

Biojätteen käsittely laitoskeittiössä

CASE: Päijät-Hämeen Keskussairaala

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikan
koulutusohjelma
Ympäristötekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2016
Timo Parkki

Lahden ammattikorkeakoulu
Koulutusohjelma

PARKKI, TIMO:

Biojätteen käsittely laitoskeittiössä
Case: Päijät-Hämeen Keskussairaala

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 42 sivua, 5 liitesivua

Syyskuu 2016

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia sairaalaympäristössä tapahtuvan biojätteen käsittelyn nykyistä tilaa ja käsittelyn tulevaisuuden haasteita. Suomen uusi jätelaki (646/2011) edellyttää parempaa orgaanisen jätteen prosessointia.

Laitoskeittiöt tuottavat päivittäin asiakkailleen sadoista aterioista tuhansiin, riippuen keittiön koosta. Näistä aterioista palautuu syömättömiä tai osittain syötyjä aterioita, jotka päätyvät lopulta biojäteastiaan. Koska biojäteastioita ei voida säilyttää samoissa tiloissa, joissa ruokaa valmistetaan, täytyy biojäte siirtää kuljetusjärjestelmän avulla toiseen tilaan.

Työn toimeksiantajana toimi Ecosir Oy ja selvityksen kohteena oli Päijät-Hämeen Keskussairaalan keskuskeittiö, jonka tuloksia on hyödynnetty YTP:n (Ympäristöteollisuus ja -palvelut) laajemmassa tutkimuksessa laitoskeittiöiden biojätteen prosessoinnista eri puolilta Suomea. Tutkimuksen aikana kartoitettiin orgaanisen jätteen logistisia virtoja. Tämän lisäksi tutkittiin biojätteen käsittelyn hygienisyyttä, ergonomiia sekä prosessointilaitteiden tehokkuutta.

Tutkimuksesta saatujen tuloksien perusteella voidaan myös todeta PHKS:n keskuskeittiön biojätteen tuotannon kehityssuunnan olevan laskeva, joskin biojätteeksi joutuvan ruokamäärän prosentuaalinen osuus valmistetusta ruoasta on edelleen suuri. Sairaalaympäristön aterioiden kalorivaatimukset tuovat haasteita biojätteen määrän pienentämiselle. Osastojen ja keskuskeittiön välisen viestinnän ongelmat tuottavat aterioita potilaille jotka eivät enää ole sairaalan asiakkaina.

Asiasanat: orgaaninen jäte, biojäte, laitoskeittiö, biojätteen prosessointi

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in environmental technology

PARKKI, TIMO: Biowaste treatment in an industrial kitchen
CASE: Päijät-Hämeen keskussairaala

Bachelor's Thesis in environmental engineering 42 pages, 5 pages of appendices

Autumn 2016

ABSTRACT

The purpose of the thesis was to study the current state of bio-waste processing in a hospital environment and its future challenges because of Finland's new waste law (646/2011) requires better processing of organic waste.

Industrial kitchens produce from hundreds to thousands of meals daily for their customers depending on the size of the kitchen. From these meals a percentage is returned untouched or partly eaten, which end up in the bio-waste bin. Because for reasons of hygiene the bio-waste bins cannot be stored in the same facilities where the food is produced, the bio-waste must be moved with a transportation system to another facility.

The commissioner of the thesis was Ecosir Ltd. and the thesis was a part of a larger study which was conducted by YTP. The study consisted of several other industrial kitchens in various parts of Finland. The focus was on mapping the logistic flow of the bio-waste, the hygiene of handling the waste, ergonomics and the efficiency of the processing units.

The results indicate that the bio-waste output is decreasing, even though the percentage of returned meals is still quite high. The calorie requirements of the meals bring challenges to decreasing the amount of bio-waste output. Communication problems between the hospital wards and the central kitchen produce meals to patients who are not located in the hospital any more.

Key words: organic waste, bio-waste, industrial kitchen, processing of bio-waste

SISÄLLYS

SISÄLLYS	III
1 JOHDANTO	1
2 BIOHAJOAVA ELI ORGAANINEN JÄTE	2
2.1 Anaerobinen hajoaminen	2
2.2 Aerobinen hajoaminen	3
2.3 Orgaaniseen jätteeseen liittyvä lainsäädäntö	3
2.3.1 Jätteen määritelmä	3
2.3.2 Orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto	4
2.4 Orgaanisen jätteen hyödyntäminen Lahdessa	5
3 PÄIJÄT-HÄMEEN KESKUSSAIRAALAN KESKUSKEITTIÖ	7
3.1 Kohteen perustiedot	7
3.2 Selvitystyön tehtävät	7
4 KERÄYSJÄRJESTELMIEN VERTAILU	9
4.1 Manuaalinen järjestelmä	9
4.2 Puoliautomaattinen järjestelmä (viettoviemäri-laitteisto)	9
4.3 Automaattinen järjestelmä (alipainesiirto)	10
5 BIOJÄTTEEN LOGISTISET VIRRAT	11
5.1 Keittiön biojätevirtojen selvitys	11
5.2 Biojättemäärät	14
5.3 Psykiatrinen osasto	19
6 RUOKALAJIEN MERKITYS BIOJÄTTEEN MÄÄRÄÄN	20
6.1 Aamiainen	20
6.2 Lounas	21
6.3 Päivällinen	22
6.4 Muu tekijä	23
7 BIOJÄTTEEN PROSESSOINTIIN KULUVAT RESURSSIT	25
7.1 Biojätteen prosessointiin kuuluva aika	25
7.2 Biojätteen käsittelyyn kuuluva matka	26
7.3 Biojätteen prosessoinnin vaatimat tilat	27
8 HYGIENIA	29
8.1 Puhdistusaineet	29

9	ERGONOMIA	32
10	TYÖVIIHTYVYYS	34
11	BIOJÄTEJÄRJESTELMÄN TEHOKKUUS	35
11.1	Veden kulutus	35
11.2	Sähkön kulutus	36
12	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	38
13	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	43

1 JOHDANTO

Laitoskeittiöissä tuotetaan paljon ruokaa yleensä useaan eri jakopisteeseen. Tämä vaatii sekä hyvää kommunikointia pisteiden ja keittiön välillä, mutta myös pitkäaikaista seurantaa. Seurannalla voidaan havaita esimerkiksi ruokia, joissa annosten palautusprosentti on suurempi kuin toisilla ruoilla.

Opinnäytetyön kohteena ollut Päijät-Hämeen Keskussairaalan keskuskeittiö on ollut ihanteellinen kohde tutkia biojätteen synty- ja käsittelyprosessia, koska Päijät-Hämeessä lähes kaikki jäte syntypaikkalajitellaan ja siten biojäteprosessin seuranta on helppoa, vaikka kohde on suuri ja ruokaa tuotetaan tuhansia annoksia päivittäin.

Tämän opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena oli kvantitatiivinen tutkimus, jossa punnittiin biojäte- ja annosmassoja viikon ajalta ja verrattiin palautuvan ruokajätteen määrää tehtyyn ruokamäärään. Punnitsemisen lisäksi seurattiin biojätteen logistisia virtoja, eli mistä prosessin osasta tulee eniten ruokajätettä. Myös työntekijöiden askelmääriä mitattiin ja selvitettiin biojätteen käsittelyn osuus päivittäisestä liikkumisesta tiloissa. Lopuksi tehtiin kvalitatiivista tutkimusta työviihtyvyydestä, hygieniasta, työergonomiasta henkilökuntaa haastatteleamalla ja havainnoimalla. Työ suoritettiin Päijät-hämeen keskussairaalan keskuskeittiön ja sairaalan psykiatrisen osaston ruokalan tiloissa. Työ toteutettiin 4.2.2015 – 27.2.2015 välisenä aikana ja presentoitiin maaliskuun alussa henkilökunnalle.

Tähän opinnäytetyön kirjalliseen osuuteen on koottu yleistietoa biojätteen käsittelystä ja biojätteen kuljetusjärjestelmistä. Käytännön osiossa on käsitelty biojätteselvityksen vaiheet, tulokset ja tulosten vertailu muihin vastaaviin selvityksiin. Lopuksi työssä pohditaan biojätteen syntymisen syitä ja esitetään toimenpide-ehdotuksia biojätteen vähentämiseksi ja prosessin tehostamiseksi.

2 BIOHAJOAVA ELI ORGAANINEN JÄTE

Biohajoavalla jätteellä tarkoitetaan biologisesti hajoavaa jätettä, joka koostuu kasvi- ja/tai eläinperäisestä aineesta. Hajoaminen tapahtuu joko anaerobisesti (mädätys) tai aerobisesti (kompostointi). Orgaanista jätettä syntyy eliön tai kasvin elinkaaren jokaisessa vaiheessa.

Ruoan valmistusprosessissa ensimmäinen biohajoava jäte syntyy ravinnoksi tarkoitetun eliön tai kasvin puhdistuksessa ja ravinnoksi kelpaamattomien tai ei-toivottujen kappaleiden poistossa. Prosessin seuraavassa vaiheessa jää tuotannosta ylijäämää, joka tilanteen mukaan joko varastoidaan tai heitetään pois. Ravinnon nauttimisen jälkeen jää myös ajoittain ylimääräistä ruokaa joka hygieniasyistä heitetään pois eli päätyy biojätteeksi. Viimeisimmän kohdan osuus biojätteen muodostumisesta vaihtelee paljon henkilöstä riippuen ja on ainoa sosiaalinen aspekti prosessissa. Muita prosessin osia pystytään hallitsemaan suunnittelemalla, mutta lautasjätteen määrää ei pystytä ulkoisesti hallitsemaan.

2.1 Anaerobinen hajoaminen

Anaerobinen hajoaminen, eli mädätys, on biokemiallista hajoamista, joka tapahtuu hapettomissa olosuhteissa mikro-organismien toimesta. Mädätystä voidaan toteuttaa joko termofiilisesti tai mesofiilisesti. Ero näillä kahdella toteutustavalla on eri lämpötila prosessin aikana. Siinä missä termofiilisessä prosessissa ideaalilämpötilan tulee olla 50-55°C, mesofiilisessä prosessissa on huomattavasti matalampi ja tarkempi 30-35°C:n lämpötila-alue. Termofiilisen prosessin etu on taudinaiheuttajien tehokkaampi poistuminen prosessin aikana, kun mesofiilisessä prosessissa tuotettu liete on vielä jälkikäsiteltävä hygienisoitumisen varmistamiseksi. Jälkikäsitelyvaihtoehtoja ovat kompostointi tai terminen kuivaaminen (Lemos Chernicharo. 2007, 27-28).

2.2 Aerobinen hajoaminen

Aerobinen hajoaminen, eli kompostointi, on luonnollinen prosessi, jossa eloperäinen jäte hajoaa hapellisissa olosuhteissa sekä mikro-organismien, että makro-organismien toimesta. Lopputuotteena kompostoinnissa syntyy humusta, jota voidaan käyttää kasvualustana. Kompostoinnin prosessin nopeus riippuu lämpötilasta ja hajottaja-organismien määrästä. (Tuominen 2015. 10-12)

2.3 Orgaaniseen jätteeseen liittyvä lainsäädäntö

Jätelainsäädännön tarkoituksena on ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta koituvaa vaaraa terveydelle ja ympäristölle. Lisäksi säädäntö pyrkii edistämään luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013 on lisäys jätelakiin 646/2011, jolla pyritään torjumaan haitallisia ympäristövaikutuksia ohjaamalla kaatopaikkojen suunnittelua, perustamista, rakentamista, käyttöä, hoitoa, käytöstä poistamista, jälkihoitoa ja jätteiden sijoittamista.

2.3.1 Jätteen määritelmä

Jätteeksi on määritelty aine tai esine, joka on poistettu, aiotaan poistaa tai on veloitettu poistamaan käytöstä aineen tai esineen haltijan toimesta. Aine tai esine ei ole jäte vaan sivutuote, jos tuotantoprosessin ensisijaisena tarkoituksena ei ole tämän aineen tai esineen valmistaminen ja:

- 1) aineen tai esineen jatkokäytöstä on varmuus;
- 2) ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan sellaisenaan tai sen jälkeen, kun sitä on muunnettu enintään tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti;
- 3) aine tai esine syntyy tuotantoprosessin olennaisena osana; sekä

4) aine tai esine täyttää sen suunniteltuun käyttöön liittyvät tuotetta sekä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset eikä sen käyttö kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. (L 646/2011, 5§)

2.3.2 Orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto

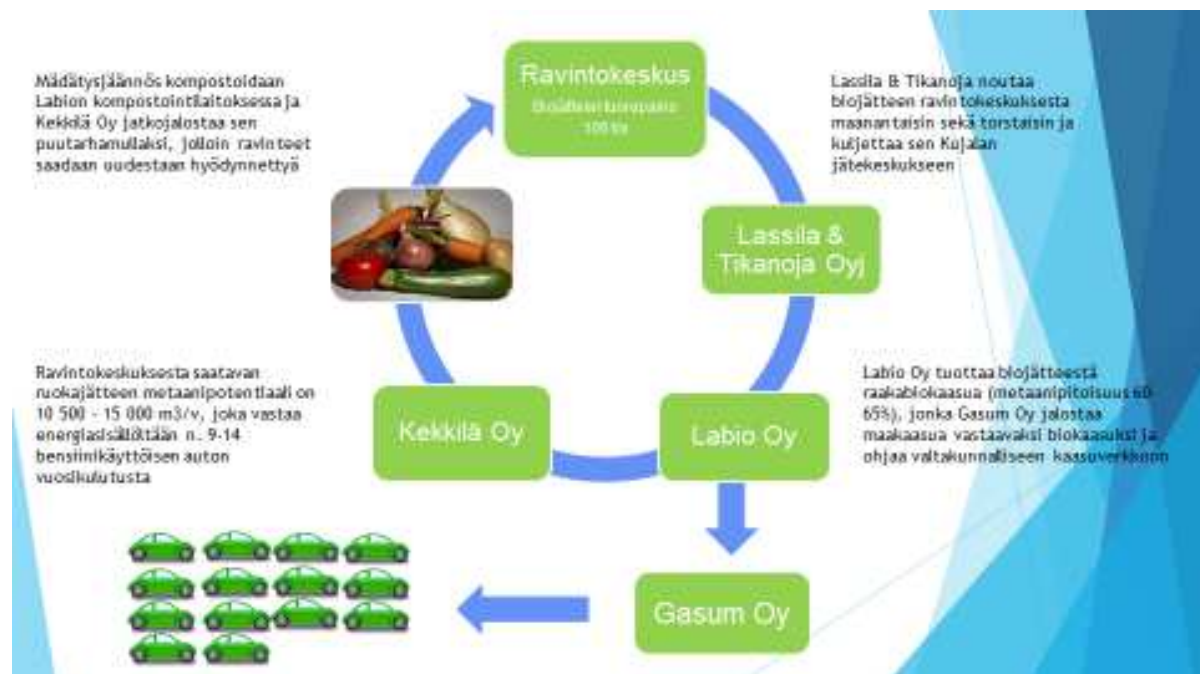
Kun puhutaan orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellosta, tarkoitetaan tällä Valtioneuvoston asetusta kaatopaikoista (331/2013) joka on säädetty jätelain (646/2011) ja ympäristösuojelulain (86/2000) 11, 12, 16 §:n nojalla. Tavoitteena asetuksella on vähentää kaatopaikkojen metaanipäästöjä ja suotovesikuormitusta (Kaartinen 2013).

Koska biohajoavuuden määrittämiseen edellytetään useiden eri menetelmien käyttöä, on indikaattorina päätetty käyttää orgaanisen hiilen kokonaispitoisuuden (TOC) tai hehikutushäviön (LOI) 10%:n enimmäisarvoa TOC-pitoisuuden määrittäminen tehdään standardin SFS-EN 13137 mukaisesti ja hehikutushäviön määrittäminen tehdään standardin SFS-EN 15169 mukaisesti. Poikkeuksena 10%:n raja-arvoa ei sovelleta energiantuotannon ja jätteenpolttolaitoksen lento- ja pohjatuhkille, pilaantuneille maamassoille tai asbestijätteille. Jätteen kaatopaikkakelpoisuus todennetaan kuorman purkutilanteessa tai jätekasasta otetuilla satunnaisnäytteillä (Wahlström, Laine-Ylijoki & Jermakka 2012).

Jos kaatopaikkakielto toimii, kuten on suunniteltu, orgaanisen jätteen tehokkaamman kierrätyksen lisäksi muita jätteitä voidaan hyödyntää paremmin uusiomateriaalina, kaatopaikkojen tuottamien päästöjen ennustettavuus paranee ja kaatopaikan päivittäispeitot tulevat tarpeettomiksi (Kaartinen 2013).

2.4 Orgaanisen jätteen hyödyntäminen Lahdessa

Nykyään puhutaan kiertotaloudesta, jolla tarkoitetaan talousjärjestelmää, jossa resursseja kierrätetään ja käytetään uudelleen mahdollisimman tehokkaasti. Biojäte on kiertotalousajattelussa keskeisessä osassa sen sisältämien ravinteiden vuoksi. Vaikka neitseellisen fosforin ei pitäisi loppu ainakaan vuosisataan, epävarmuustekijät ja vesistöjen rehevöityminen vaatii fosforin takaisinottoa ja sen tehostamista (Kiel Working Papers 2014, 3). Tämän vuoksi biojätteen merkitys tulee korostumaan tulevaisuudessa. Kuviossa 1 on esitetty, miten ravintokeskuksen biojäte kytkeytyy kiertotalousajatteluun.



KUVIO 1: Ravintokeskuksen kiertotalouden havainnollistaminen.

Lassila & Tikanoja noutaa biojätteen ravintokeskukselta kahdesti viikossa (Korhonen 2014). Biojäte kuljetetaan jäteautolla Kujalan jätekeskukseen, jossa sijaitsee Labio oy:n vuonna 2004 perustettu kompostilaitos ja vuonna 2014 alueelle lisätty biokaasulaitos.

Laitoksessa valmistetaan biokaasua mädättämällä biojätettä reaktoreissa hapettomissa olosuhteissa. Tuotekaasu sisältää metaania 60-65 %, jonka lisäksi siinä on huomattava määrä hiilidioksidia sekä mm. vettä ja rikkivetyä (Motiva 2015). Gasum jalostaa tuotekaasun maakaasua vastaavaksi kaasuksi, jolloin metaanipitoisuus on vähintään 95 %. Tämä

kaasu ohjataan valtakunnalliseen verkkoon ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi liikenteen polttoaineena (Labio 2014). Ravintokeskuksen vuonna 2014 tuottama biojäte, jonka kuivapaino oli 34 320 kg vastaa energiasisällöltään 9-14 henkilöauton vuosikulutusta.

Reaktorista jäävä kiinteä mädätysjäännös siirretään Labion kompostointilaitokseen, jossa se käy läpi hygienisointivaiheen, joka tarkoittaa massan lämpötilan nostamista 70 celsiusasteeseen vähintään tunnin ajaksi. Tuotteeksi saadaan kompostia, joka käy maanparannukseen tai –viljelyyn sellaisenaan ja Kekkilän jatkojalostuksen jälkeen kasvualustaksi. Näin ravinteet siis saadaan hyödynnettyä uuden ruoan tuotannossa (Päijät-Hämeen Jätehuolto 2016).

3 PÄIJÄT-HÄMEEN KESKUSSAIRAALAN KESKUSKEITTIÖ

3.1 Kohteen perustiedot

Keskuskeittiö on rakennettu nykyiselle sijainnilleen vuonna 2012. Yhden työpäivän aikana keittiössä työskentelee keskimäärin 34 henkilöä. Ruoka-annoksia valmistetaan päivän aikana keskimäärin 1540 kpl, ja osastoille menevien annosten osuus tästä on keskimäärin 980 kpl. Ruokaa toimitetaan Keskussairaalan kaikille osastoille ja myös erikseen Hämeenkadun psykiatriselle poliklinikalle, Keskussairaalan nuorisopsykiatrian sairaalakoululle, Keskussairaalan yleissairaalapsykiatrian poliklinikalle ja henkilökunnan ruokalaan (Korhonen. 2015).

3.2 Selvitystyön tehtävät

Selvitystyön päätavoitteena on kartoittaa biojätteen syntypisteet, säilytys- ja prosessointipaikat, biojätteen logistiset reitit ja merkitä ne keittiön pohjakuvaan. Logististen virtojen selvittämiseksi punnitaan biojäteastioita ennen – ja jälkeen prosessointia, jotta saadaan tarkka selvitys biojättemääristä ja prosessin tehokkuudesta. Osastoille lähteviä ja takaisin tulevia annoksia tarkkaillaan seitsemän päivän aikana ja selvitetään takaisin tulevan ruoan ja ruoantähteiden määrää ja laatua. Havaintojen tuloksia verrataan tehtyjen annosten määrästä laskettuun painoon tarkoituksena selvittää ruokalajeja, joista tulee normaalia enemmän takaisin joko osittain syötynä tai kokonaan syömättä. Lisäksi selvitetään biojätteen käsittelyn vaatima tila keittiössä ja keittiön ulkopuolella työskentelyvaroineen. Lopuksi selvitetään biojätteen jatkokäsittely, josta selviää, minne ja miten biojäte kuljetetaan keittiön jätetiloista ja miten biojäte käsitellään. Lisäksi selvitetään hygieniaoheistuksen ajantasaisuus, kartoitetaan sekä työntekijöiden haastatteluilla että omakohtaisella havainnoinnilla hygieniariskit, kontaminaatoriskit, hajuhaitat, tilojen puhtaanapito, välineiden puhtaanapito ja käsihygienia. Ergonomian osalta selvitetään ohjeistuksen ajantasaisuus, kartoitetaan työntekijöiden

haastatteluilla työergonomia johon sisältyy nostot ja siirrot jätteen käsittelyyn liittyen, selvitetään turvallisuusriskit ja mahdolliset ongelmat. Työviihtyvyyttä selvitetään haastattelemalla keittiön johtoa ja työntekijöitä ja tekemällä kyselylomakkeen biojätteen käsittelyyn ja siihen liittyvistä asioista. Lopuksi selvitetään sähkön- ja vedenkulutusta biojätteen käsittelyssä ja käsittelyyn tarvittavien välineiden uusimis- ja huoltofrekvenssi.

4 KERÄYSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

4.1 Manuaalinen järjestelmä

Manuaalisella järjestelmällä tarkoitetaan niin sanottua vanhanaikaista biojätteen lajittelua, joka aiheuttaa paljon ylimääräistä työtä, jota ovat jätteiden lajittelu astioihin, astioiden säännöllinen vaihtaminen ja kuljetus välivarastoon. Astiat täyttyvät nopeasti sillä rakennetta ei jauheta hienommaksi eikä vettä lingota pois, joten biojätteen käsittelyn ergonomia- ja hygieniariskit kasvavat huomattavasti. Lajittelun tehokkuus voi myös kärsiä, sillä ylimääräinen työ muun ohella ei välttämättä motivoi lajittelun vakavasti ottamiseen, vaan biojäte heitetään mahdollisesti muiden roskien mukana esimerkiksi sekajätteeseen. Hajuhaitat jäteastioiden lähellä ja jäteastioiden jäätyminen talvella on myös ongelma runsaan nestepitoisuuden takia. Alkuinvestointi manuaalisessa järjestelmässä on pieni, eikä laitteiden huollosta tai lisääntyneestä veden ja sähkön kulutuksesta tule lisäkustannuksia (LIITE 1).

4.2 Puoliautomaattinen järjestelmä (viettoviemäri-laitteisto)

Keittiössä tällä hetkellä käytössä oleva järjestelmä on puoliautomaattinen. Henkilökunnalle biojätteen käsittelyyn liittyvät hygieniä ja ergonomiariskit huomattavasti pienempiä, koska bioasemat ovat lähellä biojätettä muodostavia pisteitä keittiössä. Jauhettu biojäte kulkeutuu vesiväestisästi, ja ylimääräinen vesi lingotaan pois biojätteestä ennen varastointia, joten jäteastiat täyttyvät huomattavasti hitaammin, kuin manuaalisessa järjestelmässä. Bioastioiden hitaampi täytyminen näkyy sekä jätekuljetuksen kustannuksissa, koska laskutus tapahtuu astioiden määrän eikä painon mukaan, että biojätteen käsittelyyn kuluva ajassa ja ergonomiassa, koska jäteastioita tarvitsee käsitellä vähemmän ja käsittely tapahtuu ainoastaan biojätehuoneessa. Vaikka hajuhaittaa ei pystytä eliminoimaan, niin se on huomattavasti pienempi kuivan biojätteen takia ja myös jäteastioiden keskitetyn sijainnin vuoksi. Bioasemien sähkön

ja veden kulutus sekä pesun ja huollon tarve tekevät lisäkustannuksia verrattuna manuaaliseen järjestelmään (LIITE 1).

4.3 Automaattinen järjestelmä (alipainesiirto)

Biojäte kerätään keräyspisteisiin ja imetään alipaineella putkessa alipaineistettuun biojätessäiliöön (KUVA 1). Säiliössä jätteestä erotellaan vesi ja kuivajäte. Säiliö voidaan kuljettaa koukkulava-autolla käsittelylaitokselle tai vaihtoehtoisesti tyhjentää imuautolla paikan päällä. Hygienia- ja ergonomiariskit ovat minimaalisimmat kolmesta järjestelmästä, koska jätteen kanssa ei olla tekemisissä muuten, kuin jätettä asemaan laitettaessa. Automaattisessa järjestelmässä veden kulutus on eliminoitu alipaineella toimivan kuljetusjärjestelmän avulla, mutta huolto ja puhdistus ovat vielä pakollisia (LIITE 1).

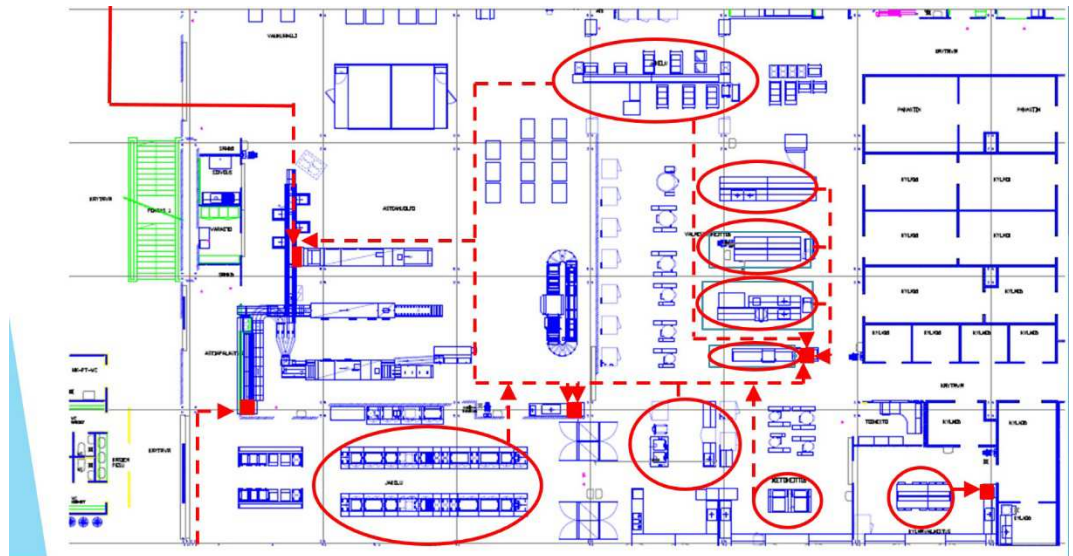


KUVA 1: alipaineistettu jätessäiliö

5 BIOJÄTTEEN LOGISTISET VIRRAT

5.1 Keittiön biojätevirtojen selvitys

Kuviossa 2 on punaisilla täytetyillä neliöillä merkitty laitoskeittiön viiden biojäteaseman (KUVA 2) sijainti. Biojätteen syntypisteet on kehystetty punaisilla ellipseillä. Katkoviivalla on merkitty biojätteen logistiset virrat, jotka ohjautuvat bioasemille. Potilasruokailun jakolinjastosta jää yli ruokaa, joka kuljetetaan nuolien mukaisesti niin ikään kolmelle eri bioasemalle. Henkilöstöruokalan jaosta ylijäänyt ruoka vieään keskellä olevalle bioasemalle ja lautastähteille on oma bioasemansa tiskauspisteellä. Potilasruokailun lautastähteet kuljetetaan kärryillä osastoilta takaisin keittiöön ja tyhjennetään omaan bioasemaansa. Biojäteasemissa ruokajäte murskataan ja siirretään vedellä avustettuna alemman kerroksen jätehuoneeseen.

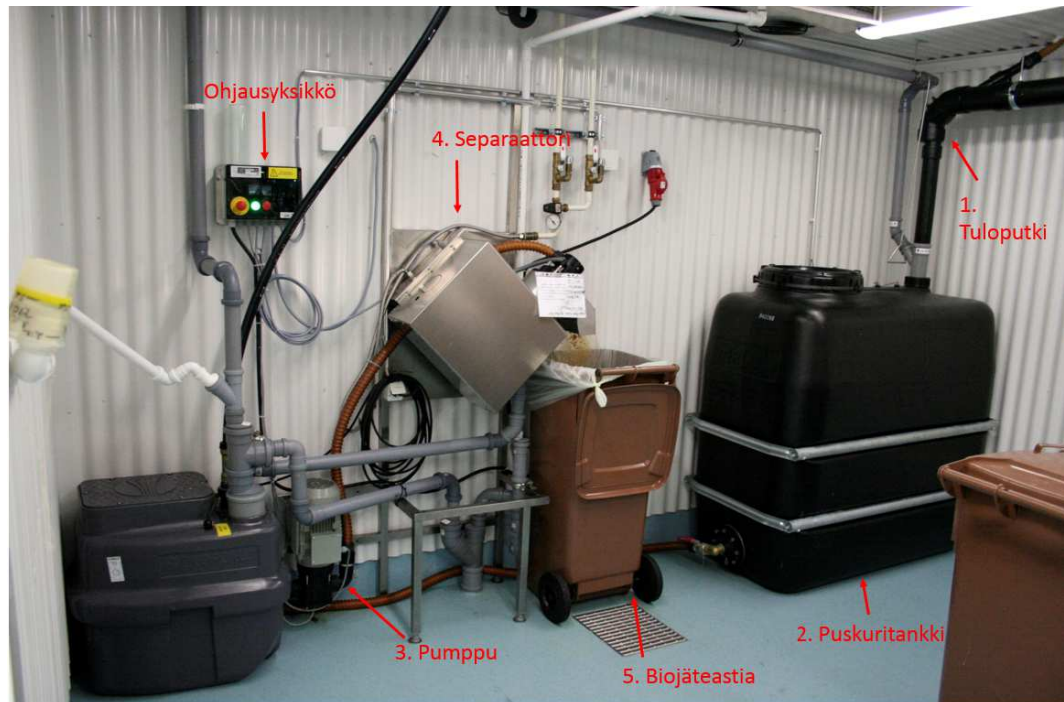


KUVIO 2: Biojätteen logistiset virrat keittiön tiloissa.



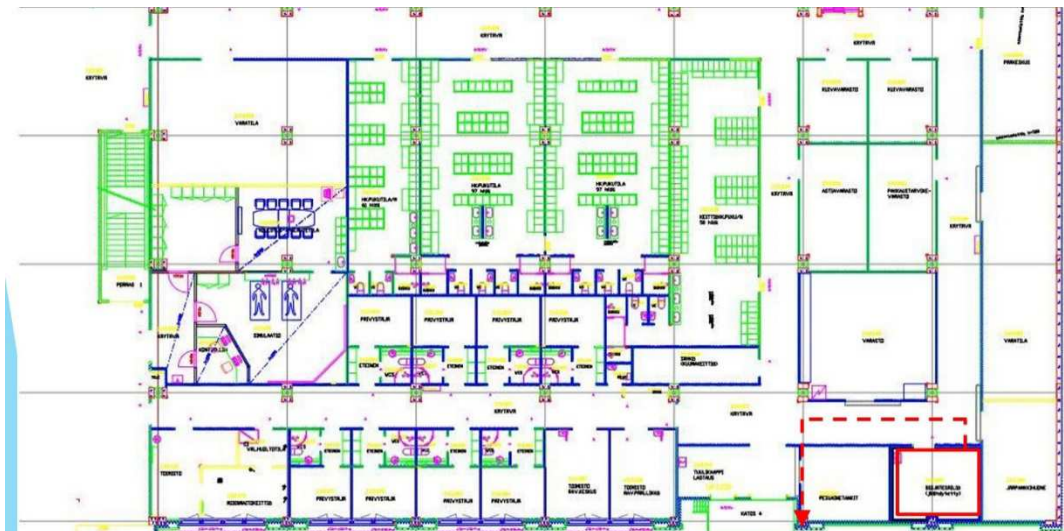
KUVA 2: Biojäteasema

Kuvassa 3 näkyy jätehuoneen prosessi jossa liete ensin siirtyy vesiaavusteisesti tuloputkea pitkin puskuritankkiin. Lietettä pumpataan pulsseina separaattoriin sitä mukaan, kun biojätettä syötetään yläkerran bioasemiin. Separaattori erottaa nesteen jätteestä pois ja kuiva aines valutetaan biojäteastiaan.



KUVA 3: Biojätehuoneen toiminta numeroituna.

Kuviossa 3 näkyy siirron matka jätehuoneesta ulos kuormauslaiturille, josta jäte pakataan jäteautoon.



KUVIO 3: Biojätehuoneen sijainti alemmassa kerroksessa.

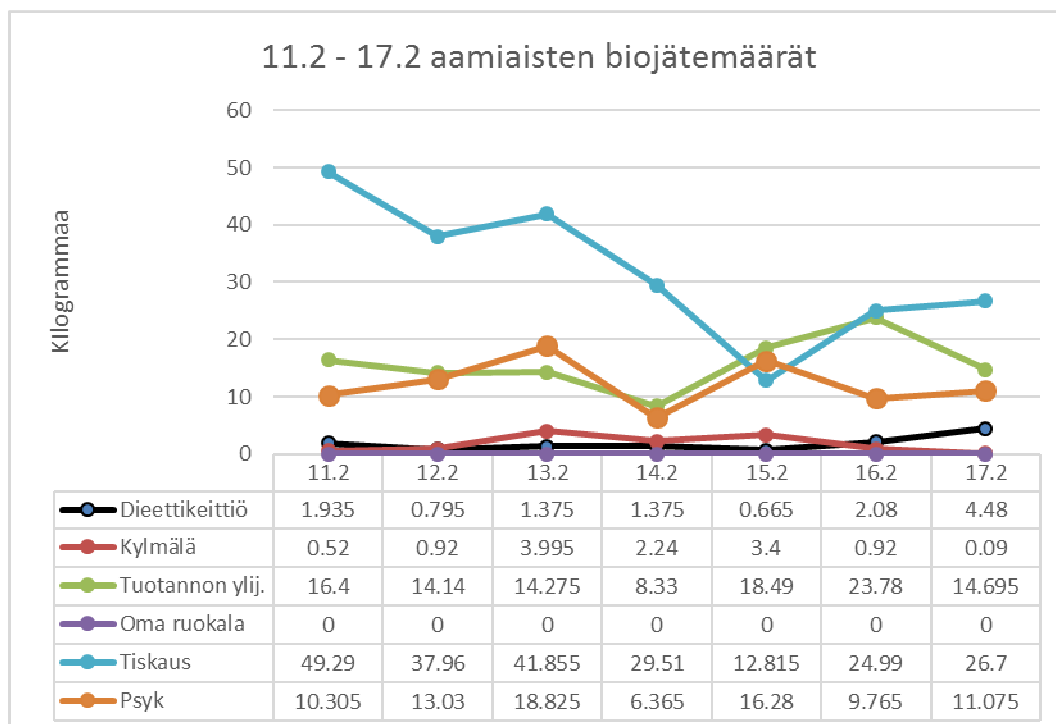
Biojätteen synty pisteiden selvityksen lisäksi keittiössä tarkkaillaan biojätteiden määrää punnitsemalla kaikki bioasemiin menevä aines ennen prosessointia. Koska bioasemien materiaalin kuljetus toimii vesiväestisesti, punnitaan myös jätehuoneen jäteastioita, jotta saadaan erotettua märkäjätteen ja kuivajätteen paino. Biojättemäärien lisäksi punnittiin aamupalaksi, lounaaksi ja päivälliseksi meneviä annoksia ja

kerrottiin annoksen koko annosten määrällä, josta saatua tulosta verrattiin takaisin tulevien lautastähteiden määrään.

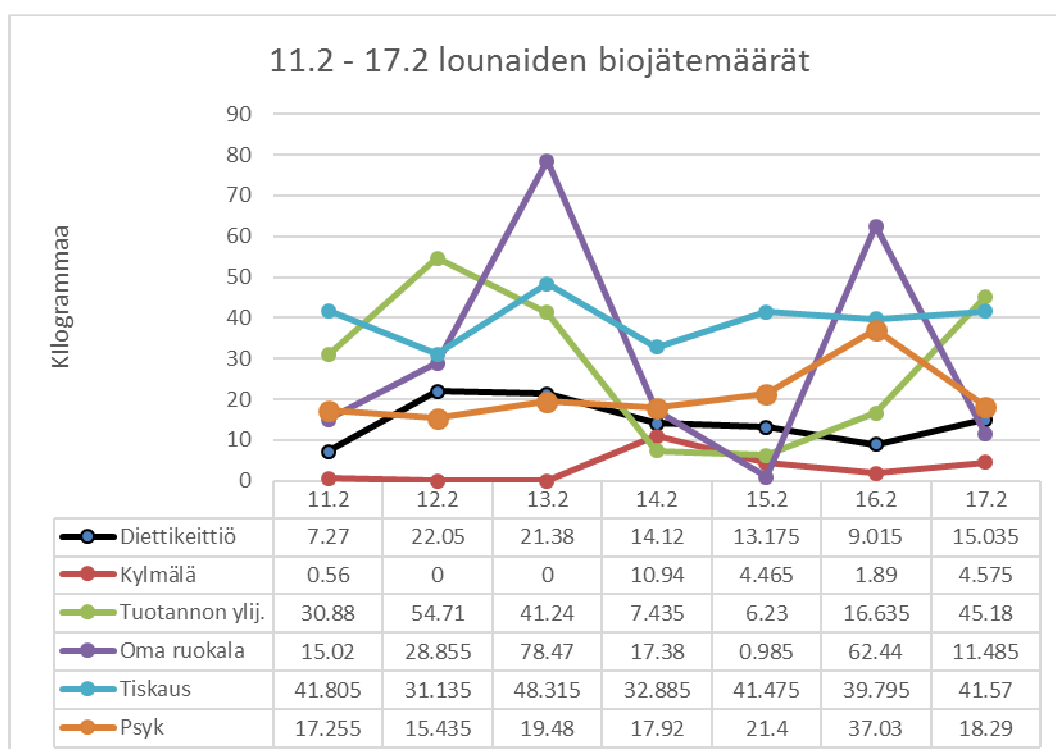
5.2 Biojättemäärät

Seitsemän päivän ajalta kerättyjen punnitusten tulokset osoittavat kuvioissa 4,5 ja 6 määrällisesti suurimman biojätteen osuuden tulevan tiskauspisteelle, johon kerättiin selvityksen aikana osastoilta palaava ruoka-aines. Poikkeuksen tekee muutamina päivinä tuotannon ylijäämä. Kuviossa 5 ilmennyt päivällispunnituksen tuotannon ylijäämän nollatulos päiväyksellä 12.2 johtuu todennäköisesti väärästä kirjaustavasta, koska tiskauspisteen punnituslomakkeeseen on merkitty paljon enemmän tapahtumia, kuin muina päivinä. Tiskauksen punnituslomakkeessa ei kuitenkaan ole mainittu minkään tuloksen olevan tuotannon ylijäämää, joten kyseisen päivän tulokset ovat vääristyneitä.

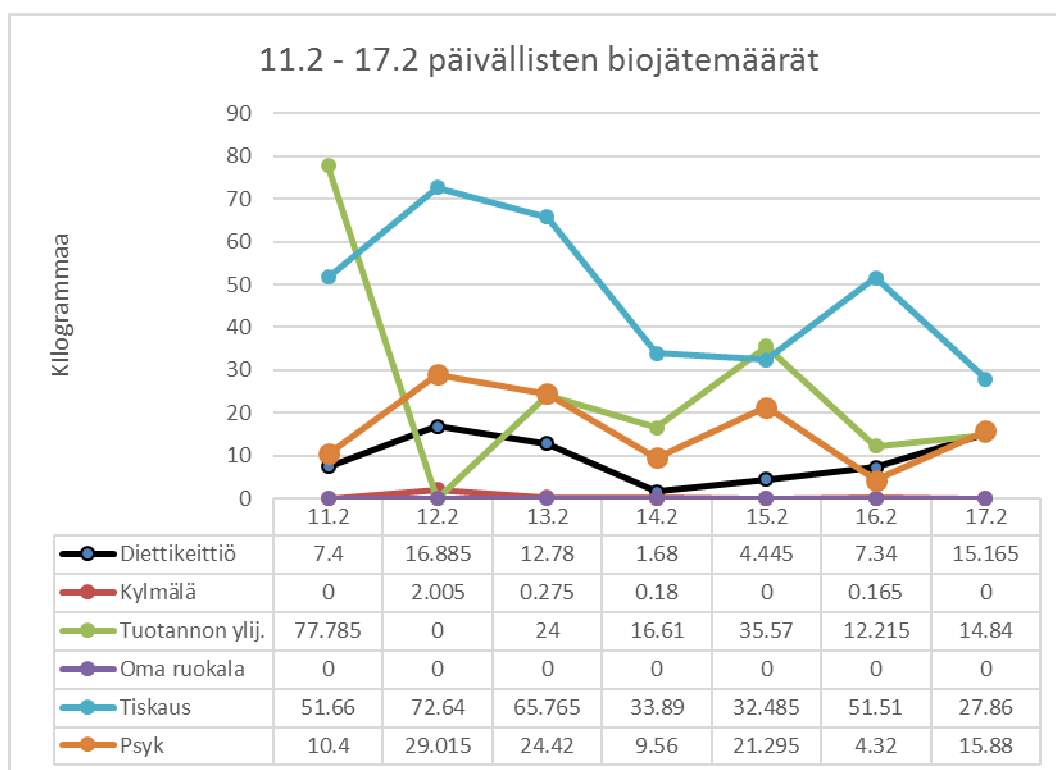
Kuvioista 4,5 ja 6 voidaan havaita osastoilta tulevissa annoksissa piikkejä aamiaisissa 11.2 ja 13.2, kun lounaissa takaisin tuleva määrä pysyy kohtalaisen samana koko viikon ajan. Päivällisissä piikit osuvat päiviin 12.2 ja 13.2, joista ensin mainitun päivämäärän tulokset ovat jollain tasolla virheelliset, joten sitä ei huomioida. Henkilökunnan ruokalassa ei tarjoilla, kuin lounasta, mistä johtuen aamiaisissa ja päivällisissä on nollatulos kuviossa 4 ja 6.



KUVIO 4: Aamiaisten biojättemäärät viikon ajalta.



KUVIO 5: Lounaiden biojättemäärät viikon ajalta.



KUVIO 6: Päivällisten biojättemäärät viikon ajalta.

Kuviossa 7 on koottu viikon punnitusten yhteenlasketut tulokset, joista voi helposti havaita osastoilta tulevan huomattavasti eniten biojätteen päätyvää ruoka-ainesta. Yhteensä prosessoimatonta biojätettä syntyi viikossa 2 006 kg, josta osastoilta takaisin tulleen aineksen osuus on 853 kg, joka on 42% jätteen kokonaispainosta. Vuoden arvioitu biojättemäärä ennen prosessointia voidaan laskea kertomalla viikon biojättemäärä vuodessa olevien viikkojen määrällä 52. Tulokseksi saadaan aamiaisten osalta 23 071 kg, lounaiden osalta 44 844 kg ja päivällisten osalta 36 402 kg. Yhteensä vuodessa syntyy arviolta 104 316 kg biojätettä (kuvio 8).

Biojäteastioita pystyttiin punnitsemaan vain kaksi kertaa (kuvio 9), koska astian siirtoon tarvittavaa haarukkavaunua (pumppukärryä) ei saatu kuin kahdeksi päiväksi lainaan ja yli 80-kiloista jäteastiaa oli mahdotonta nostaa vaa'alle käsin yhden henkilön toimesta. Kahden päivän tuloksista kuitenkin pystyttiin vertailemaan samojen päivien biojätetuoton painoa bioastioiden painon kanssa. Tuloksista laskettiin nesteen separoinnin määrä, joka on n. 72.5%. Tästä pystyttiin laskemaan arvio vuotuisesta biojätteen kuivamassasta, joka lopulta kuljetetaan jäteasemalle mikä on hieman alle 29 tonnia. (KUVIO 10). Kuivapainosta voidaan päätellä

nesteen erotuksen olevan tehokas keino vähentää keittiön tiloista ulos lähtevän jätteen painoa, joskin separointi kuormittaa viemärijärjestelmää erittäin paljon rasvanerotuskaivosta huolimatta.

Viikon Biojättemassat (KG)						
	Dieetti	Kylmä	Tuotannon Ylij.	Oma Ruokala	Tiskaus	Muut
Aamiaiset:	12.705	12.085	110.11	-	223.12	85.645
Lounaat:	102.045	22.43	116.72	198.075	294.22	128.89
Päivälliset:	65.695	2.625	181.02	-	335.81	114.89
YHTEENSÄ:	180.445	37.14	407.85	198.075	853.15	329.425

KUVIO 7: Viikon biojättemassat kilogrammoina

Vuoden Biojättemassat (märkä, KG)	
Aamiaiset:	23070.58
Lounaat:	44843.76
Päivälliset:	36402.08
YHTEENSÄ:	104316.42

KUVIO 8: Vuoden arvioitu biojättemäärä ennen prosessointia

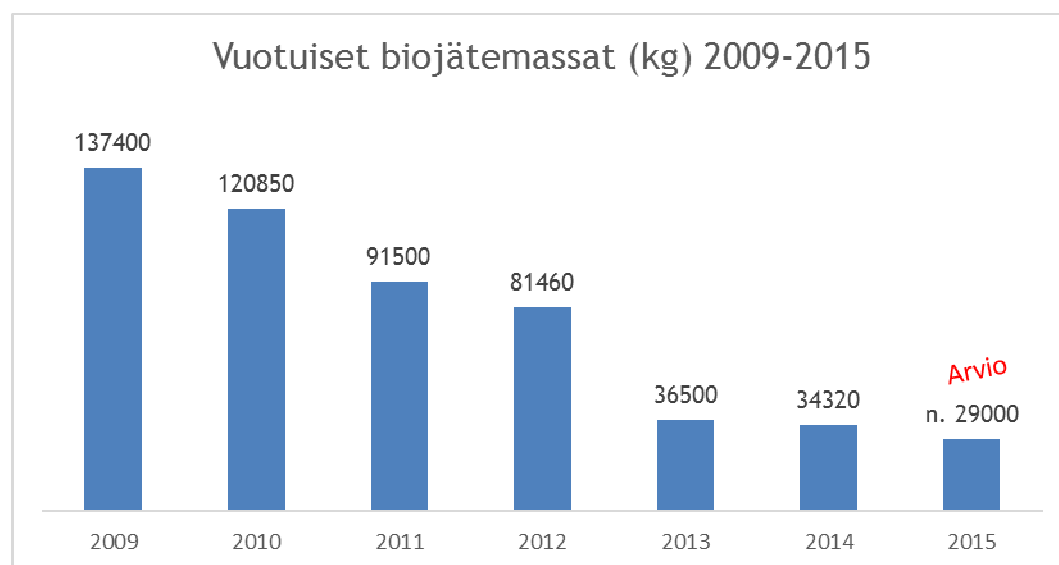
Bioastiat			
Sisään	Ulos	KG	Täyttymisaika
11.2 18:20	13.2 10:30	85.5	17.5 h
13.2 10:30	13.2 18:30	81.2	8 h

KUVIO 9: Bioastioiden punnitseminen

Vuoden Biojättemassat (kuiva, KG)	
Aamiaiset:	6344.4095
Lounaat:	12332.034
Päivälliset:	10010.572
YHTEENSÄ:	28687.0155

KUVIO 10: Vuoden arvioitu biojättemäärä separoinnin jälkeen

Biojättemääriä on seurattu jätekuljetuksista vuodesta 2009 lähtien ja kuvioista 11 selviää biojättemäärän trendin olleen laskeva. Suurin vuotuisen jättemäärän vähennys saavutettiin vuonna 2013, kun nykyinen biojätejärjestelmä otettiin käyttöön ja jätteestä erotettiin neste. Viikon biojättemassojen selvityksen perusteella voidaan arvioida vuoden 2015 jättemäärän olevan 28 687 kg, eli n. 29 t.



KUVIO 11: Vuotuiset biojättemassat.

5.3 Psykiatrinen osasto

Psykiatrinen osasto käsitellään erillisessä luvussa muihin osastoihin verrattuna, koska kyseinen osasto tuottaa hyvin paljon sekajätettä verrattuna muihin osastoihin.

Psykiatriselle osastolle viedään sekä ruokalaan noutopöytään ruokaa, että osastoille aterioita. Kuviossa 4,5 ja 6 ilmoitettu psyk:n osuus biojätteestä kattaa ruokalan tarjoilusta ylijääneen ruoan ja osastoilta palautuneen lautastähteen, mutta ei ruokalassa tuotettua lautastähdettä jota tiettävästi tulee myös paljon. Syynä ruokalan lautastähteen palautumattomuuteen on lajittelun mahdottomuus ruokalassa. Asiakkaat eivät lääkityksen tai mielenterveydellisten ongelmien vuoksi kykene syntypaikkalajittelemaan jätteitä, vaan kaatavat kaiken sekajätteeseen. Työntekijöiden mukaan myös lautaset ja haarukat päätyvät usein sekajäteastiaan. Ruokalassa ei ole tarpeeksi työntekijöitä yhdessä vuorossa, jotta astiapalautus-pisteellä voitaisi lajitella potilaiden puolesta jätteet, koska kaikki aika menee ruokien esillepanossa ja ruoka-astioiden vaihtamisessa ym. ruoan jakotoiminnassa.

6 RUOKALAJIEN MERKITYS BIOJÄTTEEN MÄÄRÄÄN

Punnitusjakson aikana kiinnitettiin huomiota ruokalajien merkitykseen osastoilta palaavassa biojätteessä. Punnituista jätemääristä ja päivän ruokalistaista etsittiin korrelaatiota, jotta ruokalista olisi mahdollinen muokata resurssitehokkaammaksi. Tuloksia verrattiin MTT:n vuonna 2010 tehtyyn kirjallisuuskatsaukseen (Kuvio 12), jossa oli tutkittu Tampereen Yliopistollisen Sairaalan (TAYS) potilasruokailun hävikkiä (Elintarvikeketjussa syntyvä ruokahävikki 2010, 40-41).

Taulukko 12. Annosten koot ja hävikit sairaalan potilasruokailussa (Kujala 2009)

Ruokalaji	Annoksen paino (g)	Hävikin paino (g)	Hävikin osuus annoksesta %
Pippurinen lihapata	345	100	29,0 %
Kalaleike	350	80	22,9 %
Kirjohikikiusaus	250	70	28,0 %
Lempeä kanakeitto	250	60	24,0 %
Leipäannos	21	8	38,1 %
Salaattiannos	80	25	31,3 %
Vadelma-punaherukkakiisseli	150	20	13,3 %
Marjarahka	130	25	16,9 %
Yhteensä	1576	388	24,6 %

KUVIO 12: TAYS:n potilasruokailun hävikki

6.1 Aamiainen

Aamiaistarjoilussa vähiten lautastähteitä tuli 14.2, jolloin ruokana oli karjalanpiirakka, keittokinkku ja puuro tai velli. Annoksia tehtiin 283 kpl, jonka massa oli yhteensä 56.9 kg. Lautastähteitä palautui 29.51 kg. Prosentuaalisesti lautastähteitä palautui 51.9 % valmistetusta ruoasta.

Eniten lautastähteitä palautui 17.2, jolloin ruokana oli vehnäleipä, palvikinkkuviipale ja puuro tai velli. Annoksia tehtiin 250 kpl, jonka massa oli yht. 84.2 kg. Lautastähteitä palautui 45.2 kg. Prosentuaalisesti lautastähteitä palautui 53.7 % valmistetusta ruoasta.

Aamiaisissa ei ollut suurta eroa lautastähteissä ja syyksi yleisesti suureen palautusprosenttiin todettiin johtavan muu tekijä, joka käsitellään luvussa 5.4.

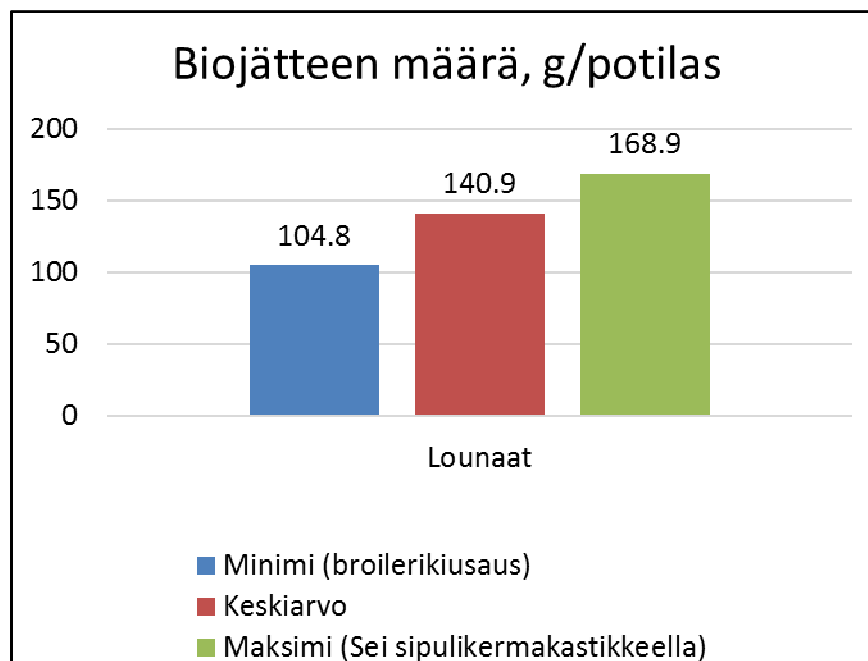
6.2 Lounas

Lounastarjoilussa vähiten lautastähteitä palautui 12.2, jolloin ruokana oli broilerikiusausta. Annoksia tehtiin 297 kpl, jonka massa oli yhteensä 112.4 kg. Lautastähteitä palautui 31.1 kg. Prosentuaalisesti lautastähteitä palautui 27.7 % valmistetusta ruoasta.

Eniten lautastähteitä palautui 13.2, jolloin ruokana oli sei sipulikermakastikkeella. Annoksia tehtiin 286 kpl, jonka massa oli yhteensä 121 kg. Lautastähteitä palautui 48.3 kg. Prosentuaalisesti lautastähteitä palautui 39.9 % valmistetusta ruoasta.

Lounaissa oli 12.2 %-yksikön ero pienimmän ja suurimman lautastähteen määrässä. Kuviossa 13 näytetään keskimäärin palautunut ruokajäte grammoina per annos.

Annoskokoja oli kolme. Broilerikiusauksessa annos 1 oli 320 g, annos 2 oli 410 g ja annos 3 oli 485 g. 1-annoksia tehtiin 122 kpl, 2-annoksia 154 kpl ja 3-annoksia 21 kpl. Sei sipulikermakastikkeella –aterian annos 1 oli 340 g, annoksessa 2 oli 460 g ja annoksessa 3 oli 645 g. 1-annoksia tehtiin 116, 2-annoksia 152 ja 3-annoksia 18. Keskimäärin ruokaa palautui viikon tarkkailujaksolla 140.9 g per potilas. Lounaissa voidaan olettaa luvussa 5.4 selitetyn muun tekijän olevan todella pieni, ja syyn suureen palautusprosenttiin johtuvan ruokalajista.



KUVIO 13: Osastoilta palautuvan lounas-lautastähteen määrä grammoina.

6.3 Päivällinen

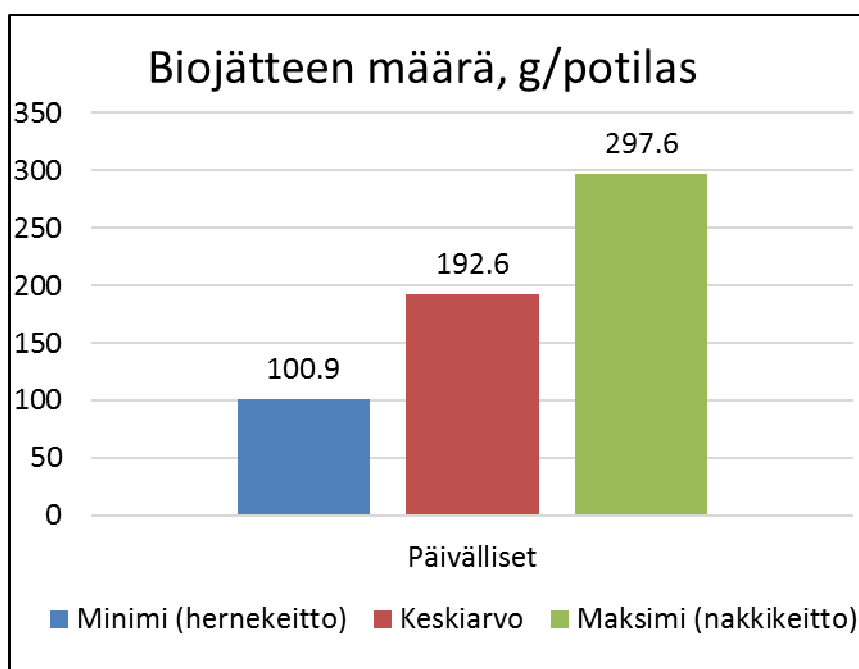
Päivällistarjoilussa vähiten lautastähteitä palautui 17.2, jolloin ruokana oli hernekeittoa. Annoksia tehtiin 276 kpl, jonka massa oli yht. 92.2 kg. Lautastähteitä palautui 27.9 kg. Prosentuaalisesti lautastähteitä palautui 30.2 % valmistetusta ruoasta.

Eniten lautastähteitä palautui 13.2, jolloin ruokana oli nakkikeittoa. Annoksia tehtiin 221 kpl, jonka massa oli yht. 100.4 kg. Lautastähteitä palautui 65.8 kg. Prosentuaalisesti lautastähteitä palautui 65.5 % valmistetusta ruoasta.

Päivällisissä oli suurin ero minimi- ja maksimipalautuksessa, joka oli 35.3 %-yksikköä. Eräs ehdotus nakkikeiton suureen palautusprosenttiin oli kirkas liemi keitossa, jota jätettäisiin lautaselle enemmän kuin hernekeitossa, mutta esimerkiksi 14.2 tarjoilussa jauhelihakeitossa oli kirkas liemi ja sen palautusprosentti oli vain 38.5 %. Kuviossa 14 näytetään päivällisiltä palautuva ruokajäte grammoina per potilas.

Annoskokoja oli kolme. Hernekeitossa annos 1 oli 295 g, annos 2 oli 350 g ja annos 3 oli 380 g. 1-annoksia tehtiin 88 kpl, 2-annoksia 172 kpl ja 3-annoksia 16 kpl. Nakkikeitossa annos 1 oli 350 g, annos 2 oli 515 g ja annos 3 oli 610 g. 1-annoksia tehtiin 94 kpl, 2-annoksia 105 ja 3-annoksia 22. Keskimäärin ruokaa palautui viikon tarkkailujaksolla 192.6 g per potilas.

Päivällisissä muu tekijä on mahdollinen, mutta myös ruokalajeilla on selvä yhteys.



Kuvio 14: Osastoilta palautuvan päivällis-lautastähteen määrä grammoina.

6.4 Muu tekijä

Punnituksen yhteydessä ilmeni, että osastojen ja keskuskeittiön välinen kommunikaatio on tahmeaa ja hidasta. Tieto osastoilta lähtevistä potilaista ei saavu ajoissa keittiöön ja tämän johdosta aterioita tehdään olemattomille potilaille. Tämä selittää osan aamiaisten ja päivällisten suuresta palautusprosentista, koska potilaat kotiutetaan yleensä iltapäivällä tai illalla.

Osa tilauksista tehdään verkon kautta sairaalan omalla tilausohjelmalla, mutta suuri osa tilauksista tulee puhelimitse, koska potilaita tulee hoitoon pitkin päivää. Keittiön työntekijöiden mukaan uudet potilaat ilmoitetaan nopeasti, mutta poistuvien potilaiden ilmoittaminen on jokseenkin hidasta.

Osasy myös päivällisten huonolle menekille voi johtua, että osastoilla suoritetaan leikkaukset ja muut toimenpiteet päivällä ja esimerkiksi leikkauksen jälkeen ruoka ei välttämättä maistu.

7 BIOJÄTTEEN PROSESSOINTIIN KULUVAT RESURSSIT

7.1 Biojätteen prosessointiin kuluva aika

Biojätteen prosessointiaika koostuu neljästä osasta jotka ovat seisonta-aika keittiössä, kuljetus keittiössä syntypisteestä bioasemalle, jätteen kulku järjestelmässä ja seisonta-aika jätehuoneessa olevassa jäteastiassa.

1) Seisonta-aika keittiössä on 2-30 minuuttia ja muodostuu:

- Valmistuksen yhteydessä, kun tuotannossa koostunut tuotantohävikki, esimerkiksi vihannesten kuoret kerätään erilliseen astiaan ennen sen laittamista bioasemaan.
- Aterijaosta ylijäänyt ruoka joka on toimituspakeissa ennen bioasemaan tyhjennystä
- Potilasosastoilta palaavissa vaunuissa palaavat lautastähteet, sekä toimituspakit ennen bioasemaan tyhjennystä.

2) Kuljetus keittiössä syntypisteeltä bioasemalle on 1-2 minuttia ja muodostuu:

- Jakolinjaston ylimäärän siirtämisestä kärryillä tai kantaen bioasemaan
- Valmistuksen yhteydessä muodostuneesta tuotantohävikistä joka kuljetetaan kantaen bioasemaan.

3) Jätteen kulku bioasemajärjestelmässä kestää muutamasta minuutista useisiin tunteihin ja muodostuu:

- Bioasemassa muutamasta minuutista puoleen tuntiin, koska bioasemaa ei käynnistetä välttämättä jokaisen bioasemaan kaadetun jätteen jälkeen.

- Putkistoissa jäte voi Tampereen Ammattikorkeakoululle tehdyn järjestelmävertailun mukaan viipyä useita tunteja kun bioasemia ei käytetä. Tämä tapahtuu esimerkiksi työvuorojen välillä.

Jätteen putkistoissa liikkumiseen kuluva aikaa yritettiin selvittää omatoimisesti indikaattoripalloilla, mutta bioaseman murskain silppusi pallot niin tehokkaasti, ettei niitä voinut erottaa jätehuoneen biojäteastian muusta jätteestä. Rakenteeltaan kovemmat esineet taas olisivat voineet vahingoittaa bioaseman murskainta. Tämän takia oletuksena käytetään Juha-Matti Kuortin vuonna 2013 tekemää järjestelmävertailua Tampereen Ammattikorkeakoululle (LIITE 1).

- 4) Seisonta-aika jätehuoneessa olevassa jäteastiassa on minimissään 15 h ja maksimissaan 4 vrk. Miniaika 15 h perustuu arvioon, jossa biojäteastioista huolehtiva työntekijä käy vaihtamassa separaattorin alle uuden jäteastian noin klo. 18:30 ja jäteauto noutaa astiat seuraavana päivänä klo. 9:00 – 9:30. Maksimiaika 4vrk perustuu arvioon, jos biojäteastia ei välttämättä tarvitse vaihtaa perjantaina, ja jäteauto noutaa jäteastiat seuraavana maanantaina klo. 9:00 – 9:30.

7.2 Biojätteen käsittelyyn kuluva matka

Biojätteen käsittelyyn kuluva matkaa varten työntekijöille annettiin askelmittarit ja taulukko, mihin kirjattiin vuoron aikana tulleet askeleet. Taulukossa 1 on esitetty arvio biojätteeseen prosessointiin kuluva matkasta neljässä eri pisteessä. Arviot perustuvat haastatteluiden tuloksiin, jossa arvioitiin biojätteen prosessointiin menevän noin 10% kulutetun kokonaismatkan määrästä. Yhden henkilön kulkema matka päivässä on keskimäärin 4,8 km. Yhteensä aamuvuoro käveli päivässä 21,6 km ja iltavuoro 25,7 km. Kaikkien työntekijöiden yhteensä kulkema matka päivän aikana on 163,2 km. Biojätteen käsittelyssä kuljettu matka on yhdeltä henkilöltä n. 480 m ja kaikilta työntekijöiltä päivässä yhteensä n. 16 km.

Päivämäärä	Dieettikeittiö	Jako	Kuumakeittiö	Kylmä
23.2	926,4 m	1257,2 m	1138,3 m	851,6 m
24.2	904,9 m	1072,5 m	1078,9 m	711,3 m
25.2	1054,7 m	552,5 m	1008,6 m	909,3 m
26.2	877,7 m	1040,0 m	Ei dataa	768,5 m
27.2	1381,5 m	939,7 m	882,0 m	1014,7 m
28.2	1264,9 m	974,6 m	950,0 m	893,5 m
1.3	1455,1 m	990,0 m	804,5 m	875,3 m

TAULUKKO 1: Arvio biojätteen prosessointiin kuluneesta matkasta

7.3 Biojätteen prosessoinnin vaatimat tilat

Keittiössä ja astiahuollossa lattia-pinta-ala on yhteensä 1 016 m².

Henkilökunnan ruokalan, dieettikeittiön, tuorekeittiön ja tiskauspiste 1:n (ruoan valmistusastiat ja kuljetuspakit) bioaseman yhteenlaskettu koko on 1,05 m². Kun tähän lisätään tiskauspiste 2:n (osastolta tulevat tiskit) vaatima 0,72m² tila, saadaan bioasemien vaatimaksi kokonaistilaksi 3,87m², joka on 0,38% keittiökerroksen kokonaislattiapinta-alasta. Prosessoinnin vaatimissa tiloissa on huomioitu 20 cm:n työskentelyvara. Lisäksi alemmassa kerroksessa sijaitseva biojätehuone on kooltaan

18,6m². Yhteenlaskettuna biojätteen prosessointiin tarvitaan 22,47m² lattiapinta-alaa.

8 HYGIENIA

Hygienian tasoa selvitettiin henkilökohtaisilla haastatteluilla, sekä omilla havainnoilla selvityksen aikana. Ennen bioasemia biojäteastiat sijaitsivat keittiön tiloissa ja ne siirrettiin manuaalisesti alemman kerroksen jätehuoneeseen. Bioasemien puhdistus pesuaineella tapahtuu vain kerran päivässä, ja se saattaa aiheuttaa erittäin likaisia bioasemia, kun bioasema ei pysty käsittelemään materiaalia tarpeeksi nopeasti. Myös pisarointia on huomattu tapahtuvan nestemäisissä ruoissa. Tiettyjen siivousvälineiden määrällisen lisäyksen tarve, siivouspäivänkirjan tarve kylmätiloihin ja kiireen vaikutus siivouksen laatuun ovat nousseet esille haastatteluissa. Hygienian taso koetaan haastatteluissa kuitenkin yleisesti hyväksi ja siihen kiinnitetään paljon huomiota. Samaan lopputulokseen päädytään omilla havainnoilla.

8.1 Puhdistusaineet

Bioasemien puhdistukseen käytetään Suma Multi D2 – yleispuhdistusainetta. Bioasemat puhdistetaan pesuaineella kerran päivässä. Samaa puhdistusainetta käytetään myös seuraavien kohteiden puhdistukseen:

- astianpesukoneiden ulkopinnat
- astianpesuosaston kuljetinradat
- hanat
- hyllyt, katto ja seinät
- osastoille menevän ruoan jakeluhihna
- oman ruokalan linjastot
- padat
- painekeittokaapit

- uunit
- ruoan kuljetusvaunut
- siivousvälinekaappi

Aikaisemmin bioasemien puhdistukseen käytettiin Suma Bac D10 – puhdistusainetta, mutta se haittasi laitteiden toimintaa. Suma Bac D10 eroaa Suma Multi D2:sta siinä suhteessa, että se sisältää kvaternaarista ammoniumyhdistettä, jonka ansiosta Multi D2 desinfioi puhdistamisen lisäksi, mutta on erittäin emäksistä ja siten haitallista bioaseman muovisen murskaimen rakenteelle. Ravintokeskuksen puhdistussuunnitelman mukaan Suma Bac D10:n käyttökohteita ovat:

- esipesusuihku
- jäähdytyskaapit
- jääkaapit ja kylmiöt
- jäteastiat ja jättesäkkilaineet
- kytkimet, painikkeet ja ovenkahvat
- lämpömittarit
- leikkurit, yleiskoneet ja kutterit
- leikkuulaudat
- työtasot
- siivousvälineet

Astianpesukoneiden sisäpintojen puhdistukseen ja astioiden liotukseen käytetään Suma Dip Plus K1.1 –liotusainetta. Teräspintojen puhdistukseen käytetään Suma Multi D2:n jälkeen Suma Inox D7.1 puhdistus- ja hoitoainetta, joka suojaa pintoja, säilyttää kiillon ja ehkäisee sormenjälkien näkymistä. Lisäksi ovat vielä astianpesukoneiden käyttämät automaattisesti annostuvat pesuaineet sekä käsitiskiaine. Kaikki

ravintokeskuksessa käytetyt pesuaineet ovat Diverseyn toimittamia, paitsi Metos Pesurae, jota käytetään patapesukoneessa ja on Metoksen oma tuote.

9 ERGONOMIA

Haastattelussa kysyttiin kuusi kysymystä kymmeneltä henkilöltä.

Kysymyksinä olivat:

- **Joudutko biojätettä käsitellessäsi tekemään hankalia nostoja / siirtoja?**

Viisi kymmenestä ei tuntenut tekevänsä hankalia nostoja tai siirtoja. Kolme kymmenestä mainitsi alakerran biojäteastian siirron raskaaksi, joskin huomattavasti helpommaksi, kuin ennen nykyistä biojätejärjestelmää. Kaksi kymmenestä tunsu tiskipisteellä joutuvan ajoittain käsittelemään painavia astioita.

- **Joudutko biojätettä käsitellessäsi työskentelemään epämiellyttävissä asennoissa?**

Kahdeksan kymmenestä ei mielestään joutunut työskentelemään epämiellyttävissä asennoissa. Yksi kymmenestä mainitsi biojäteastioiden pesussa kumartumisen olevan hieman epämiellyttävää ja yksi kymmenestä mainitsi tiskipisteellä joutuvan tekemään toistuvia mekaanisia liikkeitä, jotka pidemmän päälle tuntuvat pahalta.

- **Käytätkö biojätteen käsittelyssä apuvälineitä? Onko sellaiselle tarvetta?**

Kahdeksan kymmenestä vastaajasta käytti lastoja, nuolijoita ja erillisiä astioita ruokajätteen keräämiseen ja sen jälkeen bioasemaan kaapimiseen. Yksi vastaaja ei tarvinnut apuvälineitä, muuten kuin keräysjärjestelmän häiriötilanteissa, muttei maininnut apuvälineitä. Yksi kymmenestä ei tarvitse apuvälineitä biojätteen käsittelyssä ollenkaan.

- **Onko tiedossasi tapaturmia, loukkaantumisia tai läheltä-piti tilanteita biojätteen käsittelyyn liittyen?**

Kukaan vastaajista ei ollut todistanut tapaturmaa, loukkaantumista tai läheltä-piti tilannetta biojätteen käsittelyyn liittyen.

- **Onko sinua ohjeistettu työergonomiaan liittyen?**

Kolme kymmenestä ei ole saanut ohjeistusta työergonomiaan liittyen. Seitsemän kymmenestä on saanut ohjeistusta, neuvontaa ja koulutusta työasennoista.

- **Liittyykö biojätteen käsittelyyn mielestäsi turvallisuusriskejä?**

Kahdeksan kymmenestä ei tunne biojätteen käsittelyn sisältävän turvallisuusriskejä. Yksi kymmenestä mainitsi hygieniasta huolehtimisen ja yksi sanoi tiskeissä olevan ajoittain teräviä esineitä ja / tai astioita.

Yleisesti vastaukset olivat yhdenmukaisia ja uusi järjestelmä koettiin helpottavan suuresti työergonomiaa.

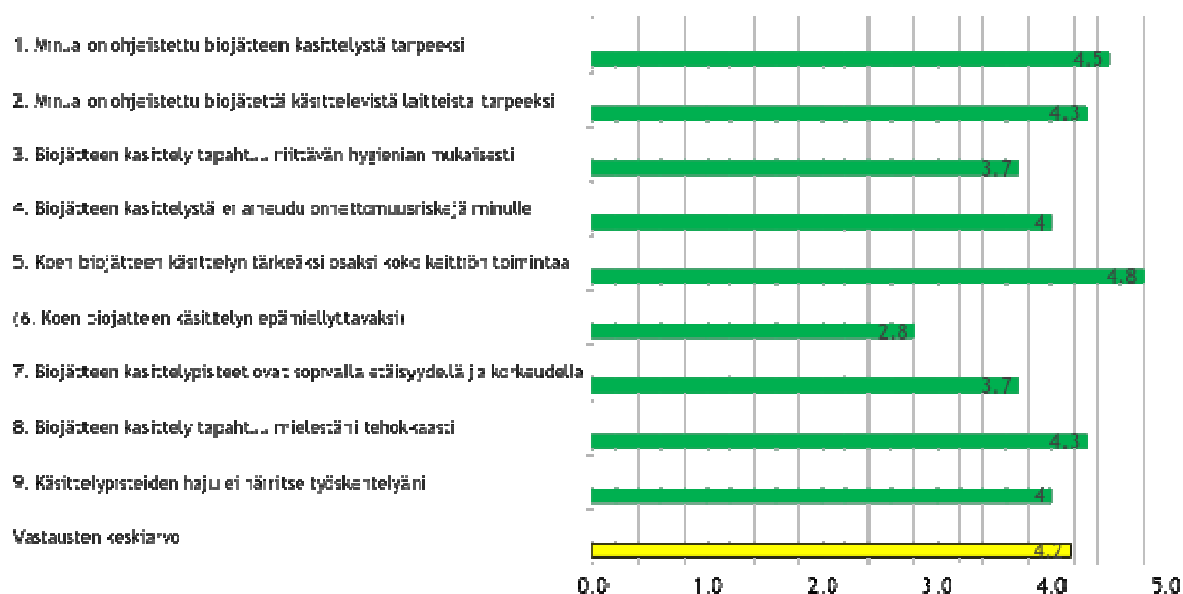
10 TYÖVIIHTYVYYS

Henkilökohtaisten haastattelujen lisäksi tehtiin kirjallinen tyytyväisyyskysely johon sai vastata taukuhuoneessa, kun siihen oli aikaa.

Kuviossa 15 on tyytyväisyyskyselyyn eri vastauksien keskiarvot sekä alimpana kaikkien vastausten yhteenlaskettu keskiarvo. Kysymystä 6 ei ole sisällytetty keskiarvoihin kysymyksen käänteisen asettelun vuoksi.

Kaikissa muissa kysymyksissä päästiin lähelle viiden pisteen maksimirajaa, paitsi biojätteen käsittelyn hygienisyydessä ja käsittelypisteiden korkeudessa. Biojätteen käsittelyn hygienisyydessä pisteitä laski pisarointi ja biojätteen roiskuminen mm. asemaa käynnistäessä. Vastauksissa toistui useaan kertaan tarve perinteisille puhdistusvälineille. Tyytyväisyyskyselystä voidaan todeta työviihtyvyyden olevan hyvä.

Tyytyväisyyskyselyyn vastauksien keskiarvot



KUVIO 15: Tyytyväisyyskyselyyn keskiarvot

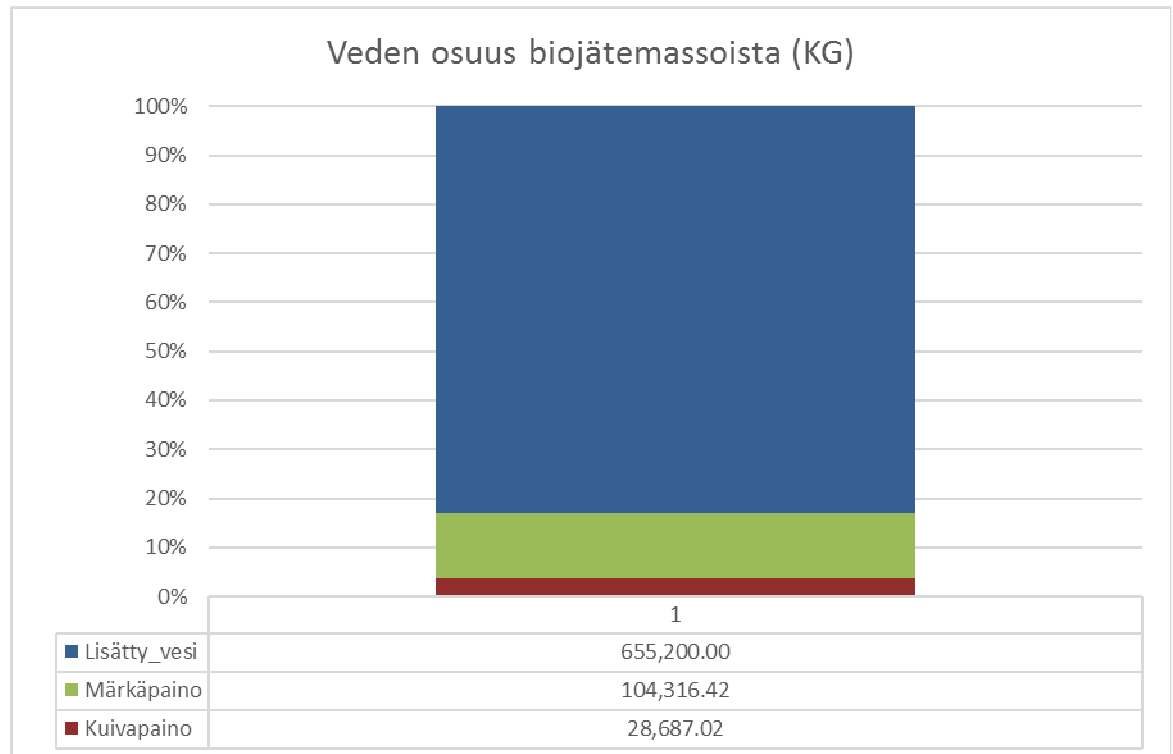
11 BIOJÄTEJÄRJESTELMÄN TEHOKKUUS

Käytössä oleva puoliautomaattinen biojätejärjestelmä on saksalaisen SBM Maschinen GmbH:n valmistama ja toimittama Modul System –järjestelmä. Bioasemat koostuvat ruostumattomasta teräksestä tehdystä rungosta, murskaimesta, pumpusta, elektronisesta ohjausyksiköstä, käyttäjän ohjauspaneelistä ja vesijärjestelmästä (Jokinen 2015).

11.1 Veden kulutus

Bioasema kuluttaa yhdellä käynnistyksellä 15 litraa vettä.

Vuorokautinen veden kulutus saatiin laskemalla kolmen päivän biosemaan syötetyt ämpärimäärät yhteen ja jakamalla saadun tuloksen otannan päivien määrällä. Saatu keskiarvo 61 kerrottiin vielä kahdella, ja käynnistysten määräksi arvioitiin 122 kertaa päivässä, koska ämpäreihin kerätty jäte prosessoitiin isompina määrinä kerralla, kuin normaalissa työskentelyssä, missä biojätettä lasketaan asemaan vähitellen. Tästä syystä veden syötön täytyy olla useammin päällä kuin mittausviikolla tehdyssä ämpärien kanssa työskentelyssä. Yksi bioasema kuluttaa vuorokaudessa n. 360 litraa vettä, ja yhteenlaskettuna kaikkien bioasemien veden kulutus on n. 1800 litraa / vrk. Vuodessa tämä tekee 655 200 litraa vettä. Kuviossa 16 on havainnollistettu kulutetun veden määrän suhde biojätteen märkä- ja kuivapainoon.



Kuvio 16: Veden osuus biojätteen käsittelyssä

11.2 Sähkönkulutus

Murskaimet toimivat 1,5 kW (henkilökunnan ruokalan bioasema) tai 2,2 kW (muut bioasemat) –tehoisella sähkömoottorilla. Tämän lisäksi järjestelmässä on 1,1 kW pumppu, jonka avulla biojäte pumpataan alakerran jätehuoneessa sijaitsevaan puskurisäiliöön. Puskurisäiliöstä märkäjäte annostellaan automaattisesti 1,1 kW –tehoiseen separaattoriin, joka linkoaa ylimääräisen nesteen pois. Separattorista vesi johdetaan jätevesiviemäriin 0,37 kW –tehoisella jätevesipumpulla.

Bioaseman toiminta-ajaksi mitattiin 3 minuuttia käynnistyksen jälkeen. Tämän tiedon ja edellisessä osiossa lasketun 122:n käynnistyskerran avulla voidaan laskea bioasemien olevan yhteensä 366 minuuttia (6,1 h) päivän aikana toiminnassa. Saatua tuntimäärä jaetaan viiden bioaseman kesken ja tulokseksi saadaan 1,22 h toiminta-aikaa bioasemaa kohden. Ensin lasketaan oman ruokalan pienen bioaseman energiankulutus:

$$1,22 \text{ h} \times (1,5 \text{ kW} + 1,1 \text{ kW})$$

Tästä saadaan tulokseksi 3,172 kWh päivän kulutukseksi. Muiden bioasemien kuluttama energia lasketaan samalla ajatuksella, mutta suuremmalla murskaimen teholla:

$$1,22 \text{ h} \times (2,2 \text{ kW} + 1,1 \text{ kW}) \times 4$$

Tästä saadaan tulokseksi 16,104 kWh. Seuraavaksi lasketaan biojätehuoneessa sijaitsevan pumpun kuluttama energia:

$$6,1 \text{ h} \times 1,1 \text{ kW}$$

Tästä saadaan tulokseksi 6,71 kWh. Separaattorin kuluttama energia lasketaan:

$$6,1 \text{ h} \times 0,37 \text{ kW}$$

Tästä saadaan tulokseksi 6,71 kWh. Prosessin viimeisen osan, jätevesipumpun kuluttama energia lasketaan:

$$6,1 \text{ h} \times 0,37 \text{ kW}$$

Tästä saadaan tulokseksi 2,257 kWh. Järjestelmän kuluttama energia päivässä voidaan sitten laskea:

$$(3,172 + 16,104 + 6,71 + 6,71 + 2,257) \text{ kWh}$$

Eli biojätejärjestelmä kuluttaa päivässä yhteensä 34,953 kWh \approx 35 kWh.

Vuodessa tämä tekee 12 757.845 kWh \approx 12 758 kWh.

12 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Selvityksen presentoinnin yhteydessä työryhmä esitteli ravintokeskuksen henkilökunnalle viisi toimenpide-ehdotusta prosessin parantamiseksi.

1) Osastoilta palautuvan lautastähteen vähentäminen

Jotta lautastähteen määrää saadaan vähennettyä, veloitetaan osastoja ilmoittamaan nopeammin osastojen asiakkaiden poistumisesta ravintokeskukselle. Työn aikana ei saatu selville, onko osastoilla yksi vai useampi henkilö, joka / jotka merkitsevät saapuvat ja poistuvat henkilöt järjestelmään. Vaihtoehtona ruokatilausjärjestelmää voitaisi keventää tekemällä esimerkiksi graafinen applikaatio kosketusnäytölliselle laitteelle, josta voidaan hallita osaston asiakkaita ja heidän aterioitaan samalla sen sijaan, että yhdestä järjestelmästä ilmoitetaan osaston asiakkaan läsnäolosta ja toisesta järjestelmästä ruokatilaus.

2) Biojätteen prosessoinnin tehostaminen

Koska biojätejärjestelmän uusiminen on kallista, on viisainta antaa nykyisen järjestelmän toimia niin kauan, kuin mahdollista. Seuraavaksi biojätejärjestelmäksi suositellaan alipaineella toimivaa automaattista järjestelmää jätevesien tuotannon vähentämiseksi. Biojäteasemissa olisi hyvä olla korkeussäätö, jotta painavien pakkien tyhjentäminen onnistuisi helpommin ja siten nopeammin.

3) Psykiatrinen osasto

Psykiatrisen osasto on suurin kipukohta biojätteen kaatopaikkakieltoa ajatellen, ja psykiatrisen osaston ruokalaan tulisi sijoittaa uusi työntekijä, joka auttaisi potilaita lajittelemaan ruokajätettä. Vaihtoehtoisesti kuvalliset lajitteluohjeet voisivat auttaa hieman, mutta todennäköisesti ei poistaisi kokonaan sekajätteeseen menevää ruokajätettä.

4) Henkilöstöruokala

Henkilöstön ruokalan jäte/astiankeräyspisteelle olisi hyvä lisätä kuvallinen ohjeistus. Vaikka henkilöstöruokalasta palautuu selvästi vähiten biojätettä, lajittelussa on toivomisen varaa.

5) Ravintokeskuksen hygienia

Kylmätiloihin toivottiin siivouspäiväkirjaa, koska kylmätiloja siivotaan hyvin epäsäännöllisesti, eikä välttämättä tiedetä, jos joku on mahdollisesti siivonnut tilan hetki sitten.

Siivousvälineitä olisi hyvä olla varastossa enemmän. Tällä hetkellä esimerkiksi harjoja ja koneiden ovien ja lattioiden pesuun tarkoitettuja lastoja on työntekijöiden mukaan liian vähän.

Osastoilta palautuu välillä verisiä papereita, piikkejä ja karanteenimuovipusseja. Osastoja tulisi velvoittaa poistamaan kyseiset kontaminaatoriskit osastolla, jossa on erilliset keräysastiat kyseisille tuotteille.

13 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kvantitatiivinen biojätteselvitys, joka sisälsi biojäte- ja raaka-ainemassojen punnitusta, jätteiden logististen virtojen ja biojätteen käsittelyssä kävellyn matkan selvityksen. Lisäksi tavoitteena oli tehdä kvalitatiivista tutkimusta työhyvinvoinnista, työskentelyn hygieniasta ja työergonomiasta Päijät-Hämeen keskussairaalan ravintokeskuksessa. Biojätteselvityksen lopputuloksena oli tarkoitus saada selkeitä tuloksia, joiden avulla ravintokeskuksen tuottamaa biojättemäärää olisi mahdollista vähentää.

Koska biojätteselvitystä tehtiin vain viikon ajalta, selvitys ruokalajien merkityksestä biojätteen muodostumiseen oli hyvin pintapuolinen. Viikon ajalta löydettiin kaksi ruokalajia, jotka tuottivat selkeästi enemmän lautastähteitä, kuin muut viikon ruokalajit. Selvitystä kannattaisi tehdä kolmen viikon ajan, jonka aikana käydään koko ruokalista läpi. Hyödyllisin tulos selvityksessä oli osastoilta lautastähteiden muodossa palautuvan biojätteen määrän selvitys ja sen syiden pohtiminen. Suurimman ongelman biojätteen osalta tuottaa psykiatrisen osaston ruokala, jossa syntypaikkalajittelua ei käytännössä tapahdu ollenkaan. Ilmaisia ratkaisuja ongelmaan ei löydetty, mutta orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon takia asiaan paneutuminen on pakollista.

Työn voidaan katsoa saavuttaneen sille asetetut kvantitatiiviset ja kvalitatiiviset tavoitteet. Opinnäytetyön tuloksia voidaan käyttää hyväksi ravintokeskuksen toiminnan ja työyhteisön hyvinvoinnin tehostamisessa ja yleisemmin laitospaikkien biojätteen käsittelyn tehostamisessa.

LÄHTEET

Carlos Augusto de Lemos Chernicharo. 2007. Anaerobic reactors [viitattu 22.9.2016] Saatavissa:

<http://www.iwapublishing.com/sites/default/files/ebooks/9781780402116.pdf>

Heckenmüller, M, Narita, D & Klepper, G. 2014. Global Availability of Phosphorus and Its Implications for Global Food Supply: An Economic Overview. [viitattu 25.9.2016] Saatavissa:

<https://www.ifw-members.ifw-kiel.de/publications/global-availability-of-phosphorus-and-its-implications-for-global-food-supply-an-economic-overview/KWP%201897.pdf>

Jokinen, J. 2015. Käyttöpäällikkö. PHSOTEY. Haastattelu 20.3.2015

Kaartinen, Tommi. 2013. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista ja biohajoavan jätteen kaatopaikkakielto. [viitattu 5.10.2016] Saatavissa:

http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/58570/Kaartinen_vn_asetus_kaatopaikoista/bce6a35b-38ad-4418-aaff-27b5cab61ef2

Koivupuro, H-K, Jalkanen, L., Katajajuuri, J-M, Reinikainen, A. & Silvennoinen, K. 2010. Elintarvikeketjussa syntyvä ruokahävikki. [viitattu 25.10.2016] Saatavissa:

<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti12.pdf>

Korhonen, R. 2015. Vt ravitsemuspäällikkö. PHSOTEY. Haastattelu 16.2.2015

L 331/2013, Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista. [viitattu 22.9.2016] ajantasainen lainsäädäntö, 53§

L 646/2011, Jätelaki. [viitattu 22.9.2016], ajantasainen lainsäädäntö, 5§.

Labio Oy. 2014. Kaikki tehot irti jäteraaka-aineista. [viitattu 25.10.2016]

Saatavissa:

<http://www.labio.fi/yritysinfo/laitokset/>

Motiva. 2015. Biokaasupotentiaali. [viitattu 25.10.2016] Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pe
lloilta/biokaasu/biokaasupotentiaali](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pe
lloilta/biokaasu/biokaasupotentiaali)

Päijät-Hämeen Jätehuolto. 2016. Biokaasu- ja kompostointilaitos. [viitattu 25.10.2016] Saatavissa:

<http://www.phj.fi/kujalan-jatekeskus/muut-alueella-toimijat/kompostilaitos>

Tuominen, Kirsi. 2015. Kaikki kompostoinnista ja maanparannuksesta.

Minerva: Helsinki.

Wahlström, M, Laine-Ylijoki, J & Jermakka, J. 2012. Taustamuistio
kaatopaikoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamista varten.

[viitattu 5.10.2016] Saatavissa:

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41421/YMra11_2
012_TaustamuistioKaatopaikoista.pdf?sequence=2](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41421/YMra11_2
012_TaustamuistioKaatopaikoista.pdf?sequence=2)

LIITTEET

LIITE 1. Järjestelmävertailu, TAMK 2013

Ominaisuus	Selite
Järjestelmä	XMIT BIO Alipainesiirto
Nopeus	Siirto lähes välitön, 100 metrin jätesiirossa arvioitu kesto 5-10s.
Veden kulutus	Alipainesiirron ansiosta vettä ei käytetä. Tarvittaessa kuivalle jakeelle n. 0,1dl/siirto.
Sähkön kulutus	Järjestelmä käyttää sähköä vain jätesiirojen aikana, joten sähkönkulutus on pientä.
Kylmätilat	Kylmätiloja ei tarvita.
Huolto	Järjestelmän huoltotarpeet ovat vähäiset.
Hygienia	Järjestelmän suljetun rakenteen ja siirron ansiosta hygieniariski pieni.
Ergonomia	Ei nostoja eikä siirtoja lihasvoimalla.
Hankinta-kustannukset	Kohtuulliset investointikustannukset.
Tilavaraukset	Tilavaraukset vain jätesuppiloille ja konehuoneelle (ulkona).

Rakennuskulut	Säiliö ja konehuonemuodi voidaan sijoittaa ulkotiloihin, joten rakennuskustannukset ovat pienet.
Henkilöstökulut	Ei lisätyötä henkilöstölle. Siirto tapahtuu automaattisesti suljettuun säiliöön.
Tyhjennyskustannukset	Loppujätteen koostumus säädettävissä. Viemärikuormitus vähäinen. Mahdollisuus imutyhjennykseen.

Ominaisuus	Selite
Järjestelmä	Viettoviemäri-laitteisto
Nopeus	Siirto voi kestää jopa useita tunteja jätteen jäädessä järjestelmän putkistoon (esim. työvuorojen välillä). Lisäksi murskaus kestää useita minuutteja.
Veden kulutus	Vesiviettoviemärisiirrossa veden kulutuksen täytyy olla jatkuvaa ja suurta, jotta jätteet siirtyvät eteenpäin.
Sähkön kulutus	Järjestelmä käyttää sähköä jatkuvasti mm. murskaukseen, linkoukseen sekä biojätteen säilytykseen tarkoitettuihin kylmätiloihin.
Kylmätilat	Kylmätilat avonaisille bio-astialle noin 10-15m ² .

Huolto	Järjestelmän koostuessa monesta eri osajärjestelmästä huoltokustannukset ovat korkeammat.
Hygienia	Murskaimet pisaroittavat ilmaa, viettoviemäri vaatii huoltoa ja puhdistusluukut sijaitsevat keittiössä. Osa jätteistä käsiteltävä manuaalisesti. Hygieniariski keskitasoa.
Ergonomia	Järjestelmään sopimaton biojäte kerättävä astioihin, joita nostettava ja siirrettävä. Isojen bioastioiden siirtelyä. Ergonomia keskitasoa.
Hankinta-kustannukset	Investointikustannukset hieman pienemmät kuin järjestelmässä A.
Tilavaraukset	Tilavaraukset jätesuppiloille, murskainpumpu- ja vedenerotuslaitteistolle sekä erillisille jätehuoneelle.
Rakennuskulut	Järjestelmä vaatii ersitety tilat rakennuksen sisältä, joten rakennuskustannukset voivat nousta suuriksi.
Henkilöstökulut	Jäteastioiden siirtely, jätesäiliöiden vaihtaminen, siirtäminen sekä puhdistaminen aiheuttaa henkilöstölle ylimääräistä työtä ja lisää henkilöstökustannuksia.
Tyhjennys-kustannukset	Loppujätteestä on lingottu nestettä, joilloin jäte avoastioissa. Linkouksesta viemäriverkkoon suuri kuormitus (määrä ja kiintoaines). Erotuskaivojen puhdistustarve suurehko.

Ominaisuus	Selite
Järjestelmä	Manuaalinen käsittely
Nopeus	Siirto voi kestää jopa useita tunteja jätteen seisoessa keittiötiloissa.
Veden kulutus	Vettä kuluu vähän, lähinnä jätteastioiden pesuun.
Sähkön kulutus	Sähköä tarvitaan biojätteen säilytykseen tarkoitettuihin kylmätiloihin.
Kylmätilat	Kylmätilat avonaiselle bio-astioille.
Huolto	Ei teknisiä huoltotöitä.
Hygienia	Avoimia keräysastioita keittiön puhdistilassa. Hygieniariski suuri.
Ergonomia	Runsaasti raskaiden bioastioiden nostelua ja siirtelyä. Jos jätekatos ulkona, talvella hankala.
Hankinta-kustannukset	Investointikustannukset hieman pienemmät kuin järjestelmässä A.
Tilavaraukset	Tilavaraukset keittiön keräysastioille ja jätehuone isommille bioastioille.
Rakennuskulut	Jätehuone tai -katos

Henkilöstökulut	Jäteastioiden siirtely, jätteiden vieni jätesäiliöihin sekä astioiden puhdistaminen aiheuttaa henkilöstölle runsaasti ylimääräistä työtä ja lisää henkilöstökustannuksia.
Tyhjennys-kustannukset	Viemärikuormitus vähäinen. Jätteen koostumus vaihtelee (keittoruoka / laatikoruoka, jne.) ja myös nestepitoinen jäte viedään pois. Jäteastiat kipataan jäteautoon.