

**DOKUMENTAATIO BIOJÄTTEEN
ESIKÄSITTELYLINJA PK 23 -
PÄIVITYKSESTÄ UNTHA-MURSKAIMELLA**

Tiivistelmä

Tekijä(t) Sundholm Miro	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Syksy 2020
	Sivumäärä 35 + 2 liitettä	
Työn nimi Dokumentaatio biojätteen esikäsittelylinja PK 23 -päivityksestä Untha-murskaimella		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli dokumentoida Labio Oy:n biojätteen esikäsittelylinjalle tulevan uuden esimurskaimen käyttöönotto. Tutkimusmuotona käytettiin teknistä toimintatutkimusmallia. Tutkimus alkoi uuden esimurskaimen (Untha) dokumenttien selkeyttämisellä. Dokumentit oli tarkoitus jaotella pienempiin osioihin, jotta lukija löytäisi tarvittavat tiedot nopeasti. Esimurskaimen käyttöönotto dokumentoitiin ottamalla lukuisia valokuvia asennuksesta. Kun murskain saatiin paikoilleen ja otettiin normaalikäyttöön, seurattiin sen toimintaa päiväkirjan avulla. Päiväkirjaan merkittiin murskaimen käytössä ilmenneet merkittävimmät huomiot. Merkintöjen pohjalta selvisi usea toteutuskelpoinen kehityskohde murskaimelle. Murskaimeen asennettiin mm. suurempi suppilo sekä ramppi helpottamaan pyöräkuormaajakuskien työtä. Päiväkirjamerkin- töjen avulla pystyttiin kehittämään entisestään esimurskaimen käyttötehoa optimoimalla root- torin pyörimisnopeutta. Lisäksi käytön aikana opittiin välttämään tiettyjen jakeiden ajamista murskaimen läpi vikatilanteiden välttämiseksi. Opinnäytetyön havaintojen perusteella murskai- men suurin ongelma on sinne kulkeutuvat metalliesineet, joita murskain ei pysty tuhota. Vaikka opinnäytetyö loppui, jatkuu tekninen toimintatutkimus edelleen Labio Oy:lla. Useita ke- hityskohteita on jo ideointivaiheessa liittyen metallisiin murskaimeen kulkeutuviin vierasesinei- hin.</p>		
Asiasanat biokaasu, esimurskain, toimintatutkimus		

Abstract

Author(s) Sudholm, Miro	Type of publication Bachelor's thesis	Published Autumn 2020
	Number of pages 35 + 2 appendices	
Title of publication Documentation of biowaste pre-processing line PK 23 update with Untha crusher		
Name of Degree Bachelor of Civil Engineering		
Abstract <p>The purpose of the thesis was to document the introduction of a new pre-crusher for the Bio-waste Pretreatment Line at Labio Ltd. A technical action research model was used as a form of research. The investigation began with the simplifying of documents from the new pre-crusher (Untha XR3000C). Documents were divided down into smaller sections so that the reader could quickly find the necessary information. The introduction of the pre-crusher was documented by taking numerous photographs of the installation process. Once the crusher was put in place and taken for normal use, its operation was monitored using a diary. The diary was marked with the most significant observations that emerged in the use of the crusher. On the basis of notes, several feasible development targets for the crusher emerged. A larger hopper, as well as a ramp, was installed in the crusher to facilitate the work of the wheel-load drivers. Diary entries were used to further develop the operating power of the pre-crusher by optimizing the rotor's rotation speed. In addition, during operation, lessons were learned to avoid feed certain fractions through the crusher to avoid contingencies. Based on the observations of the thesis, the main problem with the crusher is the metal objects that the pre-crusher cannot destroy. Although the thesis was finished, technical activity research continues at Labio Ltd. Several development targets are already in the brainchild phase related to the metallic crusher passing foreign objects.</p>		
Keywords biogas, pre-crusher, action research		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	2
2	BIOKAASUN TUOTANTO SUOMESSA	3
2.1	Biokaasun tuottaminen	3
2.1.1	Anaerobinen hajoamisprosessi	3
2.1.2	Hydrolyysi	4
2.1.3	Fermentaatio	5
2.1.4	Asetogeneesi	5
2.1.5	Metanogeneesi	5
2.2	Biokaasumarkkinat Suomessa	6
2.2.1	Peltobiomassan potentiaali energiantuotannossa	7
2.2.2	Biokaasu liikenteen polttoaineena	7
2.3	Biokaasulaitokset	8
3	LABIO OY	10
3.1	Yleistä	10
3.2	Kompostointiprosessi Labio Oy:lla	11
3.3	Kaasuntuotantoprosessi Labio Oy:lla	12
3.4	Kujalan teollinen symbioosi	14
4	TOIMINTATUTKIMUS	16
4.1	Toimintatutkimuksen historia	16
4.2	Toimintatutkimuksen keskeisiä piirteitä	16
4.3	Toimintatutkimuksen vaiheet	18
5	TOIMINTATUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN LABIO OY: SSA	20
5.1	Untha- murskain	20
5.1.1	Haitalliset materiaalit	21
5.2	Valmistelu	22
5.3	Murskaimen asennus	23
5.4	Murskaimen käyttö ja seuranta	25
5.5	Kehitysvaihe	27
5.6	Toimintatutkimuksen ehtojen toteutuminen	30
6	TULOKSET	31
7	YLLÄPITO JA JATKOKEHITYS	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	37

1 JOHDANTO

Kiertotalous on suhteellisen uusi käsite maailmalla, mutta sen merkitys on kasvamassa lähitulevaisuudessa. Tänä päivänä vallitsevassa asemassa on lineaarinen talous, joka perustuu pitkälti uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöön. Pitkällä tähtäimellä on siirryttävä pois tästä mallista, koska tällä hetkellä käytämme neitseellisiä materiaaleja ja uusiutumattonta energiaa aivan liikaa. Esimerkiksi öljyn on laskettu loppuvan nykyisellä kulutuksella vuoden 2050 paikkeilla, mikä on todella huolestuttavaa ottaen huomioon, kuinka merkittävä osa se on meidän jokapäiväistä elämäämme. Kiertotalousajattelu perustuu resurssien pitkään kiertoon ja uudelleenkäyttöön. Lisäksi siinä panostetaan enemmän uusiutuvien energiavarojen käyttöön ja uusien innovaatioiden kehittämiseen, jotka voisivat parantaa resurssien kiertoa ja pitkäikäisyyttä. Suomi onkin yksi maailman edistyksellisimmistä kiertotalouden kehittäjistä. Kiertotalousajattelun pohjalta on syntynyt idea teolliseen symbioosiin. Tämä tarkoittaa yhtä suurta kokonaisuutta, jossa useat eri yritykset tuottavat toisilleen lisäarvoa hyödyntämällä raaka-aineita- teknologiaa, energiaa, sekä palveluja. Parhaimmillaan teolliseen symbioosiin kuuluva yritys pystyy käyttämään hyväksi jonkin toisen yrityksen tuotannossa syntyvää sivuvirtaa.

Opinnäytetyössä tarkastellaan Labio Oy:ta osana Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n muodostamaa teollista ns. Kujalan symbioosia. Toimintatutkimuksen avulla toteutetaan Labio Oy:lle tulleen uuden biojätëmurskaimen käyttöönotto vaihe vaiheelta. Labio Oy:n osa Kujalan teollisessa symbioosissa on erittäin tärkeä. Yritys käsittelee merkittävän osan Päijät-Hämeen alueen veden puhdistuksessa syntyvästä lietteestä. Lisäksi laitokselle tuodaan alueen erilliskerätyt biojätteet. Biojätteestä tuotetaan raakakaasua, jonka Gasum jalostaa liikenteen polttoaineeksi. Biojätettä ja lietettä käytetään myös kompostoinnissa, jonka lopputuotoksena syntyy maanparannusainetta maatalouteen. Biokaasun tuotannossa on tärkeää, että syöte on mahdollisimman puhdasta. Eli syöte ei saisi sisältää suuria määriä hitaasti hajoavia materiaaleja, kuten muovia. Opinnäytetyössä tarkastellaan uuden Unthamurskaimen käyttöönottoa biojätteen esikäsittelyalueella. Unthamurskain pystyy murskaamaan biomassan tehokkaammin pienemmäksi jakeeksi, kuin edeltäjänsä Mashmaster. Näin ollen pystytään täyttämään väliaikainen biojätteen varastointibunkkeri entistä nopeammin, puhtaammalla syötteellä. Tutkimusmenetelmänä käytetään toimintatutkimusta, joka soveltuu hyvin erilaisiin käyttöönottoprojekteihin.

2 BIOKAASUN TUOTANTO SUOMESSA

2.1 Biokaasun tuottaminen

Teollisuudessa, yhdyskunnissa ja maataloudessa syntyy paljon orgaanista sivutuotetta, mikä tekee biokaasun tuotannosta äärimmäisen tärkeää. Nykyisen tiukan lainsäädännön takia on pyrittävä käyttämään näitä sivujakeita mahdollisimman tehokkaasti. Erinäiset keinot hyödyntää tuotannon sivujakeita lisääntyvät tulevaisuudessa ja niistä tullaan taistelemaan usean teknologia-alan kesken. Tehostamalla orgaanisen aineksen hajoamisprosessia pystytään tuottamaan teollisuudelle arvokasta biokaasua, jota voidaan hyödyntää useassa eri teollisuuden alassa. Tällä hetkellä biokaasun yleisimmät käyttökohteet ovat liikennepolttoaineena sekä sähkön- ja lämmöntuotossa.

Biokaasua tuottaessa on tärkeää valita oikea mädätystapa, sillä materiaalin kuiva-ainepitoisuus saattaa vaihdella paljon. Yleisimpiä biokaasun raaka-aineita ovat energiakasvit eli maataloilta tuleva lanta ja peltobiomassa, yhdyskuntalietteet- ja jätteet. Käytännössä biokaasun tuottamiseen käy mikä tahansa orgaanista ainetta sisältävä materiaali. Materiaaleja käsitellään eri laitoksissa niiden kuiva-ainepitoisuuden perusteella. Kuivämädätys on tarkoitettu erityisesti materiaaleille, joiden kuiva-ainepitoisuus on väliltä 20–40 %. Kuivämädätyksessä on tärkeää, että syötettävää materiaalia syötetään reaktoreihin mahdollisimman tasaiseen tahtiin, ettei mikrobikanta häiriinny. Erityisesti kuivämädätyksessä on tarkkailtava metaanin laadun pysymistä tasaisena, mihin liittyy prosessin aktiivinen valvonta. Metaanin laatuun vaikuttaa merkittävimmin syötteen laatu. Märkämädätyksessä käsitellään materiaalia, jonka kuiva-ainepitoisuus on väliltä 10–13 %. Se on Suomessa yleisin tapa tuottaa biokaasua tällä hetkellä, koska mädätykseen käytettävät reaktorit ovat yksinkertaisia ja luotettavia. Märkämädätystä käytetään erityisesti jätevesien ja liotelannan käsittelyssä. Mädätyksestä syntyvää kaasua ei pystytä hyödyntämään vielä sellaisenaan, vaan se on jalostettava raakakaasusta biokaasuksi. Jalostamisella raakakaasusta poistetaan haitallisia yhdisteitä ja nostetaan metaanitasoa. Kaikki Suomessa myytävä biokaasu on jalostettua. (Bioste 2020.)

2.1.1 Anaerobinen hajoamisprosessi

Raakakaasua valmistaessa biokaasureaktorissa tapahtuvaa hapetonta mädätystä kutsutaan anaerobiseksi hajoamiseksi. Anaerobinen hajoaminen tarkoittaa prosessia, missä orgaaninen syöte hajoaa hapettomassa olosuhteessa muodostaen raakakaasua ja mädätysjäännöstä. Raakakaasu sisältää pääosin hiilidioksidia ja metaania, sekä pieniä määriä

muita kemiallisia yhdisteitä, kuten rikkivetyä, ammoniakkia sekä vettä. Mädätysjäätös puolestaan sisältää prosessissa jäljelle jääneen hajoamattoman aineksen, joka sisältää humus- ja lignoselluloosapitoista ainesta. Selluloosa ja ligniini on biomassaa, jota kutsutaan lignoselluloosaksi. Anaerobista hajoamista tapahtuu myös luonnossa, esimerkiksi soilla ja vesien pohjasedimenteissä. Raakakaasun tuotannossa on tärkeää pitää prosessi mahdollisimman tasapainotettuna, sillä eri vaiheissa mikrobit käyttävät edellisen vaiheen välituotteita. Näin minimoidaan se, ettei hajoamisessa syntyvät välituotteet pääse kertymään ja aiheuttamaan inhibitiota, jossa biokemiallinen reaktio estyy jonkin aineen vaikutuksesta. Olosuhteiden on oltava myös mahdollisimman samanlaiset läpi prosessin, jotta mikrobit säilyvät hengissä ja pystyvät toimimaan mahdollisimman tehokkaasti. (Biokaasuteknologia 2020, 59-60.)

Anaerobinen hajoamisprosessi voidaan suorittaa kahdella eri tavalla: mesofiilisessä, missä syötteen lämpötila on 35°-38°, tai termofiilisessä, missä syötteen lämpötila on 52°-55°. Termofilisen ja mesofilisen prosessin ero on käytännössä se, miten tehokkaasti raakakaasua syntyy. Termofiilisessä prosessissa pystytään tuottamaan kaasua nopeammin ja tehokkaammin, kun taas mesofiilinen prosessi on hitaampaa, mutta vakaampaa. Anaerobinen hajoamisprosessi on jaettu neljään eri vaiheeseen: hydrolyysi, fermentaatio, asetonogeneesi ja metanogeneesi. (Biokaasuteknologia 2020, 64.)

2.1.2 Hydrolyysi

Ensimmäisessä vaiheessa syötteen isot orgaaniset molekyylit pilkkoutuvat pienempiin osiin, jotta mikrobit voivat käyttää niitä hyväkseen. Pilkkomistyön suorittavat mikrobisolujen tuottamat entsyymit. Mikrobisolut, jotka pystyvät tuottamaan entsyymejä ja hajottavat orgaanisia molekyylejä, kutsutaan hydrolyyttisiksi bakteereiksi. Hydrolyysissä hajoavia orgaanisia aineksia ovat esimerkiksi rasvat, hiilihydraatit ja proteiinit. Usein reaktoreihin syötettävässä materiaalissa on edellä mainittuja aineksia. Rasvaa esiintyy useimmissa orgaanista ainetta sisältävissä tuotteissa. Rasvat esiintyvät erilaisissa muodoissa, kuten eläin- ja kasvirasvoina. Esimerkkinä orgaanisesta syötteestä, jossa on suuri rasvapitoisuus, on teurasjätteet. Hydrolyysissä rasvat pilkkoutuvat erilaisiksi rasvahapoiksi ja glyseroliksi lipaasien toimesta. Lipaasit ovat vesiliukoisia entsyymejä, joita syntyy ihmisen elimistössä haimassa ja suolinesterauhasissa. Hiilihydraatit pilkkoutuvat prosessissa erilaisiksi sokereiksi amylaasientsyymien toimesta. Hiilihydraatit ovat yleensä yksinkertaisia sokereita, kuten viljoja, hedelmiä sekä erilaisia kasveja. Proteiinit hajoavat aminohapoiksi proteaasien toimesta. Proteaaseiksi kutsutaan entsyymeitä, jotka pilkkovat aminohappoja sisältävän proteiinin. Proteiineja on erityisesti eläinperäisissä syötteissä, esimerkiksi lihoissa.

Hydrolyysi on hidas ja molekyylien pilkkoutuminen voi kestää jopa kaksi päivää. (Biokaasuteknologia 2020, 61.)

2.1.3 Fermentaatio

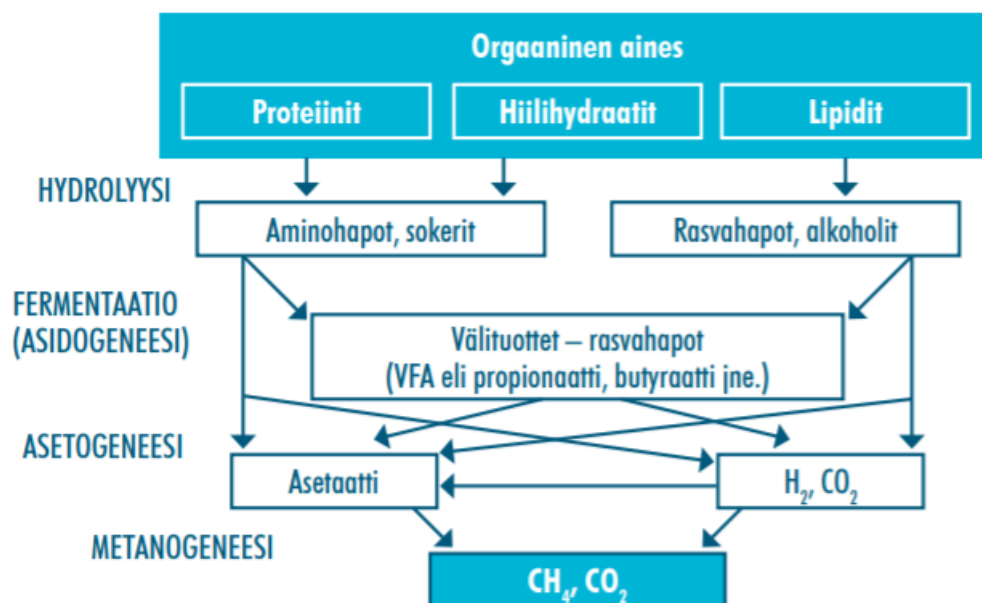
Anaerobisen prosessin toisessa vaiheessa aminohapot, sokerit, rasvahapot ja glyseroli hajoavat erilaisiksi orgaanisiksi hapoiksi ja alkoholeiksi fermentoivien mikrobien avulla. Tällaisia happoja ovat esimerkiksi maitohappo sekä etikkahappo. Yleisesti näitä happoja kutsutaan haihtuviksi rasvahapoiksi (VFA, volatile fatty acids). Fermentaatioissa muodostuu myös jonkin verran ammoniakkia, hiilidioksidia ja vetyä. Fermentaatio- vaiheessa toiminnassa on samanaikaisesti useita eri mikrobeja. Myös osa hydrolyysivaiheen mikrobeista työskentelee tässä vaiheessa. Fermentaation lopputuotteet voivat vaihdella paljonkin syötteen laadusta ja määrästä. (Biokaasuteknologia 2020, 62.)

2.1.4 Asetogeneesi

Kolmannessa vaiheessa tapahtuvaa anaerobista hapettumista kutsutaan asetogeneesiksi. Tässä vaiheessa haihtuvista rasvahapoista ja alkoholeista muodostuu vetyä, hiilidioksidia ja asetaattia. Nämä kolme ainetta ovat metaanin tuotannon raaka-aineita. Asetogeneesissä hapettuneet yhdisteet, kuten nitraatti, sulfaatti ja karbonaatti, vastaanottavat elektroneita ja pelkistyvät. Metanogeenit, eli metaania tuottavat raaka-aineet pyrkivät aktiivisesti muuntamaan vetyä metaaniksi, joten vedyn pitoisuuden määrän vaihtelu on erityisen tärkeää asetogeneesissä. Liian korkea vedyn pitoisuus estää asetogeenien toimintaa. (Biokaasuteknologia 2020, 62.)

2.1.5 Metanogeneesi

Viimeisessä vaiheessa asetaatista, vedystä ja hiilidioksidista syntyy metaania ja hiilidioksidia. Tätä kutsutaan metanogeneesiksi, eli metaanin muodostumiseksi. Jopa 70% metaanin muodostumisesta syntyy asetogeneesin johdosta. Asetogeneesissä syntyneet metanogeenit kahdentuvat n. 2-12 vrk aikana, mikä on tärkeä huomioida reaktoreiden viipymäajoissa. Syötteen olisi siis hyvä viipyä reaktorissa n. 12 vrk mahdollisimman hyvän ja tasaisen metaanintuoton varmistamiseksi. (Biokaasuteknologia 2020, 62-63.)



KUVA 1. Anaerobinen hajoaminen (Biokaasuteknologia 2020, 60).

2.2 Biokaasumarkkinat Suomessa

Biokaasun merkittävyys energiamarkkinoilla on kasvanut kiristyvien päästövähennystavoitteiden vuoksi. Suomessa biokaasun tuotanto ja käyttö ovat lisääntyneet tasaiseen tahtiin, mutta merkittävää hyppäystä kasvussa ei ole näköpiirissä lähitulevaisuudessa. Epävarmuutta aiheuttavat erityisesti kannattavuuden ja toimintaympäristöön liittyvät kysymykset, kuten säädösten joustamattomuus ja puutteellisuus sekä lupien myöntämisen ja julkisen rahoituksen jakautuminen usealle eri viranomaiselle. Vuonna 2019 Suomen biokaasun tuotanto oli n. 1 TWh, mikä oli 0,5 % koko Suomen uusiutuvan energian tuotannosta. On arvioitu, että tulevaisuudessa biokaasutuotannon taloudellinen potentiaali voisi olla yli 10 TWh.

Biokaasua pystytään hyödyntämään energialähteenä valaistuksessa, jäähdytyksessä, mekaanisena energiana, kaasuseoskäyttönä sekä epäsuorana energiankäyttönä (Biokaasuteknologia, 2020). Tällä hetkellä biokaasun suosituimpia käyttökohteita ovat lämmitys, sähkön tuotto ja liikennepolttoaine. Biokaasulla on kuitenkin potentiaalia toimia tulevaisuudessa yhä useammassa käyttökohteessa. Erityisesti maataloudesta syntyviä sivuvirtoja sekä reaktorilaitoksissa käsiteltäviä jätteitä pystyttäisiin hyödyntämään enemmän biokaasun tuotossa. Kaikista suurin tuotantopotentiaali olisi maataloudesta syntyvällä peltobio-massasta (Suomen Biokierto ja Biokaasu RY:n julkaisu 2020, 7–15.)

2.2.1 Peltobiomassan potentiaali energiantuotannossa

Peltobiomassaksi kutsutaan kasveja, kuten ruokohelpi, hamppu, rypsi, olki sekä muut nopeakasvuiset puuvartiset kasvit, joista esimerkkinä-energiapaju. Paras paikka peltobiomassakasvien viljelylle ovat pellot, jotka eivät häiritse elintarviketuotantoa. Paras kasvumaa näille on turve- ja kivennäismaat (Bioenergianeuvoja, 2020). Maataloudessa syntyy tällä hetkellä paljon biomassaa sisältävää satoa, jota ei oikeastaan hyödynnetä ollenkaan. Esimerkiksi nurmea viljellään karjan rehuksi, vaikka potentiaalia bioenergian tuotannossa olisi valtavasti. Suurin syy peltobiomassan huonoon hyödyntämiseen on biokaasulaitoksen rakentamiseen ja ylläpitämiseen vaadittavien suurten investointien kannattavuus. Investointituki auttaa kustannuksissa hieman, mutta monessa tapauksessa tuotetun energian hinta tulee olemaan investointeihin nähden silti liian suuri. (Luonnonvarakeskus 2020, 5;29.)

2.2.2 Biokaasu liikenteen polttoaineena

Biokaasun yksi merkittävin käyttökohde on liikenteen polttoaineena. Biokaasu itsessään ei sovellu liikenteen polttoaineeksi. Se pitää jalostaa siten, että se sisältää mahdollisimman vähän epäpuhtauksia ja hiilidioksidia. Liikenteessä käytettävä jalostettu biokaasu onkin ominaisuuksiltaan kuin fossiilinen maakaasu. Jalostusvaiheessa ei saada kuitenkaan poistettua kaikkea hiilidioksidia, joten kaasuautojen hiilidioksidipäästöt ovat yhä ongelma. Yleisesti kaasuautojen hiilidioksidipäästöt ovat 20 % pienemmät kuin bensiinillä kulkevien autojen.

Biokaasun tuotannossa syntyvä hiilidioksidi on peräisin luonnosta, minkä takia se ei lisää hiilidioksidin määrää ilmakehässä. Fossiilisten polttoaineiden käyttö lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta, koska käytettävä hiilidioksidi tulee maan sisältä. (Kaasuautoilijat 2020). Biokaasun etu autoilussa käytettävään normaaliin bensiiniin on paljon halvempi hinta. Vuonna 2020 biokaasun keskimääräinen litrahinta oli 0,974 euroa, kun taas bensiinin vastaava oli 1,44 euroa. (Global petrolprices 2020). Biokaasulla on useita teknisiä etuja verrattuna tänä päivänä käytettäviin nestemäisiin polttoaineisiin, kuten:

- 1.) Kaasu ei aiheuta maaperän pilaantumista olomuotonsa vuoksi. Lisäksi kaasumaisuus mahdollistaa energiasisällön tehokkaamman hyödyntämisen, koska kaasu sekoittuu ilman kanssa hyvin.
- 2.) Biokaasu on kevyttä verrattuna nestemäiseen polttoaineeseen, mistä seuraa myös alhaisemmat päästöt. Raskaat molekyylit ovat yleensä myös kaikkein myrkyllisimmät.

3.) Biokaasun raaka-aineet (metaani, hiilidioksidi ja typpi) ovat hajuttomia, eivätkä aiheuta vesistön rehevöitymistä tai huononna ilman laatua. Hiilidioksidi on peräisin luonnon kiertokulusta, joten se ei lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta entisestään.

4.) Biokaasu soveltuu erinomaisesti kaikkiin voimanlähteisiin.

5.) Biokaasun käsittely on turvallista korkeasta syttymispisteestä ja keveydestä

(Biokaasuteknologia 2020, 129.).

Tankkausasemaverkosto biokaasulle ei ole tällä hetkellä kovin kattava, mikä saattaa vaikuttaa merkittävästi kuluttajan päätökseen hankkia biokaasulla toimiva ajoneuvo. Gasum kuitenkin laajentaa aktiivisesti tankkausverkostoaan. (Motiva 2020.)



KUVA 2. Gasumin tankkausasema Turussa (Energiatalous 2020).

2.3 Biokaasulaitokset

Erilaisia biokaasua tuottavia reaktorilaitoksia on Suomessa useita kymmeniä. Ne sijaitsevat yleensä yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilla, mautiloilla tai biojätteen käsittelylaitoksilla. Jätevedenpuhdistamoilla pyritään ensisijaisesti käsittelemään veden puhdistusprosessissa syntyvää lietettä mädättämällä sitä. Jätevesilietteen mädätyksen suurin hyöty on prosessissa syntyvä energia, jota voidaan käyttää laitoksen hyväksi tai myydä. Mädätetty

puhdistamoliete ei haise yhtä pahalta, kun mädättämätön, joten hajuhaitat pienenevät. (Vesilaitosyhdistys 2013, 28-32.)

Puhdistamolietettä pystyy käyttämään kompostoinnin tehostamisessa. Lietettä käsitellessä maanparannusaineena on kuitenkin erityisen tärkeää saada haitalliset bakteerit, kuten salmonella ja e-coli eliminoitua. Maatiloilla tasaiseen tahtiin syntyvät orgaanisten jätteiden sivuvirrat, kuten lanta, aiheuttavat ongelmia pitkällä aikavälillä, jos niitä ei käsittele oikein. Pelkästään lannan mädättäminen ei ole kannattavaa, sillä se sisältää suuria määriä typpeä. Suuren typpipitoisuuden hengittäminen on vaarallista. Erityisen petolliseksi typen tekee sen hajuttomuus kaasumaisessa olomuodossa. Tämän vuoksi on hyvä käyttää muitakin maataloudesta syntyviä materiaaleja, kuten peltorehua ja biojätettä. (Vesilaitosyhdistys 2013, 4-8.)

Biokaasulaitos maatiloilla lisää tilojen hygieenisyyttä ja vähentää hajuhaittoja. Lisäksi tuotetun biokaasun voi myydä, mikä voi lisätä maatilan taloudellista kannattavuutta. Biokaasulaitos voi toimia myös yhteismädätyslaitos periaatteella, missä biojätettä käsitellään puhdistamolietteen avulla. Suurin osa näistä laitoksista toimii märkämädätyksen periaatteella. Märkämädätyslaitoksen hyvä puoli on, ettei puhdistamolietteiden kuiva-ainepitoisuudesta tarvitse olla erityisen tarkka. Suomessa on myös muutamia kuivämädätyslaitoksia, missä on kiinnitettävä huomio lietteen kuiva-ainepitoisuuteen. (Vesilaitosyhdistys 2013, 31-32.)

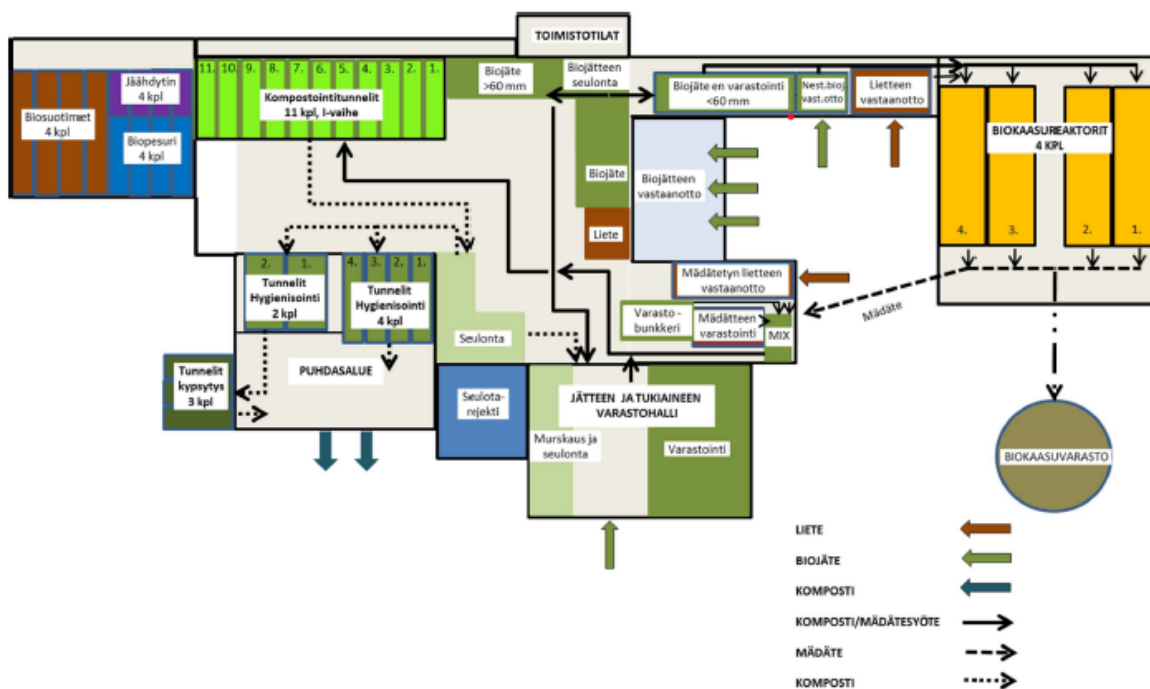
Suomen kaikista yhteismädätyslaitoksista viisi tuottaa liikenteeseen tarkoitettua biokaasua, joka syötetään Gasumin omistamaan maakaasuverkkoon. Maakaasuverkosto on kokonaispituudeltaan noin 1300 km. Yhteensä näiden viiden laitoksen vuosittainen verkkoon syötetty biokaasun määrä on n. 101 GWh. Laitokset sijaitsevat Kouvolassa (Gasum Oy), Helsingissä (Helsingin seudun ympäristöpalvelut), Haminassa (Haminan Energia Oy), Riihimäellä (Gasum Oy) ja Lahdessa (Labio Oy). Gasum Oy ja Labio ovat näistä laitoksista kapasiteetiltaan suurimmat. Molemmat pystyvät tuottamaan n. 50 GWh vuodessa. (Energiavirasto, 2020.)

3 LABIO OY

3.1 Yleistä

Labio Oy tarjoaa biojätteen ja puhdistamolietteen käsittelypalveluita. Laitos käsittelee erityisesti erilliskerättyä biojätettä, kaupan- ja teollisuuden sivuvirtoja, mädätettyä, sekä mädättämätöntä jätevesilietettä, piimaata, sekä viherbiomassaa. Yritys käsittelee Päijät-Hämeen seudun erilliskerätyt biojätteet sekä useiden lähikuntien jätevesilietteet. Lisäksi laitoksella käsitellään murskattua haravointijätettä kompostoinnin tehostamisessa. Asiakkaina toimivat yleisesti eri alojen teollisuuslaitokset ja yhteisöt. Laitos pystyy käsittelemään ympäristöluvan puitteissa yhteensä 92 000 tonnia lietettä ja biojätettä vuodessa. Toimitilat sijaitsevat Lahdessa Kujalan jätteenkäsittelykeskuksessa. Labio Oy toimi nimellä Kujalan komposti Oy vuodet 2003–2013. Omistajina ovat Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy (40 %), sekä Lahti Aqua Oy (60 %). Tarkoituksena laitoksella oli, ja on edelleen jätteiden käsittely tehokkaasti ja ympäristöhaittoja ehkäisten tunnelikompostoinnin avulla (Labio 2020). Kompostoinnin tehostamiseksi ja kasvavien biokaasumarkkinoiden vuoksi vuonna 2014 valmistui biokaasulaitos yhdessä Kujalan Kompostin ja Gasumin tuottamana kompostointilaitoksen viereen. Biokaasua alettiin syöttämään Gasumin omistamaan maakaasuverkkoon kesällä 2014. Laitoksen vuosittainen biokaasun tuottokapasiteetti on n. 50GWh, mikä teki siitä Suomen suurimman biokaasun tuotanto kapasiteetiltaan. Laitos pystyy käsittelemään jätettä n. 80 000 tonnia vuodessa (Labio 2020).

Labio Oy:n tilat sisältävät komposti- sekä biokaasulaitoksen. Kompostointilaitos sisältää yhteensä 11 kompostointitunnelia, joita täytetään ja tyhjenetään päivittäin viikko-ohjelman mukaisesti. Lisäksi kompostointilaitokseen kuuluvat kuusi hygienisointitunnelia. Ulkona ovat tilat kompostointiaumoille, sekä vastaanotettavalle pakatulle biojätteelle. Ensimmäisen vaiheen kompostointitunneleiden jatkeena on hajujen käsittelyyn tarkoitettuja tunneliteita: Jäähdytys- ja pesuriyksiköt (neljä kpl) ja biosuotimet (neljä kpl).



KUVA 3 Labio Oy:n komposti- ja biokaasulaitoksen osat ja materiaalivirrat (Labio 2017).

3.2 Kompostointiprosessi Labio Oy:llä

Kompostointiprosessiin syötetään biojätteen murskauksessa syntynyt yli 60 mm:n biojätteseos, mädätetty jätevesiliete, mädätysjännös, viherbiomassa sekä seulonnassa syntynyt tukiaine. Jakeet sekoitetaan ennalta sovitun koostumuksen mukaisesti ja syötetään ensimmäisen vaiheen kompostointitunneleihin. Ensimmäisen vaiheen kompostointitunneleissa erillisen reseptin pohjalta tehtyä tuotosta kompostoidaan noin viikon ajan. Kompostiprosessin jälkeen materiaali syötetään seulalinjalle pyöräkuormaajilla, missä se seulotaan ensin 50 mm:n tähtiseulalla ja sitten 12 mm tähtiseulalla. Samalla prosessista poistetaan epäpuhtauksia. Yli 12 mm komposti kierrätetään takaisin seosaineksi ja 12 mm seulan alle kertynyt seula-alite johdetaan toisen vaiheen hygienisointitunneleihin. Hygienisointitunneleissa komposti lämmitetään yli 70° lämpötilaan, jotta salmonella ja *E.-coli* bakteerit kuolevat. Hygienisointivaihe kestää myös noin viikon ajan. Kompostointilaitos on jaettu liikkeeseen ja puhtaaseen puoleen kompostin laadun takaamiseksi. Toisen vaiheen hygienisointitunnelit tyhjennetään lopulta puhtaalta puolelta kompostiaumoihin kypsytykseen. Kypsytyksessä komposti on n. 4–12 kk, minkä jälkeen sitä kuljetetaan maanparannusaineena pelloille. (Labio 2017, 16–17.)

3.3 Kaasuntuotantoprosessi Labio Oy:lla

Labio Oy:n biojätteen vastaanottotila on laitoksen sisäpihalla kuvan 1 mukaisesti. Biojätettä vastaanotetaan kahdelta kippipaikalta B1 tai B2. Kippipaikat B3 ja B4 toimivat ylimääräisinä varastointipaikkoina, jos biojätettä sattuu joskus tulemaan enemmän. Vastaanotettu biojäte syötetään pyöräkuormaajilla esimurskaimeen, minkä jälkeen murskattu biomassa kulkeutuu erilaisilla ruuvi- ja mattokuljettimilla 60–80 mm:n ruuviseulalle. Ruuviseulalta alle 60 mm materiaali siirtyy taas usean kuljettimien kautta väliaikaiseen varastointibunkkeriin. Yli 80 mm biomassa kulkeutuu muutaman mattokuljettimen kautta takaisin murskaimen vieressä olevaan varastointitilaan. Ruuviseulan ylitteenä takaisin bunkkeriin tullut materiaali sekoitetaan kompostointitunneleihin menevään sekoitukseen. Ruuviseulan tarkoituksena on seuloa biojätteestä pois mahdollisimman paljon muovia, jotta materiaali on mahdollisimman ”puhdasta” ja hyvin metaania tuottavaa. Varastointibunkkerista materiaalia syötetään neljään eri reaktoriin mahdollisimman tasaiseen tahtiin usean kuljettimen kautta. Matkalla syötteestä seulotaan magneettikuljettimen avulla suurimmat metallikappaleet pois. Ennen reaktoreille meneviä syöttökuljettimia seokseen lisätään L1 ovista vastaanotettu mädättämätön jätevesiliete. Lietettä pumpataan syötteen sekaan sekoitusuhteella 3:1 (Bio,liete). Reaktoreissa materiaalin viipymäaika on 20–40 vuorokautta. Tässä ajassa biomassasta syntyy raakakaasua sekä mädätysjäännöstä. Raakakaasu syötetään Gasumin laitokselle, missä siitä jalostetaan biokaasua. Mädätysjäännös kompostointiin. Mädätysjäännös on koostumuksellaan samaa kuin syötteenä toiminut materiaali. Siitä on hävinnyt anaerobisen mädätyksen takia orgaanista ainesta, joten sen kuiva-aine pitoisuus on pienempi. (Ravinne ja energia 2020).

Biokaasun tuotannossa on tärkeää, että mädättämöön syötettäisiin materiaalia mahdollisimman tasaiseen tahtiin, jottei mikrobien toiminta häiriinny. Labio Oy käyttää mädätyksessä kuivamädätystekniikkaa. Kuivamädätyksessä syötetyn materiaalin kuiva-aine pitoisuus on oltava n. 35 %, jolloin mädätysprosessi toimii optimaalisesti ja kaasun tuotto on hyvää. Labio Oy:n kaikki neljä reaktoria ovat 900 m³ suuruista. Niihin pumpataan biojätteen lisäksi myös erilaisia vedenpuhdistuslietteitä, jota syntyy veden puhdistamisprosessissa. Lietteet voivat olla mädätettyjä tai mädättämättömiä. Biokaasulaitoksen reaktoreihin pumpattavat lietteet ovat mädättämättömiä, joten niistä voidaan tuottaa myös kaasua. Reaktoreissa on käytössä lapasekoittimet, joiden avulla pyritään pitämään materiaali mahdollisimman homogeenisenä. Lisäksi sekoitin pyrkii luomaan tulppavirtauksen, minkä avulla materiaali siirtyy ulos reaktoreista helpommin. Biokaasuprosessissa on tärkeää

pitää reaktoreiden lämpötila mahdollisimman stabiilina, jolloin saavutetaan prosessille mahdollisimman optimaalinen lämpötila. Yleensä biomassaa mädätetään reaktoreissa 30–34 vuorokautta. Reaktoreissa raakakaasua alkaa muodostumaan reaktorin yläosaan, mistä se johdetaan kaasupalloon. Kaasupallo toimii raakakaasun varastointipaikkana, mistä sitä syötetään myös Kujalan jätekeskuksen alueella sijaitsevaan Gasumin omistamaan raakakaasun jalostuslaitokseen, jossa siitä tuotetaan biokaasua. Labio Oy:lla käytetään mesofiilistä mädätystä, mikä tarkoittaa, että reaktorit hajottavat orgaanisen aineen reaktoreissa 35–42 asteessa. Vaihtoehtoinen tapa olisi termofiilinen mädätys, missä reaktoreiden lämpötila pidetään 53–57 asteessa. Termofiilisen mädätysprosessin etu mesofiiliseen prosessiin verrattuna on korkeampi lämpötila, mikä mahdollistaa tehokkaamman kaasun tuotannon.



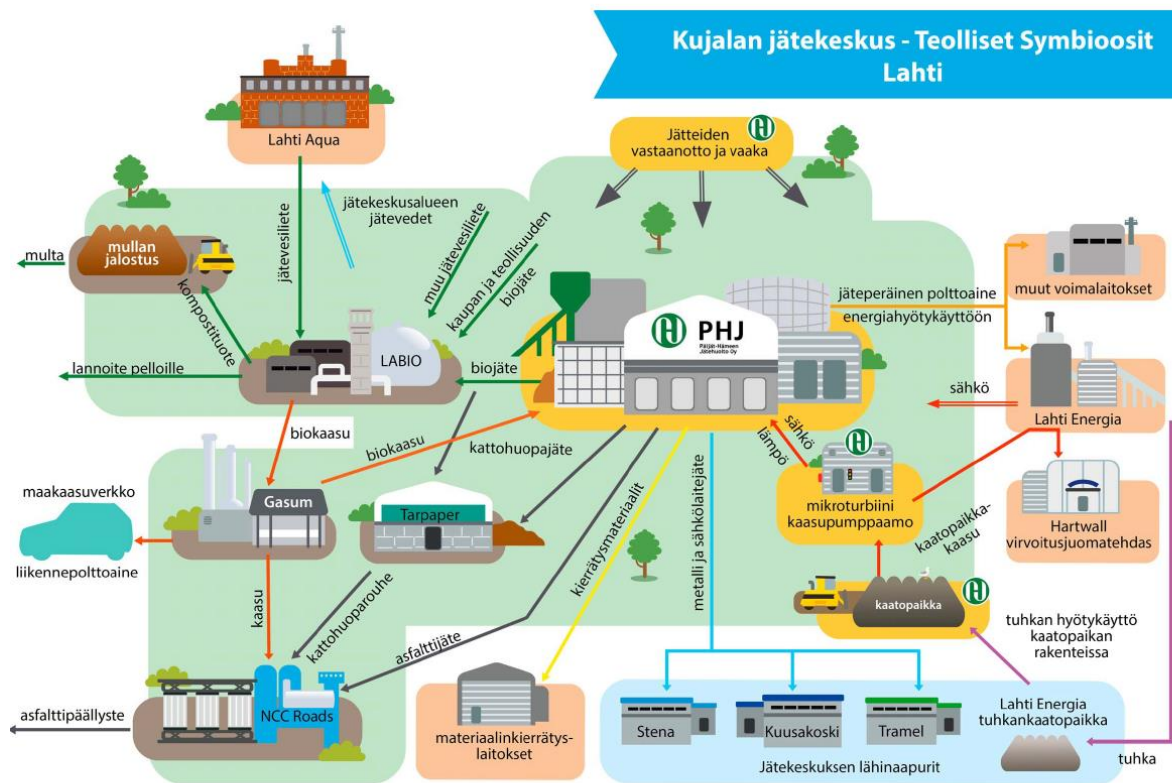
KUVA 4. Kaasupallo (Sundholm 2020).

3.4 Kujalan teollinen symbioosi

Labio Oy on osa teollista symbioosia Kujalan jätekeskuksessa. Kokonaisuuteen kuuluu useita eri yrityksiä, jotka hyödyntävät toisiensa tuotannossa syntyviä sivuvirtoja. Teollinen symbioosi luo hyvän pohjan kestäväälle kehitykselle ja se edistää kiertotalousmallin leviämistä edelleen. Teollisessa symbioosissa syntyvä verkko yritysten välillä edesauttaa materiaalien tehokasta käyttöä ja vähentää kaatopaikalle menevän jätteen määrää. Kujalan jätteenkäsittely keskus pitää sisällään yli 70 hehtaarin suuruisen alueen, jossa työskentelee yhdessä 20 erilaista yksikköä käsittelemässä erilaisia jätteitä. (European Commission, 2020.)

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy:n (PHJ) tavoitteena on lisätä käsiteltävän jätteen myyntiarvoa, jotta jäte pysyisi kierrossa mahdollisimman pitkään. Yrityksen tavoitteena on saavuttaa jopa 50 % kierrätysaste käsiteltävistään jätteistä. Toinen merkittävä tavoite on lisätä erilliskerätyn biojätteen määrää. Kujalan jätekeskuksen alueelle on jo asennettu aurinkopaneeleita tuottamaan aurinkoenergiaa. Tavoitteena on lisätä niiden määrää entisestään.

Labio Oy:n merkitys osana teollista symbioosia Kujalan jätekeskuksessa on merkittävä. Biojätteestä syntyvää biokaasua ja sen tuotannossa syntyviä sivuvirtoja pystytään hyödyntämään esimerkiksi energiana.



Boosted by LADEC Design: Anna Polkutie yhteistyössä: Esa Ekholm ja Hanna Bergman

KUVA 5 Lahdessa Kujalan jätekeskuksessa sijaitseva teollinen symbioosi ja sen toimijat (LADEC 2019).

4 TOIMINTATUTKIMUS

4.1 Toimintatutkimuksen historia

Toimintatutkimuksen historia kulkeutuu Yhdysvaltoihin 1940-luvun alkuun. Tällöin sosiaalipsykologi Kurt Lewis otti ensimmäistä kertaa käyttöön termin 'research', joka kuvasi sen ajan toimintatutkimusta. Lewisin toimintatutkimustermiä kuvasi hänen mukaansa parhaiten seuraavat piirteet: demokraattisuus, osallistuminen ja samanaikainen vaikuttaminen, tieteen kehittyminen sekä sosiaalinen muutos. (Suojanen 2020, Carr & Kemmisin 1983, 151–153 mukaan.)

Toimintatutkimusta sovellettiin erityisesti työelämään ja koulutukseen. Suomessa 1980-luvulla toimintatutkimus tuli merkittäväksi osaksi työtutkimusta. Työelämässä on tapahtunut merkittäviä muutoksia toimintatutkimuksellisen toimintatavan yleistyessä:

1. Siirtyminen ylhäältä ohjatuista organisaatioista verkostoituneisiin organisaatioihin ja toimintatapoihin, joissa työntekijöiden asiantuntemusta ja osaamista pyritään hyödyntämään.
2. Vaikutusvallan ja samalla vastuun jakaminen kaikille työntekijöille. Tähän liittyy empowerment-käsite, työn tekijöiden sisäisen voimantunteen eli itsensä lisääminen
3. Työn uudelleen organisointi liukuhihnamallista pienille, itseohjautuville tiimeille. Tällöin työtehtävien suunnittelu siirtyy myös niiden tekijöille.
4. Siirtyminen yksintekemisestä yhdessä tekemiseen

(Suojanen 2020.)

4.2 Toimintatutkimuksen keskeisiä piirteitä

Toimintatutkimuksella ei ole yhtä tiettyä määritelmää. Sillä on kaksi keskeistä tavoitetta; toiminnan kehittäminen ja ongelmatilanteeseen vaikuttaminen. Parhaillaan tutkimuksella voidaan saavuttaa osallistuvien henkilöiden ymmärtämiskyvyn lisääntyminen sekä tietyn toiminta- tai käytäntötilanteen toimintojen kehittyminen. Koulutuksessa toimintatutkimus toimii parhaiten erityisesti vertaisvalmennuksena, jolloin opettajat antavat tietoa oppilaille. Koulutuksessa korostuu tänä päivänä myös pienryhmien merkitys, joissa opiskelija auttaa vertaistaan. Tämä on hyvä esimerkki toimintatutkimuksesta. Osallistujien on oltava mahdollisimman aktiivisia osallistumaan, ratkaisemaan ongelmia, sekä toimimaan yhdessä

optimaalisen tuloksen saavuttamiseksi. Työelämässä tutkimus näyttäytyy esimerkiksi jonkin tutkimuskohteen kehittämisenä itse organisaation ongelmakohdan ratkaisuna. Hyvänä esimerkkinä työelämän tutkimuskohteesta on tuotekehitysprojekti tai asiakaspalvelun parantaminen. (Suojanen 2020.)

Suojaan mukaan kyse on toimintatutkimuksesta, kun tutkimus täyttää seuraavat ehdot:

1. tutkimuksessa on tarkoituksena yhteistyönä kehittää jotain sosiaalista kohdetta, ryhmän toimintaa, tiettyä hanketta tai tuotetta,
2. tutkimus toteutetaan suunnittelu-toiminta-havainnointi-reflektointi-sykleinä,
3. tutkimusprojektin jäsenet osallistuvat aktiivisesti kaikkiin tutkimusprosessin vaiheisiin ja
4. tutkimuksen kulku raportoidaan.

Toimintatutkimuksia voidaan tarkastella myös sen perusteella, millä reflektiivisyyden tasolla niissä liikutaan. Reflektio tarkoittaa ihmisen ajattelua itseksensä ja asioiden peilaamista aikaisempaan kokemukseen. Erään merkittävän toimintatutkijan, Habermasin mukaan erilaisilla reflektoinnin tasoilla voidaan jäsentää toimintatutkimusta. Oppimisen ja kehittymisen kannalta on tärkeää havainnollistaa, millä tasolla liikutaan. (Kemmis, 1985, 142–145) erottaa reflektoinnissa Habermasin tiedonintresseihin tukeutuen kolme eri tasoa:

1. Teknisen reflektoinnin tasolle on tyypillistä, että asioita tarkastellaan vain meneillään olevan toiminnan kannalta. Asioita ei myöskään kyseenalaisteta, vaan ne hyväksytään selviöinä. Mukana olevat työyhteisön jäsenet kokevat toiminnan tavoitteet ylhäältä annetuiksi, eivätkä siitä syystä pysty kokonaisvaltaisesti sitoutumaan tutkimukseen. Osallistujat ovat tutkimuksen objekteja.
2. Tulkinnallisen reflektoinnin tasolla tarkastellaan asioita suuremman kokonaisuuden osana. Kokemusten luonnetta arvioidaan ja tehtyjen valintojen perusteluja pohditaan. Ihmiskäsitys, käsitys työstä ja toimintafilosofiasta ovat tärkeitä pohdiskelun kohteita. Uusia käytäntöjä kehitettäessä pohditaan sitä, miten arvot heijastuvat käytännön toiminnassa. Osallistumalla tutkimukseen opettajien itseymmärrys ja tietoisuus toimintansa perusteista paranee.
3. Kriittisellä reflektoinnin tasolla pohditaan mm. kasvatuksen, koulutuksen ja työn arvopäämääriä yhteiskunnallisesta ja maailmanlaajuisesta näkökulmasta. Kriittisen toimintatutkimuksen esteenä on usein se, että työyhteisöstä puuttuu tutkimuksen

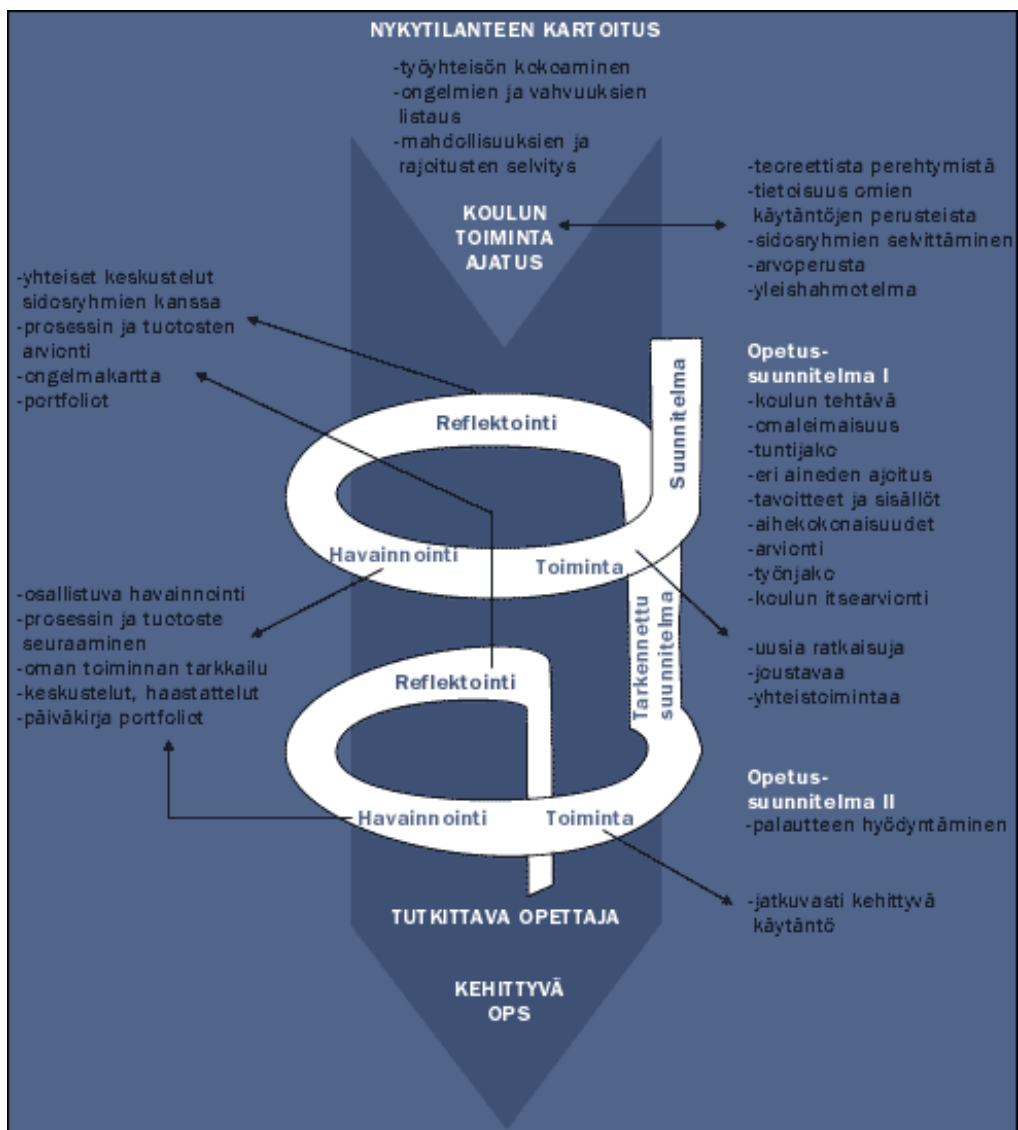
tekemisen asiantuntemus, jolloin on tarpeen käyttää ulkopuolisen tutkijan ohjausta. (Habermas 1974, Suojasen 2020 mukaan).

4.3 Toimintatutkimuksen vaiheet

Toimintatutkija Kemmis kehitti Lewinin ajatuksiin perustuvan mallin toimintatutkimuksen vaiheista. Keskeisenä ideana on spiraalisesti toimiva toiminta- ja tutkimusvaiheen toimintamalli, mikä toistuu useita kertoja. Kemmisin mukaan yksi kierros pitää sisällään suunnittelun, havainnoinnin ja reflektoinnin. Useat kierrokset auttavat kehittämään toimintaa ja toimintojen ymmärtämistä. Lisäksi tutkimuksen edustavuus paranee kierrosten edetessä. Suunnitteluvaiheessa on olennaista, että tutkija orientoituu muiden osallistujien kanssa tutkittavaan aiheeseen. Suunnitelmaa tehdessä on tärkeää syventyä aiheen lähtökohtiin ja erilaisiin toimintamalleihin, jotta osallistujien osaaminen on riittävä. Tärkeää on myös tehdä tehtävänanto selkeäksi, jotta tutkijoiden henkilökohtaiset taidot ja tiedot pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Suunnitelmaan kuuluu myös havainnointi- ja reflektointivaiheen valmistelu. (Suojanen 2020.)

Tutkimuksen toimintavaiheessa toteutetaan laadittu suunnitelma ja saavuttamaan suunnitteluvaiheessa asetetut tavoitteet. Toimintavaiheessa on erityisen tärkeää paneutua suunnitteluvaiheessa todettuihin epäkohtiin. Havainnointivaiheessa kerätään tietoa toimintavaiheen aikana tapahtuneista asioista esimerkiksi päiväkirjan, portfolion, haastatteluiden tai nauhoitusten avulla. Havainnointivaiheessa kerättyjä tietoja käytetään myöhemmin reflektoinnissa. (Suojanen 2020.)

Reflektointivaihe kuuluu käytännössä toimintatutkimusmallin jokaiseen vaiheeseen, koska tutkijan tehtävänä on koko tutkimuksen ajan kerätä, tulkita ja analysoida aineistoa. Tätä kutsutaan jatkuvaksi reflektoinniksi. Reflektoinnin päätehtävänä on todeta, miten tutkimus on onnistunut ja miten tutkimusta voisi kehittää. Reflektoinnista syntyy lopulta uusi suunnitelma ja näin ollen uusi toiminta-tutkimusvaihe. (Suojanen 2020.)



KUVA 6. Toimintatutkimuksen etenemismalli, esimerkkinä opetussuunnitelman kehittäminen (Suojanen 2020).

5 TOIMINTATUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN LABIO OY: SSA

5.1 Untha- murskain

Biokaasulaitokselle hankittiin vanhan Komptech Mashmaster 1300SE-murskaimen tilalle modernimpi Untha XR300C-niminen murskain. Uusi murskain pystyy murskaamaan erilaiset jakeet pienempiin osiin, jolloin seulakuljettimet pystyvät seulomaan muovit, sekä muut haitalliset jakeet pois entistä tehokkaammin. Labiolle räätälöity laite on tarkoitettu erityisesti kotitalousjätteen, biojätteen sekä puutarhajätteen murskaamiseen. Laitetta on tarkoitettu täyttää pyöräkuormaajalla ja sitä varten murskaimen eteen on valettu ramppi. Lisäksi murskain on mitoitettu siten, että pyöräkuormaaja ja sen kauha mahtuvat syöttämään sitä helposti ja turvallisesti. Untha kykenee murskaamaan biojätettä melkein kaksi kertaa tehokkaammin, kuin edeltäjänsä. Murskaus tapahtuu yhdellä roottorilla, minkä teho on 132 kW. Vertailuna Mashmaster toimii kahdella roottorilla, missä yhden roottorin teho on 75 kW. Mashmaster ei ollut myöskään mitoitettu Unthan tapaan kotitalousjätteelle, vaan puutarhajätteelle, joten murskausteho riippuu pitkälti syötteen muovipitoisuudesta.

Unthaan kuuluu myös itse murskaimen vieressä oleva ohjaustaulu, mistä pystyy seuraamaan laitteen kuormitusta sekä muokkaamaan esimerkiksi pyörimisnopeutta ja pyörimissuuntaa. Roottorin pyörimisteho on maksimissaan 60 rpm (kierrosta minuutissa), mutta biojätteen murskaamiseen riittää n. 10 rpm:n teho. Pyörimistehoa säädellään tarvittaessa materiaalin mukaan. Laite on mitoitettu siten, että se pystyy murskaamaan 50 tonnia biojätettä tunnissa (50m³/tunti). Taulukko 1:stä näkee materiaalin mitä murskaimeen on tarkoitettu syöttää, sekä sen tiheyden.

Materiaali	Tiheys
Kotitalousjäte ennen hajottamista tai kompostointia	600-1000 kg/m ³
Sekoitettu bio- ja puutarhajäte	400-400kg m ³
Pakattu biojäte	100-1000kg m ³
Puutarhajäte	150-400 kgm ³

TAULUKKO 1. Syötettävät materiaalit (Untha shredding technology 2020).

5.1.1 Haitalliset materiaalit

Murskaimeen sopimattomia materiaaleja ovat erilaiset metalliosat, kivet, sitkeät massat, räjähtävät- tai syttymisherkät aineet sekä liimoilla liatut materiaalit. Kuva 7:ssä olevat materiaalit ovat murskaimelle sopimattomia ja on pyrittävä estämään näiden kulkeutuminen murskaimen sisälle. On kuitenkin mahdollista, että silppuaminen onnistuu, jos syöttömäärä on riittävän pieni. Lisäksi on otettava huomioon, että murskaimen terät saattavat vaurioitua, jos näitä materiaaleja yritetään murskata.

Murskainta syötettäessä on myös huomioitava, ettei materiaali ole erityisen pitkää (ulottuu ulos suppilosta) tai sitkeää, ettei materiaalia ala kiertymään leikkauskoneiston ympärille. Räjähdyksivaarallisten ja helposti syttyvien materiaalien kanssa on oltava erityisen huolellinen. Esimerkiksi spraypurkit ja erilaiset liuotinaineet ovat kiellettyjä niiden alhaisen leimahduspisteen vuoksi. Myös materiaali, jossa on erityisen paljon pölyä, saattaa olla vaarallista, joten pyöräkuormaajakuskin on arvioitava, täytyykö esimerkiksi liian pölyistä materiaalia syöttää pienissä osissa tai sekoittaa vähän märempään materiaaliin ennen murskaimen syöttämistä. Luonnollisesti myös erilaiset radioaktiiviset aineet tai materiaalit on pyrittävä pitämään pois murskaimesta. Murskaimen käytössä on myös huomattu, ettei se sovellu paksujen paperinippujen silppuamiseen.



KUVA 7. Haitalliset materiaalit (Untha shredding technology 2020)

5.2 Valmistelu

Tässä teknisessä toimintatutkimusosuudessa kehitettiin Untha-murskaimen käyttöönottoa ja dokumentointia. Lisäksi työssä käsiteltiin esikäsittelyalueen eri osa-alueiden työturvallisuuspiirteitä keskittyen erityisesti Untha-murskaimeen. Esikäsittelyalueelle päivitettiin uuden riskinarviointikierroksen tulosten perusteella uudet käyttöohjeet. Lisäksi Untha-murskaimelle tehtiin turvallisuusasioiden lisäksi käyttö- ja huolto-ohje sekä koeajoja erilaisilla materiaaleilla.

Opinnäytetyössä lähdettiin liikkeelle keräämällä tarvittavat dokumentit uudesta Unthamurskaimesta. Dokumenteista, kuten käyttö- ja huolto-ohjeista, oli tarkoitus tehdä selkeä ja tiivis paketti, jotta lukija voisi perehtyä murskaimen käyttöön mahdollisimman helposti. Murskaimen mukana tuli todella laajat ohjeet, joiden tiivistäminen ja selkiyttäminen oli käytännön työn sujuvuuden vuoksi tarpeen. Näin ollen ohjeet jaoteltiin kolmeen eri kategoriaan: Tekniset tiedot, työturvallisuus- ja käyttö sekä huolto.

Työturvallisuus- ja käyttö -kappale sopisi hyvin perehdytysmateriaaliksi uusille työntekijöille. Kappale sisälsi ensisijaisesti työturvallisuuteen liittyviä asioita, jotta käyttäjä osaisi toimia vaaratilanteissa oikein. Lisäksi kappaleeseen kuului itse murskaimen käynnistys ja yleinen käyttö. Huolto-osioon kerättiin materiaaleista kaikki murskaimen huoltamiseen tarvittavat asiat, kuten sihtitankojen vaihto, murskaimen rasvaus ja öljyäminen. Osiossa on ilmoitettu tarkasti, milloin kyseiset huoltotehtävät olisi suoritettava. Tekniset tiedot osiossa keskityttiin yleisesti valmistajan antamiin tietoihin. Osiossa kerrottiin, miten laite on mitoitettu, sekä itse murskaimen mitat, sekä osien painot. Murskaimen käyttöohjeiden lisäksi mukana tuli murskaimen ja siihen liittyvien kuljettimien automaatio-ohje, mistä kerättiin talteen erityisesti murskaimen vikakoodit ja syyt niille. Yleisimmät vikakoodit lisättiin myös WinCC järjestelmään.

Esikäsittelyalueelle tehtiin erillinen työturvallisuuskierrös, jossa tarkasteltiin murskaimen ja siihen liitettyjen kuljettimien mahdollisia vaara- ja riskikohtia. Esikäsittelyalueella työskennellessä on erityisen tärkeä varoa raskaita ajoneuvoja, kuten jäteautoja ja pyöräkuormajia. Lisäksi alueella parannettiin kuljettimien turvallisuuspiirteitä. Erityisesti kuljettimien alle asennettiin ns. sormisuoja. Kierroksen pohjalta tehtiin CE-dokumentti, mikä piti sisällään esikäsittelyalueen kuljettimet ja alueen riskikohdat turvallisuuden kannalta. Alueelta korjattiin mahdolliset puutteet, minkä jälkeen dokumentti julkaistiin ja tuli luettavaksi työntekijöille. CE-dokumentin tarkoituksena oli tässä tapauksessa ilmaista, että alue on EU-direktiivien mukainen ja täyttää tarvittavat turvallisuusvaatimukset.

5.3 Murskaimen asennus

Untha murskaimen asentamisesta sekä vanhan Mashmaster-murskaimen purkamisesta vastasi Labio Oy:n huollon työntekijät sekä itävaltalaisen koneinsinööriyrityksen Anlagen-Montagetchnik (AMT) työntekijöitä. AMT oli mukana rakentamassa biokaasulaitos laajennusta aiemmin vuonna 2014. Ennen Mashmaster-murskaimen nostoa pois alue siivottiin huolellisesti erilaisten pienkoneiden avulla.



KUVA 8. Mashmaster murskain (Labio Oy 2020).



KUVA 9. Mashmasterin syöttäminen pyöräkuormaajalla (Labio Oy 2020).

Alueen siivoamisen jälkeen Mashmaster-murskain nostettiin osina pois paikaltaan ja siihen liitetyille kuljettimille asennettiin tuet (11b). Samalla aloitettiin asentamaan Unthamurskaimen sähköpääkeskusta ja valmistelemaan jäähdytys- ja hydraulikkajärjestelmää. Lisäksi valmisteltiin UPS-järjestelmää, joka turvaa laitteen toimivuuden sähkökatkostilanteissa. Kun uusi murskain saapui paikalle ja vanha Mashmaster saatiin siirrettyä pois edestä, aloitettiin Unthan asentaminen paikalleen. Asentaminen alkoi vaativilla nostotöillä, joista vastasi paikallinen Tonttilan nosto ja kuljetus Oy. Kun murskain saatiin asennettua paikoilleen, pystyttiin viimeistelemään jäähdytys- sekä hydraulikkajärjestelmän asennus. Uuteen murskaimeen liitettävät 11a ja 11b -kuljettimet asennettiin oikealle korkeudelle ja kiinnitettiin Unthaan. Sen jälkeen automaatioyryitys INSTA pystyi tekemään tarvittavat muutokset WinCC-ohjelmaan, jolla esikäsitteilylinjaa hallitaan etänä. Murskainta koeajettiin ja todettiin toimivaksi, minkä jälkeen se otettiin käyttöön. Ennen Unthan käyttöönottoa järjestettiin murskaimen käyttökoulutus henkilöstölle. Käyttökoulutuksesta vastasi Unthan oma edustaja. Käyttökoulutus suoritettiin kahdessa osassa. Huollon perehdytyksessä keskityttiin enemmän murskaimen määräaikaishuoltoihin ja mahdollisiin ongelmatilanteisiin ja osien vaihtoon, kun taas muiden työntekijöiden perehdytyksessä keskityttiin laitteen turvalliseen käyttöön.



KUVA 10 Untha XR300C (Sundholm 2019).

5.4 Murskaimen käyttö ja seuranta

Murskaimen käyttöä seurattiin vuoromestareiden, pyöräkuormaajakuskien ja huollon toimesta, ja vikatilanteita sekä huomioita merkittiin päiväkirjaan. Huomioita käsiteltiin kuukausipalaverissa yrityksen työntekijöiden kesken, jotta saataisiin mahdollisimman monta mielipidettä. Murskaimen käyttöönotossa ilmeni muutamia ongelmakohtia, joita piti kehittää edelleen.

Ensimmäinen ongelmatilanne syntyi, kun murskaimeen yritettiin syöttää ensimmäisen vaiheen kompostointitunneleiden seulonnassa syntyvää alle 12 mm kokoista alitetta. Alite oli niin hienoa, että se tukki murskaimen. Toisen merkittävän ongelman aiheutti muovi, mikä aiheutti useita ongelmia Unthaa edeltävän Mashmaster-murskaimen käytössä. Unthan roottorin sivulla olevat sihtitangot keräsivät erittäin paljon muovia, mikä aiheutti sen, että murskain ei toiminut tarvittavalla tehokkuudella. Sihtitankojen putsaaminen oli aikaa kuluttavaa ja useasti toistuvaa työtä, minkä vuoksi asialle oli tehtävä jotain.

Kylmien ilmojen tullessa biomassan seassa kulkeutuu usein kokonaisia biojäteastioita, joiden renkaiden metallinen tanko aiheutti murskaimen tukkeutumisen antamalla vierasesinehálytyksen. Ongelma tapahtui usein ja vaati paljon ylimääräistä lapiointityötä, joten murskaimen huoltoluukun alle asennettiin pieni hihnakuljetin helpottamaan työtä.

Vierasesinehälytyksen tullessa kaksi kertaa lukitsee hälytys murskaimen täysin, siten ettei sitä pystynyt ajamaan käsin, jolloin murskaimen huoltoluukku oli avattava, ja kaivettava tukoksen aiheuttanut vierasesine pois. Kun murskain oli täynnä vierasesinehälytyksen satuessa kesti siivoustöissä todella pitkä aika.



KUVA 11. Unthan roottori huoltoluukulta katsottuna (Sundholm 2020).



KUVA 12. Unthan sihtitangot ovat keränneet muovia (Sundholm 2020).

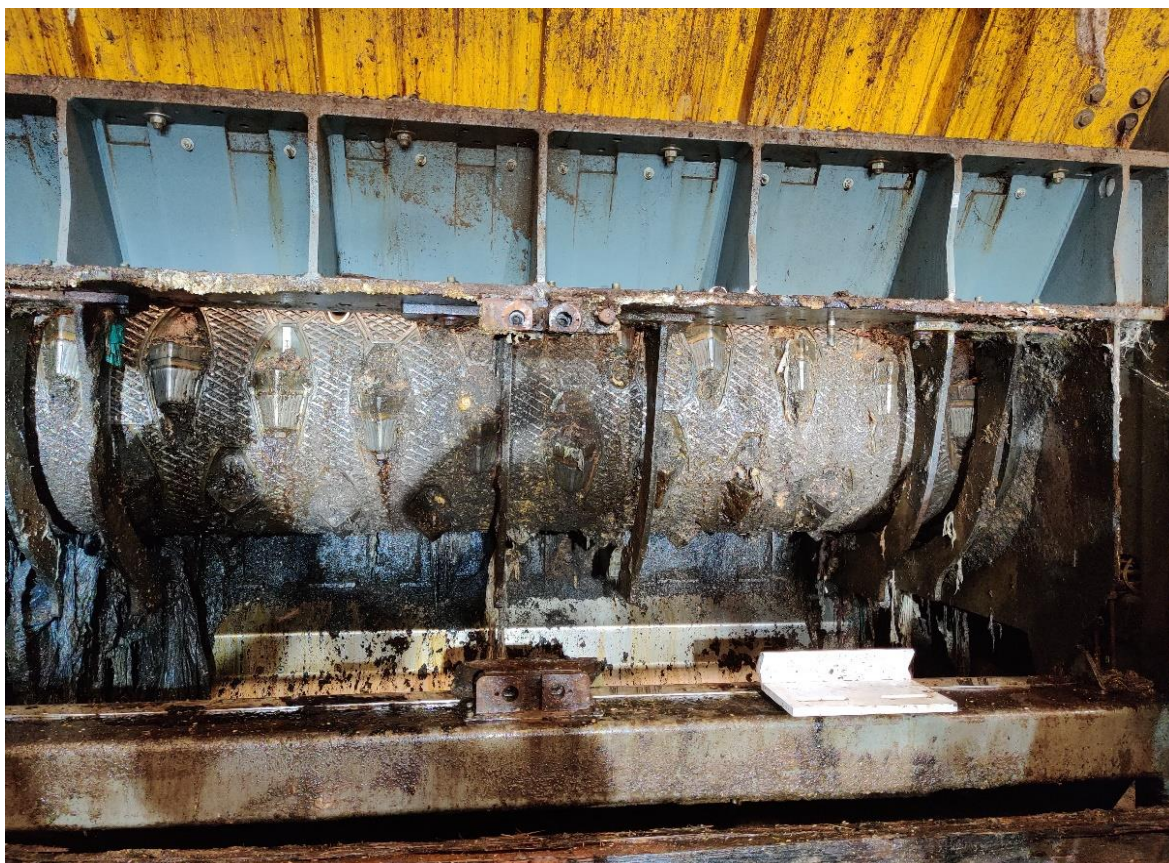
5.5 Kehitysvaihe

Murskaimen käyttöönotossa seurattiin sen toimintaa ja mietittiin, miten sitä pystyttäisiin parantamaan tai käyttöä helpottamaan. Sidosryhmäpalavereissa kysyttiin pyöräkuormajakuskeilta, huollolta ja operaattoreilta kehitysehdotuksia. Pyöräkuormakuskit eivät pitäneet murskaimen korkeudesta, koska heidän oli vaikea huomata suppiloa kippausvaiheessa. Tästä syystä murskaimen huoltotaso oli erittäin sotkuinen biojätteen tiputtua siihen usein ja se aiheutti lisää turhaa työtä huollolle ja siivoukselle. Ongelmat ratkaistiin suunnittelemalla ramppi murskaimelle sekä suurempi suppilo. Suppiloja ramppi autoivat merkittävästi pyöräkuormajakuskien työntekoa. Murskaimen hahmottaminen helpottui ja alueen siisteys kohentui. Rampin vasemmalle puolelle asennettiin myös muuri rajaamaan ruuviseulan ylitteelle tarkoitettua varastokulmausta.



KUVA 13. Untha uudella suppilolla ja rampilla (Sundholm 2020).

Paljon ongelmia aiheuttivat myös murskaimen sihtitangot, mitkä keräsivät suuria määriä muovia. Ratkaisuna tähän poistettiin muutamia sihtitankoja, jotta murskattu biojäte pääsisi paremmin ulos murskaimesta. Tämä auttoi hetkellisesti, mutta ongelma palautui, joten murskaimesta poistettiin vielä muutama sihtitanko lisää, mikä auttoi merkittävästi ongelmaan. Sihtitankojen harventamisen yhteydessä roottorin päälle asennettiin suoja sihtitangoille. Sen tarkoituksena oli estää muovin kertyminen sihtitankoihin siten, että roottorin pyöriessä väärään suuntaan muovi ei pääsisi kulkeutumaan eteenpäin kuin roottorin hamppaiden suuntaan.



KUVA 14. Unthan sihtitankoja irrotettu (Sundholm 2020).

Jatkuvien vierasesinehälytysten seurauksena jouduimme kehittämään erityisesti murskaimen käsin ajoa tyhjäksi. Opimme tehokkaimman keinon saada murskain tyhjäksi ajamalla sen roottoria hitaasti käsikäytöllä vastakkaiseen suuntaan. Näin murskain ei saavuta korkeaa virtaa, joka lukitsi laitteen. Vastaavia tilanteita varten laadittiin ohje helpottamaan työntekijöitä. Käsin ajo todettiin toimivaksi tavaksi saada murskain tyhjäksi, mutta se vei yleensä todella pitkän ajan, joten kehiteltävää riitti. Murskaimen käyttöön on valittavana useita eri ohjelmia ja parametreja, joilla sen käytön saa kustomoitua käyttökohteelle optimaaliseksi. Esimerkiksi biojätteelle on oma ohjelma ja kuormalavojen murskaukseen on oma ohjelma. Otimme biojätteen murskaukseen käytettävään ohjelmaan roottorin peruutuksen päälle, minkä seurauksena murskain pyörittää roottoria eri suuntaan tietyin väliajoin.

5.6 Toimintatutkimuksen ehtojen toteutuminen

Vertailtaessa toimintatutkimuksen osa-alueiden toteutumista Suojasen mukaan (2020) edellä kuvattuun prosessiin ja vaiheisiin voidaan, todeta että Unthan käyttöönotto-toimintatutkimuksen ehdot toteutuivat seuraavasti:

Toimintatutkimuksen ehto	Toimintatutkimuksen vaihe	Perustelu
Tutkimuksessa on tarkoituksena yhteistyönä kehittää jotain sosiaalista kohdetta, ryhmän toimintaa, tiettyä hanketta tai tuotetta	Kaikki vaiheet	Hanketta on toteutettu tiimissä. Yhteistyöhön kuulunut myös ulkoisia sidosryhmiä
Tutkimus toteutetaan suunnittelu-toiminta-havainnointi-reflektointi-sykleinä	valmistelu = suunnittelu, murskaimen asennus = toiminta, murskaimen käyttö ja seuranta = toiminta + havainnointi, kehitysvaihe = reflektointi	Syklin toteutumisen vaiheet vastaavat toimintatutkimuksen ehtoja
Tutkimusprojektin jäsenet osallistuvat aktiivisesti kaikkiin tutkimusprosessin vaiheisiin	Kaikki vaiheet	Opinnäytetyön tekijä on toiminut varsinaisena tutkijana yksin, mutta käytännön työhön ja kehittämistöimiin tiimi sekä sidosryhmien edustajia
Tutkimuksen kulku raportoidaan.	Kaikki vaiheet	Opinnäytetyön laatiminen

TAULUKKO 2. Toimintatutkimuksen ehtojen toteutuminen perusteluineen.

Taulukko 2 mukaan murskaimen käyttöönotto kulki selvästi käsi kädessä toimintatutkimukset ehtojen mukaisesti. Opinnäytetyön valmistuminen ei ollut toimintatutkimuksen päätepiste, vaan murskainta käyttöä pyritään seuraamaan ja kehittämään myös jatkossa aktiivisesti.

6 TULOKSET

Murskaimen käyttöönnotossa ja dokumentoinnissa käytettiin menetelmänä toimintatutkimusta, jonka avulla murskaimen käyttöönottoa ja toimintaa oli helppoa ja selkeää seurata organisoidusti. Opinnäytetyö itsessään oli todella pitkä prosessi ja sitä olisi voinut jatkaa edelleen toimintatutkimuksen syklisen rakenteen takia.

Merkittävimpiä tuloksia työn vaikuttavuuden näkökulmasta olivat murskaimen ongelmatilanteiden minimointi, työn tehokkuuden sekä työturvallisuuden parantaminen. Unthaan asennettu suurempi suppilo ja ramppi helpottivat pyöräkuormaaja kuskien työntekoa merkittävästi. Rampin avulla kuskit pystyvät hahmottamaan murskaimen nielun sijainnin paremmin sekä hahmottamaan ympäristönsä entistä paremmin. Rampin vasemmalle sivulle tehty pieni muuri rajaa esikäsitteilyn seulonnassa syntyvän, yli 80 mm kokoiselle biomassalle erinäisen bunkkeri ja näin murskaimen ympäristö pysyy siistimpänä. Murskaimeen asennettu suurempi suppilo mahdollistaa, että Unthaan mahtuu kerralla täysi kauhallinen biomassaa eikä sitä tarvitse ripotella hitaasti pieni määrä kerrallaan peläten, että biomassaa menee yli suppilon reunojen. Näin ollen huoltotaso pysyy siistimpänä. Toimintatutkimuksessa dokumentoitiin murskaimelle tehtyjä huoltotöitä, jota pystytään hyödyntämään tulevaisuudessa esimerkiksi työn valmistelun tai ajoittamisen kanssa. Dokumentointiin kuului myös käyttöohjeiden selkeyttäminen, jotta murskaimeen liittyvät tiedot löytyisi mahdollisimman helposti.

Murskaimen ohjelman parametreihin lisätty roottorin peruutus ja sen käyttäminen auttoivat merkittävästi vierasesineiden aiheuttamissa ongelmatilanteissa. Usein vierasesine saattaa pyörähtää roottorin toiselta puolelta pois, eikä se tuki murskainta. Muutenkin vierasesineiden aiheuttamat tukokset murskaimessa opettivat tehokkaan ja turvallisen työskentelytavan ruuhkan purkuun. Sihtitankojen harventaminen oli myös murskaimen tehokkuuden kannalta merkittävä parannus. Alun perin, kun murskaimessa oli jokainen sihtitanko paikallaan, muovi takertui niihin todella nopeasti, mikä aiheutti sen, ettei murskain mahtunut tiputtamaan biomassaa linjassa seuraavana oleville kuljettimille. Silloin biomassan ajaminen välivarastoon vei paljon aikaa. Nyt sihtitankojen määrän ollessa pienempi biomassaa liikkuu nopeammin, mikä mahdollistaa välivaraston nopean täyttymisen. Tehokkaampi murskaus antaa esikäsitteilylinjan kuljettimien erilaisille huolto- ja siivoustehtäville paljon enemmän pelivaraa. Murskaimen kehittäminen jatkuu edelleen ja kehityskohteita on jo mietitty tulevaisuudelle.

7 YLLÄPITO JA JATKOKEHITYS

Opinnäytetyön loputtua esikäsittelylinjan ja erityisesti Unthan seurantaan jatketaan. Vaikka murskain toimii luotettavasti, pystytään sen käyttöä monipuolistamaan ja tehostamaan merkittävästi entisestään. Alun perin oli suunnitteilla lisätä murskaimen alla olevaan kuljettimeen nesteen talteenotto, jotta taattaisiin syötteen sujuva kulkeutuminen ruuvikuljettimissa myös, kun syöte on normaalia mäempää. Syötteen kosteus ei ole aiheuttanut kuitenkaan suurempia ongelmatilanteita, koska pyöräkuormaajakuskit sekoittavat silmämääräisesti kosteaan materiaaliin kuivia jakeita, kuten jauhoa tai kuivattua kompostia. Hienoja jakeita on kuitenkin syötettävä maltillinen määrä kerralla, koska kuten aiemmin huomaisimme murskain saattaa mennä vikatilaan liian suuresta hienosta materiaalista.

Tulevaisuudessa Unthaa pystyttäisiin hyödyntämään usean eri materiaalin murskaamisessa sen monipuolisten ohjelmaparametrien avulla. Tällä hetkellä käytössä on kaksi eri ohjelmaa: kuormalavat ja biojäte. Kuormalavojen murskaaminen onnistui hyvin ja lopputuotoksena oli hyvän näköistä haketta. Työnä kuitenkin kuormalavojen haketus Unthalla ei ole kovin tehokasta. Lopputuotokseen jää naulat eikä työskentelypaikka ole optimaalinen haketukseen. Kehittelyssä on myös uusi ohjelmaparametri vierasesineen purkua varten. Ohjelman tarkoituksena on se, että Unthan roottori pyörisi merkittävän ajan taaksepäin ja vain hetken eteenpäin. Parhaimmillaan ohjelma pystyisi ajamaan murskaimen tyhjäksi erittäin nopeassa ajassa, mikä helpottaa ja tehostaa huoltotyötä. Yksi mahdollinen uusi käyttökohde voisi olla kevyet metallipurkit, joita tulee tasaiseen tahtiin hävitykseen. Riskinä on, ettei murskain jaksa silputa niitä, tai että syöte rikkoo murskainta sisältä päin.

Yksi suurin ongelma murskaimen käytössä on ollut vierasesineet. Vierasesineet ovat yleisesti olleet paksuja metallisia kappaleita, joita murskain ei jaksa tuhota. Unthan roottorin yläpuolelle olisi mahdollista asentaa magneettilevy, mikä keräisi metalliset murskausta haittaavat kappaleet. Idea tarvitsee kuitenkin paljon jatkokehittelyä toteutuakseen.

LÄHTEET

Bioenergianeuvoja. 2020. Peltobiomassat. [viitattu 10.8.2020] Saatavissa:

<https://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/peltobiomassat/>

Bioste. 2020. Biokaasu. [viitattu 11.5.2020] Saatavissa: <http://bioste.fi/bioenergia/biokaasu/>

Energialous. 2020. Biokaasun liikennekäytölle 7,97 miljoonan euron kärkihanketuki Gasumille. [viitattu 13.8.2020] Saatavissa: <https://www.energiatalous.fi/?p=958>

Energiavirasto. 2019. Kaasun toimintavarmuus vuonna 2019. Helsinki: Energiavirasto. [viitattu 14.5.2020] Saatavissa: <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12722768/Raportti-kaasun-toimitusvarmuus-2019.pdf/7325ed49-38a0-e8d4-6d70-f527e2e4bc2d/Raportti-kaasun-toimitusvarmuus-2019.pdf>

European Commission. 2017. Industrial Symbiosis. [viitattu 25.8.2020] Saatavissa:

https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2018/05/Industrial_Symbiosis.pdf

Gasum. 2020. Kaasuautoilu on edullisinta autoilua Suomessa. [viitattu 11.8.2020] Saatavissa: <https://www.gasum.com/ajassa/puhdas-liikenne/2019/kaasuautoilu-on-edullisinta-autoilua-suomessa/>

Global petrolprices. 2020. Bensiinin hinnat. [viitattu 11.8.2020] Saatavissa: https://fi.globalpetrolprices.com/World/gasoline_prices/#hl193

Huttunen, M., Kuittinen, V., Lampinen, A. 2017. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences. Suomen biokaasurekisteri. Vol. 21. Teoksessa: Pasanen, P. (toim.) [viitattu 1.5.2020] Saatavissa: https://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-2856-6/urn_isbn_978-952-61-2856-6.pdf

Kaasuautoilijat. 2020. Kaasuauto. [viitattu 11.8.2020] Saatavissa: <https://kaasuautoilijat.fi/2019/07/24/maakaasu-ja-biokaasu/>

Kymäläinen, M., Pakarinen, O. Biokaasuteknologia – Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Teoksessa: Pakarinen, O. (toim). Hämeenlinna, Suomi: Suomen Biokaasuyhdistys. 204. [viitattu 1.5.2020]

Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf

Labio Oy. 2020. [viitattu 8.6.2020] Saatavissa: <http://www.labio.fi/>

Labio Oy:n komposti- ja biokaasulaitoksen osat ja materiaalivirrat. Omavalvontasuunnitelma ja jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelma. 2017. [viitattu 3.9.2020] Saatavissa: (Labio intranet, 2017)

Liikennebiokaasu. 2020. Biokaasun tuotanto. [viitattu 11.5.2020] Saatavissa: <http://liikennebiokaasu.com/biokaasun-tuotanto/>

Luostarinen, S., Pyykkönen, V., Winqvist, E., Kässi, P., Grönroos, J., Manninen, K., Rankinen K. 2016, Maatilojen biokaasulaitokset – Mahdollisuudet, kannattavuus ja ympäristövaikutukset. Luonnonvarakeskus (LUKE). Helsinki. [viitattu 10.8.2020] Saatavissa: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/532222/luke-luobio_11_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Motiva. 2020. Maakaasu ja biokaasu. [viitattu 11.8.2020] Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/energialahteet/maakaasu_ja_biokaasu

Ravinne ja energia. 2020. Biokaasulaitoksen mädätysjäännös. Saatavissa: <http://ravinnejaenergia.fi/materiaali/omalannoitteet/biokaasulaitoksen-madatysjaannos-ja-komposti/>

Sitra. 2020. Kiertotalous. [viitattu 25.8.2020] Saatavissa: <https://www.sitra.fi/aiheet/kiertotalous/>

Sitra. 2020. Teolliset symbioosit. [viitattu 25.8.2020] Saatavissa: <https://www.sitra.fi/aiheet/teolliset-symbioosit/>

Suojanen U. (2020). Toimintatutkimus ammatillisen kehittymisen välineenä. [viitattu 28.4.2020] Saatavissa: <https://metodix.fi/2014/05/19/suojanen-toimintatutkimus/>

Työterveyslaitos. 2020. Työturvallisuus. [viitattu 6.7.2020] Saatavissa: <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/tyoturvaluus/>

Työturvallisuuskeskus. 2020. Työturvallisuus ja työsuojelu. [viitattu 6.7.2020] Saatavissa: https://ttk.fi/tyoturvaluus_ja_tyosuojelu/tyoturvaluuden_perusteet

Untha shredding technology, 2020. XR3000C Käyttöopas. [viitattu 25.9.2020] Saatavissa:

Vesilaitosyhdistys, 2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa. Pro Agria keskusten liitto. [viitattu 26.10.2020] Saatavissa: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas_201320032014s.pdf

Virolainen-Hynnä, A. 2020. Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030. Suomen Bio-kierto ja Biokaasu RY:n julkaisuja. Helsinki. [viitattu 8.7.2020] Saatavissa: https://bio-kierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030_raportti_17062020.pdf

Kuvat:

KUVA 1. Kymäläinen, M., Pakarinen, O. Biokaasuteknologia – Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Teoksessa: Pakarinen, O. (toim). Hämeenlinna, Suomi: Suomen Biokaasuyhdistys. 60.

KUVA 2. Biokaasun liikennekäytölle 7,97 miljoonan euron kärkihanketuki Gasumille. [viitattu 13.8.2020] Saatavissa: <https://www.energiatalous.fi/?p=958>

KUVA 3. Labio Oy:n komposti- ja biokaasulaitoksen osat ja materiaalivirrat. Omavalvontasuunnitelma ja jätteen käsittelyn seuranta- ja tarkkailusuunnitelma. 2017. [viitattu 3.9.2020] Saatavissa: (Labio intranet, 2017)

KUVA 4. Miro Sundholm, 2020. Kaasupallo. [viitattu 24.9.2020]

KUVA 5. Polkutie, A., Ekholm, E., Bergman, H. Kujalan jätekeskus – Teolliset Symbioosit Lahti. [viitattu 8.9.2020] Saatavissa: <https://www.phj.fi/wp-content/uploads/2019/01/Kujalan-j%C3%A4tekeskus-teolliset-symbioosit-2018.pdf>

KUVA 6. Toimintatutkimuksen vaiheet. Toimintatutkimus ammatillisen kehittymisen välineenä. Kuvion toimintatutkimuksen syklinen malli on muunneltu Kemmisin ja McTaggartin kuviosta, 1988, s. 14. [viitattu 28.4.2020] Saatavissa: <https://metodix.fi/2014/05/19/suojanen-toimintatutkimus/>

KUVA 7. Haitalliset materiaalit. XR3000C Käyttöopas. Untha shredding technology. [viitattu 3.9.2020] Saatavissa: Labio intranet, 2020

KUVA 8. Miro Sundholm, 2020. Mashmaster murskain. [viitattu 22.9.2020]

KUVA 9. Miro Sundholm, 2020. Mashmasterin syöttäminen pyöräkuormaajalla. [viitattu 22.9.2020]

KUVA 10. Miro Sundholm, 2020. Untha XR300C. [viitattu 22.9.2020]

KUVA 11. Miro Sundholm, 2020. Unthan roottori huoltoluukulta katsottuna. [viitattu 22.9.2020]

KUVA 12. Miro Sundholm, 2020. Unthan sihtitangot ovat keränneet muovia. [viitattu 22.9.2020]

KUVA 13. Miro Sundholm, 2020. Untha uudella suppilolla ja rampilla. [viitattu 22.9.2020]

KUVA 14. Miro Sundholm, 2020. Unthan sihtitankoja irrotettu. [viitattu 22.9.2020]

Taulukot:

TAULUKKO 1. Untha shredding technology, 2019. XR3000C Käyttöopas. [viitattu 25.9.2020]

TAULUKKO 2. Anne-Marie Tuomala, 2020. Toimintatutkimuksen ehtojen toteutuminen perusteluineen. [viitattu 22.9.2020]

LIITTEET

Untha- murskain esikäsittelyalueella

Labo Oy
Miro Suurholm

Projekti aloituspäivä

5.3.2019

Versio: 1

Selitys:

Suoritus

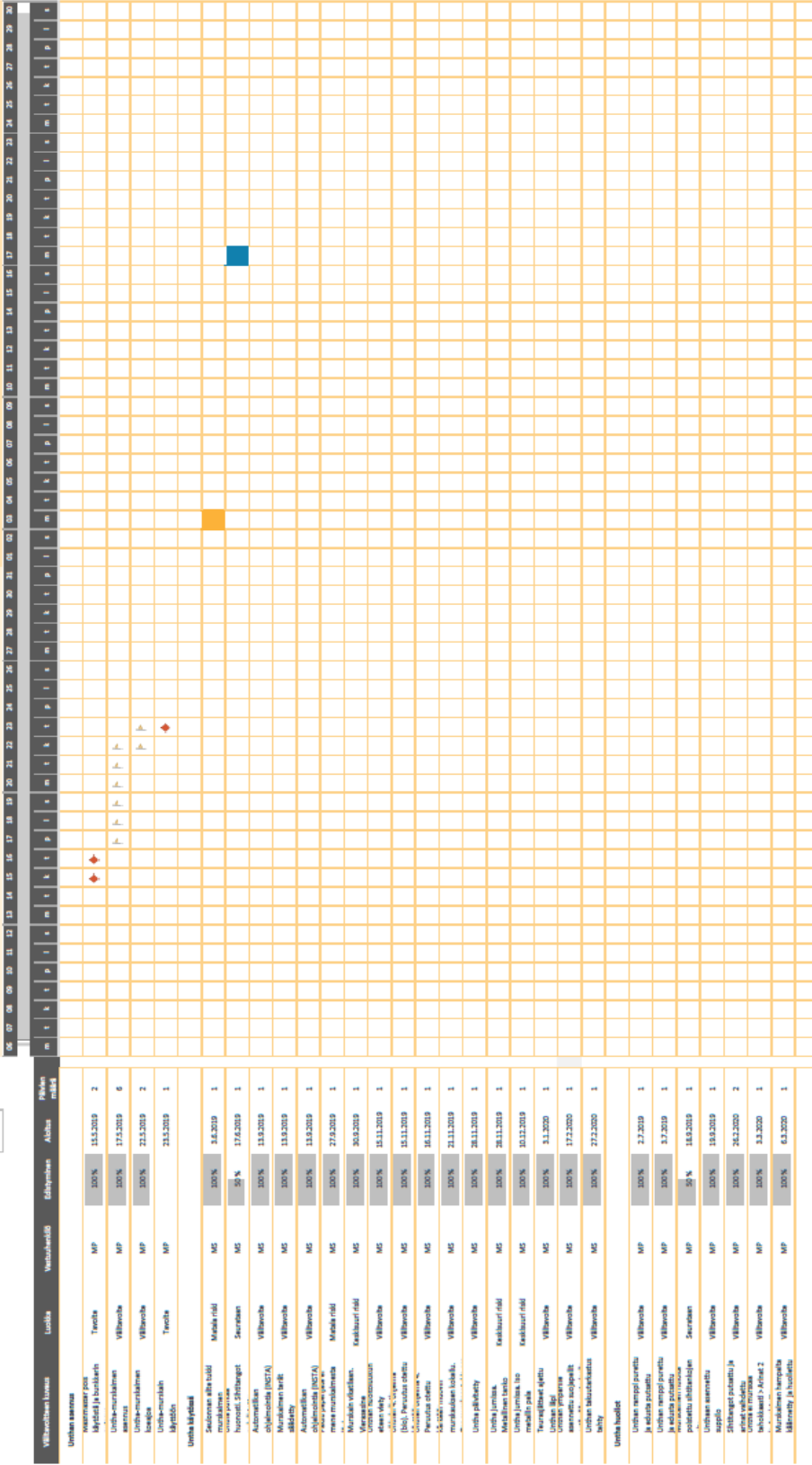
Muutokset

Käsiteltävä

Koncre risti

Määrittämätön

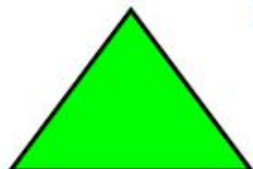
2019
07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
toukokuu kesäkuu



Jos haluat lisätä taitoa, klikkaa riviä klikkaamalla YHTEISTYÖTOIMEN

LIITE 1. Gantt-tilaus

BIOJÄTTEEN ESIKÄSITTELYLINJA



KOHDE:



Murskain 10.0 Untha XR 3000C:

Katso Unthan käyttöohjeet: komposti/tuotanto/työkalut ja resurssit/työ- turva ja huolto-ohjeet/untha ohjeet/

Laitteet

- Untha XR 3000
- Unthan ohjauskeskus
- Ohjauskeskus 23.1
- Nostavakuljetin 11a ja 11b
- Mattokuljetin 12.0a, 12b
- Ruuviseula 13a, 13b, 13c
- Mattokuljetin 16
- Mattokuljetin 17

Sijainti

- Biojätteen kippaustason vieressä
- Biojätteen kippaustason vieressä
- Biojätteen kippaustason vieressä
- Untha- murskaimen alla ja vieressä
- Bunkkerin yläpuolella
- Esikäsitteilyalue, radan puoli
- Esikäsitteilyalue, ruuviseulan vieressä
- Bunkkerin yläpuolella, 12.0 vieressä



Ohjauskeskus 23.1



Unthan ohjauskeskus



Ruuvikuljettimet 11a ja b

LIITE 2. Esikäsitteilylinjan käynnistys 1/2

ESIKÄSITTELYLINJAN KÄYNNISTYS:

- Tarkista ohjauskeskus 23.1, sekä unthan ohjauskeskus hälytysten varalta
 - Jos hälytyksiä näkyy hoida ne kuntoon!
- Tarkista, että ohjauskeskus 23.1 syöttösuunta on oikea (bunker tai digester)
- Tarkista, että unthan ohjauskeskus on etäkäytöllä ja, että näytössä vilkkuu "vapautuksen odotus"
 - Jos ei, niin navigoi unthan ohjauskeskukselta asetuksiin ja valitse etäkäyttö
 - Tämän jälkeen paina unthan ohjauskeskukselta painikkeita "kuittaus" ja "käynnistys" samaan aikaan
- Tämän jälkeen voit käynnistää sekvenssin joko paikan päältä painamalla ohjauskeskus 23.1 sequence start, tai etänä pyöräkuormaajakuskin kaukosäätimellä



- Unthan ohjauskeskus, vapautuksen odotus



- Ohjauskeskus 23.1, sekvenssin aloitus paikan päältä

LIITE 2. Esikäsitteilylinjan käynnistys 2/2