



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

SEKALAISEN YHDYSKUNTAJÄTTEEN HYÖDYNTÄMINEN

Case: Laitoslajittelu, Meksiko

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Ympäristötekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2014
Anne Talja Castellanos

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

TALJA CASTELLANOS, ANNE: Sekalaisen yhdyskuntajätteen
hyödyntäminen
Case: Laitoslajittelu, Meksiko

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 46 sivua, 3 liitesivua

Syksy 2014

TIIVISTELMÄ

Maailmanlaajuiset markkinat jätehuoltoalan ratkaisuille ja osaamiselle muuttuvat suuremmiksi, haastavammiksi ja monipuolisemmiksi kasvavien jätemäärien ja kilpailun myötä. Latinalainen Amerikka on tilanteessa, jossa monin paikoin selvitetään ja kokeillaan olemassa olevia menetelmiä.

Meksikolla on hyvät edellytykset jätehuollon modernisointiin lähitulevaisuudessa. Kaatopaikoille päätyvän jätteen määrää on kiire vähentää, ja jätehuoltoalalle halutaan luoda uutta liiketoimintaa. Jätehuollon kehittämiseen liittyvien tavoitteiden saavuttamista ja markkinoille parhaiten soveltuvien ratkaisujen valikoitumista hidastavat muun muassa riittämätön osaaminen, päätöksenteon työkalujen puuttuminen ja jätehuoltoprosesseissa syntyvien sivutuotteiden myyntikanavien kehittymättömyys.

Tämä opinnäytetyö on muodoltaan soveltava tutkimus, johon liittyy kehittämistavoite. Tavoitteena oli pohtia sekalaisen yhdyskuntajätteen laitoslajitteluun liittyviä mahdollisuuksia ja edellytyksiä muun muassa selvittämällä jätteen koostumus ja jätehuoltokäytänteiden tämänhetkinen tilanne Meksikossa. Tutkimuksen toimeksiantaja on suomalainen Ferroplan Oy, joka toimittaa jätteiden lajitteluteknologiaa useisiin maihin.

Työn tulokset osoittivat, että sekalaisen yhdyskuntajätteen tämänhetkiset hyödyntämismahdollisuudet ovat rajalliset, mutta kehittyvät jatkuvasti. Uusiokäytöllä ja kierrätyksellä on maassa jo pitkä historia. Haasteena liiketoiminnalle on muun muassa jätteiden suuri määrä ja lajittelun tehottomuus. Lajittelun ja kierrätyksen kehittyminen on todennäköisesti riippuvaista uudesta teknologiasta, mutta lajittelujärjestelmän kokoonpano ja menetelmät tulee pyrkiä optimoimaan siten, että lajittelun tarkkuutta voidaan kehittää asteittain.

Asiasanat: jätehuolto, laitoslajittelu, yhdyskuntajäte, jätelaji, jätejäte, biojäte

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

TALJA CASTELLANOS, ANNE: Utilization of municipal solid waste
Case: Industrial sorting, Mexico

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering, 46 pages, 3 pages of appendices

Autumn 2014

ABSTRACT

The global market for waste management solutions and knowhow is becoming larger, more challenging and more diverse due to growing waste volumes and competition. In Latin America there is a lot of research and testing of existing methods of waste treatment.

Mexico is well positioned for the modernization of waste management in the near future. The change is boosted by the urgent need for reduction of the amount of waste ending up in landfills and willingness to create new business in the waste sector. Insufficient know-how, lack of decision-making tools and immaturity of the sales channels for by-products are slowing down the selection of the most appropriate solutions.

This case study is applied research with a development goal. The aim was to consider the opportunities and requirements related to industrial sorting of municipal solid waste by finding out the waste composition and the current situation of waste management practices in Mexico. The study was commissioned by Finnish Ferroplan Oy, which supplies waste sorting technology to several countries.

The results showed that currently the possibilities to make use of municipal solid waste fractions are limited, constantly evolving and dependent on new technological solutions. Mexico has a long history in re-use and recycling. The challenge is the constantly growing volume of waste generated, as well as inefficient sorting. Sorting accuracy should be optimized for current need and improved gradually in order to fit in the market situation.

Key words: waste management, industrial sorting, municipal solid waste, waste type, waste fraction, bio waste

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen lähtökohdat	1
1.2	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	2
1.3	Aiheen rajaus	3
1.4	Tutkimusmenetelmät ja aineiston valinta	3
2	YMPÄRISTÖ- JA JÄTEALAN KEHITTÄMISEN TAUSTAT MEKSIKOSSA	4
2.1	Ympäristöalan kasvun taustalla maailmanlaajuiset ilmiöt	4
2.2	Meksiko jätehuolto-osaamisen markkina-alueena	5
2.2.1	Vihreän verkoston unohdettu lenkki	6
2.2.2	Julkisen sektorin vaikutus ympäristöalan kehitykseen	7
3	YHDYSKUNTAJÄTE JA JÄTEJAKEIDEN HYÖDYNTÄMINEN	9
3.1	Yhdyskuntajätteen koostumus	9
3.2	Lajittelukokeilu	11
3.3	Jätejakeiden arvo	13
3.3.1	Kierrätettävät jakeet	13
3.3.2	Biojätteestä lisäarvoa	17
3.4	Jätehuollon nykytila Meksikossa	19
3.4.1	Keräys ja lajittelu	20
3.4.2	Kierrätys ja loppusijoitus	21
3.5	Edellytyksiä lajitteluteknologian hankkimiselle	23
3.5.1	Käsinerottelu työllistää paikallisesti	26
3.5.2	Biojätteen erottelulla suurempi kokonaishyöty	26
4	TULOSTEN TARKASTELU	28
4.1	Jätteiden hyödynnettävyys	29
4.2	Lajittelujärjestelmän rakenne ja kapasiteetti	29
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA OPINNÄYTETYÖPROSESSIN ARVIOINTI	31
5.1	Tutkimustehtävässä onnistuminen ja tavoitteisiin pääsy	32
5.2	Tulosten luotettavuus	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	38

KESKEISET TERMIT

Biojäte	Biologisesti hajoava kiinteä jäte, jonka voi kompostoida tai käsitellä anaerobisesti mädättämällä. Muodostuu ruoka- ja puutarhajätteestä.
Energiahyötykäyttö	Jätteen sisältämän energian muuntaminen esimerkiksi sähköksi tai lämmöksi jätteenkäsittelylaitoksessa (termisesti tai mädättämällä).
Erilliskeräys	Jätteiden keräystapa, jossa keräyspisteisiin kootaan yhtä jätelajia tai -jaetta.
Jätehuolto	Organisoitua toimintaa, jonka tarkoituksena on kerätä, kuljettaa ja varastoida jätteet sekä järjestää kerätyn jätteen hyödyntäminen, käsittely ja/tai loppusijoitus.
Jätejäte	Aine tai esine, joka voidaan tunnistaa ja tarpeen mukaan ottaa erilleen muusta jätteestä.
Jätelaji	Yhdestä tai useammasta jätejakeesta muodostuva sekoitus, jolla on määrätty koostumus ja ominaisuudet.
Laitoslajittelu	Prosessointia, jossa sekalainen jäte jaetaan useammaksi jättejakeeksi tai -lajiksi.
Kierrätys	Jäte palautetaan takaisin tuotantoon ja käytetään hyväksi raaka-aineena tai materiaalina. Energiahyödyntäminen ei ole kierrätystä.
Yhdyskuntajäte	Kiinteää sekalaista kotitalousjätettä sekä tuotannossa ja palveluliiketoiminnassa syntyviä, laadultaan kotitalousjätteeseen verrattavia, kulutusjätteitä. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) 2012, Suomen virallinen tilasto (SVT) 2012, Isoaho ym. 2005).

1 JOHDANTO

Latinalainen Amerikka, joksi tavallisesti luetaan Yhdysvaltojen eteläpuoleiset espanjan- ja portugalinkieliset maat, on ympäristöalan kannalta mahdollisuuksia, haasteita ja elämyksiä tarjoava maantieteellis-kulttuurillinen alue. Latinalainen Amerikka on tällä hetkellä laajalti niin sanotusti selvitystilassa – erityisesti markkinoille parhaiten soveltuvien jätehuollon menetelmien ja teknologisten ratkaisuiden valikoituminen on käynnissä. Merkittävin soveltuvuuden määrittävä tekijä on tehokkuuden ja taloudellisen kannattavuuden välinen tasapaino.

Pohjois-Amerikkaan sijoittuva Meksiko on Suomelle maantieteellisesti verrattain kaukainen kauppakumppani, mutta mahdollisuudet jätealan osaajille ovat merkittävät. Tällä hetkellä käytössä olevat ja markkinoille kiihtyvään tahtiin tarjottavat ympäristöteknologiset ratkaisut on pääosin kehitetty muualla kuin Meksikossa. Suurin osa maassa syntyvistä jätteistä päätyy kontrolloimattomasti kaatopaikoille, mikä aiheuttaa ekologisia ja sosiaalisia ongelmia sekä taloudellista tehottomuutta.

Tämän tutkimuksen toimeksiantaja, suomalainen Ferroplan Oy, on kappale- ja massatavaran käsittelyyn erikoistunut, pääasiassa teollisuuden kuljetinratkaisuja suunnitteleva ja valmistava yhtiö. Ferroplan Oy:n tuotteet soveltuvat jättemateriaalien siirtelyyn ja käsittelyyn, ja yhtiö on kehittänyt tuotteitaan tarjotakseen kokonaisvaltaisia lajitteluratkaisuja jätehuollon tarpeisiin. Ferroplan Oy suuntaa toimintaansa ympäristösektorille ja uusien kansainvälisten markkina-alueiden löytäminen on ajankohtaista. Tällä hetkellä yhtiö toimii Suomen lisäksi Latviassa sekä jälleenmyyjien kautta Virossa ja Ruotsissa, ja toimittaa ratkaisuja myös muualle maailmaan. Ensimmäisen yhdyskuntajätteen lajittelulaitoksen Ferroplan Oy on toimittanut Vietnamiin vuonna 2013. (Ferroplan Oy 2014b.)

1.1 Tutkimuksen lähtökohdat

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on toimeksiantajan halukkuus viedä jätteiden lajitteluun kehittämäänsä ratkaisuja uusille kansainvälisille markkinoille. Tällä tutkimuksella haluttiin selvittää jätteen laitoslajitteluun liittyviä mahdollisuuksia ja lajitteluteknologian hankkimiseen vaikuttavia tekijöitä Meksikossa.

Meksikossa on viime vuosina herännyt kiinnostus ympäristöteknologiaa kohtaan. Tämä ilmenee eri medioista uutisaiheiden välityksellä, ympäristölakien, -säästöjen ja -ohjelmien laatimisena tai uudistamisena, alan organisaatioiden tuottaman materiaalin laadukkuutena, alan tapahtumien suosiona ja näyttävyytensä, ympäristötietoisuuden lisääntymisenä sekä uuden liiketoiminnan syntyminenä. Kiinnostuksen taustalla vaikuttavat paitsi ympäristöongelmat ja niiden tiedostaminen myös alan kansainvälisen kasvun luomat paineet, tietoisuus markkinoiden koosta, ympäristöasioiden vaikutus politiikkaan sekä kierrätyksen ja vaihtoehtoisen energian sektoreilla osoitetut taloudelliset mahdollisuudet.

Tutkimus tukee hanketta, jossa tavoitteena on määritellä, markkinoida ja viedä jätteiden käsittelyä tehostavia, jätehuoltokäytänteitä kehittäviä ja uutta liiketoimintaa synnyttäviä ratkaisuja sekä osaamista kohdemaan tarpeisiin. Sekalaisen jätteen laitoslajittelulla katsotaan olevan suuri merkitys jätehuollon parantamiselle maissa, joissa ei ole toimivaa syntypaikkalajittelua.

1.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on olemassa olevan tiedon ja omien kokemusten pohjalta tuottaa Ferroplan Oy:lle näkökulmia ja ideoita lajittelujärjestelmän kehittämistä varten ajatellen erityisesti vientiä Meksikoon tai vastaavan kaltaisessa tilanteessa oleviin maihin. Tavoitteena on kirjallisen aineiston, reflektoinnin ja pohdinnan keinoin analysoida ja visioda Meksikon jätehuollon tilaa ja kehittymistä lähitulevaisuudessa.

Tuloksia voidaan hyödyntää järjestelmän suunnittelussa ja markkinoinnissa. Niiden pohjalta voidaan arvioida, minkälainen ratkaisu sopii markkinoille tällä hetkellä ja miten odotettavissa olevat muutokset voidaan ottaa huomioon suunnittelussa.

1.3 Aiheen rajaus

Jätteiden tarkastelu on rajattu tässä yhdyskuntajätteeseen eli kiinteään sekalaiseen kotitalousjätteeseen sekä tuotannossa ja palveluliiketoiminnassa syntyviin jokapäiväisiin, laadultaan kotitalousjätteeseen verrattaviin, kulutusjätteisiin (määritelmä: SVT 2012).

Erilliskerättävä jäte on rajattu käsittelyn ulkopuolelle, sillä erilliskeräys perustuu syntypaikkalajitteluun eikä erilliskerätyn jätteen näin ollen oleteta päätyvän lajittelulaitokseen. Sekalaisten yhdyskuntajätteiden voidaan katsoa olevan julkisen sektorin vastuulla eli kuuluvan kuntien järjestämän jätehuollon piiriin. (SVT 2012.) Tämä johtaa usein public-private-tyyppisiin hankkeisiin, mikä puolestaan tukee myös teknologiahankintojen toteutumista.

Tässä työssä ei käsitellä yksityiskohtaisesti materiaalien jatkojalostukseen liittyviä teollisia prosesseja, kompostoinnin ja mädätyksen biologisia prosesseja, jätteen keräys- ja logistiikkaratkaisuja tai kohdemaan ympäristölainsäädäntöä.

1.4 Tutkimusmenetelmät ja aineiston valinta

Tutkimusmenetelmänä on käytetty tiedon yhdistelyä, vertailua ja analysointia. Lajittelujärjestelmältä vaadittavien ominaisuuksien arvioimiseksi selvitetään eri jätejakeiden osuudet Meksikon sekalaisessa yhdyskuntajätteessä sekä niiden arvo ja hyödynnettävyys.

Kaikki käytetty lähdeaineisto on julkaistu vuoden 2000 jälkeen ja tutkimukset, joihin tässä viitataan, on valittu tekijän tai teettäjän taustat huomioiden. Suuri osa käytetyistä lähteistä on espanjankielisiä. Jätteiden koostumuksen selvittämisessä on käytetty vain uusinta saatavilla ollutta tietoa.

Lähtökohdat omiin kokemuksiin perustuvilla lausunnoilla ovat opiskelu- ja työmatkoissa Meksikoon - muun muassa osallistuminen Green Expo 2013, WTC México City -tapahtumaan (25.9. - 27.9.2013) sekä tapaamiset ja keskustelut paikallisten asiantuntijoiden kanssa. Matkat on toteutettu 09-12/2013 sekä 03 - 06/2014 välisinä aikoina.

2 YMPÄRISTÖ- JA JÄTEALAN KEHITTÄMISEN TAUSTAT MEKSIKOSSA

Maailmanmarkkinat ympäristöalan ratkaisuja tuottaville yrityksille ovat kiistatta kasvavat ja kehittyvät. Alan kaupalliset mahdollisuudet juontavat pitkälti juurensa neljästä megatrendistä: väestönkasvu, ilmastonmuutos, kaupungistuminen ja globalisaatio.

2.1 Ympäristöalan kasvun taustalla maailmanlaajuiset ilmiöt

Väestönkasvu ja kaupungistuminen pakottavat pohtimaan ja etsimään uusia ratkaisuja vesi- ja jätehuoltoon sekä energian tuotantoon. Suurimmat markkinat sijoittuvat tulevaisuudessa väistämättä kehittyviin, nopean väestönkasvun ja kasvavan ostovoiman maihin. (Roland Berger 2011, 8 - 9.) Meksikon väkiluku on tällä hetkellä yli 112 miljoonaa ja maan vuosittainen väestönkasvu on reilun prosentin luokkaa. Väestönkasvun arvioidaan tilastojen perusteella jatkuvan vuoteen 2037 asti. (Prof. Sevilla Gonzalez 2014.)

Globalisaatio-trendi näkyy ihmisten, valuutan, tavaroiden, palveluiden, informaation, teknologian ja kulttuurien virtoina. Ympäristöalan kannalta tämä paitsi lisää kysyntää ratkaisuille muun muassa jäteongelmiin myös aukaisee uusia markkinoita sekä altistaa kilpailulle. Tulevaisuuden kannalta kriittiset edelläkävijäasetelmat ovat parhaillaan muodostumassa. Samaan aikaan, kun kehittyvissä maissa luodaan tukijärjestelmiä edistämään ympäristösektorin kasvua, teollistuneiden maiden tutkimukseen ja kehittämiseen tarkoitetut tukijärjestelmät muuttuvat ja poistuvat, kun riittävä kypsyyden saavutetaan. Kasvuhakuisilla yrityksillä ei ole varaa odottaa palvelu- ja tuotekehityksen sekä uusille markkinoille asemoitumisen kanssa. (Roland Berger 2011, 12 - 13, 22.) Yritykset ympäri maailmaa tarjoavat ympäristöteknologiaa myös Meksikoon - yhteydenotot päättäjiin ovat päivittäisiä ja 99 % markkinoiduista ratkaisuista on kehitetty muualla kuin Meksikossa (Universidad Autónoma de Mexico (UNAM) 2009, 5). Ostovoimapariteetiltaan Meksiko on tällä hetkellä maailman 11. ostovoimaisin maa (Ulkoasiainministeriö 2013).

Mielipiteitä jakava ilmastonmuutos-trendi on merkittävä, erityisesti tuotekehityksessä ja strategisissa valinnoissa, huomioonotettava näkökulma. Ilmastonmuutos, kuten myös fossiilista alkuperää olevien energian lähteiden hintakehitys ja niihin liittyvät ympäristöriskit, on nostanut uusiutuvan energian maailmanlaajuisesti trendiksi (Roland Berger 2011, 10 - 11). Meksikossa poliittiset ja kaupalliset tavoitteet kytkeytyvät väistämättä ekologisen kestävyys tavoitteisiin. Alalta haetaan ratkaisuja, jotka edistävät paitsi saastumisen hillitsemistä myös energian tuottamista sekä poliittisiin ja taloudellisiin tavoitteisiin pääsemistä.

2.2 Meksiko jätehuolto-osaamisen markkina-alueena

Meksiko on poistanut kaupankäynnin esteitä ja solminut vapaakauppasopimuksia enemmän kuin mikään muu maa (Saksa 2013). Hyvä tieverkosto, satamat, lentokentät ja tuotantoteollisuus luovat toimivat puitteet kansainväliselle yhteistyölle ja hankkeille. Muuten kohtalaisen hyvin toimivasta infrastruktuurista puuttuu selkeimmin tehokkaat jätehuolto- ja jätevedenpuhdistusjärjestelmät.

Uusilla menetelmillä voitaisiin vastata yhteen päättäjien ensisijaisista tavoitteista; löytää ratkaisu paheneviin jäteongelmiin. Ongelmia aiheuttavat kasvavat jätemäärät, täyttyvät kaatopaikat, hajuhaitat ja ympäristön saastuminen sekä jätehuollon työseisaukset. Investoinnit jätehuoltoon eivät ole kunnolla käynnistyneet muun muassa ulkomaisten hankintojen kalleuden sekä paikallisen osaamisen puutteellisuuden vuoksi. (UNAM 2009, 5 - 6.)

Jätehuollon tilan herättämää huomiota kuvaa muun muassa vuonna 2003 julkistettu laki, joka käsittelee jätteen synnyn ehkäisyä ja jätehuollon järjestämistä (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos) sekä sitä toteuttamaan luotu, päivitystä nyt odottava, kansallinen ohjelma (Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012) (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) 2012, 13). Ohjelma sisältää suosituksia tuotanto-, kulutus- ja käsittelymenetelmien kehittämiseen. Suositukset käsittävät toimintaehdotuksia jätteen synnyn ehkäisemiseen, lajittelun tehostamiseen, materiaalien uudelleenkäyttämiseen, kierrättämiseen ja energiahyödyntämiseen sekä loppusijoituksen järjestämiseen.

Huolimatta jätehuollon kehittämiseen tähtäävistä kansallisista ja paikallisista ohjelmista, kampanjoista ja poliittisista lupauksista merkittävää kehitystä jätehuoltosektorilla ei ole onnistuttu saamaan aikaan. Investoinnit alalle vaikuttavat olevan edelleen vahvasti yksityisen sektorin vastuulla. Tämä luo omat erityispiirteensä kilpailulle sekä asettaa vaatimukset investointien taloudelliselle kannattavuudelle. Toisaalta yksityisen sektorin kanssa voidaan luoda pitkäaikaisia liikesuhteita sekä välttää julkisen päätöksenteon epävarmuustekijöitä.

Jätteenkäsittelyjärjestelmien ja prosessien suunnittelua ja mitoitusta varten on tärkeää tuntea jätteen määrä, koostumus, käytössä oleva logistiikka ja tulevaisuuden näkymät (Kaila 2006). Jätteselvityksiä, tilastoita tai hankealoitteita on paikoin tehty julkisen sektorin, yliopistojen, yritysten sekä ulkomaisten tahojen toimesta. Tarvittavien tietojen saaminen on usein vaikeaa ja aikaa vievää. Lisäksi alan luonteen takia hankkeiden toteuttaminen ja taloudellisen kannattavuuden saavuttaminen on suhteellisen hidasta. Myös henkilövaihdokset päättäjäportaissa aiheuttavat tehottomuutta ja vaikuttavat merkittävästi hankkeiden toteutumiseen.

2.2.1 Vihreän verkoston unohdettu lenkki

Meksikossa, kuten muuallakin Latalaisessa Amerikassa, eletään vaihetta, jossa on ajankohtaista, mutta vaikeaa valita soveltuvimmat menetelmät, teknologiat ja yhteistyökumppanit. Tähän arvioidaan vaikuttavan heikko suunnitteluosaaminen, päätöksenteon työkalujen puuttuminen ja tarjolla olevien teknologioiden hinta- ja laatutekijät. (UNAM 2009, 5.) Edelläkävijät voivatkin toiminnallaan vaikuttaa kehityksen suuntaan ja edistää asemoitumistaan markkinoille.

Toukokuussa 2013 eurooppa- ja ulkomaankauppaministeri Alexander Stubb oli Team Finland -vierailulla Meksikossa. Markkinat kiinnostavat muun muassa volyymin ja voimakkaan kasvun vuoksi. Stubb totesi, että Meksiko on Suomelle liiketoiminnan näkökulmasta uudehko tuttavuus, mutta yhteistyökumppanina dynaaminen, osaava ja taloudellisesti hyvinvoiva maa. (Saksa 2013.) Vuonna 2012 Suomen ja Meksikon kauppavaihto oli 419 miljoonaa euroa, josta 236 miljoonaa oli viennin osuus Suomesta Meksikoon (Ulkoasiainministeriö 2013).

Team Finland luettelee kiinnostavimmiksi yhteistyösektoreiksi ympäristön, terveydenhuollon ja hyvinvoinnin, koulutuksen, energia- ja kaivosteollisuuden, infrastruktuurin, offshoreteollisuuden ja tietoteknologian (Suomen suurlähetystö 2014). 30-vuotinen yhteistyö metsänkasvatuksessa ja -uudistamisessa on esimerkki Suomen ja Meksikon välisestä pitkäaikaisesta yhteistyöstä kestävän kehityksen edistämiseksi. Tämä on pitänyt sisällään muun muassa asiantuntijapalveluiden ja osaamisen vientiä. (Lammila 2013.) Muita esimerkkejä maiden välisestä yhteistyöstä ympäristöalalla ei juuri löydy.

Suomi tunnetaan Meksikossa hyvätasoisesta koulutuksesta ja tietoteknologiasta – mainetta näillä sektoreilla voisi hyödyntää myös ympäristöalalla. Yhteistyö alan koulutuksen kehittämiseksi ja tietoteknisten sovellusten hyödyntämiseksi suunnittelussa voisivat johtaa yhteisiin projekteihin. Paikallisilla yliopistoilla on osaamista, resursseja ja halua tutkimus- ja kehitystyöhön (Sevilla Gonzalez 2014).

2.2.2 Julkisen sektorin vaikutus ympäristöalan kehitykseen

Ympäristölainsäädäntö, ympäristörikosten valvonta ja investoinnit eivät tällä hetkellä ohjaa toimintaa riittävän tehokkaasti kestävän kehityksen tavoitteiden mukaiseen suuntaan eivätkä riittävästi tue alan liiketoimintaa. Lakeja kuitenkin luvataan uudistaa ja rikkomuksiin puutua entistä tehokkaammin (Reforma Staff 2014, 6). Parhaassa tapauksessa uudistukset tarjoavat puitteet uudentalaiselle liiketoiminnalle ja investoinneille esimerkiksi luoden jakelukanavia jätehuollon sivutuotteille.

Kansallisten säädösten muodostumisen taustalla vaikuttavat usein ylikansallisten organisaatioiden, kuten YK:n, suositukset ja agendat. Tärkeimmät resurssit, omistajuudet ja johtamisvastuu uudistusten toteuttamiseksi ovat pääasiassa silti valtioiden sisäisiä. (Roland Berger 2011, 16 - 18.) Julkinen sektori voi tukea ympäristöalan kehitystä päästörajoituksilla, pakotteilla, lakimuutoksilla, tukijärjestelmillä sekä investoimalla ympäristöteknologiaa tukevaan infrastruktuuriin ja tutkimukseen. Lakiuudistusten ja toimintatavoissa tapahtuvien muutosten toivotaan vahvistavan Meksikon asemaa ympäristöliiketoiminnan markkina-alueena.

Meksikossa on esimerkkejä public-private-tyyppisestä yhteistyöstä ympäristöhankkeissa. Usein julkisen sektorin osuus tuntuu kuitenkin rajoittuvan toimilupien myöntämiseen. Ongelmana on, että investoinnit ja toteutus jäävät näin yksityisen sektorin vastuulle. Tukijärjestelmien myötä yksityisten varovainen suhtautuminen jätehuoltoon liittyvää liiketoimintaa kohtaan luultavasti muuttuisi.

Jätehuollon ja vaihtoehtoisen energian mahdollisuudet ovat paranemassa:

- Alan hankkeisiin soveltuvat tukirahastot ovat periaatteessa investoijien saavutettavissa (López 2014b, 7). Monien esimerkkien perusteella budjetit ovat kuitenkin alimitoitettuja.
- Lakiuudistuksia ja tehokkaampaa valvontaa valmistellaan (Reforma staff 2014, 6).
- Kansallinen energiayhtiö (CFE) kaavailee pienkuluttajille (≤ 5 MW) mahdollisuutta ostaa energiaa ulkopuolisilta tuottajilta (López 2014a, 7). Nykyään energiaa saa tuottaa omaan käyttöön.
- Kaasun säilytys-, kuljetus- ja jakelutekniikka kehittyvät, mikä tekee uusiutuvan energiankin hyödyntämisestä kannattavampaa (Roland Berger 2011, 47).
- Riittävän kehitysasteen saavuttaminen alentaa ympäristöteknologian investointi- ja käyttökustannuksia (€/ton).
- Toteutuneet ja onnistuneet hankkeet aukaisevat ovia uudelle teknologialle, joka puolestaan luo puitteita muutoksille myös ruohonjuuritasolla.

Muutokset saattavat johtaa konflikteihin sektorin nykyisten toimijoiden kanssa. Jos jäteongelmia halutaan ryhtyä ratkaisemaan, on muutoksia kuitenkin tultava. Olisi hyvä löytyä kaikkia osapuolia jossain määrin hyödyttävä ratkaisu sen sijaan, että lähdetään hävittämään nykyisiä käytänteitä. Perinteiset menetelmät toimivat Meksikossa, mutta eivät riitä kontrolloimaan ja hyödyntämään suuria jätevirtoja.

3 YHDYSKUNTAJÄTE JA JÄTEJAKEIDEN HYÖDYNTÄMINEN

Meksikossa tuotettiin vuonna 2012 muun muassa lähes 40 miljoonaa tonnia yhdyskuntajätettä, yhteensä 84 miljoonaa tonnia erilliskerättäväksi luokiteltavia jätteitä, yli 800 000 romuautoa ja 1,9 miljoonaa tonnia ongelmajätettä (INECC 2012, 11). Tuotetun jätteen määrä kasvaa ja koostumus muuttuu väestönkasvun, kaupungistumisen ja lisääntyvän kulutuksen myötä. Suomessa tuotettiin vuonna 2010 noin 100 miljoonaa tonnia jätettä, josta 2,5 miljoonaa tonnia oli yhdyskuntajätteitä (Ympäristötilasto 2012, 23).

Paikkakunnan asukasluvun on todettu vaikuttavan henkilöä kohden syntyvän yhdyskuntajätteen määrään ja koostumukseen. Paikkakunnasta riippuen jätettä syntyy vuorokaudessa 0,2 kg/hlö - 4,3 kg/hlö. Keskimäärin yhdyskuntajätettä syntyy vuorokaudessa 0,85 - 0,98 kg/hlö. (INECC 2012, 17 - 18.) Mexico Cityssä vastaava luku on 1,45 kg/hlö (Durán 2012, 2). Isoissa kaupungeissa voi esiintyä suurta sisäistä vaihtelua.

3.1 Yhdyskuntajätteen koostumus

Yhdyskuntajäte on tyypillisesti koostumukseltaan suhteellisen tasalaatuista syntypaikasta riippumatta. Syntypaikkalajittelu vaikuttaa kaatopaikoille päätyvän jätteen koostumukseen. Meksikossa ei ole toimivaa syntypaikkalajittelua (kuva 1). Myös kulutustottumukset vaikuttavat paikkakunnittain tai alueittain muun muassa biojätteen ja eri pakkausmateriaalien määriin.



KUVA 1. Pusseista purettua yhdyskuntajätettä jäteauton lavalla (Mexico City)

Biojätteen osuus yhdyskuntajätteestä on useiden lähteiden mukaan keskimäärin hieman yli puolet (38-64 %) (muun muassa INECC 2012, 21). Eroavaisuudet johtuvat muun muassa tietojen vaihtelevasta saatavuudesta, paikkakunnasta, laskentatavasta ja ajankohdasta. Kauden hedelmien ja vihannesten sekä tuoreiden eläinperäisten elintarvikkeiden runsas ja monipuolinen käyttö ruuan valmistamisessa on tyypillistä. Puu, nahka ja puutarhajäte luokitellaan vaihtelevasti biojätteeksi.

Miljoonakaupungeissa kulutustottumukset ovat materiaali-intensiivisempiä kuin pienillä paikkakunnilla – toisaalta myös kierrätysjakeiden hyödyntämismahdollisuudet ovat luultavasti paremmat. Muovijätettä tuotetaan toiseksi eniten (11 %) ja jopa puolet siitä saattaa olla muovipusseja (PE-HD). Myös kertakäyttöastioita kulutetaan paljon. Paperi- ja kartonkijätettä syntyy noin 13,8 %, lasia jopa 5,9 % ja metalleja 3,4 %. Saniteettijätteiden osuus on suuri (joidenkin lähteiden mukaan jopa yli 10 %). Myös wc-paperi päätyy yleisesti roskakoriin jätevesiviemärin sijaan. Tekstiilien osuus on eri lähteissä poikkeuksetta arvioitu melko pieneksi (1 - 4,3 %). Yhdyskuntajäte sisältää lisäksi pienen, mutta kasvavan osuuden ongelmajätteitä (kuten lääkkeet, paristot, kemikaalit) joiden erilliskeräys on olematonta, mutta kulutus etenkin kaupungeissa runsasta. Sähkö- ja elektroniikkaromu (SER) sen sijaan päätyy paikoittain melko tehokkaasti pienkeräilijöille ja uusiokäyttöön. (Taulukko 1 ja liite 1.)

TAULUKKO 1. Yhdyskuntajätteen koostumuksen vertailu (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2014; HSY 2012; Ferroplan Oy 2014a; Korz 2014, 8)

Jae	Meksiko %	Suomi %	Vietnam %	Global %
Biojäte	52,4	38,8	65,0	46,0
Paperi, kartonki *	13,8	17,3	17,0	17,0
Muovit	10,9	18,3	13,2	10,0
Lasi	5,9	2,4	0,1	5,0
Metallit	3,4	3,0	1,5	4,0
Tekstiili	1,4	5,8	*	*
Muut	12,1	14,4	3,2	18,0
YHTEENSÄ	100,0	100,0	100,0	100,0

Suomessa loppusijoitettavan jätteen koostumukseen vaikuttaa erilliskeräys, jonka volyymin paperin ja kartongin osuus on suurin (34 %) ja biojätteen toiseksi suurin (30 %) (Ympäristötilasto 2012, 37).

3.2 Lajittelukokeilu

Syntypaikkalajittelua kokeiltiin kahden kuukauden ajan kahden hengen taloudessa, jossa tosin hankittiin ja valmistettiin ruokaa normaalia meksikolaista taloutta huomattavasti vähemmän. Yleisimmin roskapusseina käytettävät muovipussit ovat ohuita ja kooltaan pienehköjä (kuva 2). Yhä useammin niitä valmistetaan osittain maatuovasta materiaalista (kuva 3). Varsinaisia standarimallisia tai –kokoisia keräysastioita näkee harvoin käytettävän.



KUVA 2. Jätteet päätyvät kodeissa muovipusseihin



KUVA 3. Maatuvien muovipussien käyttö on yleistynyt Meksikossa

Pahvia syntyi yksi alla olevan kuvan (kuva 4) kaltainen kassillinen. PET-muovia syntyi selvästi eniten - lähes kuusi kassillista pääasiassa kasaan painettuja juomapulloja. Metallijätteet olivat pääasiassa säilyketölkkejä, ja niitä syntyi vajaa yksi kassillinen. Sanomalehtipaperia ei kokeilussa syntynyt. Biojäte ja kaikki muu jäte kerättiin yhteen pussiin ja vietiin paikallisen tavan mukaan päivittäin kadulla olevaan roskahäkkiin kunnan jäteauton tai keräilijän lava-auton noudettavaksi.



KUVA 4. Lajittelukokeilu kahden hengen taloudessa (kuvasta puuttuu kolme täyttä kassillista PET-pulloja sekä bio- ja sekajätteet)

Tavallisessa meksikolaisessa taloudessa jätettä syntyisi kokeilun määrää enemmän, mutta hyötyjakeiden määrät suhteessa toisiinsa pitänevät melko hyvin paikkansa. Niiden lisäksi sekajätettä syntyy normaalisti vajaa yksi ja pehmytpaperia noin puoli kassillista päivässä. Energiajätteen käsite ei ole maassa tällä hetkellä kovin tunnettu tai jätehuollon kannalta erityisen merkityksellinen.

Kokeilun lopuksi jakeet luovutettiin edelleen myytäväksi kierrätysmateriaaleja ostavalle keräysasemalle. Paikkakunnasta riippuen tiettyjä materiaaleja ostetaan lajiteltuna pieninäkin määrinä. Määrällisesti ja laadullisesti paremmista toimituksista voi pyrkiä neuvottelemaan paremman kilohinnan.

3.3 Jätejakeiden arvo

Jätejakeiden arvo riippuu materiaalista sekä sen laadusta, määrästä, toimitustiheydestä, sijainnista ja erikseen sovituista ehdoista (Recimex 2013). Epävakaata taloustilanne vaikuttaa kierrätysmateriaalien kysyntään, tarjontaan ja hintoihin ja siten myös lajittelun mielekkyyteen (Ashby 2013, 89). Jakeiden arvoa mitataan useimmiten rahassa, mutta myös niiden ekologisen arvon merkitys kasvaa raaka-aineiden saatavuuden heikentyessä ja ympäristöongelmien lisääntyessä.

3.3.1 Kierrätettävät jakeet

Kierrätysmateriaalien hyödyntämismahdollisuudet Meksikossa vaihtelevat paikkakunnittain. Uudelleenkäytettäväksi, korjattavaksi tai varaosiksi kelpaavat tavarat päätyvät herkästi keräilijöille, ja materiaaleja, joille löytyy ostaja, kerätään ja myydään (taulukko 2). Kartonki, PET ja alumiini ovat kierrätysjakeista suosituimpia.

TAULUKKO 2. Pienkeräilijän hintoja yleisimmille kierrätysmateriaaleille 5/2014 (Viveros Hernandez 2014)

Jae	Hinta MX\$/kg	Hinta €/kg
Kartonki ja paperi	1,00	0,06
PET	3,00	0,17
Alumiini	15,00	0,83
Kupari	40,00	2,22
Akut	160,00	8,89

Kaatopaikoilla keräillään kierrätysmateriaaleja epävirallisesti. Talteensaanti on yleisesti heikkoa suurten jätemäärien ja puutteellisten työskentelyolosuhteiden vuoksi. Kaatopaikat toimivat usein toimiluvalla, ja kierrätysmateriaalien myynti on niiden ainoa tulonlähde (taulukko 3). Toiminnan valvonta on heikkoa, joten investointi lajittelua tehostavaan teknologiaan riippuu pitkälti taloudellisista tekijöistä.

TAULUKKO 3. Kaatopaikan (Ecatepec) entisen johtajan näkemys jakeiden arvosta (Galván 2013.)

Jae	Hinta MX\$/kg	Hinta €/kg
Paperi	1,00	0,06
Tetra pack	1,00	0,06
Lasi	1,00	0,06
Kovat muovit	1,00	0,06
Vinyylimuovi	1,00	0,22
Kartonki	1,40	0,08
PS tai PP	1,50	0,08
Metalli	2,30	0,13
Pelti	2,50	0,14
PE	4,50	0,25
PET	7,00	0,39

Kartongin ja paperin arvo kilohinnan perusteella ei ole suuri, mutta hyödynnettävyys ja volyyymi tekevät niistä lajittelun kannalta tärkeitä (kuva 5). Maan suurin paperinvalmistaja Bio Pappel on kierrättänyt paperia ja kartonkia vuodesta 2000 lähtien 43 tehtaallaan, joiden miljoonia euroja maksaneet laitteet on hankittu Itävallasta, Saksasta ja Ranskasta (Zarrabal 2014, 8).



KUVA 5. Keräyskartonki- ja paperi on paljon hyödynnetty jae Meksikossa

Meksikon arvioidaan olevan yksi johtavista maista PET-muovin kierrätyksessä. Suuri osa materiaalista viedään kuitenkin jatkojalostukseen Kiinaan (Sánchez 2014). Pantteihin perustuva keräys ei ole yleistä, joskin sitä on kokeiltu. Pantin saa tällöin puhelimeen ladattavana puheaikana. PET-muovia kuitenkin näkee

paljon ympäristössä ja jätteiden seassa. Meksiko lienee yksi johtavista maista myös sen kulutuksessa. Yleisimmin PET-muovi tunnetaan virvoitusjuomien pakkausmateriaalina. Pullot on usein muotoiltu kasaan painettaviksi ja pakkausmerkinnöillä pyritään kannustamaan niiden kierrätykseen (kuva 6).



KUVA 6. Pullojen valmistuksessa saatetaan käyttää kasvikuituja tai kierrätysmuovia

Jätemuovit ovat laadultaan hyvin sekalainen jätelaji ja niiden lajittelu on tehotonta (kuva 7). Eri muovilaadut ja niiden merkinnät myös tunnetaan huonosti alan teollisuuden ulkopuolella. PET-muovin lisäksi muita muoveja kuitenkin kierrätetään Meksikossa jonkin verran materiaalina (taulukko 4). Toimivia poltto- tai kaasutuslaitoksia ei maassa tiettävästi ole, joten muovin energia-arvolla on tällä hetkellä lähinnä teoreettinen merkitys.



KUVA 7. Muovipussit ja kertakäyttöastiat muodostavat ison osan yhdyskuntajätteestä

TAULUKKO 4. Suuntaa antavia kierrätysmuovien ostohintoja toimitustavasta riippuen (Recimex 2013)

Laji	Toimitus	MX\$/kg <15 ton	MX\$/kg ≥15 ton
PET	irtotavarana	1.88	4.03
	paalina	3.76	6.44
	hiutaleena	7.25	12.08
	luonn. pelletti	12.08	16.11
PE-HD	irtotavarana	1.3	3.26
	paalina	3.26	6.53
	hiutaleena	6.26	10.33
	luonn. pelletti	12.51	16.59
PVC	irtotavarana	1.07	2.42
	paalina	2.42	4.03
	hiutaleena	4.03	5.37
	luonn. pelletti	5.91	8.05
PP	irtotavarana	2.68	5.10
	paalina	4.56	7.52
	hiutaleena	7.78	10.20
	luonn. pelletti	12.62	16.91

Metallien kierrätys Meksikossa on lisääntynyt vuosittain, mutta on edelleen vähäistä. Huono kotimaisen raakametallin saanti ja lisääntyvä kysyntä kannustaa teollisuutta ostamaan kierrätysmetallia. Julkinen sektori pyrkii kehittämään jätteiden lajittelua ja myös siten turvaamaan teollisuudessa tarvittavien raaka-aineiden saatavuutta. (Euromonitor International 2013.) Metallit ovat hintansa ja kierrätysominaisuuksiensa puolesta suhteellisen arvokkaita. Myös niiden kierrätyksen ekologinen merkitys on suuri (Ashby 2014, 461).

Sekalaisena irtotavarana kierrätysmateriaaleista saa yleisesti alhaisen hinnan. Mahdollisimman tiiviiksi puristetulla, puhtaalla ja tasalaatuisella materiaalilla säännöllisesti suurissa erissä toimitettuna tienaa luonnollisesti parhaiten. Kaikilla materiaaleilla on hintansa (liite 3), mutta jätteestä on haastavaa saada talteen riittävän puhdasta ja tasalaatuista raaka-ainetta teollisuuden tarpeisiin.

3.3.2 Biojätteestä lisäarvoa

Biojätteen erottelulla, talteenotolla ja käsittelyllä tulee todennäköisesti olemaan rooli jätehuollon modernisoinnissa. Biojätteiden ympäristövaikutukset ovat merkittävät ja käsittelyssä tiedetään olevan kaupallistakin potentiaalia:

- energiaa tai polttoainetta (kaasu, sähkö, lämpö)
- raaka-ainetta teollisuuteen (muun muassa biohajoava muovi)
- kuituja rakentamiseen tai maanparannukseen
- ravinteita korvaamaan kemiallisia lannoitteita (N, P, K)
- kompostia tai humusta maatalouden tarpeisiin
- raaka-ainetta puutarhatuotteiden valmistukseen
- hiilidioksidia kasvihuoneille
- päästökauppa
- biojätehuoltopalvelut.

(Veeken 2014, 8.)

Biojätteiden erottamisella voidaan lisäksi saavuttaa

- hygieenisemmät työolosuhteet jätteenkäsittelyssä
- muiden kierrätysmateriaalien parempi talteensaanti

- vähäisempi kaatopaikkojen kuormitus
- hajujen ja haittaeläinten väheneminen kaatopaikoilla.

Biojäteperäisten tuotteiden käyttöä kaupallisesti ja maanparannuksessa on tutkittu paljon. Oleellista on osata yhdistellä erilaatuisia raaka-aineita, löytää oikeat käyttökohteet eri ravinnetuotteille ja varmistua hygieniasta (Isotalo 2008, 6).

Kompostoinnilla pystytään hallitsemaan biojätteen aiheuttamia haittoja kohtalaisesti. Komposti ja humus ovat käyttökelpoisia tuotteita, mutta niiden myyntiarvo on pieni (Veeken 2014, 7). Kompostointia ei koeta taloudellisesti kannattavaksi toiminnaksi. Meksikossa teollisia kompostilaitoksia on tiettävästi 11. (UNAM 2009, 42 – 43, 46.) Pienempiä, tuntemattomia tai toiminnasta poistuneita on arviolta 50 (INECC 2012, 38 – 39).

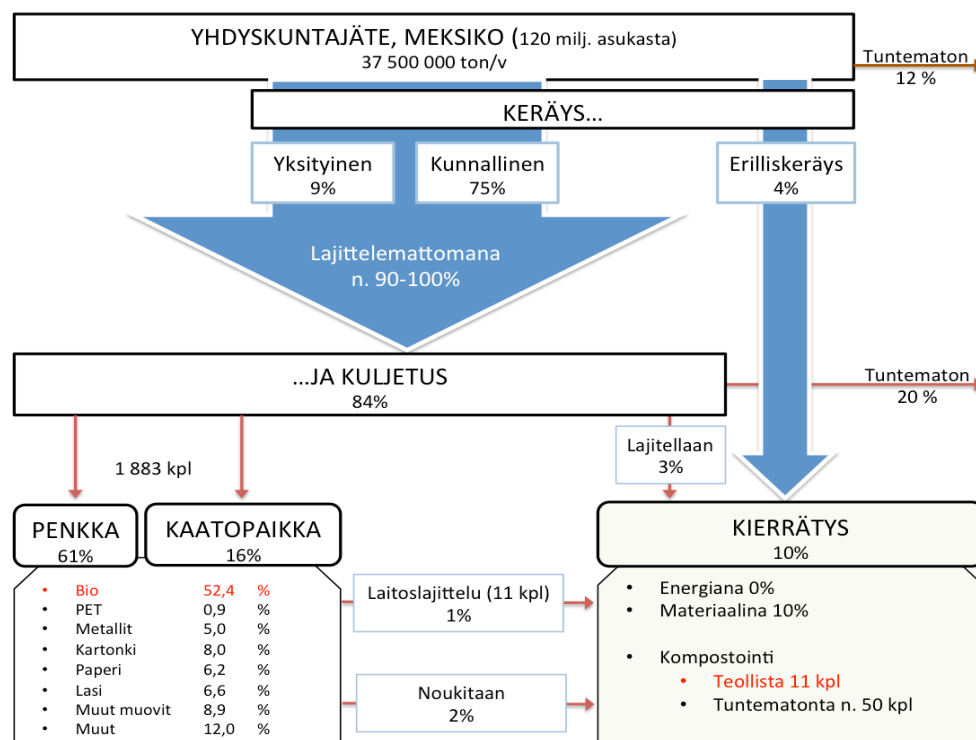
Mädätyksessä muodostuva biokaasu ja siihen liittyvät kaupalliset mahdollisuudet tarjoavat kiinnostavan vaihtoehdon kompostoinnille. Biojätteen energiapitoisuus on korkea verrattuna useimpiin puhtaana erilliskerättyihin orgaanisiin jätteisiin, kuten lantaan. Biojätteiden osuus yhteiskäsittelylaitoksissa käsiteltävästä orgaanisesta jätteestä on kuitenkin yleensä pieni. Mädätyksen kiinnostavuutta lisääkin mahdollisuus prosessoida samassa laitoksessa jätevesilietteitä, maatalouden orgaanisia jätteitä ja teollisuuden biojätteitä. (Watrec Oy 2014). Korkeat investointikustannukset, prosessin sivutuotteiden pienehkö markkina-arvo sekä selkeiden myynti- ja jakelukanavien puuttuminen hidastavat uuden liiketoiminnan syntymistä.

Jätteiden polttaminen jakaa mielipiteitä, sillä jätehuollon ensisijaisia tavoitteita on jätteen synnyn vähentäminen, uudelleenkäyttö ja kierrätys. Meksikossa terminen käsittely on yksi vaihtoehto suurten jätemassojen kontrolloimiseen ja energiapotentialin hyödyntämiseen. Silloin biojätteen erottelu yhdyskuntajätteestä ei olisi tekniikan puolesta tarpeellista (Laita 2014). Toisaalta kostean biojätteen polttaminen lähinnä kuluttaa energiaa, minkä johdosta sen erottelusta olisi hyötyä. Nykyaikaisten polttolaitosten suuri investointikustannus ja epäonnistuneet hankkeet saattavat hidastaa menetelmän käyttöönottoa.

3.4 Jätehuollon nykytila Meksikossa

Jätehuolto muuttuu jatkuvasti monimutkaisemmaksi ja kalliimmaksi logistiseksi prosessiksi. Tämä tarkoittaa myös yhä vaikeampaa toimintaympäristöä jätehuoltoratkaisuja tuottaville yrityksille. (Azem Unnisa 2012, 36.)

Yhdyskuntajätteiden käsittely on työlästä ja kallista tuottajien suuren määrän, jätteen sekalaisuuden ja logistiikan epäsäännöllisyyksien vuoksi. Näiden seikkojen takia myös Suomessa vain hieman yli 50 % yhdyskuntajätteestä hyödynnetään ja loppu päättyy kaatopaikoille. (Ympäristötilasto 2012, 23, 38.) Meksikossa vastaava luku on arviolta 10 % (kuvio 1). Paikkakunnittain tarkastellen hyödyntämisyhteisö voi kuitenkin jäädä tätäkin alhaisemmaksi.



KUVIO 1. Yhdyskuntajätevirrat Meksikossa (UNAM 2009; INECC 2012; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2013; INEGI 2014; Green Expo 2013)

3.4.1 Keräys ja lajittelu

Syntypaikkalajittelua on yritetty käynnistää Meksikossa. Kunnianhimoisimpia ohjelmia tai kampanjoita lukuun ottamatta linjaksi on usein valittu biojätteen ja epäorgaanisen jätteen erottaminen toisistaan. Tätä tavoitetta tukee myös laki (UNAM 2009, 24.) Kodeissa lajittelu koetaan kuitenkin hyödyttömäksi. Toiminta perustuu lähinnä henkilökohtaiseen ympäristötietoisuuteen ja haluun auttaa.

Järjestelmällisen yhdyskuntajätteen lajittelun voi katsoa alkavan jäteauton lavalla. Arviolta eri jakeiden talteensaanti kuljetusten aika on yhteensä noin 1 - 4 % kaikesta yhdyskuntajätteestä. Suuria teollisia lajittelulaitoksia Meksikossa on tiettävästi 11, mutta niiden kapasiteetti ei ole riittävä (INECC 2009, 28).

Järjestelmällistä keräystä vaarantavat työseisaukset, kaatopaikkojen täyttyminen ja hankala pääsy kovin tiiviisti tai harvaan asutetuille alueille. Yhdyskuntajätteen keräys voi kattaa suurissa kunnissa lähes 100 %, mutta pienissä kunnissa keräys voi jäädä selvästi alle 50 %:iin (INECC 2012, 28). Polttaminen on melko yleinen tapa hävittää jätteitä.



KUVA 8. Yhdyskuntajätteen lajittelun ensimmäinen vaihe tapahtuu jäteautossa



KUVA 9. Syntypaikkalajittelu auttaisi lajittelutyötä tekeviä, tehostaisi materiaalien talteenottoa ja edistäisi jätehuoltoalan kehitystä

Jätteiden käsittelyn ja hyötykäytön kehittyminen vaikuttaisi myös jätteiden keräykseen ja kuljetukseen liittyviin valintoihin, valvontaan ja mielekkyyteen. Keräilijät tietävät hyvin, mitkä jakeet saa myytyä. Jätehuoltopalveluista voidaan tällä hetkellä vain harvoissa tapauksissa velottaa. Vaarana on jätteiden päätyminen kontrolloimattomasti ympäristöön.

3.4.2 Kierrätys ja loppusijoitus

Hyödynnettäväksi kelpaavia jätelajeja vastaanotetaan lajiteltuina muun muassa keräysasemilla rahaa tai elintarvikkeisiin oikeuttavia kuponkeja vastaan. Korvausta vastaan otettavia jakeita ovat muun muassa paperi, kartonki, alumiini, metalli, lasi, PET, muut muovit ja nestekartonki. Muita mahdollisesti vastaanotettavia jakeita ovat sähkö- ja elektroniikkaromu, renkaat, ruokaöljy, eläinrasvat ja styroksi. (Toluca 2014). Kuntien omat keräysasemat ovat ilmeisesti väliaikainen ratkaisu, joiden avulla on tarkoitus tukea perheitä, kehittää syntypaikkalajittelua sekä lisätä jättemateriaalien ohjautumista teollisuuden raaka-aineiksi.

Biojätteen prosessointi ei ole Meksikossa kunnolla käynnistynyt - mikään tietty erottelu-, keräys- tai käsittelymenetelmä ei ole varsinaisesti yleistynyt.

Kompostointi on ainoa käytössä oleva biojätteen käsittelymenetelmä. Biokaasun

hyödyntämistä on aloitettu kaatopaikkakaasun muodossa. Biokaasulaitos (BENLESA) Nuevo Leonin osavaltiossa tuottaa kaatopaikkakaasusta 12,72 MW energiaa katuvalaistukseen (Nuevo Leon Bioenergy Plant 2013). Toinen esimerkki on Biogas de Juárez Oy, joka ensimmäisen vaiheen jälkeen vuonna 2008 tuotti 1,5 MW energiaa ja vuoden 2011 laajennusvaiheen jälkeen 3,5 MW (Biogas de Juárez C.A. de C.V. 2014, 10).

Toimivia teollisia mädätyslaitoksia ei maassa tiettävästi ole. Tähän vaikuttanee

- teknologian kalleus
- biokaasun alhainen arvo (muun muassa Veeken 2014, 7)
- tukijärjestelmien kehittymättömyys
- lakiuudistusten hitaus ja valvonnan tehottomuus
- kansallisen sähköyhtiön (CFE) monopoliasema sähkömarkkinoilla
- biokaasun jakeluverkoston puuttuminen (maakaasuputket paikallisia)
- logistiikan haastavuus (biojätteen keräys ja sivutuotteiden jakelu).

Pääasiassa biojätteet ja muut jätteet päätyvät loppusijoitukseen kaatopaikoille, joista suurin osa ei täytä nykyaikaisen kaatopaikan vaatimuksia (kuva 10).



KUVA 10. Kaatopaikkojen nopea täyttyminen on herättänyt kiinnostuksen asianmukaista kaatopaikkarakentamista kohtaan

3.5 Edellytyksiä lajitteluteknologian hankkimiselle

Jätteiden lajittelujärjestelmä muodostuu erilaisista kuljettimista, lajittelua tehostavista laitteista ja manuaalisesta erottelusta sekä kontrolli- ja automaatiojärjestelmästä. Järjestelmän tehokkuuteen ja soveltuvuuteen vaikuttaa laitevalintojen lisäksi muun muassa laitteiden järjestys.

Meksikossa olemassa olevien laitosten vastaanottokapasiteetti voi olla yli 2000 ton/vrk. Laitosten odotettu elinikä (15 vuotta) on pääsääntöisesti ylitetty, mutta monet jatkavat toiminnassa. (UNAM 2009, 28.)

Jätteiden lajitteluteknologiaan erikoistuvat yritykset ottavat ratkaisuihinsa ja niiden markkinoinnissa toisistaan poikkeavia lähestymistapoja, mikä tekee asiakkaan kannalta valinnasta vaikean. Valintaan vaikuttaa kokonaisuus, kun tarkastellaan kapasiteettia, taloudellisuutta ja muita saavutettavia hyötyjä.

Hankintapäätöksen tekemistä vaikeuttavat seuraavat seikat:

- Kannattavuuslaskelmat perustuvat usein materiaalien maksimaaliseen talteensaantiin ja hyödyntämiseen, minkä saavuttaminen kuitenkin vaatii paljon kallista tekniikkaa (korkea hinta).
- Kaikille materiaaleille ei välttämättä löydy ostajaa, jolloin laitteiston luvattua potentiaalia ei voida hyödyntää.
- Teknisiä vaatimuksia jätteen koostumukseen tai määrään liittyen ei voida riittävällä varmuudella täyttää.
- Teknologian kapasiteetti ei ole haluttua tasoa.
- Toiminnan ylläpitäminen vaatii usein erikoisosaamista, mikä taas nostaa palkkakustannuksia (korkeat ylläpitokustannukset).
- Jotkin teknologiat ovat vasta kehitysasteella, jolloin näyttöä niiden toimivuudesta ei ole.
- Asiakkaalle ei osata kertoa oikeita asioita riittävän kattavasti ja ymmärrettävästi.

(UNAM 2009, 4 - 6.)

Lajitteluteknologian tai -menetelmien suunnittelussa ja markkinoinnissa onnistumiseen vaikuttavat paikalliset maantieteelliset, sosiaaliset ja taloudelliset piirteet. Yhteisen ymmärryksen saavuttamiseksi tulee huomioida, että:

- Harvaanasutuilla paikkakunnilla, joissa tulotaso on alhainen, jätemäärät pieniä ja välimatkat pitkiä, ratkaisussa voi pyrkiä hyödyntämään enemmän tilaa ja vähemmän teknologiaa (UNAM 2009, 8). Käsittely voi alkaa tilavalla vastaanottokentällä, joka luo puitteet noukkimiselle. Käsinerottelulinjasto, kompostointikenttä, pakkaaminen ja ylijäämän käsittely loppusijoitusta varten parantaisivat olemassa olevia puitteita.
- Tiheäänasutuilla alueilla tulotaso on usein korkeampi, mutta ratkaisulta vaaditaan tilaintensiivisyyttä ja kapasiteettia käsitellä suuria määriä jätettä (UNAM 2009, 8). Useampi syöttöpiste, lajittelua helpottava seulonta, kompostoinnin innovatiivinen toteutus, pakkaaminen ja ylijäämän käsittely asianmukaista loppusijoitusta varten voisi muodostaa tehokkaan kokonaisuuden.

Kohteesta riippuen tulee huomioida erikseen

1. paikkakunnat, joissa mahdollisuudet teknologian hankkimiseen ovat rajalliset ja lajittelun modernisointi jätteen vähäisen määrän tai heikon logistiikan vuoksi taloudellisesti kannattamatonta. Haasteena on minimoida investoinnin suuruus.
2. paikkakunnat, joissa uuden teknologian hyödyntämiselle jätteiden käsittelyn ja loppusijoituksen optimoimiseksi sekä ekologisten, taloudellisten ja sosiaalisten hyötyjen saavuttamiseksi on olemassa hyvät edellytykset. Haasteena on minimoida käsittelyn kustannukset (€/ton).
3. paikkakunnat, joissa uusi teknologia olisi välttämätön työkalu jätehuollon toteuttamiseksi riittävällä tehokkuudella ja toimintavarmuudella. Haasteena on saavuttaa riittävä kapasiteetti ja toiminnan jatkuvuus.

(UNAM 2009, 11.)

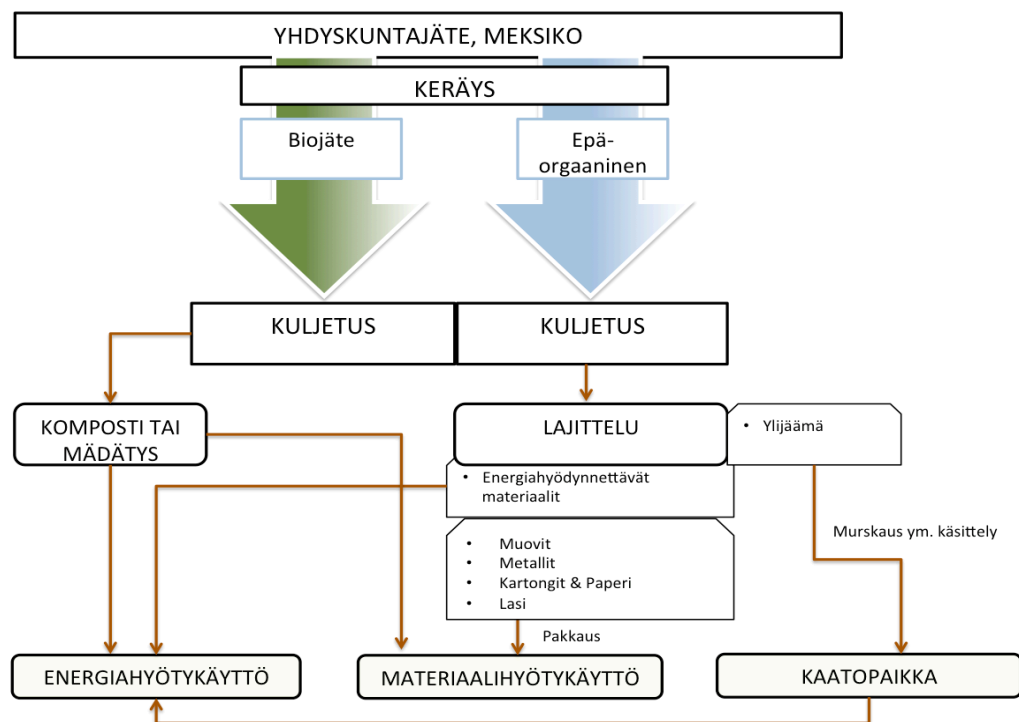
Meksikossa olemassa olevissa lajittelulaitoksissa saavutetaan tilastojen mukaan 5-10 %:n, hetkellisesti jopa 20 %:n, talteen saanti (UNAM 2009, 29). Laskelmia ajatellen realistisena pidetään korkeintaan 10 %:a (Lic. Galvan 2014).

Huomioitavaa on, että jätteiden hyödyntäminen energian tuotannossa ei tällä hetkellä ole mahdollista muuten, kuin korkeintaan kaatopaikkakaasun muodossa.

Lajittelua tehostamalla halutaan pääasiassa

- lisätä kaatopaikkojen käyttöä
- lisätä virallisten työpaikkojen määrää alalla
- vähentää epävirallista noutintaa kaatopaikoilla

Kaatopaikoille ei haluta myöskään päätyvän jätettä, joka on taloudellisesti kannattavaa, teknologisesti järkevää ja ympäristönäkökulmien kannalta riittävän mielekästä käsitellä ja kierrättää. (UNAM 2009, 39.) Yksityistä sektoria kiinnostaa alaan liittyvän liiketoiminnan mahdollisuudet ja niiden parantaminen.



KUVIO 2. Jätehuollon tahtotila Meksikossa (UNAM 2009; INECC 2012; SEMARNAT 2013; Green Expo 2013)

3.5.1 Käsinerottelu työllistää paikallisesti

Olemassa olevissa lajittelulaitoksissa manuaalisen lajittelun rooli on hallitseva. Lajittelijoita suurissa laitoksissa on noin 50 - 80 henkilöä. Lajittelujärjestys jakeittain voi olla esimerkiksi seuraavanlainen (liite 2):

1. Kartongit
2. Muovit
3. PET
4. Lasi (erikseen väritön, vihreä, sininen)
5. Paperi
6. Metallit (erikseen rauta ja alumiini)
7. SER.

Linjastoja, kuten myös saman jakeen erottelijoita jokaista linjastoa kohden, voi olla useampia. Tietyt jakeet (esimerkiksi pahvit ja muovit) saatetaan vielä ohjata sivulinjastoille haluttujen raaka-aineiden erottamista varten. (UNAM 2009, 30.) Käsinalajittelijoiden on tärkeää tietää, mitä etsiä.

3.5.2 Biojätteen erottelulla suurempi kokonaishyöty

Biojätteiden erotus ja käsittelyn edistäminen antaa lajitteluratkaisulle lisä- ja uutuusarvoa. Biojätteen osuus yhdyskuntajätteestä on yli puolet ja siitä jätehuollolle ja ympäristölle aiheutuvat haitat ovat moninaiset. Biojätteen talteensaanti tulee todennäköisesti olemaan riippuvaista laitoslajittelun tarjoamista mahdollisuuksista ja erilliskeräyksen yleistymisestä.

Mekaanisesti erotettu biojäte sisältää paljon epäpuhtauksia eikä sovellu sellaisenaan kierrätykseen. Erotettua biojätettä voi kompostoida, mutta se vaatii jälkikäsittelyä, mikäli lopputuotetta halutaan hyödyntää kaupallisesti. Myös mädätysprosessi on kontaminaattien suhteen melko joustava, mutta mekaanisesti erotellun biojätteen laatu on siitä huolimatta liian huonoa. (Lehtokari 2006).

Biojätteen erottamisella puhtaana voidaan välttää ongelmia, kuten:

- Lopputuotteen käyttökohteesta riippuvien laatuvaatimusten alittuminen
- Operatiiviset ongelmat, kuten biologisten prosessien jatkuvuus
- Ylimääräiset kulut kontaminaattien hävittämisestä (laitteistetut märkä- ja kuivaprosessit, kuten murskaus, puristus ja seulat)

(Korz 2014, 11, 18 - 20).

Helposti noukittavat biojätteet, kuten pakattu ruokajäte, pehmyt paperi ja suurirakeiset biojätteet, voi erottaa käsin ennen mekaanista seulontaa, jolloin vaihtoehtoja niiden jatkoprosessointiin ja hyötykäyttöön tarjoutuu useampia. Osa biojätteestä päätyisi edelleen kaatopaikalle, mutta silloinkin niiden hajoamisessa muodostuvaa metaania voidaan haluttaessa hyödyntää asentamalla kaatopaikkakaasun keräysjärjestelmä.

Kompostointi voi olla hyvä menetelmä siirtymävaiheessa, jolloin biojätteen käsittelyä halutaan kehittää, sekä parantamaan toimintavarmuutta yhdessä muiden käsittelymenetelmien kanssa. Kompostoinnilla voidaan esimerkiksi tukea mädätystä jälkikompostoimalla mädätysjännöksiä. Kompostointi on myös paras menetelmä puutarhajätteen käsittelyyn. (Puranen 2013, 3).

4 TULOSTEN TARKASTELU

Jätehuollon tila Meksikossa ei ole halutulla tasolla ja toimet uusien menetelmien käyttöönottamiseksi ovat alkaneet. Jätehuollon sektorilla esiintyvät haasteet ja saavutukset saavat runsaasti näkyvyyttä eri medioissa.

Haasteina jätehuollon kehittämisessä on erityisesti syntyvien jätteiden suuri määrä, tehoton lajittelu ja hyötykäyttöön johtavien jakelukanavien kehittymättömyys. Syntyvien jätteiden määrä tuskin tulee vähenemään lähitulevaisuudessa ja syntypaikkalajittelun merkittävä yleistyminen on epätodennäköistä. Sen sijaan jätteiden hyötykäyttö tulee luultavasti lisääntymään uusien menetelmien saavuttaessa markkinat. Useat menetelmät ovat riippuvaisia prosessoitavan materiaalin koostumuksesta tai laadusta, mikä lienee lajittelusektorin suurin haaste ja mahdollisuus.

Tämän opinnäytetyön tutkimusongelma oli laitoslajittelun edellytyksien määrittely Meksikon jätehuollon nykytilan osoittamien haasteiden ja mahdollisuuksien perusteella. Lukuun kolme kootut tiedot ja pohdinnan myötä syntyneet toimenpidesuositukset tarjoavat toimeksiantajalle näkemyksiä siitä, minkälainen järjestelmä soveltuu Meksikon olosuhteisiin ja miten järjestelmää voi mahdollisesti kehittää entistä kilpailukykyisemmäksi kokonaisuudeksi.

Haettu ratkaisu on vastaanottokapasiteetiltaan tehokas, teknisesti riittävän yksinkertainen ja jakeiden hyötykäyttömahdollisuudet huomioonottava. Vaikka parhaan mahdollisen lajittelutarkkuuden saavuttaminen mekaanisesti vaatisikin enemmän tekniikkaa, kaivataan lajitteluun tällä hetkellä menetelmiä, jotka eivät ole liian kalliita tai teknisesti liian haastavia. Niiden tulee parantaa jätehuollon tasoa nykyisestä ja luoda puitteet jatkuvalla kehitykselle.

Markkinoinnin menetelmillä on suuri merkitys. Teknologioiden lisäksi meksikolainen asiakas tarvitsee todennäköisesti tukea ymmärtääkseen niiden strategisen hyödyntämisen keinot. Todelliset esimerkit ja toteutumat herättävät luottamusta, ja visuaalisesti näyttävä toteutus paitsi herättää kiinnostusta myös auttaa näkemään lajittelujärjestelmän keskeisenä osana jätehuoltoketjua.

4.1 Jätteiden hyödynnettävyys

Lajittelujärjestelmän suunnittelussa alkutavoitteeksi ei kannata asettaa maksimaalisen tarkkuuden saavuttamista. Tärkeää on onnistua pienentämään kaatopaikalle päätyvän jätemassan volyymia ja saada näkyviä tuloksia.

Tavoitteena on jätteiden hyödyntäminen ja mahdollisimman huoleton loppusijoittaminen. Yhdyskuntajätteen koostumuksen ja lajittelulaitoksissa saavutettujen tulosten perusteella kaatopaikalle päätyvän jätteen määrää voi laitoslajittelulla pyrkiä vähentämään seuraavasti:

1. Nykyiset kierrätysjakeet erotellaan manuaalis-mekaanisesti: 20 - 30 %.
2. Myös suuri osa biojätteestä erotellaan: 40 - 50 %.
3. Myös energiajäte erotellaan: 60 - 90 % (riippuen mikä terminen käsittelymenetelmä niille on tarjolla).

Tulosten perusteella tämänhetkisille markkinoille soveltuu lajittelujärjestelmä, jonka avulla voidaan saavuttaa edellä mainituista vaiheista kaksi ensimmäistä. Tehostetun lajittelun ja ylijäämän jälkikäsittelyn (murskaus, puristus) myötä loppusijoitettavan jätemassan volyymi pienenee jo merkittävästi nykyisestä. Kaatopaikkojen odotetun käyttöajan voidaan olettaa pitenevän ja tulosten näkyvän.

4.2 Lajittelujärjestelmän rakenne ja kapasiteetti

Toimeksiantajan sisäisen materiaalin pohjalta arvioiden jälkikäsittelylaitteisto tarjoaa mahdollisuuden yksinkertaistaa järjestelmää. Mikäli strategisella laite- ja lajittelujärjestyksellä, käsinlajittelua tehostamalla ja lajittelun tarkkuudesta hieman tinkimällä pystytään vaikuttamaan tarvittavan teknologian määrään, voi se olla ratkaiseva kilpailutekijä. Asiakkaan näkökulmasta hänelle tarjoutuu mahdollisuus täydentää järjestelmää haluttaessa ja alkuinvestointi on pienempi. Laitteiston yksinkertaistaminen voi olla hyödyllistä myös aikataulullisesti, ylläpitokustannuksia laskettaessa ja toiminnan jatkuvuuden varmistamiseksi.

Työvoimaa on Meksikossa hyvin saatavilla ja sitä halutaan käyttää. Käsinsorttua suosimalla voidaan lisätä virallisten työpaikkojen määrää alalla, välttää ongelmia laitteiden operoinnissa ja saavuttaa markkinoiden epävarmuustekijöitä ajatellen mukautumiskykyinen ratkaisu.

Vaihtoehtoiset kierrätysmateriaalien puristus- ja pakkausmenetelmät voivat kiinnostaa lajittelujärjestelmän hankkimista suunnittelevaa asiakasta. Materiaalista voi saada paremman hinnan, jos se toimitetaan kierrätykseen tietyllä tavalla. Myös työolosuhteiden ja järjestelmällisyyden paraneminen kaatopaikoilla lisää varmasti asiakastyytyväisyyttä.

Ylijäämän murskaus parantaa loppusijoitettavan jätteen käsiteltävyyttä, luonnollisen hajoamisen edellytyksiä sekä asianmukaisesti loppusijoitettuna vähentää haju- ja tuholaishaittoja tehden käsittelyn positiivisista vaikutuksista helpommin havaittavia.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA OPINNÄYTETYÖPROSESSIN ARVIOINTI

Ei ollut täysin arvioitavissa, tuleeko jätteiden terminen tai anaerobinen käsittely yleistymään Meksikossa lähitulevaisuudessa. Niihin liittyvissä toteutetuissa hankkeissa on ilmeisesti tähän mennessä epäonnistuttu. Jätteiden lajittelun ensisijaiset tavoitteet ovat kuitenkin hyödynnettävien materiaalien tehokas talteensaanti ja niiden hyötykäytön edistäminen sekä kaatopaikalle päätyvän jätemäärän pienentäminen ja työolojen parantaminen.

Biojätteen erottelun tarpeellisuus jakaa mielipiteitä. Meksikon jätehuollon tavoitteiden ja tahtotilan perusteella biojätteen erottelu on kuitenkin perusteltua. Teknologian ja hyödyntämismahdollisuuksien näkökulmasta puolestaan biojätteen erottamisella mahdollisimman puhtaana vaikuttaisi olevan monia etuja huolimatta siitä, että osa biojätteistä päätyisi mahdollisesti edelleen kaatopaikalle.

Toimenpidesuositukset: Suunnittelu

- osaamispalveluiden tuotteistaminen (määrittely ja hinnoittelu)
- kierrätysmateriaalien maa- tai kohdekohtainen markkinaselvitys
- järjestelmän asteittaisen laajentamisen suunnittelu ja havainnollistaminen
- kohteen omien tavoitteiden tai strategian mukaisen tarjouksen räätälöinti

Toimenpidesuositukset: Käytäntö

- loppusijoitettavien jätteiden määrän vähentäminen 40 - 50 %
- loppusijoitettavien jätteiden volyymin vähentäminen vähintään 50 %
- käsinlajittelun kehittämismahdollisuuksien määrittely ja havainnollistaminen.

Toimenpidesuositukset: Jatkuva parantaminen

- joustava siirtyminen kaatopaikkasijoituksesta kompostointiin, mädätykseen tai termiseen käsittelyyn
- varautuminen muutoksiin markkinoilla (muutokset voivat tapahtua eri järjestyksessä, kuin mitä ne Suomessa ovat tapahtuneet)
- kierrätysmahdollisuuksien parantumiseen reagoiminen.

5.1 Tutkimustehtävässä onnistuminen ja tavoitteisiin pääsy

Yhteistyö meksikolaisten tahojen kanssa on tämän tutkimuksen aikana sujunut hyvin. Jätehuollon ja jätteiden lajittelun kehittäminen aiheena on kiinnostanut suuresti eri osapuolia joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Toimeksiantajan kanssa on tähän tutkimukseen ja aiheeseen liittyen kokoonnuttu sekä oltu yhteydessä puhelimitse ja sähköpostitse. Oppilaitos ei merkittävästi osallistunut opinnäytetyöprosessiin.

Suurimmat haasteet prosessin aikana liittyivät työn rakenteelliseen onnistumiseen. Laajan aiheen rajaaminen ja jäsentely selkeäksi kokonaisuudeksi pitkitti prosessia. Lisäksi jätteitä tarkastellaan eri lähteissä usein eri tavoilla, tarkkuuksilla ja osittain myös eri termeillä, mikä tekee vertailusta haastavaa. Ajallisesti työn oli tarkoitus valmistua kaksi kuukautta aikaisemmin. Viivästyksen mahdollisuus oli huomioitu.

Tiedollisesti työ on onnistunut. Yhdyskuntajätteiden hyödyntämismallit onnistuttiin toteuttamaan graafisesti ja jätejakeiden osuuksia pystyttiin vertailemaan eri maiden välillä. Edellytyksiä ja suosituksia yhdyskuntajätteen lajittelujärjestelmään liittyen pystyttiin myös määrittelemään monipuolisesti.

Jatkotutkimukset voivat liittyä esimerkiksi Meksikon ympäristölakiin, jätelogistiikan kehitysmahdollisuuksiin, ympäristökoulutuksen ja -kasvatuksen mahdollisuuksiin tai järjestelmän laitteiston suunnitteluun ja toteutukseen.

5.2 Tulosten luotettavuus

Tätä tutkimusta varten on vertailtu tietoja useista ja mahdollisimman tuoreista eri lähteistä. Valitut lähteet ovat valideja antamaan hyvän yleiskuvan Meksikon yhdyskuntajätteiden koostumuksesta, jätehuollon tilasta, haasteista ja tahtotilasta sekä lajittelun merkityksestä ja edellytyksistä maan jätehuollon kehittämisessä.

Meksikossa monilla paikkakunnilla jätteselvityksiä ei ole tehty tai tiedot eivät ole muuten saatavilla. Alalla myös toimii julkisen sektorin lisäksi paljon epävirallisia keräilijöitä ja yksityisiä, joiden toiminnan valvonta on tehotonta. Nämä seikat kasvattavat yhdyskuntajätteen koostumuksesta saatavien tulosten virhemarginaalia.

LÄHTEET

Ashby, M. F. 2013. Materials and the environment: eco-informed material choice. Great Britain: Elsevier Inc.

Azeem Unnisa, S. 2012. Sustainable solid waste management. Canada: CRC Press.

Biogas de Juarez S.A. de C.V. 2014. Es un compromiso ambiental. Reforma Nacional 11.5.2014.

Durán, A. 2012. Mexico City's municipal solid waste characteristics and composition analysis [viitattu 28.6.2014]. Saatavissa:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v29n1/v29n1a4.pdf>

Euromonitor International. 2013. Country report: Recycling of metal waste and scrap in Mexico [viitattu 4.7.2014]. Saatavissa:

<http://www.euromonitor.com/recycling-of-metal-waste-and-scrap-in-mexico-isic-371/report>

Ferroplan Oy. 2014a. Sisäinen aineisto.

Ferroplan Oy. 2014b. Saatavissa: www.ferroplan.fi

Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY). 2013. Pääkaupunkiseudun kotitalouksien sekajätteen määrä ja laatu vuonna 2012 [viitattu 30.7.2014].

Saatavissa:

http://www.hsy.fi/tietoahsy/Documents/Julkaisut/2_2013_pks_kotitalouksien_sekajatteen_maaja_ja_laatu_lr.pdf

Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY). 2014. Ympäristösanasto [viitattu 14.8.2014]. Saatavissa:

http://www.hsy.fi/fiksu/ammattiaoppimassa/yleiset_tehtavat/taustatietoa_tehtaviin/Sivut/Ymparistosanasto.aspx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2014 [viitattu 30.7.2014].

Saatavissa:

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb311&s=est&c=33223>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) 2012. Diagnostico básico para la gestión integral de los residuos. Versión extensa. Saatavissa mm.:

http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcenica/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf

Isoaho, S., Hämäläinen, T., Nummela, E., Nurmi, P., Peltoniemi, M. 2005.

Jätehuollon käsitteiden määritelmät ja selosteet [viitattu 14.8.2014]. Saatavissa:

http://www.jly.fi/mfrg_tietomalli/MFRG_kasitteiden_maaritelmat.pdf

Isotalo, M. 2008. Ravinnetuotteiden valmistus biokaasuprosessia hyödyntämällä.

Biovakka Oy [viitattu 19.8.2014]. Saatavissa:

<http://files.kotisivukone.com/biolaitosyhdistys.palvelee.fi/tiedostot/isotalo.pdf>

Kaila, J. 2006. Yhdyskuntajätteen määrä- ja laatututkimukset Suomessa. Kasui Oy [viitattu 2.7.2014]. Saatavissa:

http://www3.turku.fi/ctw/waste_reasearch_kaila.pdf

Korz, D.J. 2004. Efficient separation of biodegradable organic fraction from SSO and MSW using a high pressure up front processing system. Anaergia [viitattu 19.8.2014]. Saatavissa:

http://files.kotisivukone.com/biolaitosyhdistys.palvelee.fi/33_korz_dieter.pdf

Laita, S. 2014. Pääkaupunkiseudun jätteiden poltto Vantaalla alkoi. Helsingin Sanomat 1.4.2014 [viitattu 11.8.2014]. Saatavissa:

<http://www.hs.fi/kaupunki/a1396319671106>

Lammila, A. 4/2013. Haastattelu [viitattu 19.2.2014]. Saatavissa:

<http://www.youtube.com/watch?v=e6TpEjToBj8>

Lic. Galvan, V. 2013. CONADE. Haastattelu. Syksy 2013.

- López, A. 2014a. Quiere CFE mantener cautivos a pequeños. Reforma Nacional 15.5.2014.
- López, A. 2014b. Definen ambicioso plan de energías renovables. Reforma Nacional 20.5.2014.
- Nuevo Leon bioenergy plant. Biogas from landfill. 2013 [viitattu 7.8.2014].
Saatavissa: <http://www.youtube.com/watch?v=J7iuEPGCFXE>
- Prof. Sevilla Gonzalez, F. 2014. Economía ecologica de agua. UNAM.
Haastattelu. Kevät 2014.
- Puranen, M. 2013. Kujalan Komposti Oy [viitattu 19.8.2014]. Saatavissa:
<http://files.kotisivukone.com/biolaitosyhdistys.palvelee.fi/puranen.pdf>
- Recimex. 2013. Precios de plásticos reciclados 04/2013 [viitattu 19.2.2014].
Saatavissa: <http://www.recimex.com.mx/blog/?p=153>
- Reforma staff. 2014. Preven reforzar ley ambiental. Reforma Nacional 3.4.2014.
- Roland Berger. 2011. Green growth, green profit. How green Transformation Boosts Business. Great Britain: MPG Books Group.
- Saksa, M. 2014. Stubb ehdottaa Suomelle läppärisuurlähettiläitä. Helsingin Sanomat 10.5.2013 [viitattu 19.2.2014]. Saatavissa:
<http://www.hs.fi/politiikka/a1368156714324>.)
- Sánchez, A. 2014. Gracias a pepenadores México es el líder en reciclaje de PET. Milenio 01.04.2014 [viitattu 28.6.2014]. Saatavissa:
http://www.milenio.com/negocios/PET-reciclaje-Brasil-Estados_Unidos_0_272972929.html
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013. Costeros Turisticos [viitattu 30.7.2014]. Saatavissa:
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Gestionintegralderesiduos.pdf>

Suomen suurlähetystö. 2014. Team Finland Meksikossa [viitattu 17.6.2014].

Saatavissa:

<http://www.finlandia.org.mx/public/default.aspx?nodeid=46689&contentlan=1&culture=fi-FI>

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2012. Jätetilasto [verkkojulkaisu].

ISSN=1798-3339. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 30.7.2014].

Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/jate/kas.html>

Toluca. 2014. Centros de acopio de Toluca, alternativa sustentable y de economía

familiar [viitattu 6.7.2014]. Saatavissa: <http://www.toluca.gob.mx/centros-de-acopio-de-toluca-alternativa-sustentable-y-de-econom%C3%ADa-familiar>

Lehtokari, M. 2006. Nykyaikaiseen jätteen hyödyntämiseen kannattaa perehtyä.

Turun Sanomat 26.4.2006 [viitattu 11.8.2014]. Saatavissa:

<http://www.ts.fi/mielipiteet/lukijoilta/1074116346/Nykyaikaiseen+jatteen+hyodyntamiseen+kannattaa+perehtya>

Ulkoasiainministeriö. 2013. Ministeri Stubb Team Finland –matkalle Kolumbiaan ja Meksikoon. Lehdistötiedote, 97/2013 [viitattu 19.2.2014]. Saatavissa:

<http://formin.finland.fi/public/default.aspx?contentid=275500&contentlan=1&culture=fi-FI>

Universidad autónoma de Mexico (UNAM). 2009. Estudio de evaluacion de tecnologias alternativas o complementarias para el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos. Saatavissa mm.:

http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/infraestructurahidraulica/publicaciones_conagua/RESIDUOS%20PELIGROSOS/EST-EVA2009.pdf

Veeken, A. 2014. Bio-economy Opportunities for the Waste sector. Attero

[viitattu 10.7.2014]. Saatavissa:

http://files.kotisivukone.com/biolaitosyhdistys.palvelee.fi/6_adrie_veeken_.pdf

Viveros Hernandez, L.S. 2014. Keräilijä. Haastattelu. Kevät 2014.

Watrec Oy. 2014. Biokaasulaitoksen prosessikaavio [viitattu 28.7.2014].

Saatavissa:

<http://www.watrec.com/fi/palvelut/biokaasulaitokset/biokaasuprosessit/biokaasulaitoksen-prosessikaavio/>

Ympäristötilasto, vuosikirja 2012. Helsinki: Tilastokeskus

Zarrabal, M. 2014. Aprovecha desechos para crecer. Reforma Nacional 12.5.2014.

LIITTEET

LIITE 1. Yhdyskuntajätteen koostumus

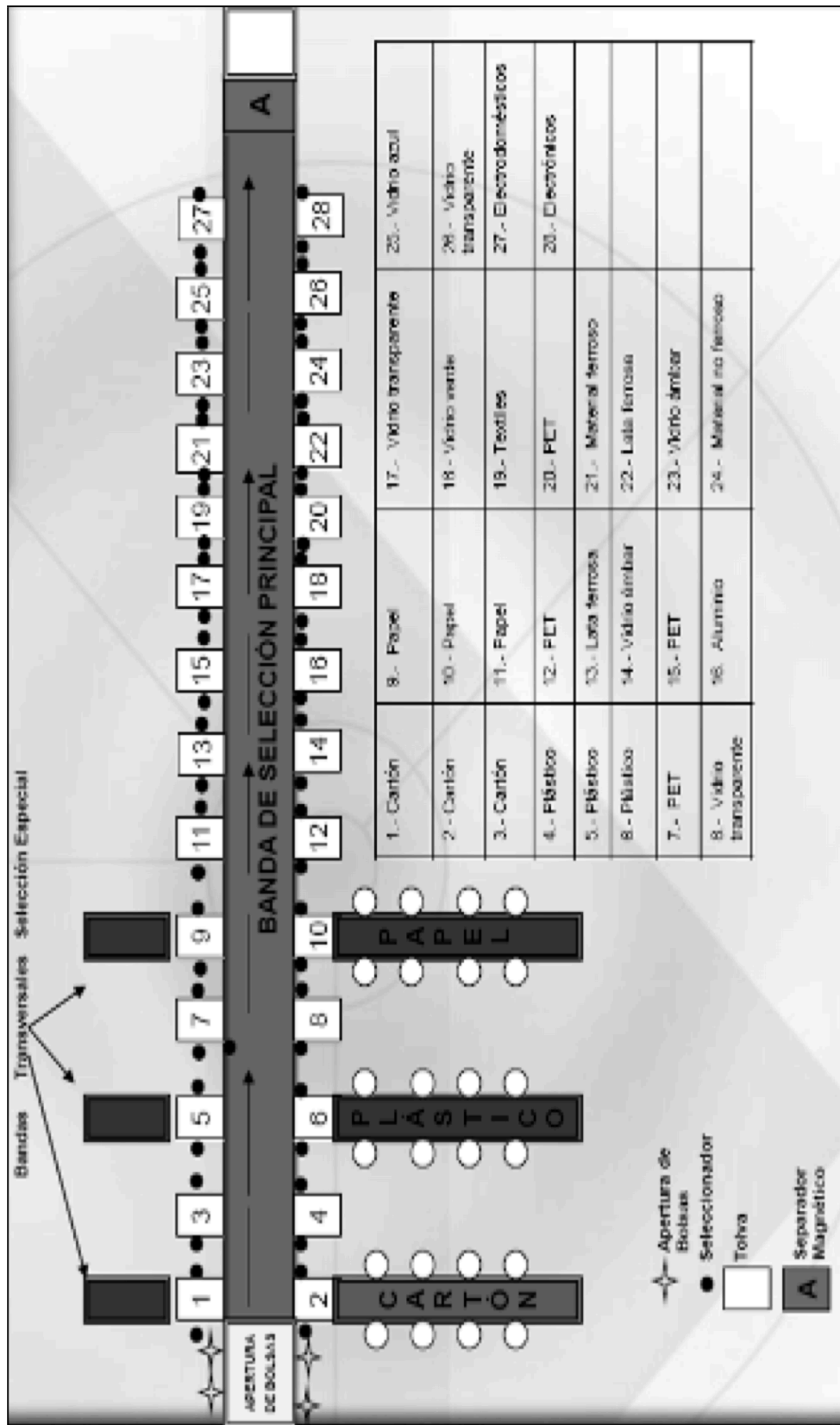
LIITE 2. Esimerkki lajittelujärjestelmän rakenteesta ja lajittelujärjestyksestä

LIITE 3. Materiaalien hinnat

LIITE 1. Yhdyskuntajätteen koostumus (INECC 2012, 21; UNAM 2009; Durán 2012, 42,44)

MEKSIKO						MEXICO CITY				
kategoria	%/kategoria	milj. ton/jae/v	laji	jae	%/laji	%/jae	%/laji			
Epäorgaaninen; mahd. hyödynnettävää	39,61%	2,5	Lasit	Väriäinen	6,58%	2,55%	0,72%			
				Väritön		4,03%	1,93%			
			Metallit	Metalli (rautaa)		2,09%	1,16%	1,58%		
				Metalli (ei rautaa)		4,97%	0,60%	0,13%		
				Alumiini(tölkki/paperi)			2,28%	0,29%		
				Paperi			6,20%	5,89%		
			Paperi & kartonki	5,3	Kartonki	14,24%	6,54%	2,93%	9,92%	
					Tetrapack		1,50%	1,10%		
					PET		0,90%	1,21%		
					PE-HD		1,65%	1,20%		
Muovit	3,7	PVC		0,00%	0,17%					
		PE-LD	9,77%	7,22%	6,89%	11,74%				
		PP		0,00%	0,84%					
		PS		0,00%	0,58%					
		Muut		0,00%	0,85%					
		SER		0,00%	0,06%					
		Polyuretaani		0,00%	0,00%					
Muut	1,5	Puu	4,05%	2,80%	0,45%	0,51%				
		Muut		1,25%	1,25%					
Orgaaninen	36,21%	13,6	Biojäte	Ruokajäte	25,57%	25,57%	49,50%			
				Pehmytpaperi		0,00%	5,72%			
			Muut	Luu, kovat kasvijätteet	10,64%	1,26%	0,04%			
				Puutarhajäte		9,38%	0,00%			
Epäorgaaninen; ei hyödynnettävää	24,18%	9,1	Tekstiilit	Tekstiilit		4,27%	3,64%			
				Vaipat		6,52%	5,05%			
			Keramiikka ja savi	Keramiikka ja savi		0,55%	0,72%			
				Rakennusjäte	24,18%	1,46%	1,88%	18,34%		
			Muut	9,1	Kumi		1,21%	0,00%		
					Nahka		0,51%	0,02%		
					Hienojae		3,76%	0,80%		
					Muu		5,90%	6,23%		
			YHTEENSÄ	100%	37,5			100,00%	100,00%	100,00%

LIITE 2. Esimerkki lajittelujärjestelmän rakenteesta ja lajittelujärjestyksestä (UNAM 2009, 30)



LIITE 3. Materiaalien hinnat (Ashby 2014, 459 - 594)

Materiaali	Hinta USD/kg	Käyttökohde mm.	
Metallit	vähähiilinen teräs	0,68 - 0,74	lähes kaikessa
	niukkaseosteinen teräs	0,9 - 1,1	työkalut
	ruostumaton teräs	8,2 - 9,1	lähes kaikessa
	valurauta	0,5 - 0,65	raskasteollisuus
	alumiiniseos	2,4 - 2,7	tölkit
	magnesiumseos	4,7 - 5,1	polkupyörät
	titaaniseos	57,0 - 63,0	teollisuus
	kupariseos	7,0 - 7,6	johdot
	lyijyseos	2,35 - 2,5	rakennus
	sinkkivalu	2,4 - 2,6	työkalut
	nikkeli-kromiseos	33,0 - 36,0	SER
	nikkelipohj. superseos	31,0 - 33,0	teollisuus
	hopea	1 850 - 2 000	korut
	kulta	53 100 - 53 500	korut
Polymeerit	ABS	2,4 - 2,6	legot (7)
	PA	3,9 - 4,3	pienet osat (7)
	PP	1,85 - 2,05	keittiötarvikkeet (5)
	PE	1,7 - 1,9	muovipussit (2 tai 4)
	PC	3,8 - 4,2	kypärät (7)
	PET	1,65 - 1,8	pullot (1)
	PVC	1,36 - 1,5	kosmetiikkapakkaukset (3)
	PS	2,1 - 2,3	jugurttipurkit (6)
	PHA, PHB	3,2 - 4	pesuainepullot (7)
	PLA	2,4 - 3	elintarvikerasiat (7)
	epoksit	8,0 - 10,0	tuubit
	polyesteri	4,0 - 4,4	pinnoitteet
	fenolit	1,65 - 1,87	elektroniikka
	luonnonkumi	3,6 - 4,9	renkaat
	butyylikumi	3,8 - 4,1	sisäkumit
EVA	2,0 - 2,2	varvassandaalit	
CR	5,2 - 5,7	kengät	
Lasi, keramiikka	tiili	0,62 - 1,7	rakennus
	kivi	0,3 - 1	rakennus
	betoni	0,042 - 0,062	rakennus
	alumiinioksidi	18,2 - 27,4	elektroniikka
	soda-lime lasi	0,8 - 1,7	pullot, ikkuna
	borosilikaattilasi	4,2 - 6,2	peili, laboratorio
Komposiitit	CFRP	40,0 - 44,0	golf mailat
	GFRP	19,0 - 21,0	sukset
	SMC	5,0 - 5,5	matkalaukut
	BMC	4,5 - 5,0	wc istuin
	furaani pohj. komposiitit	7,0 - 9,0	rakenteet, paneelit
	jäykkä polymeerivaahto	3,0 - 10	pakkaus
	pehmeä polymeerivaahto	8,2 - 10,4	pehmusteet
	pehmeä puu	0,7 - 1,4	huonekalut
	kova puu	3,0 - 11	huonekalut
	vaneri	0,5 - 1,1	rakennus
	paperi ja kartonki	0,9 - 1,1	laatikot
Kuidut	aramidi	70,3 - 198,0	purjeet
	hiilikuidut	124,0 - 166,0	seokset
	lasikuitu	1,63 - 3,26	eristys
	kookoskuitu	0,25 - 0,5	köydet
	puuvilla	2,1 - 4,2	tekstiilit
	pellava	2,1 - 4,2	tekstiilit
	hamppu	1,0 - 2,1	tekstiilit
	juutti	0,35 - 1,5	säkit
	kenafia	0,26 - 0,52	köydet
	ramia	1,5 - 2,5	säkit
	sisal	0,6 - 0,7	köydet
	villa	2,1 - 4,2	tekstiilit
	olki	0,1 - 0,15	rakennus