhdyskuntajättemäärien kasvua, sekä lisätä eri jätteiden kierrätystä. Esimerkkinä kansallisesta lainsäädännöstä voi toimia vaikkapa vuodenvaihteessa tuottajien vastuulle siirtynyt kuluttajapakkausten keräys, jonka seurauksena kuluttajien mahdollisuuksia pakkausjätteen syntypaikkalajitteluun on lisätty tai ollaan lisäämässä. Esimerkiksi muovipakkausjätteille on tulossa 500 keräyspistettä kattava verkosto, jonka avulla saadaan talteen nykyistä enemmän erillis-kerättyä pakkausjättemuovia, jonka kierrätysmahdollisuudet ovat sekajätteen muoviin verrattuna paremmat.

Lisäksi vuoden 2016 alusta astui voimaan orgaanisen ja biohajoavan jätteen kaatopaikkakielto, joka on aikaansaanut jätteenpolton yleistymisen kaatopaikkasijoituksen sijaan.

2. Ruokapakkauksien osalta ei varmaan mitenkään, sillä esim. kierrätysmuovien käyttö elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvissa tuotteissa ei ole sallittua.

Kierrätystuotteiden tulee olla laadullisesti riittävän yhtä hyviä tai jopa parempia ennen kuin niillä on mahdollisuuksia menestyä markkinoilla neitseellisten tuotteiden rinnalla. Usein esim. kierrätysmuoveilla joiden koostumusta ei tunneta, käyttötarkoitukset rajautuvat nykyisellään vain toisarvoisiin tuotteisiin, esim. kierrätysmuovi-profiilin valmistukseen. Jäteraaka-aineiden koostumuksen parempaa

4(4)

tuntemukseen auttaisi vuoropuhelu eri toimijoiden välillä (esim. muovi(tuotteide)n valmistajien ja kierrättäjien), ja ns. design to recycling-ajattelu, eli jo neitseellistä tuotetta valmistettaessa otettaisiin sen kierrätettävyyden huomioon. Jos esimerkiksi vain yhtä materiaalia sisältävät pakkaukset yleistyisivät tulevaisuudessa, olisi tällaisten pakkausten kierrätys helpompaa kuin nykyisten, monia erilaisia materiaaleja tai esim. monikerroskalvoja sisältävien pakkausten kierrätys.

3. Syväkeräysastioita näkeekin jo aika paljon käytössä. Jotain äkkiseltään itselleni mieleeni tulleita voisivat olla esim. syntypaikkalajittelun tehostuminen ja erilliskeräyksen lisääntyminen, jätteen mekaaninen lajittelu kierrätyslaitoksilla, materiaalien optisen tunnistuksen ja lajittelun lisääntyminen, jätteiden putkikeräys uusilla asuinalueilla, painetun älyn hyödyntäminen, monilokeroautojen käyttö jätteiden keräyksessä, mittaus- ja anturitekniikan käyttö jäteastioissa, erilaisten paikka- ja tunnistetietopalvelujen hyödyntäminen jätteenkeräyksessä.
4. Orgaanisen ja biohajoavan jätteen kaatopaikkakielto on lisännyt jätteenpolttoa Suomessa. Jätehierarkiassa kierrätys on kuitenkin energiahyödyntämistä korkeammalla, ja siihen tulisi näiden kahden vaihtoehtojen väliltä ensisijaisesti pyrkiä. Myös VALTSU ja EU:n kiertotalouspaketti ohjaavat kierrätyksen lisäämiseen.

#### Asiantuntija 5

1. (esim. pakkausjätteistä keskustellaan myös vielä miten kierrätysaste lasketaan, tilanne tietääkseni vielä epäselvä, esim. otetaanko huomioon ”kierrossa olevat laatikot jne”.) Tulevaisuudessa myös jätteen synnyn ehkäisy tulee nousemaan tärkeäksi aiheeksi.

