

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

ESISELVITYS SUOMALAISEN WASTE TO ENERGY- TEKNOLOGIAN VIEMISESTÄ TANSANIAN MARKKINOILLE

TEKIJÄ Riiikka Pylkkänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Riikka Pylkkänen	
Työn nimi Kannattavuus selvitys suomalaisen Waste to energy-tekniikan viennistä Tansanian markkinoille	
Päiväys	28.4.2025
	28
Yhteistyötaho Ferroplan Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Savonia ammattikorkeakoulun ja suomalaisen yrityksen Ferroplan Oy:n kanssa. Savonia oli jo pitkään tavoitellut jätehuoltoon liittyvää kehityshanketta Tansaniaan Arushan kaupungissa sijaitsevalle Murietin kaatopaikalle. Opinnäytetyössä mietittiin erilaisia ratkaisuja Arushan jätehuoltoon liittyviin ongelmiin ja Murietin kaatopaikan kasvavaan jätemäärään. Lisäksi pohdittiin ratkaisuiden kannattavuutta.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin Arushan tämänhetkinen jätteenhuoltotilanne sekä tutustuttiin suomalaisen yrittäjän Ferroplan Oy:n tarjoamiin laiteratkaisuihin. Lisäksi opinnäytetyössä otettiin selvää erilaisista rahoitusvaihtoehdoista. Tietojen perusteella suunniteltiin laitospaketti, jonka voisi toimittaa Tansaniaan. Opinnäytetyössä pohdittiin myös laitoksen kannattavuutta kohdemaassa.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena suunniteltiin laitekokonaisuus, joka voisi tuoda ratkaisun kasvavaan jäteongelmaan kohdemaan kaatopaikalla. Laitoksessa orgaaninen jäte eroteltaisiin ja kompostoitaisiin. Lisäksi energiajäte lajiteltaisiin ja paalattaisiin hyötykäyttöön. Laitoksen kokonaiskustannukset tulisivat olemaan noin 5,5–6 miljoonaa euroa. Laitoksen avulla kaatopaikalle menevän jätteen määrä vähenisi huomattavasti. Kuitenkin pohdintaan jäi vielä laitoksen kannattavuus ja hyöty kohdemaassa.</p>	
Avainsanat Jätehuolto, kompostointilaitos, jätteen lajittelu	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	JÄTEHUOLLON NYKYTILA TANSANIASSA.....	6
2.1	Tansania, Arusha	6
2.2	Murietin kaatopaikka	8
3	FERROPLAN OY	12
3.1	FerroPower-energialaitos.....	12
3.2	Binh Duongin Kompostointilaitos	14
4	TOIMITETTAVA LAITOS.....	17
4.1	Laitoksen suunnittelu.....	17
4.2	Suunnitellun laitoksen kuvaus.....	18
4.3	Toimitettava laitos	19
4.4	Laitoksen kustannukset.....	22
5	RAHOITUSVAIHTOEHDOT	23
5.1	Finnpartnership	23
5.1.1	Pitkäaikainen liikekumppanuus.....	23
5.1.2	Pilotointi.....	23
5.1.3	Investointihankkeen toteutettavuussuunnitelma	23
5.1.4	Tukitoiminnot.....	24
5.2	Business Finland.....	24
5.3	Finnfund.....	24
5.4	European Investment Bank.....	24
5.5	World Bank Group.....	24
6	POHDINTA.....	25
	LÄHTEET	27

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Kiinteän jätteen varastointi (Chacha, 2025)	7
Kuva 2.	Kiinteän jätteen keräys (Chacha, 2025)	8
Kuva 3.	Murietin kaatopaikan opaste (Chacha, 2025)	8
Kuva 4.	Murieton kaatopaikka (Chacha, 2025)	9
Kuva 5.	Ferroplan Oy:n logo (Ferroplan, 2025).....	12
Kuva 6.	FerroPower-laitos (Pylkkänen, 2025).....	13

Kuva 7. Kompostointilaitoksen esikäsitteily (Patosalmi, 2025)	14
Kuva 8. Kompostointilaitoksen jälkikäsitteily (Patosalmi, 2025).....	15
Kuva 9. Ehdotettu lajittelulinja (Patosalmi, 2025)	19
Kuva 10. Lisätty paalauslinja	19
Kuva 11. Ferroplanin ehdottama paalauslinja (Patosalmi, 2025).....	20
Kuva 12. Kompostijakeen kypsytytys (Patosalmi, 2025).....	21

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön hankkeen tausta juontaa juurensa jo pitkälle, aikaan ennen koronaa, jolloin Savonia ammattikorkeakoulu teki selvityksen Afrikan kehitysmaiden tilanteesta mahdollisten energia- ja ympäristöyhteistyöhankkeiden valmistelua varten. Työn tuloksena havaittiin haasteita jätteen hävittämisen ja siitä aiheutuvien ympäristöuhkien osalta ympäristölle ja asukkaille. Selvityksen yhteydessä Arushasta, Tansanian kaupungista, löytyi myös kiinnostuneita kumppaneita, kuten Arushan kaupunginvaltuuston jätehuolto-osasto ja Arusha Technical College (ATC), jotka halusivat yhdessä suomalaisten yhteistyökumppaneiden kanssa toteuttaa kestävän kehityksen tavoitteita ja kehittää jätehuoltoa. Jätteestä energiaa-hanke on tärkeää sekä Afrikassa, että EU:ssa, sillä se edistää kestävästä kehitystä, ympäristön suojelua, energiaturvallisuutta ja taloudellista kasvua.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää suomalaisen teknologian viemistä Afrikan kehittyville markkinoille, tässä tapauksessa Tansaniaan, sekä sen kannattavuutta. Pitkällä aikavälillä tavoitteena on luoda kannattavaa puhtaaseen energiaan perustuvaa liiketoimintaa ja siten edistää YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden toteutumista sekä ilmastomuutoksen hillitsemistä.

Hanketutkimus toteutetaan yhteistyössä suomalaisen yrityksen Ferroplan Oy:n, afrikkalaisten kumppaneiden (Arusha City, Arusha technical College) ja Savonia ammattikorkeakoulun kanssa.

Selvitystyö jaettiin kahteen eri opinnäytetyöhän, jossa toisessa tutkitaan biokaasun tuottoa yhdyskuntajätteestä erotellusta biojätteestä.

On erittäin tärkeää löytää kannattavia keinoja jäteongelman ratkaisemiseksi Afrikassa. Valitettavasti suurin hidaste Afrikan jäteongelman kehitykselle on luultavammin pääoman puute. Tämän opinnäytetyön tarkoitus olikin edellä kuvattujen asioiden lisäksi myös selvittää, millaista teknologiaa on mahdollista viedä paikallisille markkinoille ja onko se kannattavaa ottaa käyttöön. Lisäksi selvitettiin mahdollisia rahoitusvaihtoehtoja hankkeen toteutumiselle.

2 JÄTEHUOLLON NYKYTILA TANSANIASSA

Jätteen energiaksi muuttaminen on erittäin tärkeää EU:ssa, mutta myös todella tärkeää kehittyvissä maissa, kuten Afrikassa, koska se edistää kestävästä kehitystä, ympäristönsuojelua, huoltovarmuutta ja talouskasvua. Jätettä raaka-aineena käyttävä energiatuotanto pystytään tekemään useilla eri teknologioilla. Jätteen hyödyntäminen polttoaineena edellyttää jätteiden lajittelua sopiviin jakeisiin. Jätteiden lajittelu voidaan tehdä kotitalouksissa erillisillä keräyspisteillä tai jätehuoltopisteessä. Työn tavoite (Waste to Energy-hanke) on resurssien tehokas hyödyntäminen, ympäristövaikutusten vähentäminen, energian saatavuuden ja turvallisuuden parantaminen, taloudellinen kehitys ja työllisyys sekä jätehuollon parantaminen.

Afrikan maiden jäteongelma tiedostetaan, mutta kehitys on todella hidasta pääoman puutteen vuoksi. Jätteiden kierrätysprosentti Afrikan mantereella on noin kymmenen prosenttia. Loput 90 %:a viedään suoraan lajittelematta kaatopaikoille. Kasvavia kaatopaikkamassoja yritetään hävittää polttamalla avotulella, mikä aiheuttaa ongelmia sekä ihmisen terveydelle, että ilmastolle. Kestävän kehityksen tavoitteita on asetettu ja niitä on jossain määrin sitouduttu noudattamaan, mutta tulokset ovat jääneet alle tavoitteiden. (Kibet, 2023)

Jätteenpolttolaitokset, kompostointilaitokset, erilaiset lajittelupisteet ja esimerkiksi paikallisten koulutus voisi olla ratkaisu kasvavaan ongelmaan. Monella suomalaisyrityksellä olisi sopiva tuote jäte-energiamarkkinoille Afrikkaan.

Yksi toteutunut esimerkki on Ferroplan Oy:n toimittama kompostointilaitos Vietnamin Binh Duongiin vuonna 2013. Kompostointilaitoksessa jätteen orgaaninen aines kompostoidaan, kierrätyskelpoinen materiaali otetaan talteen ja rauta ja muut magneettiset aineet erotellaan jätteen seasta. (Petrip, 2016)

2.1 Tansania, Arusha

Opinnäytetyön hankkeen kohdemaana on Tansania, joka on väkiluvultaan noin 70 miljoonan asukkaan valtio Itä-Afrikassa Intian valtameren rannalla. Arusha on 576 000 asukkaan kaupunki Pohjois-Tansaniassa. (Review, 2025)

Kiinteän jätteen käsittelyyn Arushassa kuuluu järjestelmällisen tuotannon ohjaus, jätteen keräys, varastointi, kuljetus, käsittely, resurssien talteenotto ja loppusijoitus. Jätettä syntyy kaupungissa noin 271 tonnia päivässä. Siitä noin 90 %:a kerätään talteen ja kuljetetaan Murietin kaatopaikalle. Tämä jäte on pääasiassa biohajoavaa: jopa 65 %:a on orgaanista jätettä, kuten taulukossa 1 näkyy.

Taulukko 1. Jätteen koostumuksen jakautuminen (2020–2023) (Chacha, 2025)

Jätejae	Prosenttiosuus	Keskeiset komponentit	Lähde
Orgaaninen jäte	65 %	Ruoka- ja markettijäte, maatalousjäte	NBS Tansania (2020); JICA (2022)
Muovit	18 %	PET-pullot, pakkauskalvot	Ardhin yliopisto (2021); AUWSA (2023)
Paperit/Pahvit	12 %	Sanomalehdet, pakkauslaatikot	NBS Tansania (2020)
Tekstiilit/Nahkat	6 %	Vaatteet, kengät	JICA (2022)
Metallit	5 %	Alumiinitölkit, metallijäte	Arusha CC Draft Plan (2023)
Lasit	2 %	Pullot, lasijäte	AUWSA jätetarkastus (2023)
Muut (inerti)	8 %	Rakennusjätteet	Ardhin yliopisto (2021)

Syntyvän jätteen luokitteluun kuuluu yleinen kotitalousjäte, puutarhajäte, rakennusmurska, paperi, muovijäte ja muut jätteet. Kiinteä jäte varastoidaan kotitalouksissa ja julkisilla paikoilla eri astioihin kuvan 1 mukaisella tavalla.



Kuva 1. Kiinteän jätteen varastointi (Chacha, 2025)

Kiinteän jätteen keräys tehdään yhteistyössä eri organisaatioiden kanssa, jotka varmistavat jätteen kuljetuksen Murietin kaatopaikalle. Kuvassa 2 jätteen lastausta kuorma-autoihin paikallisten kanssa.



Kuva 2. Kiinteän jätteen keräys (Chacha, 2025)

Tällä hetkellä kaatopaikalla ei ole jätteiden lajittelua eikä kaatopaikkakaasujen tai jätteiden hyödyntämistä polttoaineena.

2.2 Murietin kaatopaikka

Kiinteän jätteen loppusijoituspaikkana toimii Murietin kaatopaikka. Kuvassa 3 näkyy opaste kaatopaikalle, joka sijaitsee Arushan kaupungin eteläosassa, noin kahdeksan kilometrin päässä kaupungin keskustasta.



Kuva 3. Murietin kaatopaikan opaste (Chacha, 2025)

Vuonna 2003 avoimeksi kaatopaikaksi avattu Murietin alue on pinta-alaltaan noin 29,1 hehtaaria ja syvyyttä kaatopaikalla on kolme metriä. Virallinen kaatopaikka toiminta aloitettiin vuonna 2016 ja kaatopaikalle otetaan vastaan kotitalous- ja kaupallisjätteet kaupungista ja sen ympäröivältä alueelta. (Chacha, 2025)

Kuvassa 4 havainnollistetaan kaatopaikalle tuodun jätteen levitystä ja tasausta alueelle. Jäte levitetään ja peitetään pääasiassa syöpäläisten ja hajun torjumiseksi. Kaatopaikalle tuodun jätteen määrästä noin 10–15 %:a on inerttiä, esimerkiksi rakennusjätettä ja biohajoamatonta materiaalia.



Kuva 4. Murieton kaatopaikka (Chacha, 2025)

Kaatopaikalla suoritetaan ympäristön valvontaa, kaasun koostumuksen ja veden laadun seuranta säännöllisesti, jotta toiminta ei aiheuta terveys- tai ympäristöriskejä. (Chacha, 2025)

Alla muutama esimerkki seurantaraporteista:

Taulukossa 2 on nähtävissä kaatopaikkakaasujen seurannasta tehty raportti. Palo-olosuhteiden tilanteesta kaatopaikalla ja palontorjuntatoimenpiteiden onnistumisen takaamiseksi kaatopaikkakaasuja kuten metaania, hiilidioksidia ja happea mitataan säännöllisesti eri aikoina. (Chacha, 2025)

Taulukko 2. Kaatopaikkakaasujen seuranta heinäkuu 2017 (Chacha, 2025)

Kaatopaikkakaasujen seurantaraportti heinäkuun neljäs viikko 2017								
S/N	Alue	Näytteen- ottopaikka	Näyte- tunnus	Para- metrit	BA-seliini- tiedot	Standardit	Analysoinnin tulokset	Huomautukset
1	N-puoli	Kaivo 1	LFC1:3	CH4			0,00 %	
				CO2			0,00 %	
				O2			20,00 %	
2			LFC1 C	CH4				
				CO2			0,00 %	
				O2			20,10 %	
3			LFC1 N	CH4			0,00 %	
				CO2			0,00 %	
				O2			20,10 %	
4			LFC1NW	CH4			0,00 %	
				CO2			0,00 %	
				O2			20,00 %	
5			LFC1CW	CH4			0,00 %	
				CO2			0,00 %	
				O2			19,70 %	
6			LFC15W	CH4			0,00 %	
				CO2			0,00 %	
				O2			19,50 %	
7			LFC15	CH4			0,00 %	
				CO2			0,00 %	
				O2			19,30 %	

Pohjavesinäytteitä otetaan kaatopaikan kahdesta eri kaivosta, kahdesta käsin kaivetusta kaivosta ja yhdestä kaatopaikan alajuoksussa sijaitsevasta kaivosta. Lisäksi pintavesinäytteitä otetaan Burka-joen ylä- ja alavirrasta. Tärkeimpiä kuukausittain otettavia näytteitä ovat esimerkiksi veden lämpötila, veteen liukeneva happi (LDO) ja pH-arvo. (Chacha, 2025)

Alla olevasta taulukosta 3 nähdään esimerkki veden laadun raportoinnista.

Taulukko 3. Veden laadun seurantaraportti syyskuu 2017 (Chacha, 2025)

Veden laadun seurantaraportti: (28. syyskuuta 2017)								
S/N	Alue	Näytteen- ottopaikka	Näyte- tunnus	Para- metrit	BA-seliini- tiedot	Standardit	Analysoinnin tulokset	Huomautukset
1	Pintavesi	Burka-joki	Alajuoksu			C		
		LFS	RB DS (001)	LDO		4-5 mg/L	5,56mg/L	Arvo on alueella
				Lämpötila		<37°C	34,7°C	Arvo on alueella
			RB DS (002)	pH		5,5-9,2	8,79	Arvo on alueella
				Lämpötila		<37°C	25,4°C	Arvo on alueella
			RB DS (003)	CD		<1200µS/cm	1887µS/cm	Arvo alueen yläpuolella
				Lämpötila		20 tai 25°C	24,2°C	
2	Burka-joki							
		Yläjuoksu	RB US (001)	LDO		4-5 mg/L	7,70mg/L	Arvo hieman alueen yläpuolella
				Lämpötila		<37°C	23,4°C	Arvo on alueella
			RB US (002)	pH		5,5-9,2	8,92	Arvo on alueella
				Lämpötila		<37°C	23,1°C	Arvo on alueella
			RB US (003)	CD		<1200µS/cm	1013µS/cm	Arvo on alueella
				Lämpötila		20 tai 25°C	23,5°C	
3	Pohjavesi	Kaivovesi	HDW US (001)	LDO		4-5mg/L	4,55mg/L	Arvo hieman alueen alapuolella
				Lämpötila		<37°C	24,2°C	Arvo on alueella
				pH		5,5-9,3	7,44	Arvo on alueella
				Lämpötila		<37°C	24,9°C	Arvo on alueella
				CD		<1200µS/cm	974µS/cm	Arvo on alueella
				Lämpötila		20 tai 25°C	25,10°C	Arvo on alueella

Suotovesinäytteitä otetaan poistopisteistä säännöllisesti. Taulukossa 4 näkyy suotovedestä otetut LDO (liuenneen hapen mittaus), lämpötila ja pH tulokset syyskuulta 2017. Näiden lisäksi analysoitavia parametrejä ovat esimerkiksi poistotilavuus, ammoniakki, nitraatti, mangaani yms.

Taulukko 4. Suotoveden seurantaraportti syyskuu 2017 (Chacha, 2025)

Suotoveden seurantaraportti: (29. syyskuuta 2017)								
S/N	Alue	Näytteen- ottopaikka	Näyte- tunnus	Para- metrit	BA-seliini- tiedot	Standardit	Analysoinnin tulokset	Huomautukset
1	Suotovesi	LFS						
		Poistopiste	LGCl (001)	LDO		4-5 mg/L	14,25mg/L	Arvo on alueen yläpuolella
				Lämpötila		20-35°C	25,7°C	Arvo on alueella
			LGCl (002)	pH		5,5-8,5	8,79	Arvo on alueella
				Lämpötila		20-35°C	25,3°C	Arvo on alueella
			LGCl (003)	CD		<1200µS/cm	3410µS/cm	Arvo alueen yläpuolella
				Lämpötila		20 tai 25°C	25,3°C	
		Suotovesi- lampi						
2			LGCO (001)	LDO		4-5 mg/L	14,15mg/L	Arvo alueen yläpuolella
				Lämpötila		20-35°C	25,5°C	Arvo on alueella
			LGCO (002)	pH		5,5-9,2	8,72	Arvo on alueella
				Lämpötila		20-35°C	24,9°C	Arvo on alueella
			LGCO (003)	CD		<1200µS/cm	3350µS/cm	Arvo on alueen yläpuolella
				Lämpötila		20 tai 25°C	24,9°C	Arvo on alueella

3 FERROPLAN OY

Ferroplan Oy on vuonna 1983 perustettu suomalainen perheyritys, joka tarjoaa erilaisia kuljetinratkaisuja teollisuuden eri alojen tarpeisiin ympäri maailmaa. Alkujaan omistajan Pentti Patosalmen nimellä toiminut yritys aloitti toimintansa teollisuuslaitteiden suunnittelijana, ja valmisti teollisuuslaitteiden kääntöpöytiä ja kuumavesisäiliöiden päitä autotallissaan.

Ferroplan Oy on kasvanut menestyksekkäästi kansainväliseksi yritykseksi yli neljän vuosikymmenen ajan. Ferroplanin liikevaihto ylitti 15 miljoonaa euroa vuonna 2023 ja työllisti 66 henkilöä. Ferroplan Oy perusti myyntiyhtiö Ferroplan GmbH:n Saksan Muncheniin vuonna 2024, mikä vahvisti yrityksen kansainvälistä markkina-asemaa tukien samalla yrityksen visiota kansainväliseen kasvuun.

Ferroplan Oy toimitti vuonna 2013 kompostointilaitoksen Etelä-Vietnamiin, Binh Duongiin, minkä ansiosta paikallinen kierrätys otti valtavan harppauksen eteenpäin. Tämä oli myös Ferroplan Oy:n yrityshistorian suurin kauppa. (Ferroplan, 2025)

Ferroplan Oy on kehittänyt myös uuden Ferropower-energialaitoksen, joka pystyy hyödyntämään esimerkiksi maatalouden, teollisuuden tai terveydenhuollon sivuvirtoja. (Petrip, 2018) Kuvassa 5 on esitetty Ferroplanin logo.



Kuva 5. Ferroplan Oy:n logo (Ferroplan, 2025)

3.1 FerroPower-energialaitos

Ferroplan Oy on kehittänyt uuden liikutettavan laitoksen, FerroPower-energialaitoksen, joka on rakennettu moduuleittain kontteihin. Huipputeknologiaa hyödyntäen rakentamisessa ja suunnittelussa FerroPower on tehokas yhden megawatin energialaitos, jolla voidaan tuottaa lämpöä 8000 MWh/a, sähköä 750 MWh/a, kylmää 4000 MWh/a tai höyryä 1500 kg/h joko yhdessä tai erikseen. (Kaivosoja, 2022)

Energialaitoksen perussuunnitteluprosesseja ovat materiaalipolttoaineen syöttö, poltto- ja savukaasujen puhdistus, tuhkan käsittely, kattilavesi- ja lämmityspiiri sekä automaatio ja ohjaus. FerroPower-polttoainejärjestelmä perustuu arinapolttoon, jossa polttoaine palaa liikkuvassa arinassa. Kuumavesikattilan tehtävänä on ottaa talteen energiaa jäähdyttämällä savukaasut ja ottamalla tämä energia kattilavedeksi kuumentamalla tulevaa kylmää vettä.

Kuumavesikattilan jälkeen savukaasu toimitetaan savukaasujen puhdistusjärjestelmään. Energialaitoksen savukaasujen puhdistusjärjestelmä koostuu päälaitteista, kuten monisyklonista, pussisuodattimesta, kemiallisesta ruiskutusjärjestelmästä, savukaasupuhaltimesta ja savupiipusta.

Haitallisia epäpuhtauksia torjutaan Kalsiumkarbonaatilla ($CaCO_3$), jota sekoitetaan polttoaineeseen ennen palamista tai ruiskutetaan suoraan polttoainekammioon. Polttoprosessissa kalsiumkarbonaatti reagoi korkeassa lämpötilassa kalsiumoksiidiin (CaO) ja ajautuu savukaasuihin. (Ekberg, 2025)

Kuvassa 6 näkyy osittain FerroPower-laitoksen savupiippu, sekä kalsiumkarbonaatti- ja kalsiumoksidisäiliöt.



Kuva 6. FerroPower-laitos (Pylkkänen, 2025)

Laitoksen monipolttoainekattila sopii myös vaarallisten jätteiden hävittämiseen korkean polttolämpötilan ja siihen soveltuvan tekniikan vuoksi.

Noin kaksi miljoonaa maksava FerroPower-energiailaitos on lähes täysin automatisoitu, ja operaattorit voivat ohjata niitä paikallisesti tai etänä. (Kaivosoja, 2022)

3.2 Binh Duongin Kompostointilaitos

Vuonna 2013 valmistunut Ferroplan Oy:n toimittama kompostointilaitos on paikallinen nähtävyys Vietnamissa. Puolet seitsemän miljoonan kokonaisinvestoinnista kului infraan, ja loput laiteinvestointeihin. (Petrip, 2016)

Kompostointilaitoksen tuotantokapasiteetti on 420 tonnia/vrk raakajätettä sisältäen kaksi käsittelyjärjestelmää kiinteän jätteen luokitteluvaiheessa (kapasiteetti 15 tonnia tunnissa), kaksi käsittelyjärjestelmää jalostus- ja pakkaamisvaiheessa (kapasiteetti 15 tonnia tunnissa), käymisjärjestelmän ja kypsä käymisjärjestelmä

Vähimmäistuotanto on 26 460 tonnia humuskompostia vuodessa. (Patosalmi, 2025)

Mekaanisen käsittelyn prosessikuvaus:

Yhdyskuntajätteen esikäsittely havainnollistettuna kuvassa 7:



Kuva 7. Kompostointilaitoksen esikäsittely (Patosalmi, 2025)

Jätteen käsittely aloitetaan pussinaukaisijoilla (1). Pussinaukaisijat ottavat jätteen vastaan, repivät roskat niin, että pussit avautuvat, ja syöttävät jätteen kuljettimille. Jäte kuljetetaan rumpuseuloihin (2), joiden sisällä oleva hitsattu kierre työntää pyöriessään materiaalin rumpujen läpi erottaen seasta alle 80 millimetriset partikkelit. Vapaasti pyörivällä harjalla pidetään rumpujen reiät auki, ja harjan puhtaudesta huolehtii puhdistuskampa.

Rumpuseuloilla eroteltu jäte kuljetetaan täryseulaan (3), joka erottelee vielä alle kahdeksan millimetriset partikkelit materiaalivirrasta. Magneettinen erotin (4) erottelee metallit 8–80 millimetrin ja-keesta. Erottimien ja seulojen läpi kulkeutunut jäte kuljetetaan esikypsytystilaan.

Rumpuseulojen läpi kulkeutunut jäte kuljetetaan käsierottelulinjoille (5), joissa jätteestä erotellaan puutuotteet, muovit, paperit, tekstiilit metallit ja lasitavara. Käsierottelulinjan päässä on vielä magneettiset erottelijat (6), jotka erottelevat käsilajittelijoiden ohi päässeet metallit. Loppu hyödynnettäväksi kelpaamaton jätejäte kuljetetaan kaatopaikalle. (Patosalmi, 2025)

Yhdyskuntajätteen jälkikäsittely havainnollistettuna kuvassa 8:



Kuva 8. Kompostointilaitoksen jälkikäsittely (Patosalmi, 2025)

Esikäsitteilyn jälkeen tuote syötetään ruuvisyöttölaitteille (1), jotka vastaanottavat ja syöttävät jälkikäymismateriaalia kuljettimille. Kompostoitu esiseulottu tuote kuljetetaan rumpuseuloihin (2), jotka erottelevat 30 milliset ja sitä pienemmät partikkelit jätevirrasta. Rumpuseuloilla eroteltu jae kuljetetaan täryseulalle (3), joka erottelee tuotteesta vielä yli kuusi milliset partikkelit, kuten esimerkiksi kivet. Rumpuseuloilta yli 30 millinen jae kuljetetaan tuuliseulaan, jossa kevyitä materiaaleja, kuten muovikalvoja ja paperipaloja imetään materiaalivirrasta. Materiaalivirrasta erotellaan vielä alle kuusi milliset painavat partikkelit, kuten hiekka. Puhdistettu materiaali menee kompostipussyyksikön syötösputeroon, minkä jälkeen se pussitetaan ja pakataan (4). (Patosalmi, 2025)

4 TOIMITETTAVA LAITOS

Alkuun tuotti erittäin paljon haasteita selvittää paikallinen jätteenhuoltotilanne. Tiedon etsiminen oli hankalaa, vastauksia joutui odottamaan pitkään, eikä luotettavia lähteitä löytynyt. Pikkuhiljaa vastauksiakin kuitenkin alkoi tulla, ja käsitys paikallisesta tilanteesta alkoi muodostua. Jonkinlaista ratkaisua Arushan tilanne vaatisi, sillä jätteen hyödyntämisprosentti on tällä hetkellä täysi nolla.

Opinnäytetyötä tehtiin yhteistyössä Ferroplan Oy:n kanssa. Käytiin myös tutustumassa yritykseen paikan päällä Orimattilassa ja saatiin hyödyllistä tietoa sekä itse yrityksestä, että heidän toimittamistaan laitoksista ja laitteista.

Tansaniaalaisten ensisijaisena tavoitteena oli perustaa Arushaan kestävä ja tehokas kunnallinen jätehuoltojärjestelmä, joka minimoi ympäristövaikutukset, edistää kierrätystä ja varmistaa asianmukaisen jätteenkäsittelyn. Tavoitteena on pyrkiä kehittämään malli, joka voitaisiin toistaa muilla alueilla vastaamaan vastaaviin haasteisiin. Arushassa syntyy jätettä noin 271 tonnia päivässä. Siitä noin 90 % kerätään talteen ja kuljetetaan Murietin kaatopaikalle. Tämä jäte on pääasiassa biohajoavaa ja siitä jopa 65 % on orgaanista jätettä.

Suunniteltava laitos tulisi määrittää Arushan nykyisen ja ennustetun jätteen syntymisen perusteella. Tällä hetkellä kaatopaikalla ei ole jätteiden erottelua eikä kaatopaikkakaasujen tai jätteiden hyödyntämistä polttoaineena. Suurin osa jätteistä hävitetään ilman lajittelua, mikä aiheuttaa merkittäviä ympäristö- ja terveysriskejä.

Murietin kaatopaikalle jo kuljetettua jätettä ei oletettavasti pystytä enää hyötykäyttämään ainakaan jätteen lajitteluun ja kompostointiin, koska jäte on todennäköisesti levitely sekä peitelty alueelle ja se voi olla osittain alkanut jo maatumaan. Vanhasta maatuvasta jätteestä ei enää pysty kunnolla erottelamaan eri jakeita ja siksi se on käytännössä jo pilalla kierrätyksen osalta. Kaatopaikalle virtaavan tuoreen jätteen taas pystyisi lajittelemaan hyötyjakeisiin ja samalla pienennettäisiin kaatopaikalle toimitettavaa jätemäärää.

4.1 Laitoksen suunnittelu

Alkujaan oli ajatus, että kaatopaikalle suunniteltaisiin laitos, jossa olisi jätteen erottelulinja, josta orgaaninen jäte eroteltaisiin muusta jätteestä. Tästä orgaanisesta jätteestä suurin osa, noin 45 000 tonnia, kompostoitaisiin ja sen voisi myydä tai käyttää hyödyksi muilla tavoilla. Biokaasun tuotantoon orgaanisesta jätteestä menisi noin 15 000 tonnia. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan syvennytä enempää biokaasuntuotantoon liittyvään osioon, vaan se jätettäkään Nora Ahvenisen hoidettavaksi hänen omassa työssään.

Laitokseen mietittiin lisäksi käsierottelulinja ja omaa polttokattilaa. Polttokattilan vaihtoehtoina olisi ollut joko lämmön tuotanto, höyryntuotanto lämmitykseen, höyryntuotanto sähköä tuottavalle turbiinille tai lämmönkäyttö jäähdytykseen. Kuitenkin esiselvitystöiden edetessä totesimme oman polttolaitoksen rakennuttamisen nostavan koko laitoksen kustannuksia siinä määrin, että oletettavasti se tuottaisi ennemmin tappiota kuin hyötyä. Tansaniassa lämmöntuotannolle ei ole juurikaan tarvetta ja sähkö hintakin on kallista, arviolta 100–280 dollaria/MWh. (Chacha, 2025) Oman energialaitoksen

kannattavuus on näillä perusteilla olettaen suhteellisen huono. Joten vaihtoehtoisesti hyödynnettävä energijäte voitaisiin paalata ja siirtää jonnekin, missä olisi tarvetta tuottaa energiaa.

Murietin kaatopaikan tapauksessa voisi toimia jätteen erottelulaitos, jossa olisi linja orgaanisen jätteen erotteluun (osa biokaasun tuotantoon, loput kompostointiin), käsin erottelulinja ja lopussa paalain hyödynnettävälle energijätteelle.

4.2 Suunnitellun laitoksen kuvaus

Kuljetusajoneuvot tuovat jätteet vastaanottoalueen jätteenkuormausalueelle tai vaihtoehtoisesti jätekuiluun. Ennen käsittelyä osa jätteistä voidaan esi-lajitella tai erotella suuremmista kappaleista, kuten isoista muovin palasista tai muista epäpuhtauksista, jotka voivat vaikuttaa haitallisesti jälkikäsittelyä.

Esikäsittelyn jälkeen orgaaninen materiaali erotellaan muusta jätteestä mekaanisilla jätteenlajittelulaitteilla, kuten rullasuodattimilla, rumpuseuloilla, täryseuloilla ja muilla vastaavilla seulontaan soveltuvilla laitteilla. Jos orgaanisen jätteen osuus on 65 %:a koko jätevirrasta (kuva 1), niin kompostointiin voitaisiin saada tästä noin 70 %. Metallit erotellaan magneettisilla erottimilla. Erottelun jälkeen orgaaninen materiaali varastoidaan tilaan, missä sitä kypsytetään ja lahotetaan tarkoin vaadituissa lämpötiloissa ja olosuhteissa. Käsittelyn jälkeen orgaaninen materiaali on kompostoitunut ja valmista hyötykäyttöön. Kompostoitua jätettä ei voida kuitenkaan käyttää ruoankasvatukseen, koska kaikkea kompostointiin kelpaamatonta jätettä, kuten muovia ei sataprosenttisesti saada jakeesta poistettua. Kompostoitua jätettä voi käyttää esimerkiksi maisemointiin.

Vaihtoehtoisesti orgaanisen materiaalin voi käyttää biokaasun tuotantoon. Orgaaninen materiaali syötetään anaerobiseen mädättämöön, jossa mikrobit hajottavat orgaanisen aineen tuottaen metaania, jota voidaan käyttää biokaasuna esimerkiksi sähkön tai lämmön tuotantoon.

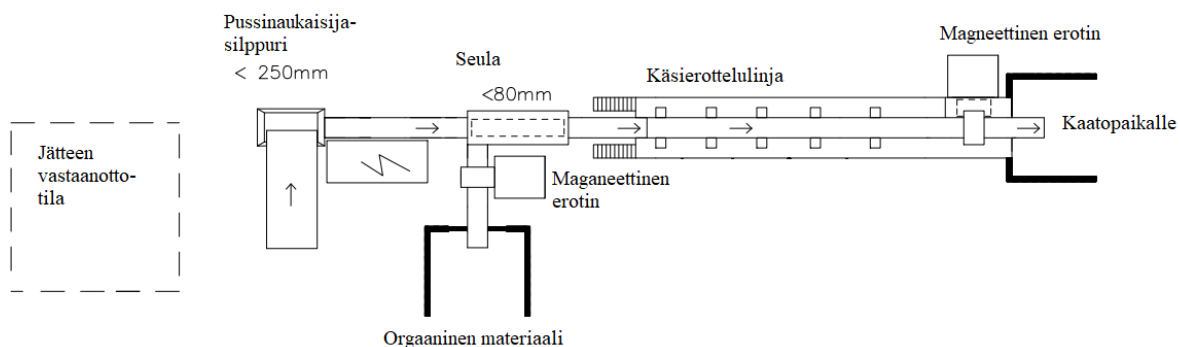
Käsierottelulinjalla materiaalivirrasta erotellaan käsin kaikki ei-biohajoavat materiaalit kuten muovit, metallit, paperit ja lasit. Lisäksi voidaan vielä käyttää erilaisia mekaanisia laitteita, kuten magneettierottimia, jotka erottelevat ne metallit, mitkä pääsevät käsin erottelijoiden ohi. Käsin erottelun jälkeen jätteet, joita ei voida kierrättää, kompostoida tai muuten hyötyä käyttää viedään kaatopaikalle. Loppu jae, mikä voidaan hyödyntää energiantuotannossa, paalataan ja varastoidaan myytäväksi paikalliseen markkinahintaan tai kuljetetaan laitoksiin, joissa sitä voidaan käyttää polttoaineena.

Tämän tyylinen laitospokonaisuus voisi maksimoida kierrätyksen ja energian tuotannon mahdollisuudet samalla, kun se minimoisi kaatopaikalle menevän jätteen määrän. Yleisesti ottaen tavoitteena olisi edistää kestävä jätteen käsittelyä ja energian tuotantoa samalla vähentäen kaatopaikalle päätyvän jätteen määrää ja sen ympäristövaikutuksia.

4.3 Toimitettava laitos

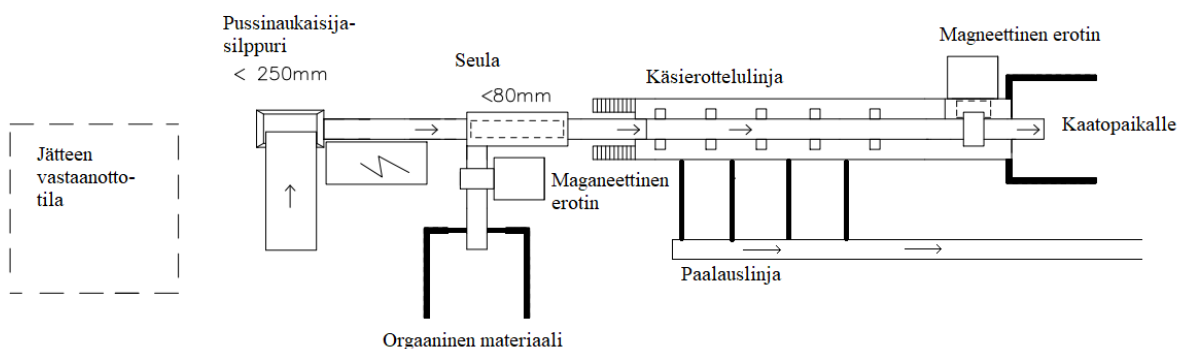
Ferroplan Oy:ltä saatiin tarjous laitoksesta, jossa olisi orgaanisen jätteen erottelu, käsierottelulinja ja lisäksi paalukseen menevä linja. Orgaanisesta jätteestä osa (15 000 t/a) meni biokaasun tuotantoon ja loput kompostointiin.

Ferroplan Oy pystyisi tarjoamaan edellä kuvaillun ja kuvan 9 mukaisen ratkaisun orgaanisen aineen erotteluun, jossa myös käsierottelulinja.



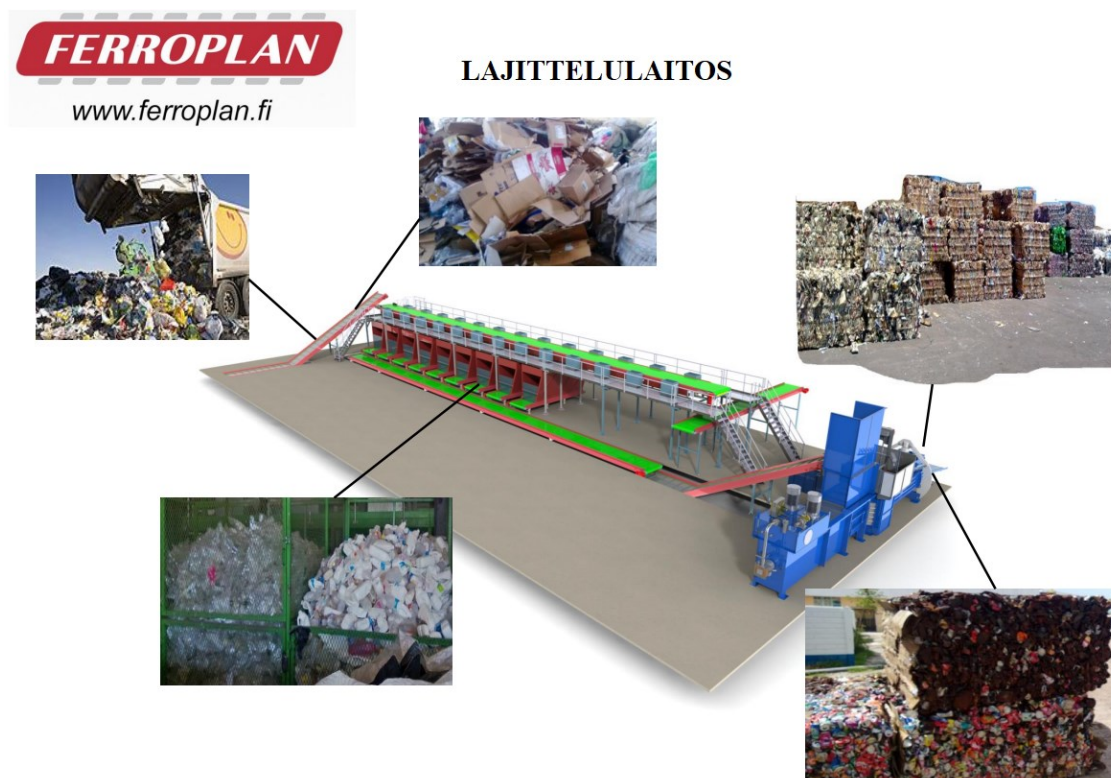
Kuva 9. Ehdotettu lajittelulinja (Patosalmi, 2025)

Tähän ehdotukseen lisättäisiin vielä paalauslinja, joka olisi kuvan 10 mukainen.



Kuva 10. Lisätty paalauslinja

Alla olevassa kuvassa 11 Ferroplanin ehdottama hyötyjakeen paalaus. Tässä linjan alkupäähän tulisi murskat, kompostointiin menevä seulonta ja linjalle syöttö esimerkiksi mobiili-kahmarilla.



Kuva 11. Ferroplanin ehdottama paalauslinja (Patosalmi, 2025)

Orgaaninen materiaali jää menisi kompostointiin (ja mahdollisesti biokaasun tuotantoon).

Alla olevassa kuvassa 12 näkyy kompostijakeen kypsytyksen vaiheet. Ylemmässä kuvassa näkyy orgaanisen materiaalin esikypsytyks-siilot. Materiaalia kypsytetään ja kompostoidaan esikypsennyksessä tarkasti määritellyissä lämpötila- ja kosteusolosuhteissa 21 päivää. (Petrip, 2016) Siiloja voisi olla tässä tapauksessa noin kaksikymmentä kappaletta (kuvassa 36 kpl).



Esikäyminen →



← Käyminen

Kuva 12. Kompostijakeen kypsytyks (Patosalmi, 2025)

Alemmassa kuvassa näkyy materiaalin jälkikypsytyksstila. Materiaalia jatko kypsennetään 27 päivän ajan. Kypsytyksprosessi kestää yhteensä noin 50 vuorokautta. (Petrip, 2016)

4.4 Laitoksen kustannukset

Suunnitellun laitoksen kustannukset määrittelevät sen onko hanke toteutettavissa. Lisäksi on hyvä miettiä, onko laitoksen toiminta kannattavaa myös pitkällä aikavälillä.

Ferroplanin toimittamalle erottelu- ja paalauslinjalle hintaa tulisi noin 1,5–2 miljoonaa euroa. Lisäksi kompostoinnin siilot puhaltimiseen, jälkikypsytyks ja aumankääntäjä maksaisi noin kaksi miljoonaa. Lopuksi vielä muut kustannukset, kuten rakennuskustannukset, työkoneet yms. voivat nousta arviolta myös kahteen miljoonaan.

Laitoksen kustannukset yhteensä kipuaisivat ainakin 5,5–6 miljoonan euron luokkaan.

Olisi myös hyvä miettiä laitoksesta saatavaa hyötyä. Toki jätemäärä kaatopaikalla vähenee, mikä jo itsessään ympäristön kannalta erittäin hyvä asia. Mutta paljonko hyödytään kompostoidusta tuotteesta, paalatusta energiajätteestä tai kierrätyskelpoisista jakeista?

5 RAHOITUSVAIHTOEHDOT

Hankkeisiin on useita mahdollisia rahoitusvaihtoehtoja, riippuen hankkeen vaiheesta ja suuruudesta. Pientä tukea tarvitsevat hankkeet voivat saada rahoitusta ja tukea esimerkiksi Finnpartnershipiltä tai Business Finlandilta. Suurempaa rahoitusta vaativiin hankkeisiin voi hakea tukea esimerkiksi Finnfundilta tai European Investment Bankilta. World Bank Groupilta taas voi hakea rahoitusta suuriin kymmenien miljoonien eurojen hankkeisiin.

5.1 Finnpartnership

Finnpartnership edistää yritystoimintaa ja kumppanuuksia, joiden tavoitteena on saada aikaan myönteisiä kehitysvaikutuksia. Finnpartnershipin liikekumppanuustukea voi hakea Suomalainen yritys tai muu toimija kehitysmaihin suuntautuvaan yhteistyöhön, jonka tavoitteena on pitkäaikainen liiketaloudellisesti kannattava kumppanuus. Tukirahaa voidaan myöntää 15 000–400 000 €:a riippuen hakevan yrityksen koosta, kohdemaasta, hankkeen tavoitteista ja hyväksyttävistä menoista. Finnpartnership voi myöntää rahoitusapurahaa hankkeisiin, joilla on jokin seuraavista tavoitteista. (Finnpartnership, 2025)

5.1.1 Pitkäaikainen liikekumppanuus

Liikekumppanuudella tarkoitetaan yhteistyötä suomalaisen toimijan ja kohdemaan paikallisen yrityksen tai organisaation välillä. Sen tavoitteena on esimerkiksi yhteisyrityksen perustaminen paikallisen toimijan kanssa, maahantuonti Suomeen, alihankinta- tai huoltosopimuksen tekeminen tai olemassa olevan liiketoiminnan kehittäminen kohdemaassa. (Finnpartnership, 2025)

5.1.2 Pilotointi

Rahoitusta voidaan myöntää teknologiaan tai innovaatioon liittyviin pilottihankkeisiin, jotka toteutetaan osana kansainvälisen järjestön toimintaa. Tässä hankemuodossa voidaan pilotoida palveluja tai valmiita tuotteita, mutta esimerkiksi tuotteen kehitystyö ei ole tuettavaa. (Finnpartnership, 2025)

5.1.3 Investointihankkeen toteutettavuussuunnitelma

Rahoitustukea voidaan myöntää julkisen sektorin investointeihin kehitysmaissa, jotka ovat YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden mukaisia ja samalla hyödyntävät suomalaista osaamista ja teknologiaa. Tämän hankemuodon kohdalla, vaatimuksena on, että investointiprojekti on vähintään miljoonan euron arvoinen ja sitä voi hakea vain yhdelle toteutettavuustutkimukselle kerrallaan. (Finnpartnership, 2025)

5.1.4 Tukitoiminnot

Tukirahaa voivat hakea esimerkiksi oppilaitokset tai tutkimuslaitokset, jotka toteuttavat yrityshanketta tukevia toimintoja, mutta eivät itse tavoittele voittoa tuottavaa liikekumppanuutta. Tällaisia tehtäviä voivat muun muassa olla seminaarien järjestäminen, ammatillinen koulutus tai tuotteiden pilotointi. (Finnpartnership, 2025)

5.2 Business Finland

Pienet ja keskisuuret yritykset voivat saada rahoitusta Business Finlandilta tuotekehityksiin, liiketoiminnan kehittämisiin ja tutkimuksiin. Rahoituksella tuetaan uusien tuotteiden, palveluiden, tuotantomenetelmien tai liikemallien kehitystä tai uudistamista sekä tuotekehitysten nopeuttamista. Business Finlandin rahoituksen määrä riippuu toteutettavasta hankkeesta. (Business Finland, 2025)

5.3 Finnfund

Finnfund on globaaleja kehityshaasteita ratkaiseviin yrityksiin sijoittava rahoittaja, jonka tavoitteena on rakentaa kestävämpää tulevaisuutta ja luoda pysyviä vaikutuksia. Finnfund rahoitusta voi saada yksityiset yritykset, jotka toteuttavat hankkeita kehitysmaissa. Rahoituksen vaatimuksena on, että sijoitus tuottaa myönteisiä kehitysvaikutuksia kohdemaassa, on vastuullisesti toteutettu ympäristön ja yhteiskunnan kannalta sekä on taloudellista suorituskykyä vahvistava lisäten työntekijöiden hyvinvointia ja sitoutumista tuoden samalla myös kilpailukykyä. Finnfund rahoitus voi olla pääomaa, väli-rahoitusta tai lainaa ja rahoitussumma vaihtelee miljoonasta eurosta 25:teen miljoonaan euroon. (Finnfund, 2025)

5.4 European Investment Bank

European Investment Bank on laajan valikoiman rahoitustuotteita ja -palveluita tarjoava rahoittaja, joka tukee Euroopan unionin taloudellisia, sosiaalisia ja ympäristötavoitteita. European Investment Bank tarjoaa lainaa, sijoituksia ja takuita erilaisiin julkisen ja yksityisen sektorin hankkeisiin. Yksityisen sektorin toimijat voivat saada rahoitusta hankkeisiin ja investointiohjelmiin, jotka ovat EIP:n prioriteetin mukaisia. Julkisen sektorin, yhden tai useamman EIP:n prioriteetin mukaisiin, investointihankkeisiin voidaan myöntää lainaa 25 miljoonasta eurosta alkaen. (European Investment Bank, 2025)

5.5 World Bank Group

World Bank Group tarjoaa rahoitusta, matalakorkoisia lainoja, nollakorkoisia lainoja ja avustuksia toimiin, joilla tuetaan kestävän kehitystavoitteiden saavuttamista ja köyhyyden vähentämistä. (World Bank Group, 2025)

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli miettiä erilaisia ratkaisuja Tansaniassa sijaitsevan Murietin kaatopaikalle vietävän jätteen hyödyntämiseen. Savonian ammattikorkeakoulu on jo muutaman vuoden yhteistyössä Arushan kaupungin ja Arushan teknillisen korkeakoulun kanssa, ollut kiinnostunut kehittämään paikallista jätteenhuoltotekniikkaa.

Työssä selvitettiin Arushan kaupungin tämänhetkinen jätteenhuollon tilanne sekä Murietin kaatopaikan jätetilanne. Tämän lisäksi käytiin paikan päällä Orimattilassa tutustumassa myös suomalaisen laitetoimittajaan (Ferroplan Oy), sekä sen eri kohteisiin toimittamiin laitoskokonaisuuksiin ja laitteisiin.

Opinnäytetyön aikana tulimme siihen johtopäätökseen, että kaatopaikalle olisi ensisijaisen tärkeää saada jonkinlainen ratkaisu, jotta vuotuiset jätemäärät eivät vain valtoimenaan kasvaisi. Järkevimmäksi vaihtoehdoksi valikoitui jätteenlajittelulaitos ja mahdollisesti myös orgaanisen jätteen kompostointi. Jätteenpolttolaitoksen, joka tuottaisi esimerkiksi omaan käyttöön sähköä, rakennuttamista kaatopaikalle ei pidetty kannattavana sähkön tuottamisen huonon hyötysuhteen vuoksi, mutta sen sijaan kaikki palamaan kelpaava jäte voitaisiin paalata edelleen kuljetettavaksi niitä hyödyntäviin polttolaitoksiin.

Opinnäytetyössä löydettiin yhteistyössä laitevalmistajan kanssa suomalaisella tekniikalla toteutettavissa oleva ratkaisu ja hankkeelle olisi mahdollista hakea myös rahoitusta esimerkiksi Finnpartnershipiltä tai Finnfundilta riippuen laitoksen lopullisesta koosta ja yhteistyökumppaneista. Finnpartnershipin investointihankkeen toteutettavuussuunnitelman vaatimukset toteutuisivat tämän kaltaisessa hankkeessa, joten se voisi esimerkiksi sopia rahoitusmuodoksi tälle hankkeelle.

Monelle taholle olisi suuri hyöty, jos hanke lopulta toteutuisi. Murietin kaatopaikalle sijoitettavan jätteen määrä vähenisi huomattavasti, rahan arvoiset kierrätyskelpoiset materiaalit saataisiin lajiteltua jätteen seasta ja laitos tuottaisi myytävää ainesta eli kompostia sekä energian tuotantoon käytettävää jätettä. Menestyessään laitos voisi olla esimerkkinä myös muille kaatopaikka-alueille Tansaniassa. Ferroplan Oy:n toimittama laitos toisi nimeä ja mainosta yritykselle maailmanlaajuisesti. Sekä Savonia ammattikorkeakoulun pitkän ajan tavoite toteutuisi ja Savonia saisi kunnian olla mukana tavoittelemassaan kehityshankkeessa Afrikassa.

Opinnäytetyötä tehdessäni suurimpia ongelmia aiheutti lähteiden luotettavuuden arviointi sekä yleinen tiedon puute. Lisäksi yhteydenpito eri osapuolien välillä oli ajoittain hidasta, jonka vuoksi vastausten saaminen viivästy. Koin myös tiukan aikataulun erittäin stressaavaksi. Kuitenkin melkein alkumetreiltä asti hankkeessa mukana olleena olen tyytyväinen työn lopputulokseen. On ollut mielenkiintoista seurata, kuinka hankemuoto on muuttunut matkan varrella tavoitteen kuitenkin pysyessä aina samana.

Koska jätteenkäsittelylaitos olisi mahdollista toimittaa Tansaniaan rahoituksen avulla, sekä se olisi erittäin järkevää kaatopaikan toiminnan edistämisen kannalta, niin mielestäni opinnäytetyössä saavutettiin sille asetetut tavoitteet ja siksi opinnäytetyötä voidaan pitää alkuhankaluuksista huolimatta kokonaisuutena onnistuneena. Jatkossa täytyy vielä pohtia yhteistyökumppaneiden kesken, pystytäänkö hanketta laittamaan vireille ja voidaanko suunniteltua laitoskokonaisuutta ylipäätään toimittamaan Afrikan markkinoille.

Selvittää täytyisi ainakin laitoksen suunnitellun toimitusajankohdan sen hetkinen sähkön ja energian todellinen hinta Arushassa. Tämän lisäksi on hyvä selvittää paljonko laitoksen kompostoidun materiaalin tuotantokapasiteetti olisi sekä kompostoidun tuotteen realistinen myyntiarvo. Myös paalattavan jätteen lämpöarvo tulisi selvittää, jotta toimitettavan laitoksen tuottavuuden kannattavuutta voisi laskea. Näiden tietojen pohjalta voisi saada jonkinlaisen tuloksen sille, kannattaako tämän kaltaisia laitoksia Afrikan markkinoille ylipäätään edes viedä.

LÄHTEET

- Business Finland, 2025. *Asiakkaille Suomessa*. [Online]
Available at: <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus#stored>
[Haettu 16 Huhtikuu 2025].
- Chacha, B. M., 2025. *Yksityinen sähköpostiviesti*. Viestin saaja: R. Pylkkänen.
- Ekberg, P., 2025. *Yksityinen sähköposti*. Viestin saaja: R. Pylkkänen.
- European Investment Bank, 2025. *Mitä tarjoamme*. [Online]
Available at: <https://www.eib.org/en/products/index.htm>
[Haettu 16 Huhtikuu 2025].
- Ferroplan, 2025. *Ferroplan*. [Online]
Available at: <https://www.ferroplan.fi/fi/about-ferroplan/>
[Haettu 11 Huhtikuu 2025].
- Finnfund, 2025. *Etsitkö sijoittajaa*. [Online]
Available at: <https://finnfund.fi/sijoittaminen/etsitko-sijoittajaa/>
[Haettu 16 Huhtikuu 2025].
- Finnpartnership, 2025. *Investointihankkeen toteutettavuussuunnitelma*. [Online]
Available at: <https://finnpartnership.fi/tukiraha/mihin-haen-tukirahaa/investointihankkeen-toteutettavuussuunnitelma/>
[Haettu 16 Huhtikuu 2025].
- Finnpartnership, 2025. *Mihin haen tukirahaa*. [Online]
Available at: <https://finnpartnership.fi/tukiraha/mihin-haen-tukirahaa/>
[Haettu 16 Huhtikuu 2025].
- Finnpartnership, 2025. *Pilotointi ODA-kelpoisen kansainvälisen järjestön kanssa*. [Online]
Available at: <https://finnpartnership.fi/tukiraha/mihin-haen-tukirahaa/pilotointi-oda-kelpoisen-kansainvalisen-jarjeston-kanssa/>
[Haettu 16 Huhtikuu 2025].
- Finnpartnership, 2025. *Tukiraha*. [Online]
Available at: <https://finnpartnership.fi/tukiraha/>
[Haettu 16 Huhtikuu 2025].
- Finnpartnership, 2025. *Tukitoiminnot*. [Online]
Available at: <https://finnpartnership.fi/tukiraha/mihin-haen-tukirahaa/tukitoiminnot/>
[Haettu 16 Huhtikuu 2025].
- Kaivosoja, S., 2022. *Seutu 4*. [Online]
Available at: <https://www.seutuneluset.fi/paikalliset/5443448>
[Haettu 11 Huhtikuu 2025].
- Kibet, R., 2023. *KU*. [Online]
Available at: <https://www.ku.fi/artikkeli/4925677-epaviralliset-tyolaiset-avainasemassa-afrikan-jatehuollossa>
[Haettu 11 Huhtikuu 2025].
- Patosalmi, P., 2025. *Yksityinen sähköposti*. Viestin saaja: R. Pylkkänen.
- Petrip, 2016. *Ferroplan*. [Online]
Available at: <https://www.ferroplan.fi/blogi/cms/?p=294>
[Haettu 11 Huhtikuu 2025].

Petrip, 2018. *Ferroplan cms*. [Online]

Available at: <https://www.ferroplan.fi/blogi/cms/?p=561>

[Haettu 11 Huhtikuu 2025].

Pylkkänen, R., 2025. *Lähdeluettelon kirjoittaminen*. [Kuvat] (-).

Review, W. P., 2025. *Maailman väestökatsaus*. [Online]

Available at: <https://worldpopulationreview.com/cities/tanzania/arusha>

[Haettu 16 Huhtikuu 2025].

World Bank Group, 2025. *Mitä me teemme*. [Online]

Available at: <https://www.worldbank.org/en/what-we-do/products-and-services/financing-instruments>

[Haettu 16 Huhtikuu 2025].