



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Riku Pihlajamaa

# BIOJÄTEVARASTON KAUSIVAIHTELUN TARKASTELU

Tekniikka

2024

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Energiatekniikka.

## TIIVISTELMÄ

Tekijä Riku Pihlajamaa  
Opinnäytetyön nimi Biojätevaraston kausivaihtelun tarkastelu

Vuosi 2023  
Kieli suomi  
Sivumäärä 43 + 3 liitettä  
Ohjaaja Mikko Pieskä

---

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan Stormossenin biokaasulaitoksen biojätteen kausivaihtelua sekä sen vaikutusta varastoinnin tarpeeseen että prosessiin.

Työ tehdään tapaustutkimus lähtökohdasta. Käytetyt tutkimusmenetelmät ovat kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen menetelmä.

Havainnoissa huomaamme, että varastointi sekä prosessointinopeus ovat riittämättömiä pysymään kasvavan jätemäärän tahdissa. Prosessista kuitenkin löytyy kehittämisvaraa, jolla nopeutta saadaan kasvatettua.

---

Avainsanat Biojäte, tehokkuus, varastointi, biokaasu.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Energiatekniikka

## **ABSTRACT**

Author	Riku Pihlajamaa
Title	Biowaste storages seasonal changes in capacity
Year	2023
Language	Finnish
Pages	43 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Mikko Pieskä

---

In this research text we are examining the Stormossen Oy Ab`'s bio garbage`s seasonal change in storing capacity, and does it need to be modified. Also how does the process flow handle the future changes in the biogas output capability.

In this research we use qualitative and quantitative research methods in determining the viability of the storage space.

---

Keywords	Biowaste, efficiency, storing, biogas.
----------	--

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
2	TUTKIMUS MENETELMÄT.....	9
3	JÄTEHUOLTO.....	10
	3.1 Jätelainsäädäntö .....	11
	3.2 Jätelaki .....	11
	3.2.1 Jätelait .....	11
	3.2.2 Jätehuollon organisaation muodostus.....	11
	3.2.3 Jätelautakunnat.....	12
	3.3 Jätteen käsittely Pohjanmaalla .....	12
	3.4 Viranomaisvalvonta .....	13
	3.5 Jätteen käsittely Vaasan alueella.....	13
	3.6 Stormossenin historiaa .....	14
4	YLEISTÄ BIOKAASULAITOKSISTA.....	16
	4.1 Anaerobinen hajoaminen .....	16
	4.2 Biokaasu .....	17
	4.3 Mädätysjäännös.....	18
	4.4 Rejekti .....	18
5	ESIKÄSITTELYN PROSESSI.....	20
	5.1 Erotusprosessit.....	20
	5.2 Kypsytytys ja puhdistus.....	21
	5.3 Jäännökset .....	22
6	VARASTOINTI .....	24
	6.1 Varastotyyppi.....	24
	6.2 Kippitasku.....	25
	6.3 Ulkovarasto .....	26

6.4	Varaston tekniset tiedot .....	28
6.4.1	Varaston pitokustannukset .....	29
6.5	Kausivaihtelu .....	30
6.6	Kuormien punnitus .....	30
6.7	Käsittelyn kapasiteetti .....	32
6.8	Kuormat kuukausittain.....	32
6.9	Viikkokuormat.....	34
6.10	Pandemian vaikutus.....	34
7	VARASTOINNIN TOIMIVUUS.....	36
7.1	Haasteita varastoinnissa .....	36
8	PROSESSIIN KOHDISTUVAT MUUTOKSET TULEVAISUUDESSA.....	37
8.1	Esikäsittelyn suunnitelmat .....	37
8.2	Varastointi tulevaisuudessa .....	37
9	LOPPUPÄÄTELMÄT .....	38
	LÄHTEET .....	40
	LIITTEET .....	43

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuvio 1.</b> Rejektihihna laitoksen ulkopuolella.....	18
<b>Kuvio 2.</b> Ruuvipuristimen toiminnan kuvaus. ....	20
<b>Kuvio 3.</b> Vuokaavio prosessista 1/2 .....	21
<b>Kuvio 4.</b> Vuokaavio prosessista 2/2 .....	22
<b>Kuvio 5.</b> Esikäsittelyn prosessihalli .....	23
<b>Kuvio 6.</b> Kippitaskun hallin nostop-ovet. ....	25
<b>Kuvio 7.</b> Kippitasku ja väliovi ulkovarastoon. ....	26
<b>Kuvio 8.</b> Ulkovarasto/Välivarasto .....	27
<b>Kuvio 9.</b> kippitasku ja ulkovarasto piirustukset.....	29
<b>Kuvio 10.</b> Viivakaavio jätekuormista 2019-2023 .....	31
<b>Kuvio 11.</b> Kuormat .....	33
<b>Kuvio 12.</b> Viikko kuormat.....	34
<b>Taulukko 1.</b> Jätekuormat 2019-2023 .....	32
<b>Taulukko 2.</b> Väri koodit .....	32

## Työn keskeiset käsitteet

Biojäte	Orgaanisesta aineesta koostuvaa maatuva jätettä.
Mädätysjäännös	Orgaanisen aineen maatumisesta syntyvä sivutuote.
Biokaasu	Puhdistamaton kaasuseos biojätteestä, joka sisältää metaania (CH <sub>4</sub> ) ja hiilidioksidia (CO <sub>2</sub> ).

## 1 JOHDANTO

Varastointi on erottamaton osa teollisuutta, jossa lähtömateriaalit ja valmiit tuotteet tarvitsevat suojaa, sekä tilaa säilytykseen. Varsinkin prosessiteollisuudessa varastointi toimii puskurina estämään prosessia katkeamasta. Varastoinnin suunnitteluun on tehty useampia kirjallisia katsauksia kuten Koenigsbergin tuotannossa (Production Lines and Internal Storage-A Review,1959).

Biokaasulaitoksella varastot koostuvat biojätteestä, varaosista, ja biokaasusta. Biojäte toimii raaka aineena mädätysprosessille, varaosat taas kuuluvat prosessin ylläpitoon ja kaasu menee asiakkaille. Biokaasu on biojätteen maatumisesta syntyvä kaasuseos, joka sisältää metaania sekä hiilidioksidia. Arkikäytössä puhuttaessa biokaasusta tarkoitetaan pelkästään hiilidioksidista puhdistettua metaania. Prosessin toinen myyntiin kelpaava tuote on mädätysjäänöksestä kypsytetty lannoite.

Pitkälle edennyt mädäntyminen varastossa laskee biojätteen kaasuntuotantopotentiaalia, ja täten käyttöarvoa. Varastoinnista syntyy myös ylläpitokustannuksia vuokran ja huollon muodossa. Itse jätteestä ei kuitenkaan synny laitokselle hankintakustannuksia. Varastoinnissa on myös huomioitava se, että biojätteeseen sisältyy useita patogeenejä, jonka takia varaston tulee olla riittävä suojatakseen ympäristöä ja alueella liikkuvien terveyttä.

Tämä opinnäytetyö on tilaustyö Stormossenille ja käsittelee biokaasulaitoksen biojätevaraston kapasiteettia, sekä tarkastelemme kausivaihtelun vaikutusta biojätteen määrässä.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää nykyisen varastointitilan mitoituksen kelpoisuus nykyhetkessä sekä arvioida sen toimivuutta tulevaisuudessa. Tarkastelu on toteutettu läpikäymällä kirjanpitoa kuormista, sekä tarkkailemalla ja laskemalla prosessin käyttäytymistä jo tehtyjen mittausten perusteella.



## 2 TUTKIMUS MENETELMÄT

Opinnäytetyössä käytetään tapaustutkimukseen kuuluvia menetelmiä. Kyseiselle tutkimustavalle ominaisia piirteitä on ottaa yksittäinen tapaus, tilanne, tapahtuma tai joukko tapauksia, joiden tarkastelussa kiinnostuksen kohteena ovat usein prosessit. Tapaustutkimukselle ominaista on kvalitatiiviset menetelmät. Tutkimus voidaan toteuttaa fakta-, konstruktionistisesta-, tai kokemusnäkökulmasta. Tässä työssä tutkimusta tehdään pitkälti fakta ja kokemusnäkökulmasta. (Tietoarkisto, Tapaustutkimus, n.d.).

Tutkimuksessa myös yhdistellään kvantitatiivisia ja kvalitatiivisia metodeja päätelmien kehittämiseen. Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus tähtää tutkimuskohteen kuvantamiseen numeraalisilla, että laskennallisilla menetelmillä. (Tietoarkisto, Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja, n.d.).

Tämä toteutuu työssä taulukoinnilla sekä jätekuormien laskemisella.

Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus keskittyy tarkastelemaan tutkittavan kohteen laadullisia ominaisuuksia. (Tietoarkisto, Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja, n.d.). Kohteen tarkkailu kvalitatiivisesti on toiminnan tehokkuuden silmämääräistä tarkastelua.

### 3 JÄTEHUOLTO

Jätehuollon toiminta kattaa väestön, sekä yritysten tuottamien jätteiden kuljetuksen ja prosessoinnin kierrätettäväksi energiaksi. (Tilastokeskus, 2004)

Jätteen lajittelun vastuu kuuluu pääasiallisesti yksityishenkilöille kotitalouksissa. Isommissa kokonaisuuksissa kuten yrityksissä vastuu on jätteentuottajalla. (Finlex; Edita, Jätelaki 28§, 2011)

Tuotettu jäte on kerättävä jätehuollon tarjoamiin jäteastioihin tai jätteenkeräyspisteisiin, josta vastuu siirtyy jätteenkuljetus yritykselle tai alueen jätehuoltopalvelulle. Jätepalvelun kuljettama jäte vaatii vielä usein jatkoprosessointia seuloakseen virheellisesti lajittelut jätteet paremmin jatkokäsiteltävään muotoon. Seulottu tuote sitten kuljetetaan seuraavalle toimijalle, joka on erikoistunut kyseiseen jätelajin loppukäsittelyyn. (Ympäristöministeriö, 2023)

Jätehuollon toiminta määräytyy laissa niin että joka kunnassa on toteutettava jätehuollolle toteutumiseen oleellinen infrastruktuuri. Tätä velvoitetta yleensä kannetaan yhdessä naapurikuntien kanssa luomalla yhteiset jätehuoltopalvelut, joita valvoo kuntien yhteinen jätelautakunta. (Ympäristöministeriö,2023)

Suomi ei kuitenkaan yksinään pelkästään pääätä jätehuollon tavoitteita vaan niitä ohjaavat myös Euroopan unionissa säädetyt direktiivit. Kuten vuonna 2008 EU:n parlamentissa säädettiin direktiivi, joka kumosi vanhoja jätteen määrittelysääntöjä Unionin jäsenmaissa (EUR-Lex, Direktiivi - 2008/98; EN – jätedirektiivi, 2008).

### **3.1 Jätelainsäädäntö**

Suomessa jätehuollon toiminnan periaatteet ja vastualueet määritellään jätelainsäädännössä. Jätelainsäädäntö muovaa vahvasti nykyisen jätehuollon muodon sekä vastuunjaon periaatteet. Näistä tärkein on jätteenkäsittelyn toteutuksen ja valvonnan järjestämisen vastuun oleminen kunnilla. (Finlex, Jätelaki, 2011.)

### **3.2 Jätelaki**

Jätelaki määrittelee toimintatavat, vastuut sekä vastuutekijät jätelain toteuttamiselle.

#### **3.2.1 Jätelait**

Jätelain (646/2011) 1 §:ssä määritellään jätehuollon päätehtäväksi jätteen vähentäminen, vähentämiseen vaadittavan toiminnan kehittäminen ja valvonnan rakensäilyminen.

Jätelain 5 §:n mukaan jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai on aikeissa poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä.

Taas biojäte määritellään Jätelain 6 § mukaan niin että se on syntyvää biohajoavaa jätettä. Myös biologisesti hajoava puutarha- ja puustojäte kuuluu tähän. (Finlex, Jätelaki, 2011.)

#### **3.2.2 Jätehuollon organisaation muodostus**

Kunnalle kuuluvista jätehuollon viranomaistehtävistä huolehtii kunnan määräämä toimielin eli kunnan jätehuoltoviranomainen. Jätehuoltoviranomaisen tehtäviin kuuluu valvoa jätehuollon toimeenpanoa kunnan alueella. Kunta voi myös siirtää kunnan jätehuollon järjestämiseen liittyvän tehtävän hoidettavaksi esimerkiksi kuntien omistamassa yhtiössä. (Finlex, Jätelaki 23 §, 2011)

Jätelaki ja kuntalaki ovat muodostaneet pohjan, jolla alueelliset jätelautakunnat ovat muodostuneet kuntien kesken. Tämä on edesauttanut vähentämään kustannuksia ja byrokratiaa systeemin pyörittämisessä kuntakohtaisesti, sillä aikaisemalla lailla toteutettu valvojan viranomaisen resursointi jokaiselle yksittäisellä kunnalle aiheutti lisäkustannuksia ja ristiriitaa kuntien välisissä rajatapauksissa. (Finlex, Jätelaki, 2011.)

### **3.2.3 Jätelautakunnat**

Jätelautakuntien velvollisuuksiin kuuluvat jätehuoltomääräysten hyväksyminen, jätehuoltomääräysten mukaisten ilmoitusten, poikkeusmääräyksen käsittely, jätetaksan hyväksyminen ja jätemaksujen hakemuksien käsittely, jätehuollon palvelutason määrittely ja jätehuoltoon liittymisen käsittely, että valvominen, jotka mainitaan Pielisen tekstissä. (Jätelautakunta, n.d)

Jätelautakuntien muodostuminen ei noudata maakuntien rajoja vaan muodostuvat kasvukeskusten mukaan. Jätelautakunnat keskittyvät jätelain toteuttamiseen, ja täten tarjoavat jätehuollon palveluita, jäteneuvontaa, sekä edesauttavat jätteen ehkäisyssä, kierrätyksessä ja hyötykäytön mahdollisuuksien informoinnista. Myös jäsenmaksujen kerääminen alueen asukkailta ja yrityksiltä on jätelautakuntien jätteenkäsittelytoimintojen alla. (Jätelautakunnan toiminta, Savo-Pielisen Jätelautakunta, n.d)

### **3.3 Jätteen käsittely Pohjanmaalla**

Sanalla Pohjanmaa tässä osiossa tarkoitetaan maakuntia Etelä-, Keski-, Pohjois-Pohjanmaa sekä Pohjanmaa.

Suomessa jätelain valvomisen rooli jakaantuu kuntien yhteisiin jätelautakuntiin, sekä jokaisen kunnan omiin ympäristön suojeluviranomaisiin. Kuten edellisessä kappaleessa 3.1 mainittiin, jätelautakunnat ovat useammasta kunnasta nimettyjen vastuuhenkilöiden muodostama jätelakia alueella toimeenpaneva toimiryhmä.

Alueilla toimivat seuraavat jätelautakunnat ja niiden pääkunta: Järviseedun jätelautakunta (Alajärvi), Lakeuden jätelautakunta (Ilmajoki), Jokilaaksojen jätelautakunta (Ylivieska), Oulun kaupungin yhdyslautakunta (Oulu), Pohjanmaan lautakunta (Pietarsaari), Suupohjan jätelautakunta (Teuva) ja Vaasan seudun jätelautakunta (Vaasa). (JLY- Jätelaitosyhdistys ry, n.d)

### **3.4 Viranomaisvalvonta**

Kuntien ympäristösuojeluviranomaiset taas valvovat, että jätelainsäädäntö toteutuu kunta tasolla. He suorittavat mittauksia ja arvioita yrityksille ja toimijoille säännöllisesti. Valvonta tehdään alueen ELY-keskukselle. Keski-, Etelä, ja Pohjanmaalle ympäristöasiat hoitaa Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Pohjois-Pohjanmaasta vastaa Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus itse. (ELY-keskukset, n.d.)

### **3.5 Jätteen käsittely Vaasan alueella**

Vaasan seudun jätelautakunta hoitaa kuntien lakivelvoitteiset jätehuollon viranomaistehtävät, sekä muut jätehuollon kehitys- ja seurantatehtävät. Jätelautakunnan tehtävänä on myös myöntää poikkeuksia jätehuoltomääräyksistä, kuten esimerkiksi liennytyksiä jäteastioiden tyhjennysväleihin kiinteistön käytön ollessa väliaikaisia. (Vaasan seudun jätelautakunta, 2024)

Vaasan jätelautakunnan piiriin sisältyvät Isokyrö, Korsnäs, Maalahti, Mustasaari, Vöyri ja Vaasa. Jätelautakunnassa on jäseniä viisi Vaasasta, kaksi Mustasaaresta. Isostakyröstä, Korsnäsistä. Maalahdesta ja Vöyristä on kummastakin yksi jäsen. (Vaasan seudun jätelautakunta, 2024)

### 3.6 Stormossenin historiaa

Stormossen on Pohjanmaalla vaikuttava biokaasulaitos, jonne tuodaan biojätettä Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueilta. Stormossen on Euroopan toiseksi ensimmäinen mädätyslaitos ja se on toiminut jo vuodesta 1990. (Stormossen, Yrityksen Historia, 2023)

Vaasan seutu sai yhden maailman moderneimmista jätteenkäsittelyjärjestelmistä, koska Suvilahden vanha kaatopaikka sijaitsi aivan liian lähellä kaupunkia. Tämä merkitsi sitä, että poliitikkojen oli jo 1980-luvulla pakko miettiä vaihtoehtoisia ratkaisuja sen sijaan, että jätteitä olisi edelleen kasattu kaatopaikalle. (Stormossen, Yrityksen Historia, 2023)

80-luvun aikana haettiin ympäri maailmaa sopivaa prosessia jätteenkäsittelylaitokselle. Lopulta toimiva ratkaisu löytyi Ranskasta. Menetelmä oli anaerobic digestion eli hapeton mädättäminen, joka on yhäkin Stormossenin prosessin ydin. (Stormossen, Yrityksen Historia, 2023)

Laitosta alettiin rakentamaan ja Laitos valmistui 1990 vuoden keväällä. Alkuvuosina puutteellisten lajittelumenetelmien takia toiminta oli kangertelevaa. Vuonna 1994 Vaasan seudulle lanseerattiin karkea jätteenlajitteluohjeistus, jonka johdosta laitos alkoi toimimaan säännöllisemmin. (Stormossen, Yrityksen Historia, 2023)

Seuraavien vuosien aikana prosessia hiottiin parantamalla esikäsittelyä ja tuotetun kaasun käyttökohteita laajentamalla. Aluksi tuotettu kaasu oli ainoastaan Stormossenin omaan energiankäyttöön mutta nykyään Vaasan kaupungin linja-autot käyvät sillä. Tämän lisäksi kaasua on kuluttajille tankattavaksi Koivulahdessa sekä Runsorissa Vaasassa. (Stormossen, Yrityksen Historia, 2023)

Stormossen myös vaikutti 2010-luvulla yhtenä avaintekijänä Westenergyn oy:n perustamisessa. Syy oli tarve hyödyntää poltettava jäte tehokkaammin.

Nykypäivänä laitoksella on myös jätteenkierrätyspiste pääkonttorilla Koivulahdessa. Kierrätyspisteitä löytyy myös Vaasan alueella esimerkiksi Metsäkalliosta, ja Sundomista. Stormossen on ollut kehittämässä alueen kierrätysinfrastruktuuria eteenpäin ajamalla jätteen hyödyntämistä Vaasan kaupungin infran käyttöön. (Stormossen, Yrityksen Historia, 2023)

Kierrätyskelvottoman kuivajätteen poltto tapahtuu Westenergyn lämpölaitoksella, josta tuotettu lämpövoima johdetaan Vaasan kaukolämpöverkkoon. Ylituotannon aikaan Vaasan sähkön lämpövarastoon. Laitoksella syntyvä sähkö johdetaan Vaasan sähköverkkoon. (Westenergy n.d.)

Stormossen taas hoitaa jätteenlajittelupisteitä, sekä lajittelua seudun asukkaiden tuomista omista kuormista ja käsittelee kiinteistöiltä kerätyn biojätteen, että lietevedet. Revisol taas kerää Stormossenille tuodut metallit, lasin ja muun hankalimman jätteen ja lajittelee sen jatkokuljetettavaksi niiden käsittelyyn erikoistuneille tahoille. Jäteveden puhdistuksen Vaasan viemäriverkosta, ja osittain Mustasaaren sekä Maalahden verkoista, hoitaa Vaasan veden Pättin jäteveden puhdistuslaitos. Likasakka, joka syntyy prosessissa, kuljetetaan Stormossenille käsiteltäväksi. (Stormossen,2024)

## 4 YLEISTÄ BIOKAASULAITOKSISTA

Biokaasulaitokset käsittelevät orgaanista materiaalia biokaasuksi. Tämä materiaali voi koostua ruuan tähteistä, jäterasvoista, levästä, eläinten jätöksistä, energia kasveista, tai muusta biohajoavasta materiaalista. Nämä raaka-aineet esikäsitellään niiden laadun mukaan, ja ajetaan käymissäiliöön mainitsevat (Kymäläinen, Pakarinen, n.d., s.82–92 ).

Laitoksista on toimintaperiaatteeltaan kahta variaatiota, panosreaktori ja jatkuva-toiminen reaktori. Näistä ensimmäisessä reaktori täytetään ja prosessin annetaan käydä loppuun, jonka jälkeen reaktori tyhjenetään, tämän jälkeen kierto aloitetaan alusta. Jälkimmäistä prosessia täytetään alkupäästä ja reaktoria tyhjenetään jatkuvasti, eikä se täten pääse katkeamaan missään vaiheessa. Jatkuva-toiminen reaktori on käytetympi isommissa prosesseissa. Panosreaktorit ovat enemmän pienten tilojen tarpeisiin toimivia havaitaan (Kymäläinen, Pakarinen, n.d., s.82–92 ). tekstissä.

Prosessissa syntyy kaasua eli metaania, lisäksi prosessista jää hajoamatonta määrää ainesta, jota kutsutaan mädätysjäännökseksi. Näistä kummallakin on korkea käyttöarvo (Kymäläinen, Pakarinen, n.d., s.82–92 ).

Usein rakennetun biokaasulaitoksen rooli on toimia kuitenkin biojätteen pääasiallisena käsittelijänä maatilalla tai muussa pienkohteessa. prosessista tuleva biokaasu kuluu usein laitoksen omiin tarpeisiin, kuten valaistukseen, lämmitykseen ja muihin sähkölaitteisiin. Joissain kohteissa kuitenkin sitä kertyy myyntiin asti toteavat Al Seadi, Rutz, Prassl, Köttner, Finsterwalder, Volk, Janssen, (2008).

### 4.1 Anaerobinen hajoaminen

Anaerobinen hajoaminen, eli hapetonmädäntyminen, on metaania tuottava prosessi, jota käytetään biokaasulaitoksissa. Anaerobista hajoamista tapahtuu myös luonnossa soilla, sekä kaatopaikoilla kun olosuhteet ovat hapettomat. (Kymäläinen, Pakarinen, n.d.)



Hajoamisprosessi on tapahtumaketju, joka jakaantuu neljään eri päävaiheeseen: hydrolyysi, asidogeneesi, asetogeneesi, ja metanogeneesi. Näistä ensimmäisessä vaiheessa syntyy sokereita, rasvahappoja sekä alkoholeja. Asidogeneesi pitää sisällään siirtymäaineita kuten propionaatti, ja byturaatti. Asetogeneesi taas tuottaa asetaattia. Metanogeneesi on viimeinen vaiheista ja tuottaa hiilidioksidia sekä metaania eli biokaasua. (Kymäläinen, Pakarinen, n.d., s.60–69 ).

Tämän ketjureaktion läpikäyvien aineksien biologisen tekijät vaikuttavat vahvasti minkä tyyppiset anaerobiset mikroeliöt viihtyvät massassa ja sitä kautta paljonko käyttökelpoista kaasua saadaan tuotettua, tämä myös vaikuttaa siihen kauanko prosessin läpikäyminen kestää. Myös jokaisen välivaiheen synnyttämien oheisyhdisteiden määrä kasvu kontrolloimattomana voi lopettaa reaktion ennen aikojaan. Al Seadi, ja muut (2015).

Itse prosessi alkaa monesti jo kiinteistöjen biojäteastioissa tai kuljetuksessa. Viimeistään maatumisen alkaa kylmällä kelillä biolaitoksen reaktorissa, tämä hidastaa kaasun tuotantoa (Aichinger, Peter, Kuprian, Probst, Insam, ja Ebner, Demand-driven energy supply from stored biowaste for biomethanisation, 2015) mukaan. Todellisuudessa mädäntyminen yleensä alkaa jo jäteastiassa ennen keräystä. (Nie, Erqi, He, Zou, Zhang, ja Lü, Neglected effect of transportation on the property of municipal biowaste and the subsequent biomethane potential, n.d)

Kuitenkin pidemmän päälle maatumisen alkaa edetä niin pitkälle, että talteen saatavan metaanin määrä laskee. Maatumisen käynnistyy usein kasoissa ollessaan jopa pakkasilla ja erittää lämpöä, joka taas kiihdyttää prosessia entisestään, tämän takia pakkaneenkaan ei täysin pysäytä prosessia. (Kymäläinen, Pakarinen, n.d., ).

## 4.2 Biokaasu

Biokaasu eli metaani (CH<sub>4</sub>) on anaerobisen hajoamisen lopputuote kuten myös hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>). Kaasun koostumus riippuu mädätettävästä biomassasta,

lämpötilasta ja mädätysprosessista tapahtuvista lähtöaineiden tasapainon muutoksista. (Kymäläinen, Pakarinen, n.d, s.63–71.)

Energiakäytön kannalta biokaasun olennaisin aine on metaani, jota syntyvässä kaasuseoksessa on 50–70 %. Hiilidioksidin osuus on vastaavasti 30–50 %, suhde mukailee muotoa 3:2. Biokaasussa on myös pieniä määriä lukuisia muita aineita, kuten vettä (H<sub>2</sub>O), typpeä (N<sub>2</sub>), happea (O<sub>2</sub>), vetyä (H<sub>2</sub>), ammoniakkia (NH<sub>3</sub>) ja rikkivetyä (H<sub>2</sub>S). (Pirkkamaa, Biolaitosyhdistyksen Jäsenyritykset, n.d)

### **4.3 Mädätysjäännös**

Mädätettyä biomassaa kutsutaan myös mädätysjäännökseksi, joka on massaltaan ja ravinnekoostumukseltaan lähes syötemateriaalin kaltainen. Sen kuiva-ainepitoisuus pienenee prosessissa joitakin prosentteja, ja pH on lähellä neutraalia. Mädätysjäännös on syötettä tasalaatuisempaa, hygieenisempää, hajuttomampaa ja siinä olevat ravinteet ovat nopeammin liukenevassa ja haihtuvassa muodossa. Näin ollen esimerkiksi lietelannan lannoitusominaisuudet paranevat mädätysprosessissa. (Pirkkamaa, Biolaitosyhdistyksen Jäsenyritykset, n.d)

Prosessista syntynyttä mädätysjäännöstä, voidaan jatkokäsittelyn jälkeen käyttää esimerkiksi lannoitteena. (Kymäläinen, Pakarinen, n.d, s.112-115.)

### **4.4 Rejekti**

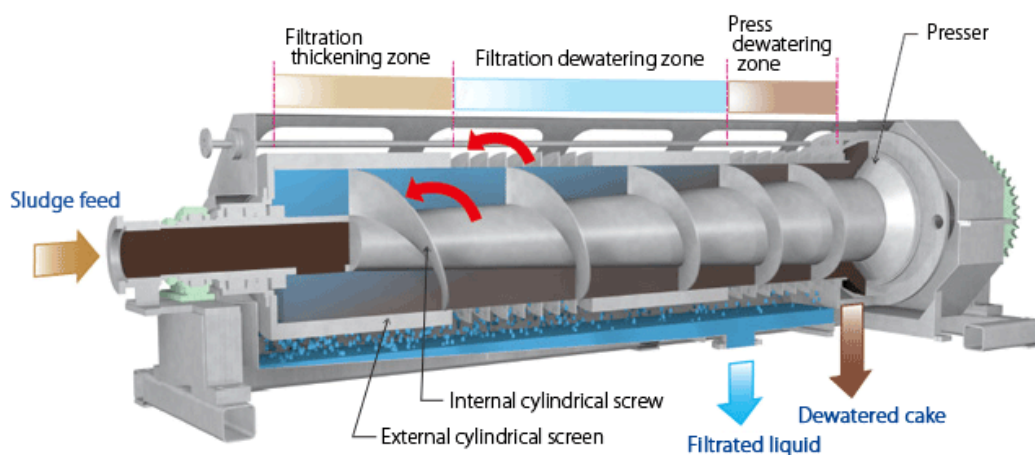
Rejekti on esikäsittelyn aikana biojätteestä eroteltua ainesta, joka ei ole maatuva. Pääasiassa se on erilaisia pakkausmuoveja ja metallinpaloja sekä kananmunankuoria. Tämän osuus on jätteessä keskimäärin 30 prosenttia kaikesta biokaasulaitokselle tuodusta jätteestä. (Kymäläinen, Pakarinen, 2015)



**Kuvio 1.** Rejektihhna laitoksen ulkopuolella.

## 5 ESIKÄSITTELYN PROSESSI

Stormossenin laitoksen kiinteän biojätteenkäsittelyprosessi alkaa, kun jätekuorma tuodaan laitokselle välivarastoon tai kippitaskuun tyhjättäväksi. Välivarastosta ajetaan tarvittaessa lisää jätettä kippitaskuun. Tästä jäte kulkeutuu ruuvikuljettimilla eteenpäin prosessia kohti esimurskainta, joka jauhaa jätteen hienompaan muotoon, halkaisijaltaan noin 5 mm puruksi. (Kuosma, Prosessi, n.d)

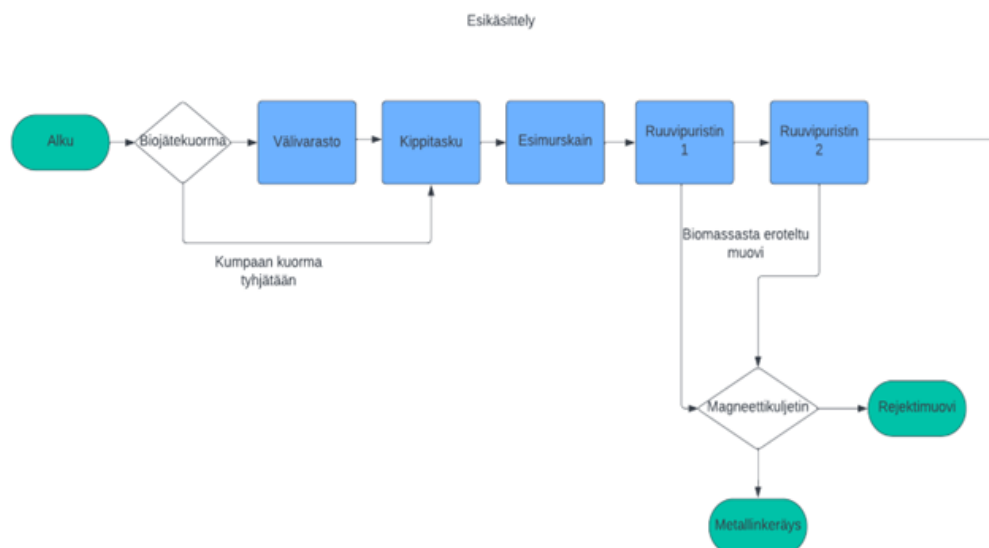


**Kuvio 2.** Ruuvipuristimen toiminnan kuvaus.

### 5.1 Erotusprosessit

Tästä kyseinen massa kuljetetaan ruuvipuristimeen, jossa virtaavan veden avulla, sekä puristamalla biomassa saadaan erottumaan muoveista. Yksi puristus ei yleensä vielä kykene erottamaan kaikkea biomateriaalia, joten ulos tuleva rejekti ajetaan ulos tultuaan toiseen ruuvipuristimeen, jolla puristetaan loppu irti lähtevä liete. (Kuosma, Prosessi, n.d)

Tämän jälkeen rejekti ajetaan sähkömagneettisen hihnan läpi, joka poimii metallinsirut mukaansa. Magneetin jälkeen tämä rejekti ajetaan ulos ja pudotetaan ulkopuolella olevan louhoksen pohjalle kasaan, josta se myöhemmin viedään poltettavaksi Westenergyille. (Kuosma, Prosessi, n.d)



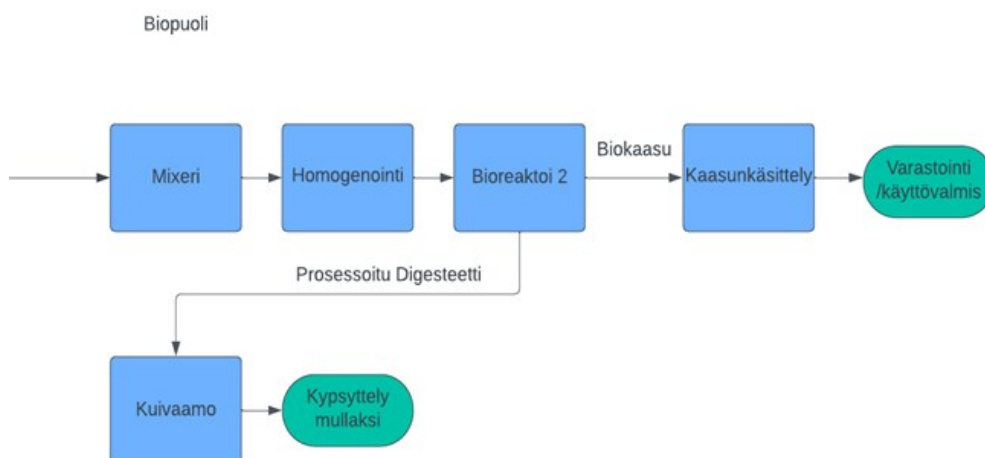
**Kuvio 3.** Vuokaavio prosessista 1/2.

## 5.2 Kypsytytys ja puhdistus

Biomassa, joka irtoaa puristimissa, kulkeutuu keruualtaasta putkea pitkin pumpulle ja sieltä sitten mikserisäiliöön, jossa aines lämmitetään ja sekoitetaan haluttuun koostumukseen. (Kuosma, Esittely, n.d)

Mikseristä aines siirtyy homogenisaattorin läpi bioreaktori 2:seen, jossa mädätysprosessi pääsee vauhtiinsa. Reaktorissa syntyvä kaasu kerätään säiliön yläpuolelta ja pumpataan pesuriin putsattavaksi hiilidioksidista, sekä strippaus kolumniin, jossa irrotetaan ammoniakki, jonka jälkeen se vielä rikastetaan standardoituun metaanipitoisuuteen (Kuosma, Esittely, n.d)

Rikastuksen jälkeen kaasu pumpataan jäädytettyyn varastointisäiliöön tankkauspisteiden vieressä, josta se voidaan joko pumpata suoraan tankattavaan autoon tai siirtää eteenpäin varastokonttiin, joka voidaan kuljettaa toiselle tankkauspisteelle letäytteeksi. (Kuosma, Esittely, n.d)



**Kuvio 4.** Vuokaavio prosessista 2/2.

### 5.3 Jäännökset

Reaktoriin kertynyt mädätysjäännös valutetaan säiliöpohjalta kohti kuivaamo, jossa rumpukuivaimella saadaan ylimääräinen vesi ja epäorgaaniset rippeet eriteltä. Lopuksi kuiva mädätysmassa kasataan aumoihin alueella sijaitsevan louhoksen pohjalle, siellä se kompostoituu seuraavan vuoden ajan lannoitteeksi. Aumoja pöyhittää koneellisesti, jotta maatumisprosessi on tasainen. Vuoden jälkeen jäljelle jäävä aines on valmis myytäväksi maanparannusaineeksi eli lannoitteeksi. (Kuosma, Esittely, n.d)





**Kuvio 5.** Esikäsitteilyn prosessihalli.

## 6 VARASTOINTI

Varastoja usein luokitellaan niiden toiminnan mukaan, kuten perusvarasto, varmuusvarasto, kiertovarasto, ja eräkokovarasto. Nämä varastotyypit on tarkoitettu maltillisen ja ennustettavan kysynnän ratkaisuihin. Varmuusvarasto ja puskurivarastot ovat tyypiltään tarkoitettu äkillistä kysynnän kasvua vastaan, jotta säästytäisiin raaka-aineiden puutokselta. (Ritvanen, Inkiläinen, Bell ja Santala 2011, 81.)

Prosessivarasto kuvaa parhaiten Stormossenin biojätevarastoa. Prosessivarastot ovat prosessin välivaihe isomassa prosessissa, raaka-aineelle taikka varaosille. Voimme ajatella tarkastellun prosessin alkavan siitä, kun jätteenkuljetusyrityksen auto kerää kyytiinsä asutuksen biojätteet, tällöin biojätevarasto Stormossenilla on nimensä mukaisesti välivarasto (Ritvanen, Inkiläinen ja muut 2011.)

### 6.1 Varastotyyppi

Varastoja on erityyppisiä. Yleisin tyyppi on ulkovarasto, lämmittämätön varasto, lämminvarasto, kylmävarasto ja pakastevarastot. Välivarasto mitä tarkastelemme, on ulkovarasto ja lämmittämätön. Tämä tuo energian kulutuksellista säästöä luetellaan lähteessä (Logistiikan Maailma, 2024.).

Välivarasto sijaitsee Stormossenin lajittelukeskuksessa Mustasaarella Koivuhaassa. Varasto sijaitsee esikäsittelyn eteläisessä päädyssä. Esikäsittely pitää sisällään prosessipuolen, kippitaskun, sekä ulkovaraston. Varsinaiset varastointitilat koostuvat ulkovarastosta, ja kippitaskusta. (Stormossen,2024)

Ulkovarastossa säilytettävä biojäte ei menetä biokaasupotentiaaliaan herkästi useammassakaan päivässä. Sen biokaasupotentiaali jopa paranee, kun se jätetään muutamaksi vuorokaudeksi mädäntymään. Jätteen on todettu pysyvän potentiaalliltaan hyvänä noin kuukauden ajan (Aichinger, Kuprian, ja muut 2015) laatimassa tutkimuksessa.



## 6.2 Kippitasku

Kippitasku on pienempi suljettu halliosuus, joka on jaettu pressulla erilliseksi osaksi muusta esikäsittelestä. Esikäsitteilyn rakennuksen ulkopuolella on kaksi nosto-ovea sisäpihalle päin, joissa on liikennevalot. Näistä ovista kuorma-autot pääsevät tyhjämaan jäteastian suoraan kippitaskuun.



**Kuvio 6.** Kippitaskun hallin nosto-ovet.

Kippitaskun nosto-ovet toimivat liiketunnistimilla. Sisältä on kuitenkin mahdollista käsi käyttää nosto-ovia. Ovia voidaan käyttää myös valvomosta käsin, jolloin voidaan myös kytkeä ovien liiketunnistusanturit pois päältä.

Taskulle pääsee myös ulkovaraston puolelta olevasta nosto-ovesta, joka toimii manuaalisesti valvomosta. Tätä kautta saapuessa on taskun reunalle tehty ramppi,

eikä tätä kautta pääse ajamaan muualle taskun ympärille. Itse tasku on syvennys lattiassa, joka on rajattu parilla korotetulla esteellä, jotta rekat eivät vahingossa joutuisi peruuttaessaan monttuun.

Kippitaskun vetoisuus on 40 tonnia jätettä. Jäte liikkuu taskussa pidemmälle prosessiin kolmen ruuvikuljettimen avulla. Tasku on vielä suojattu reunoilta valoverholla, joka katketessaan pysäyttää ruuvikuljettimet siltä varalta, että taskuun puutoa jotain sinne kuulumatonta.



**Kuvio 7.** Kippitasku ja väliovi ulkovarastoon.

### 6.3 Ulkovarasto

Ulkovarastoon pääsee esikäsittelyn vasemmasta päädyistä sisäpihalta. Varaston avoimena oleva puoli on rajattu nostoverkolla, jonka tarkoituksena on pitää linnut ja muut eläimet poissa jätekasoilta.



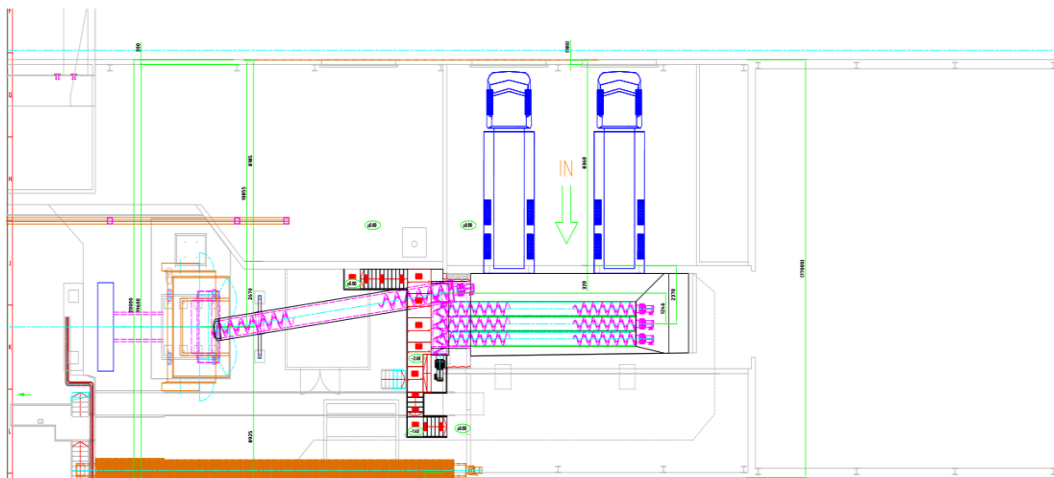
**Kuvio 8.** Ulkovarasto/Välivarasto.

Nostoverkon saa auki läheiseltä muurilta olevasta kytkimestä, joka sijaitsee verkon vasemmalla puolella ulkoseinällä. Verkon saa auki myös valvomosta. Maatasovarastossa on betonilla pinnoitettu kestävä pyöräkoneella ajopaikka. Jättekasoista valuu aika ajoin nestettä, joten viemäröinti on asennettu varaston keskiosaan. Tästä varasto tilasta biojäte ajetaan pyöräkuormaimella kippitaskuun sisällä olevasta nosto-ovesta tarpeen vaatiessa.

Katoksen ulkopuolella sijaitsee komponenttivarasto, joka ei liity biojätteenvarastointiin.



## 6.4 Varaston tekniset tiedot



**Kuvio 9.** Kippitasku ja ulkovarastopiirustukset.

Välivaraston puolen mitat ovat 15x16x25 m. Varaston ollessa täysi sen jätteen määrä vastaa painollisesti noin 200 tonnia ( $200 \cdot (1000 \cdot 1 \text{ kg})$ ). Varaston täytenäkin ollessa pidetään auki väylä, jotta kuormaimella saadaan kuljetettua jätettä kippitaskuun. Vasemman ja oikean puolen kasat ovat leveydeltään noin 5 m ja korkeudeltaan 4 m, ja halli on syvyys suunnassa noin 16 m.

Takaseinä pidetään puhtaana, jolloin jätettä on 15 m syvyydessä, täten kuutioina jätettä olisi noin  $750 \text{ m}^3$  täytenä, kyseinen määrä muuntuu noin 534 tonniin jätettä, jonka käyttöosuus heittelee jätteen laadun mukaan.

Koeajoilla, joilla tarkkaillaan kuormien rejektin osuutta, on havaittu, että jätteestä 30 % on keskimäärin muovia ja muuta biojätteeseen kuulumatonta materiaalia.

Prosessi syö jätettä 4–8 tonnia tunnissa, kippitaskun kokonais- vetoisuus on 40 tonnia jätettä ja kuutioina taskun koko on  $56,6 \text{ m}^3$ . Kippitaskun täyttöväli on keskimäärin 3 tuntia, jos taskua ei täytetä täyteen tai ajeta täysin tyhjäksi. Varaston tyhjentämiseen menisi optiminopeudella, joka on 8 tonnia/h, tarkalleen 66,8 tuntia, taas ajetaan hitaalla eli 4 tonnia/h aika kuluu 133,6 h. Aika mitä todellisuudessa kuluu, on keskimäärin 100,20 h.

Prosessia ajetaan noin 12 tuntia vuorokaudessa, joka vaihtelee huoltojen sekä ylitöiden mukaan. Tämä huomioon ottaen varasto tyhjenisi ilman häiriöitä ja keskinopeudella noin 8,35 päivässä.

#### **6.4.1 Varaston pitokustannukset**

Varaston ylläpitokulut koostuvat kuukausittaisesta vuokrasta, nostoverkon huollosta sekä henkilöstökustannuksista. Henkilöstökustannukset tulee ajasta mikä on pois prosessin valvomisesta, kun biojätettä ajetaan kippitaskuun, eli työntekijöiden tuntipalkasta. Biojätteen hankinta ei itsessään maksa mitään, jolloin siitä ei synny hankintakustannuksia varastoon.

Hallin vuokra on 1 000 € kuukaudessa, Myös nostoverkon huollosta aiheutuu kuluja, jotka ovat vuosittain 500–1000 euroa huollontarpeen mukaan. Yhteensä huollon kulut ovat 1500–2000, joka on kuukaudelle jaettuna 42–83 €.

Henkilöstöä taas käytetään jätteen siirroissa vuorokaudessa noin 1–1,5 tuntia. Arvioitu rahallinen kustannus tälle käytölle on 50 €/päivä. Prosessia ajetaan keskimäärin 21 päivää kuukaudessa, jolloin kuukausikustannus olisi 1 050 € työtunneista.

Laskemalla näemme, että kokonaiskustannukset ovat silloin varastolta kuukausittain välillä 2 092–2 134 €.

## 6.5 Kausivaihtelu

Jättemäärässä on havaittavissa vaihtelua pitkin vuotta. Kesäisin jätettä kertyy varastoon vähemmän kuin talvella. Tämä vaihteluväli sijoittuu lokakuun ja tammi-kuun välille.

On ajateltu, että jätettä tulee keväällä ja kesällä vähemmän, jonka takia varastoa on ehditty tyhjentämään nopeammin kuin tavaraa on saapunut tilalle. Heinäkuussa on useasti välivarasto saatu täysin tyhjäksi. Tämä ei ole myöskään toivotava tilanne sillä reaktoria ei välttämättä saada täytettyä tarpeeksi, ja tällöin prosessi joudutaan ajamaan alas. Prosessin herättely taas vie aikaa, jolloin kaasun tuotanto on kaukana optimista useamman viikon ajan.

## 6.6 Kuormien punnitus

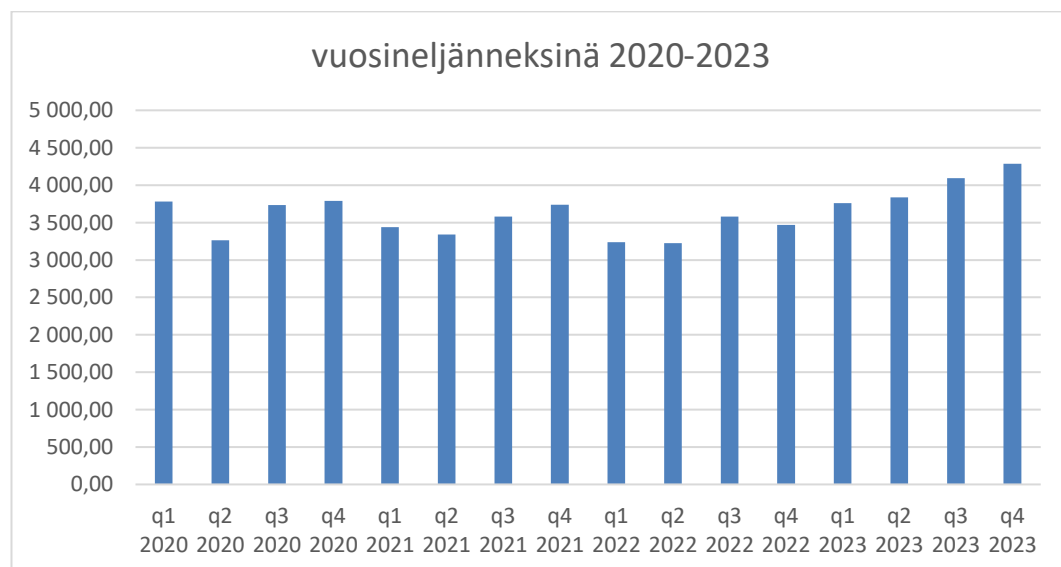
Seuraavissa kaavioissa ja taulukoissa on esitetty jätekuormat kuukausittain viiden vuoden väliltä. Ne on koostettu Stormossenilta saaduista punnitustiedoista. Tulevat jäte kuormat punnitaan niiden saapuessa laitokselle ennen kuorman tyhjentämistä ja vielä kerran poistuessa alueelta. Näistä ylöskirjauksista on koostettu kuukausikohtainen summa tuodulle jätteelle. Arvot ovat tonneina.

**Taulukko 1.** Jätekuormat 2020–2023.

	2020	2021	2022	2023
:Yhteensä (t)	14 568,52	14 159,84	13 513,67	15 975,94
Tammikuu	1 467,78	1 217,74	1 163,64	1 201,10
Helmikuu	1 076,32	971,28	952,13	1 242,34
Maaliskuu	1 235,10	1 251,56	1 121,26	1 314,76
Huhtikuu	1 192,52	1 152,62	994,46	1 286,78
Toukokuu	1 058,52	1 041,82	1 211,02	1 267,16
Kesäkuu	1 012,70	1 145,08	1 019,98	1 283,72
Heinäkuu	1 303,30	1 164,88	1 126,08	1 120,88
Elokuu	1 090,96	1 107,62	1 183,22	1 514,44
Syyskuu	1 341,36	1 369,70	1 272,68	1 456,90
Lokakuu	1 377,64	1 223,08	1 107,30	1 353,32
Marraskuu	1 206,52	1 178,14	1 229,52	1 434,80
Joulukuu	1 205,80	1 336,32	1 132,38	1 499,74

keskiarvoa suurempi  
 keskiarvoa vastaava  
 keskiarvoa pienempi

Tämän voimme myös esittää pylväskaaviona neljännesvuoden osina, joka auttaa näkemään paremmin vaihteluvälin säännöllisyyden.

**Kuvio 10.** Pylväskaavio jätekuormista 2019–2023.

Havaitsemme edellisistä taulukoista sen, että oletus syksyn kiihtyvistä kuormamäärästä on oikea. Näiden lisäksi keväälläkin on hetkittäisiä kasvupiikkejä. Varsinainen hiljainen kausi on todellisuudessa vain reilun kuukauden mittainen. Lisäksi vuosi 2023 on ollut ennätysvuosi jätteen kokonaismäärässä, lähestulkoon jokaiselle kuukaudelle.

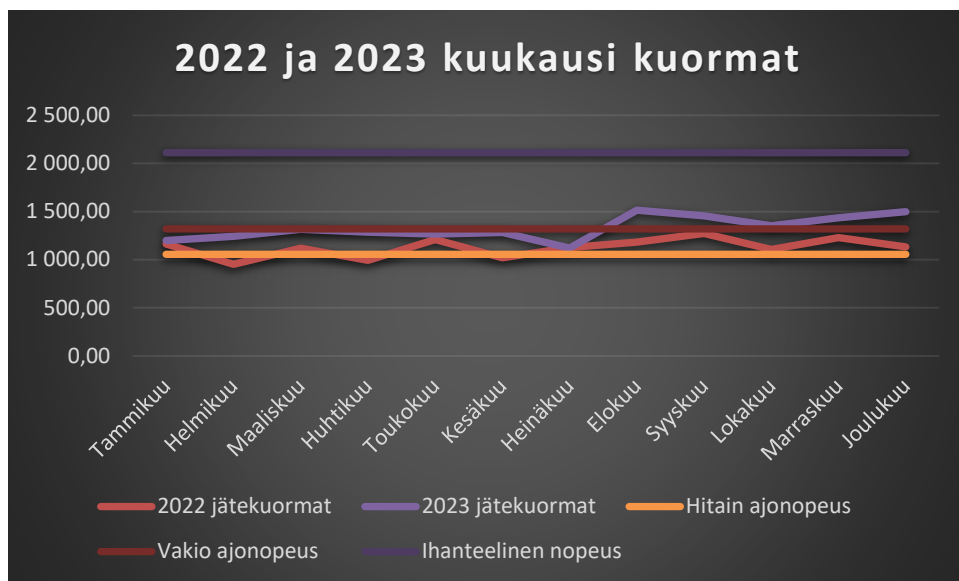
### **6.7 Käsittelyn kapasiteetti**

Seuraavassa viivakaaviossa esiintyy vuodet 2022 ja 2023, viivakaavioina vastaan keskiarvotettuja prosessin ajonopeuksia per kuukausi. Prosessia ajetaan noin 20–22 päivää kuukaudessa, tähän vaihteluun vaikuttavat huollot ja miten on tarvetta ajaa lauantaisin. On yksittäisiä kuukausia, jolloin voi olla ajopäiviä enemmän kuin 22, mutta pääasiassa sujuvammalla kuukaudet tasoittavat sen, jolloin ajopäiviä voi olla poikkeava määrä.

### **6.8 Kuormat kuukausittain**

Alin nopeus prosessille on 3,5 tonnia/h, ja keskinopeus 6 tonnia/h ja ihanteellinen ajonopeus olisi 8 tonnia/h. Todellinen vakionopeus millä prosessia tällä hetkellä ajetaan, on 5 tonnia/h. Nopeudet on määritelty prosessin seurannassa ja on annettu tähän työhön s-posti keskustelussa ("Tietoja oppariin", s-posti, Kristiina Kuosma,). 8 tonnia/h tunnissa on tälläkin hetkellä mahdollista saavuttaa mutta kaikki jätteen koostumus vaihtelut ja muut tekijät huomioon ottaen todellinen nopeus pysyttelee siinä 5 tonnia/h.

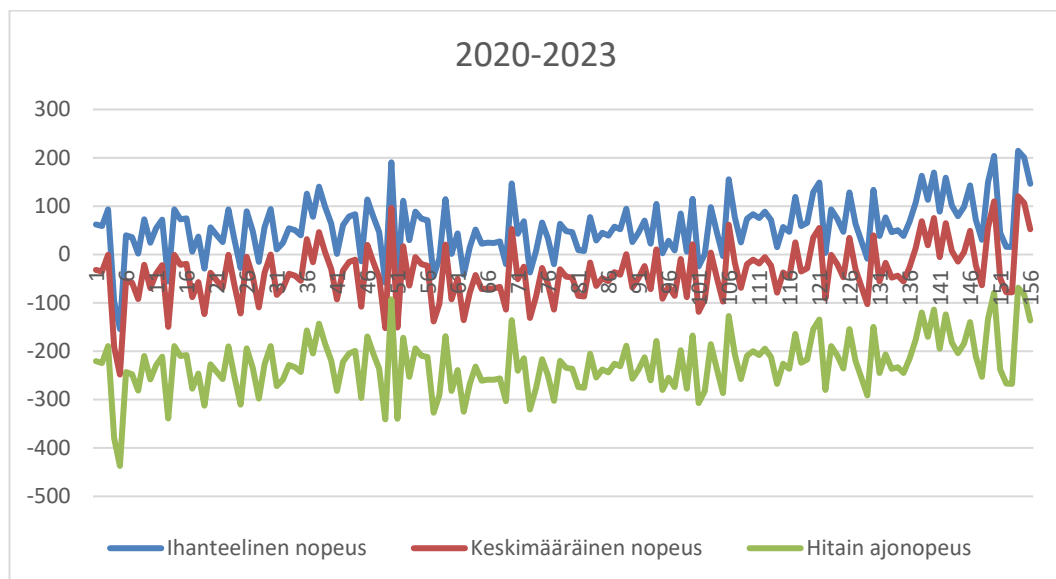




**Kuvio 11.** Kuormat.

Kaaviossa on esitetty vuosien 2022, ja 2023 kuormat kuukausittain, näitä vasten on asteltu edellisessä kappaleessa mainittujen nopeuksilla kuukaudessa käsitelty jätteen määrä. Kuvasta näkyy, että pelkkää prosessia laskennallisesti tarkastelella vuoden 2022 tuodut jätteet olisivat olleet prosessoitavissa. Vuoden 2023 jätemäärä nousee jo huomattavasti vakionopeuden yli. Kuormat ovat kuitenkin kaukana ihannenopeudesta, jolloin voisimme luultavasti vakionopeutta nostamalla päästä tehoon, jolla kuormat saataisiin käsiteltyä.

## 6.9 Viikkokuormat



**Kuvio 12.** Viikko kuormat.

Kaavion nollakohta on raja, jossa prosessi on tasapainossa jätekuorman kanssa. Kun käyrä ylittää nollakohdan, on kuormaa tullut sillä viikolla enemmän kuin kyseisellä nopeudella voidaan käsitellä.

Raja-arvo ylittyy keskimääräisellä nopeudella selkeästi syksystä joulun asti ja paikoittain jopa keväällä helmi-, maaliskuun aikana. Tästä voimme todeta, että prosessointinopeus on riittämätön kuormien kokoon nähden viikkotasollakin.

## 6.10 Pandemian vaikutus

Pandemian huippuvuosilla (2020–2022) on ollut vaikutus ihmisten osto-, että liikekäyttäytymiseen. Edellä olevista taulukoista kuitenkin huomataan, että pandemian vaikutus kokonaisjättemäärään on ollut varsin pieni, sillä jätemäärä ennen ja jälkeen koronan on eronnut suurimmillaan noin 2 000 tonnilla, joka on vuoden

2023 aikana tulleesta jätekuormasta 13 %. Myös itse jätehuollon toimintaan vaikutukset olivat olleet hyvin vähäisiä Salokosken (2023.) mielestä.

## 7 VARASTOINNIN TOIMIVUUS

Tällä hetkellä varasto täyttyy loppuvuodesta liian nopeaa, ja sen hallintaan saaminen viivästyy loppukevääseen. Tämä johtaa siihen, että jäte uhkaa vuotaa pihalle varastosta. Tämä on ei toivottu skenaario, sillä jätettä ei voida sijoittaa varaston ulkopuolelle hygieenisistä ja lainsäädännöllisistä syistä. Myös villieläimet kuten naurulokit pääsevät helpommin syömään jätettä, sillä nostoverkon sulkeminen vaikeutuu ylitsevuotavasta jätteestä. Jätteenkuljettaminen prosessiinkin hankaloituu, joten tilanne on kaikin puolin haastava. Tilanne on tällä hetkellä kestäättömällä pohjalla.

### 7.1 Haasteita varastoinnissa

Välivaraston tehtävä on toimia jätteelle pysähdyspaikkana. Tekijät, jotka vaikuttavat varastossa olevaan jätteen määrään, ovat tulevien kuormien määrä, ja nopeus millä varastoa tyhjennetään prosessiin. Poistuvan tavaran määrään voidaan eniten vaikuttaa. Sisään tuleva kuorma on kiinni alueella tuotetun jätteen määrästä, johon vaikuttaminen on haasteellista

Yksi suurimpia haasteita varastoinnin liikkuvuudessa on jätteen jäätyminen talvella. Tämä haittaa prosessin sujuvaa toimintaa ja hidastaa jätteen käsittelynopeutta huomattavasti.

Myös metallin osuus osissa kuormissa on liian korkea, mikä aiheuttaa prosessille turhaa kulumista sekä lisää huollon tarvetta, joka on pois prosessin ajamisesta ja hidastaa kokonaisnopeutta.

## **8 PROSESSIIN KOHDISTUVAT MUUTOKSET TULEVAISUUDESSA**

Stormossen tulee lisäämään lähitulevaisuudessa kaasuntuotantokapasiteettiaan rakennuttamalla 3:n bioreaktorin Koivulahden laitokselle. Tämä bioreaktori tulisi toimimaan laitoksella olevan lietteelle omistettu bioreaktori 1:sen (1 500 m<sup>3</sup> reaktorin tilavuus) jatkajana ja ottaisi jatkossa kaiken lietteen vastaan.

### **8.1 Esikäsittelyn suunnitelmat**

Bioreaktori ykkönen muokattaisiin ottamaan biojättemassaa vastaan. Tämä tulisi kasvattamaan kaasun tuotantokapasiteettia huomattavasti. Myös esikäsittelyyn on alettu muokkaamaan harvalla käytöllä olevan pienbiomurskaimen tilalle rinnakkaista prosessia, joka käsittelee tehokkaammin puhtaampaa biojätettä yhtä aikaa muun prosessin kanssa. Tämä tulee lisäämään jonkin verran päivittäistä käsittely kapasiteettia. Nämä tiedot tulevat käydyistä keskusteluista (Kuosma, 2023, n.d) kanssa.

### **8.2 Varastointi tulevaisuudessa**

Vuoden 2023 trendin perusteella on varauduttava suurentuneisiin biojättemääriin. Tämä tulee kaventamaan aikaväliä, jossa on aikaisemmin ehditty tyhjentämään jätevarastoa. Myös muutokset esikäsittelyn prosessiin vaikuttavat positiivisesti varaston purkunopeuteen. Luultavimmin nämä tasoittavat ainakin toistaiseksi toisensa.

Vuonna 2023 asetettu muutos biojätteen keruupusseille, jotka vaihtuivat muovisista paperipusseihin, alkaa todennäköisesti vakiintumaan ja odotettavasti lisää vielä enemmän prosessin tehokkuutta.

## 9 LOPPUPÄÄTELMÄT

Biokaasulaitoksella tuskin voidaan ikinä päästä täysin varastoa ilman olevaan malliin, sillä jätemäärien vaihtelu on korkeaa ja säännöllisyydeltään ailahtelevaa eikä prosessia voida ajaa pelkästään saapuvien kuormien mukaan. Tämänhetkinen varastointiratkaisu on ei ole riittävä, mutta ongelma on ratkaistavissa useammalla tavalla.

Yksi mahdollinen tapa olisi lisätä prosessin ajonopeutta ja vähentää hidasteita. Kaavioista havaitsimme, ettei prosessia ajeta vielä lähellä teoreettista maksimia, sillä nykyinen nopeus oli keskimäärin 5 tonnia/h ja annettu huippunopeus mihin jaksoittain päästään on 8 tonnia/h. Nopeuteen vaikuttaa eniten jätteen koostumus ja prosessin toiminta kunto, tätä voisi parantaa talvisin kohmeista jätettä esilämmittämällä.

8 tonnia/h-nopeuteen pääsemistä myös rajoittaa mikserin käsittelynopeus. Mikseri pystyy käsittelemään ainoastaan 1 400 tonnia/kk rejektistä puhdistettua jätettä kuukaudessa, joka on 70 % prosessoidusta jätteestä. Jos lisäämme puuttuvan rejektin eli 30 % takaisin niin varsinainen suodattamaton jätekuorma, joka saadaan varastosta pois, on 2 000 tonnia/kk. Jos rejektin osuus pysyy tiukasti 30 % ja emme huomio erottelussa käytettyä vettä kokonaispainossa, niin 2 000 tonnia (12 h\*22) olisi 7,58 tonnia/h. Tämä tarkoittaisi sitä, että nykyisellä mikserillä voitaisiin vielä pärjätä ja melkein päästä prosessin sallimaan 8 tonnia/h. Myös tarkempi seulominen, mistä alueilta metallit kertyvät jätekuormiin, sanktioita laadun vaihtelusta voisivat parantaa koostumusta.

Käyttöön voisi myös ottaa kaksivuoroisen ajo-ohjelma tai prosessia aloitettaisiin pyörittämään aina lauantaitsinkin. Tämä lisäisi kuukaudessa olevia käyntitunteja huomattavasti. Mikserin suurentaminen olisi myös välttämätöntä näiden edellisten päälle.

Keväisten pienten kuormien ja syksyn suurien kuormien välinen ero on 21,7 %, varaston suurentamista pinta-alalta samassa suhteessa voisi myös helpottaa ta-soittamaan talven huiput. Kuitenkin tällöinen investointi olisi luultavasti kallis sekä laitoksella käytettävä maa-ala välivaraston yhteydessä on riittämätön, jolloin olisi tehtävä uusi erillinen varasto rakennus.

Tarkkaa analyysiä siitä, mitkä biojätteen lepuuttamisajat ovat (vielä) eduksi ja mil-loin hävikkiä alkaa esiintymään voisi olla mahdollinen jatkotutkimusaihe.

## LÄHTEET

Aichinger, Peter, Kuprian M, Probst M, Insam H, ja Ebner C.” Demand-driven energy supply from stored biowaste for biomethanisation”. *Bioresource Technology*194:389–93. noudettu 30.1 osoitteesta <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.06.147>.

Al Seadi T, Rutz D, Heinz Prassl, Michael Köttner, Tobias Finsterwalder, Silke Volk, Rainer Janssen, Biogas Handbook, (n.d.). Noudettu 11.11 osoitteesta-  
<https://lemvigbiogas.com/download-faglitteratur-om-biogas/>

EUR-Lex, Direktiivi - 2008/98; EN - jätedirektiivi (n.d.). Retrieved April 10, 2024, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

FINLEX® - Säädökset alkuperäisinä; Ympäristöministeriö, Jätelaki - Noudettu 10.11 osoitteesta-<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>

Juha P, Kasvun tekijät ja energia orgaanisista jätteistä. Biolaitosyhdistyksen Jäsenyrytykset. noudettu 19.12 osoitteesta-[https://biokierto.fi/wpcontent/uploads/2019/06/Kasvun\\_tekijat\\_ja\\_energia\\_orgaanisista\\_jatteista.pdf](https://biokierto.fi/wpcontent/uploads/2019/06/Kasvun_tekijat_ja_energia_orgaanisista_jatteista.pdf)

Jyväskylän yliopisto ”Määrällinen tutkimus”. noudettu 31.1 osoitteesta-  
<https://koppa.iyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>.

Kauppinen A & Puusniekka A, KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto,2006. noudettu -11.02.2024. osoitteesta <<https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>>.

Koenigsberg, E. (1959). Production Lines and Internal Storage-A Review. *Management Science*, 5(4), 410–433. <http://www.jstor.org/stable/2627144>

Korhonen M, Pitkänen K, Niemistö J, Selvitys orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon vaikutuksista (n.d.) Noudettu 20.12 osoitteesta- [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160946/SY\\_03\\_3018\\_Orgaanisen\\_jatteen\\_kaatopaikkakiello.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160946/SY_03_3018_Orgaanisen_jatteen_kaatopaikkakiello.pdf?sequence=4&isAllowed=y)



Kuosma K, Sähköpostit ja keskustelut, 2023–2024. [kristiina.kuosma@stormossen.fi](mailto:kristiina.kuosma@stormossen.fi)

Kymäläinen M, ja Pakarinen O, BIOKAASUTEKNOLOGIA Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen”, (n.d). noudettu 22.3 osoitteesta - <https://tiedejatutkimus.fi/fi/results/publication/0007885615>

Logistiikan Maailma – Varastointi (n.d) Noudettu 12.1 osoitteesta <https://www.logistiikanmaailma.fi>

Nie, Erqi, Pinjing H, Zhou J,Zhang H, ja Lü F. ” Neglected effect of transportation on the property of municipal biowaste and the subsequent biomethane potential”. *Journal of Cleaner Production* 352. noudettu 27.1 osoitteesta - <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131603>.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Logistiikan maailma. noudettu- 23.3

Salokoski L, Jätehuoltopalvelut turvattiin myös koronan aikana (n.d). noudettu 23.3 osoitteesta - <https://jatehuoltoyhdistys.fi/jatehuoltopalvelut-turvattiin-myos-koronan-aikana/>

Savo-Pielisen Jätelautakunta, Jätelautakunnan Toiminta (n.d.) noudettu 20.3 osoitteesta- <https://www.jatelautakunta.fi/fi/toiminta/>

Stormossen, Stormossenin historia (n.d.) – Noudettu 20.1 osoitteesta- <https://www.stormossen.fi/nain-kaikki-alkoi/>

Tilastokeskus, Jätehuolto (n.d) Noudettu 21.3 sivulta - <https://www.stat.fi/meta/kas/jatehuolto.html>

Tietoarkisto. Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja - (n.d.). Retrieved April 10, 2024, from <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/index.html>

Tietoarkisto, Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. (n.d.). Retrieved April 10, 2024, from <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/>

Tietoarkisto, Tapaustutkimus (n.d.). Retrieved april 10, 2024, from <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusasetelma/tapaustutkimus/>

Vaasan kaupunki, Vaasan seudun jätelautakunta (n.d). - Noudettu 16.12 osoitteesta <https://www.vaasanseudunjatelautakunta.fi/>

Vaasan seudun jätelautakunta. Jätteenkuljetusyrietykset (n.d) noudettu 13.12.2023. <https://www.vaasanseudunjatelautakunta.fi/ota-yhteytta/jatteenkuljetusyrietykset/>.

Westenergyn laitos, Westenergy vuosikertomus 2022. Retrieved April 17, 2024, from <https://2022.westenergy.fi/westenergyn-laitos/>

## **LIITTEET**

### **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Sähköposti ketju: Oppariin jotain tietoa, Kristiina Kuosma.

**LIITE 2.** Sähköposti ketju: Välivaraston ylläpito, Kristiina Kuosma

