

Kainuun ympäristökeskus

Esisuunnitelma biologisen käsittelylaitoksen
hankevaihtoehtoista YVA-selostusta varten



Sisältö

1	JOHDANTO	<u>3</u>
2	HANKEVAIHTOEHDOT	<u>3</u>
3	LAITOKSESSA KÄSITELTÄVÄT JÄTTEET	<u>4</u>
3.1	Puhdistamoliete	<u>4</u>
3.2	Biojäte	<u>4</u>
3.3	Elintarviketeollisuuden jätteet	<u>4</u>
3.4	Muut eloperäiset jätteet	<u>4</u>
4	BIOKAASULAITOKSEN PROSESSIKUVAUS	<u>5</u>
5	BIOKAASULAITOKSEN MITOITUS	<u>9</u>
5.1	Mädätysprosessin mitoituserusteet	<u>9</u>
5.1.1	Peuraniemen mädättämön (VE1) mädätysprosessi	<u>9</u>
5.1.2	Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitosten (VE2 ja VE4) mädätysprosessi	<u>10</u>
5.2	Laitteistojen mitoituserusteet	<u>10</u>
5.2.1	Peuraniemen mädättämön (VE1) laitteistot	<u>12</u>
5.2.2	Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitosten (VE2 ja VE4) laitteistot	<u>13</u>
5.3	Jälkikompostoinnin mitoituserusteet	<u>13</u>
5.3.1	Peuraniemen mädättämön (VE1) jälkikompostointi	<u>14</u>
5.3.2	Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitosten (VE2 ja VE4) jälkikompostointi	<u>14</u>
6	AUMAKOMPOSTOINTI (VE 5)	<u>14</u>
6.1	Aumakompostoinnin mitoitus	<u>15</u>
7	BIOKAASULAITOSTEN SIJOITUSSUUNNITTELU	<u>16</u>
8	HAJUPÄÄSTÖT JA HAJUNPOISTOMENETELMÄT	<u>17</u>
8.1	Biokaasulaitoksen hajupäästöt	<u>17</u>
8.2	Hajupoistomenetelmät	<u>17</u>
9	JÄTEVEDET	<u>18</u>
9.1	Jäteveden määrä	<u>18</u>
9.2	Jäteveden käsittely	<u>18</u>
9.3	Jäteveden laatu	<u>19</u>
10	HANKEVAIHTOEHTOJEN ALUSTAVA KUSTANNUSARVIO	<u>20</u>
10.1	Laitosvaihtoehtojen investointi- ja käyttökustannukset	<u>20</u>
10.2	Aumakompostoinnin (VE 5) investointi- ja käyttökustannukset	<u>21</u>
11	BIOJÄTTENKÄSITTELY OULUN SEUDULLA	<u>22</u>

Liitteet

LIITE 1	Peuraniemen mädättämö -vaihtoehto (VE1), Sijoituspiirustus 1:1000
LIITE 2	Parkinniemen biokaasulaitos -vaihtoehto (VE2), Sijoituspiirustus 1:1000
LIITE 3	Majasaarenkankaan biokaasulaitos -vaihtoehto (VE4), Sijoituspiirustus 1:1000
LIITE 5	Aumakompostointi -vaihtoehto (VE5), Sijoituspiirustus 1:2500
LIITE 4	Laitoslayout 1:300

1

JOHDANTO

Kajaanin ympäristökeskus suunnittelee biologista jätteiden käsittelylaitosta Kajaaniin "Eloperäiset jätteet kiertoon" -EU-hankkeessa (EJK -hanke). Laitoksessa on tarkoitus käsitellä lähinnä jätevedenpuhdistamoiden lietteitä ja erilliskerättyä biojätettä ja lopputuote käytetään lannoitevalmisteena. Jätteet joko mädätetään biokaasulaitoksessa tai kompostoidaan aumoissa nykyistä käytäntöä tehokkaammin. Puhdistamolietteiden osalta on myös suunniteltu rakeistusta. Lisäksi biokaasulaitoksen yhteyteen on suunniteltu varauksena bioetanolin tai -dieselin tuotantoyksikkö.

Pöyry Environment Oy on vastannut biologisten jätteiden käsittelylaitoksen esisuunnittelusta. Tämä esisuunnitteluraportti on YVA-arviointiselostukseen liitettävä erillisselvitys.

2

HANKEVAIHTOEHDOT

Hankkeen YVA-menettelyssä on viisi hankevaihtoehtoa nollavaihtoehdon lisäksi.

- **VE 0:** Nollavaihtoehto
Uusia käsittelylaitoksia ei rakenneta.
- **VE 1:** Peuraniemen mädättämö
Puhdistamolietteiden mädättämö nykyisellä Kajaanin Veden jätevedenpuhdistamolla, $\leq 22\ 000$ tonnia/v. Lietteen jälkikompostointi Auralassa tai Majasaarenkankaan jätekeskuksessa.
- **VE 2:** Parkinniemen teollisuusalueen biokaasulaitos
Lietteitä, biojätteitä ja muita eloperäisiä jätteitä käsittelevä biokaasulaitos Sokajärventien länsipuolella, lähellä jätevedenpuhdistamoaa, $32\ 000$ tonnia/v. Laitosalueella tulee oma jälkikompostointikenttä.
- **VE 3:** Tihisenniemen biokaasulaitos
YVA -ohjelmassa mainittu vaihtoehto VE3 on päätetty jättää tarkastelusta pois esisuunnittelun valmisteluvaiheessa.
- **VE 4:** Majasaarenkankaan biokaasulaitos
Vastaava biokaasulaitos kuin VE 2:ssa. Sijaintipaikka Majasaarenkankaalla, $32\ 000$ tonnia/v. Majasaarenkankaalle tulee oma jälkikompostointikenttä.
- **VE 5:** Majasaarenkankaan aumakompostointi ja rakeistus
Vastaaville jätteille kuin VE 2 ja VE 4. Käsittelytekniikka on nykyistä käytäntöä tehokkaampi aumakompostointi ja lietteiden osalta mahdollisesti rakeistus.

Lisäksi vaihtoehdoissa VE2 ja VE4 on optio bioetanolin tai -dieselin tuottamiseen biojätteestä.

3 LAITOKSESSA KÄSITELTÄVÄT JÄTTEET

3.1 Puhdistamoliete

Biokaasulaitoksen on tarkoitus käsitellä Kainuussa 9 jätevedenpuhdistamolla muodostuvat jätevesilietteet. Nykyisin puhdistamolietteitä käsitellään Kainuussa kahdeksalla erillisellä aumakompostointikentällä. Taulukossa 1 on esitetty Kainuun puhdistamoiden vuoden 2008 lietemäärä, kuiva-ainespitoisuus ja nykyinen jälkikäsittelypaikka. Lietettä on yhteensä n. 19 300 t/a ja kuiva-ainepitoisuus vaihtelee 13–19 %. Biokaasulaitoksen kapasiteetista varataan 22 000 t/a jätevesilietteilille. Peuraniemen vaihtoehdossa (VE1) vastaanotettavan kuivatun lietteen määrä arkipäivinä on noin 50 t/d ja Peuraniemen puhdistamon oma jätevesiliete siirretään mädätykseen kuivaamattomana, noin 210 m³/d. Muiden vaihtoehtojen (VE2 ja VE4) osalta kaikki lietteet vastaanotetaan mädätyslaitokselle kuivattuna, keskimäärin noin 85 t/arkipäivä.

Taulukko 1. Kainuun jätevedenpuhdistamoiden vuoden 2008 lietemäärät ja kuiva-ainespitoisuudet.

Jätevedenpuhdistamo	Lietemäärä, t/a	TS %	Nykyinen käsittely	Muualta vastaanotetut lietteet
Hyrnsalmi/ Vesi-Mega Oy	483	15	Aumakompostointi puhdistamon vieressä	-
Kajaani/ Kajaanin Vesi	9 719	17	Kuljetetaan (0,5 km) Auralan kompostointialueelle	Vuolijoki, Otanmäki
Kuhmo /Kuhmon kaupungin vesihuoltolaitos	1 919	16	Kuljetetaan Jaurakon kompostointialueelle	Vartius
Paltamo/ Paltamon kunnan vesihuoltolaitos	987	19	Aumakompostointi puhdistamon vieressä	Ristijärvi
Puolanka/ Puolangan Vesi ja Lämpö	889	17	Aumakompostointi puhdistamon vieressä	-
Sotkamo/ Sotkamon kunnan vesilaitos	2 664	15	Kuivattu liete seostetaan turpeeseen ja kuljetetaan Kajaaniin Auralaan	-
Suomussalmi	1 954	13	Kuljetetaan Metsärinteen kompostointialueelle	-
Vaala/ Vaalan kunnan vesilaitos	725	13	Aumakompostointi puhdistamon vieressä	-
Yhteensä	19 340			

3.2 Biojäte

Kainuun jätehuollosta ja biojätteen käsittelystä vastaa Kainuun jätehuollon kuntayhtymä, Eko-Kympi. Eko-Kympin osakaskunnissa biojätteet kompostoidaan asuinkiinteistöillä tai kerätään erikseen. Biojäte pakataan maatuvaan materiaaliin ja viedään kiinteistön erilliseen biojätteen keräysastiaan. Nykyisin erilliskerätty biojätteet kompostoidaan Kajaanissa Majasaarenkankaan jätekeskuksessa ja Hyrnsalmella jätevedenpuhdistamon yhteydessä olevalla kompostointikentällä. Biokaasulaitoksen kapasiteetista varataan 6 000 t/a biojätteelle, mikä tarkoittaa n. 24 tonnia biojätettä arkipäivinä.

3.3 Elintarviketeollisuuden jätteet

Biokaasulaitoksen kapasiteetista varataan 1 000 tonnia elintarviketeollisuuden jätteille, esimerkiksi kalankasvatuslaitoksen perkuujäte, leipomo- ja panimoteollisuuden jäte tai rasvakaivoliete. Määrä tarkoittaa n. 4 tonnia elintarviketeollisuuden jätettä arkipäivinä. Biokaasulaitoksen laskelmissa on käytetty 200 t kalajätettä, 400 t teurastamojätettä ja 400 t kasviperäistä jätettä.

3.4 Muut eloperäiset jätteet

Biokaasulaitoksen kapasiteetista varataan 3 000 tonnia maatalouden eloperäisille jätteille, esimerkiksi pilaantunut rehu, kasvijäte tai lanta. Määrä tarkoittaa n. 12 tonnia muuta eloperäistä jätettä arkipäivinä. Biokaasulaitoksen laskelmissa on käytetty 1 500 t sian- ja naudanlietelantaa ja 1 500 t rehujätettä.

BIOKAASULAITOKSEN PROSESSIKUVAUS

Biokaasulaitoksen raaka-aineet käsitellään mädättämällä ja tuotteeksi saadaan humuspi-toista maanparannusainesta ja biokaasua. Mädätysprosessi voidaan toteuttaa eri laitos-ratkaisuilla ja reaktiotyypeillä. Prosessin lämpötila voi olla joko mesofiilinen (35–37 °C) tai termofiilinen (50–60 °C). Märkä- ja kuivakäsittelyssä prosessit eroavat syötteen kuiva-ainepitoisuudelta. Märkäkäsittelyssä biojätteen kuiva-ainepitoisuus on alle 15 % ja kuivakäsittelyssä yli 20 %, mutta maksimissaan noin 50 %. Prosessit voivat olla myös panos- tai jatkuvatoimisia ja yksi- tai kaksivaiheisia.

Tässä esisuunnitelmassa on mitoituslaskelmat on tehty mesofiiliselle märkämädätysprosessille, joka on tällä hetkellä yleisin prosessi Suomessa. Suomessa on toistaiseksi vain yksi kuivaprosessia käyttävä koelaitos, joten käyttökokemusta kuivaprosessin laitoksista on Suomessa vielä vähän ja luotettavaa tietoa prosessin toimintavarmuudesta Suomen olosuhteissa ei vielä ole olemassa. Kuivaprosessit eroavat märkäprosessista pääasiassa syötteen kuiva-ainepitoisuuden osalta, jonka tulee olla 20–50 %. Kuivaprosessissa voidaan tuottaa biokaasua jätteestä, joka ei ole nestemäistä. Mesofiilisen prosessin etuna on prosessin helpompi hallittavuus prosessilämpötilan kannalta. Termofiilisen prosessin etuna mesofiiliseen prosessiin nähden ovat lopputuotteen parempi hygieenisuus, mahdollisesti parempi biokaasun tuotto sekä nopeampi hajoamisaste, joka mahdollistaa lyhyemmän viipymäajan mädätysreaktorissa ja pienemmän reaktorikoon. Käytännössä termofiilinen prosessi on kuitenkin herkkä lämpötilan vaihteluille ja muille prosessihäiriöille sekä prosessista saatava nettoenergia on pienempi syötteen suuremman lämmitystarpeen vuoksi. Lisäksi termofiilinen prosessi vaatii enemmän laitosrakenteilta lämpöeristyksen ja lämmityskapasiteetin osalta.

Seuraavassa on esitetty biokaasulaitoksen alustava prosessikuvaus. Laitoksen prosessi on lisäksi esitetty lohkokaaviona kuvassa 1.

Biojätteen vastaanotto ja esikäsittely

Biojätteen mädätys edellyttää biojätteen esikäsittelyä, koska biojäte sisältää epäpuhtauksia, kuten muoveja, pahvia, paperia ja metalleja, jotka tulee poistaa, jotta ne eivät aiheuttaisi haittaa biojätteen jatkoprosessoinnissa. Alustavien suunnitelmien mukaan biojätteen esikäsittelyprosessi koostuu repijästä, seulonnasta, murskauksesta, liettämisestä ja ruuvipuristuksesta.

Biokaasulaitoksella on yksi biojätteiden vastaanottopiste, joka sijaitsee erillisissä alipaineistetuissa jätteiden vastaanottorakennuksessa. Biojätekuormat ajetaan vastaanottohalliin, josta kuormat puretaan alemmalla tasolla sijaitsevaan vastaanottosiiloon. Siilosta biojäte siirretään joko kiinteään repijään tai murskataan pyöräkuormaajan seulakauhaimurskaimella, jossa rikotaan muovipussit ja pienennetään biojätteen palakokoa. Esi-murskauksen jälkeen biojäte siirretään hihnakuljettimella rumpuseulalle, joka seuloo biojätteestä suurikokoiset epäpuhtaudet pois, kuten pakkausmuovit. Rumpuseulalla erotunut ylite, eli roskat, kuljetetaan hihnakuljettimella avolavalle. Seulan jälkeen biojäte siirretään hihnakuljetinta pitkin magneettierottimen kautta murskaimelle, jossa biojätteen palakoko pienennetään < 12 mm.

Murskaimen jälkeen biojäte kuljetetaan hihnakuljettimella biojätteen liettämissiiliöön, jossa sitä laimennetaan vedellä sopivaan kuiva-ainepitoisuuteen (TS 10 %). Liettämisen yhteydessä biojäte voidaan myös hygienisoida nostamalla syötteen lämpötila yli 70 °C, 1 h. Eläinsivutuoteasetuksen (EY 1774/2002) mukaisesti hygienisoinin tarve riippuu lietteen käyttötavasta. Jos lanta tuotteistetaan kaupalliseksi tuotteeksi, hygienisointi tu-

lee tehdä myös lannalle. Biojätteen liettämssäiliössä on tarkoitus hygienisoida myös lanta ja muut hygienisoitavat lietteet jaksottamalla biojätteen ja lietteen käsittely, esimerkiksi siten, että lanta hygienisoidaan kerran viikossa.

Biojätteen annetaan liettyä säiliössä, jonka jälkeen se johdetaan ruuvipuristimeen. Ruuvipuristimessa lietetty biojäte puristetaan matriisin läpi, jolloin jäljelle jääneet epäpuhtaudet jäävät ruuvipuristimeen ja biojättemassa puristuu ulos. Ruuvipuristimesta lietetty biojäte johdetaan syötteen valmistus-/varastosäiliöön. Ruuvipuristin on käytössä useissa mädätyslaitoksissa Suomessa. Sen avulla saadaan biojätteestä pois yli 12 mm epäpuhtaudet, jotka muuten kertyisivät mädätysreaktoreihin aiheuttaen tukkeutumisia ja muita ongelmia.

Varautuminen bioetanolin ja biodieselin valmistamiseen

Laitossuunnittelussa on varauduttu bioetanolin valmistamiseen siten, että biojätteen hienomurskauksen ja ruuvipuristamisen jälkeen biojäte voidaan siirtää bioetanolin tuotantoprosessiin. Bioetanolin tuotannossa vaadittavan biojätteen laatu riippuu laitevaatimuksista. Mädätyslaitoksen esikäsittelytilasta on mahdollisuus ottaa biojäte joko murskattuna tai lietettynä. Bioetanolin tuotannossa syntyvä rankki voidaan pumpata suoraan mädätyslaitoksen syötteenvalmistussäiliöön. Tehtyjen tutkimusten mukaan rankki soveltuu hyvin mädätyslaitoksen raaka-aineeksi, koska mädätysprosessi käynnistyy siinä nopeasti. Lisäksi biojätteestä valmistetun bioetanolin tuotannon rankilla on suhteellisen hyvä biokaasuntuottopotentiaali, koska rankkiin jää suhteellisen paljon materiaalia, jota metaanibakteerit voivat hyödyntää, mutta jota etanolintuotannossa käytettävä hiivasieni ei pysty hajottamaan.

Biodieselin tuotanto voidaan käytännössä toteuttaa ns. ensimmäisen polven biodieselinä, jossa esim. kalan perkuujätteestä tai öljykasveista puristetaan ensin raakaöljy, josta transesteröintiprosessilla tuotetaan biodieseliä. Esteröintiprosessin raaka-aineena voidaan käyttää myös suoraan esim. ruoan valmistuksessa käytettyjä öljyjä tai rehunvalmistuksessa erottuvia nestemäisiä rasvoja. Mädätyslaitossuunnittelussa nestemäisten jätteiden, kuten rasvakaivolietteiden, vastaanotto on suunniteltu tehtäväksi lietelantojen kanssa samaan vastaanottosäiliöön. Koska rasvojen laatuvaatimus biodieselin vastaanottoa varten poikkeaa mädätyslaitoksen raaka-ainevaatimuksista, tulee biodieselin tuotantoon kelpaavien rasvojen vastaanottoa varten rakentaa erillinen vastaanottosäiliö, esim. lannan vastaanottosäiliön viereen. Transesteröinnissä syntyvä glyseroli voidaan pumpata mädätyksen raaka-aineeksi syötteenvalmistussäiliöön.

Lietteen vastaanotto

Laitoksella käsiteltävät lietteet tuodaan laitokselle kuivattuna (TS 13–20 %) lavoilla tai konteilla, lukuun ottamatta Peuraniemen mädättämövaihtoehtoa (VE1), jossa Peuraniemen jätevedenpuhdistamolta johdetaan kuivaamatonta, mutta tiivistettyä (TS n. 3 %) jätevesilietettä mädätysprosessiin.

Biokaasulaitoksella on yksi lietteiden vastaanottopiste, joka sijaitsee erillisissä alipaineistetuissa jätteiden vastaanottorakennuksessa. Puhdistamoliete ja muut lietteet vastaanotetaan vastaanottotaskuun, joka on varustettu sekoittimella, esim. sekoittavalla pumpulla kiintoaineksen erottumisen välttämiseksi. Vastaanottotaskun pohjalla oleva kuljetin kuljettaa syötteen valmistus/varastosäiliöön.

Lannan ja muiden hygienisoitavien lietteiden vastaanotto

Biokaasulaitoksella on yksi lannan ja muiden hygienisoitavien lietteiden vastaanottopiste, joka sijaitsee erillisissä alipaineistetuissa jätteiden vastaanottorakennuksessa. Lanta ja muut lietteet vastaanotetaan vastaanottosäiliöön, joka on varustettu sekoittimella. Vastaanottosäiliöstä lanta pumpataan biojätteen liettämissäiliöön hygienisoitavaksi.

Syötteen valmistus

Mädätysreaktoriin syötettävä liete valmistetaan ja lämmitetään syöteenvalmistussäiliössä. Kuivattu liete ja biojäte lietetään veteen, kuiva-ainepitoisuudeltaan 10 %:in. Syöte lämmitetään mädätyslämpötilaan 37 °C. Syöteenvalmistussäiliö tulee varustaa sekoittimella.

Mädätysprosessi

Häiriöistä johtuvien käyttökatkosten välttämiseksi reaktoreita olisi hyvä olla kaksi kappaletta. Mädätysreaktoreita pyritään syöttämään tasaisesti noin kahden tunnin välein. Pienten tasaisten syöteannosten tarkoituksena on pitää metaanituotto mahdollisimman korkeana ja tasaisena sekä vakauttaa reaktoreiden lämpötilaa. Bioreaktoreiden lämpötilaa ylläpidetään syötteen mukana tulevalla lämpöenergialla. Suunnittelun lähtökohtana on, että reaktoreissa ei ole erillistä lämmitystä ja reaktoreiden lämpöeristykset ovat riittävät prosessilämmön ylläpitämiseksi. Mädätetyn lietteen poisto tapahtuu ylivuotoperiaatteella. Mädätysreaktorit tulee olla varustettu mekaanisella sekoituksella sekä mm. riittäväillä yhteillä näytteenottoa ja epäpuhtauksien poistamista varten ja yli- ja alipaineen varoventtiileillä.

Mädätetyn lietteen välivarastointi

Mädätysreaktoreista poistettava liete puretaan välivarastosäiliöihin (2 kpl).

Mädätetyn lietteen kuivaus

Mädätetty liete kuivataan mekaanisesti 30 % kuiva-ainepitoisuuteen. Lietteiden kuivaukseen käytetään dekantterilinkoja (2 kpl). Lingoilta tuleva rejektivesi johdetaan jätevesien käsittelyyn. Kuivattu liete kuljetetaan ruuvikuljettimilla lietsäiliöihin.

Kuivaustuloksen parantamiseksi lietteeseen sekoitetaan polymeeriliuosta. Tarvittavan polymeerin määrä on 2-3 kg/t kiintoainetta. Polymeeriliuoksen valmistamiseen tarvitaan tavallisesti puhdasta vettä. Molemmille lingoille tarvitaan omat polymeerin valmistus- ja annostuslaitteet.

Jätevesien käsittely

Lietelingoilta syntyvää rejektivettä pyritään käyttämään mädätysprosessissa kiertovetenä, jolloin tuoreveden käyttö vähenee. Rejektivedestä joudutaan puhdistamaan orgaanista ainesta ja typpiyhdisteitä pois, muuten riskinä on yhdisteiden rikastuminen kiertoan. Osa vedestä poistetaan laitokselta viemäriin, ja ennen viemärintä vesi on puhdistettava laitoksen ympäristöluvan asettamiin vaatimuksiin.

Rejktiveden suurehko määrä (50 000 m³/a) vaatii laitokselle oman puhdistamon, jonka lisäksi veden poikkeava koostumus aiheuttaa hankaluuksia perinteisille puhdistusmenetelmille. Sopivalla yhdistelmällä biologisia ja kemiallisia menetelmiä on mahdollista

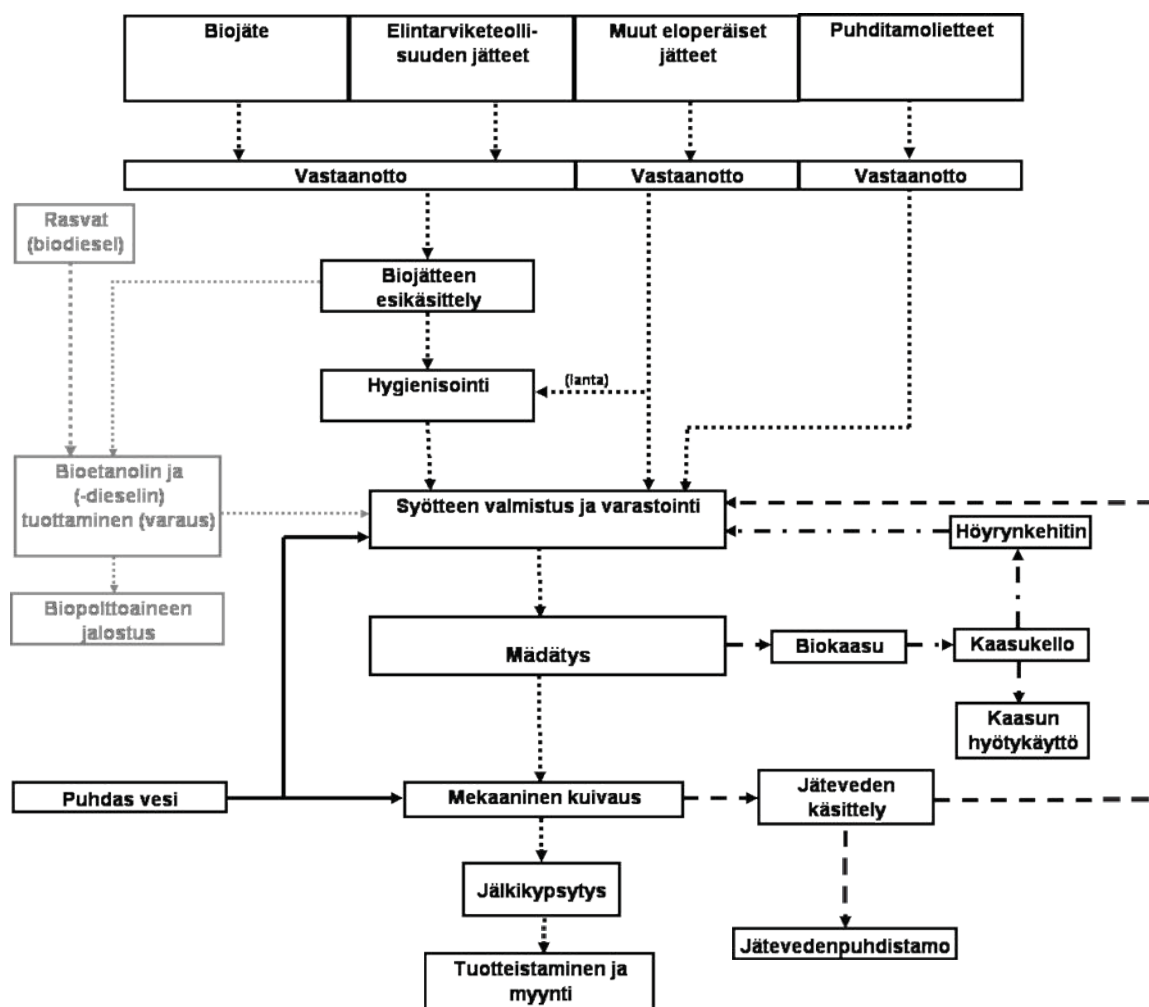
saada rejektivesi puhdistettua hyvälaatuiseksi kiertovedeksi biokaasutukseen tai mahdollisesti johdettavaksi maastoon (kts. kappale 9).

Biokaasun käsittely

Mädätysprosessissa muodostuva biokaasu kerätään vedenerotuksen kautta kaasukelloon. Kaasuvarastosta biokaasu johdetaan hyödynnettäväksi esimerkiksi CHP-yksikköön. Tämän lisäksi tarvitaan erillinen soihut poltin, joka polttaa ylimääräisen ja huoltotaukojen aikana muodostuvan kaasun.

Hajukaasujen käsittely

Mädätyslaitoksessa syntyvien hajukaasujen käsittelyssä voidaan käyttää esimerkiksi kaasupesureita, biosuodatusta ja otsonointia. Tavallisesti mädätyslaitosten poistoilman käsittelyssä käytetään biosuodatusta (kts. kappale 8).



Kuva 1. Mädätysprosessin lohkokaavio

5 BIOKAASULAITOKSEN MITOITUS

5.1 Mädätysprosessin mitoitustapaukset

Tässä työssä mädätysprosessiksi on valittu mesofiilinen märkämädätys, jolloin prosessin lämpötila on 35–37 °C ja syötteen kuiva-ainepitoisuus alle 15 %.

Mädätysprosessin mitoitusta tehdään reaktoriin syötettävän lietteen kuiva-ainepitoisuuden sekä viipymäajan perusteella. Mitoituksessa käytetään syötteen kuiva-ainepitoisuutena 10 % ja massan viipymäaikana mädätysreaktorissa vähintään 21 päivää. Liete syötetään mädätysprosessiin panoksittain joka päivä.

Biologien käsittelylaitos mitoitetaan eri laitosvaihtoehdoissa käsittelemään puhdistamoliettä enintään 22 000 t/a (TS 12–25 %) ja erilliskerättyä biojätettä enintään 6 000 t/a (TS 30 %). Lisäksi laitoksella on tilavaraus elintarviketeollisuuden jätteille 1 000 t/a ja muille eloperäisille jätteille 3 000 t/a.

5.1.1 Peuraniemen mädättämön (VE1) mädätysprosessi

Peuraniemen mädättämössä (VE1) käsitellään pelkkiä jätevesilietteitä, 67 500 t/a (TS 5 %). Mädätysprosessi on mitoitettu siten, että muualta toimitetut jätevesilietteet ovat kuivattuja (TS 13–20 %) ja Peuraniemen jätevedenpuhdistamolta johdetaan kuivaamaton, mutta tiivistettyä (TS n. 3 %) jätevesiliettä, 55 000 t/a, mädätysprosessiin. Tällöin syötteen kokonaiskuiva-ainepitoisuus on noin 5 %, eikä erillistä laimennusta tarvita. Peuraniemen jätevesilietteen tiivistäminen 3 %:in edellyttää nykyisen tiivistämön tehostamista.

Taulukossa 2. on esitetty Peuraniemen mädättämön mädätysprosessin mitoitustulokset.

Taulukko 2. Mädätysprosessin mitoitustulokset (VE1)

Mitoituskuormitus		
- määrä	67 200	t/a
- lietteen kuiva-ainepitoisuus	5	%
- kuiva-ainemäärä	3 500	t TS/a
- orgaanisen aineen määrä	2 100	t VS/a
Syöttö mädätykseen		
- syötemäärä	187	m ³ /d
- syötteen kuiva-ainepitoisuus	5	%
- kuiva-ainemäärä	10	t TS/d
- orgaanisen aineen määrä	6	t VS/d
Kaasutuotto		
- ominaiskaasutuotto	295	m ³ CH ₄ /t VS
- metaanimäärä	618 400	m ³ /a
- metaanipitoisuus	65	%
- energia	6 100	MWh/a
- teho	0,70	MW
Rejektivesi		
- määrä	62 000	m ³ /a

5.1.2 Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitosten (VE2 ja VE4) mädätysprosessi

Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitosvaihtoehtoissa (VE2 ja VE4) käsitellään kuivattuja jätevesilietteitä 22 000 t/a (TS 13–20 %), erilliskerättyä biojätettä 6 000 t/a (TS 30 %), elintarviketeollisuuden jätteitä 1 000 t/a ja muita eloperäisiä jätteitä 3 000 t/a. Käsiteltävien jätteiden kuiva-ainepitoisuus on 18 % ja ne laimennetaan vedellä n. 10 %:iin.

Taulukossa 3. on esitetty Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitosvaihtoehtojen mädätysprosessin mitoituslaskelmat.

Taulukko 3. Mädätysprosessin mitoituslaskelmat (VE2 ja VE4)

Mitoituskuormitus		
- määrä	32 000	t/a
- lietteen kuiva-ainepitoisuus	18	%
- kuiva-ainemäärä	5 600	t TS/a
- orgaanisen aineen määrä	3 800	t VS/a
Syöttö mädätykseen		
- syötemäärä	154	m ³ /d
- syötteen kuiva-ainepitoisuus	10	%
- kuiva-ainemäärä	15	t TS/d
- orgaanisen aineen määrä	10	t VS/d
Kaasutuotto		
- ominaiskaasutuotto	340	m ³ CH ₄ /t VS
- metaanimäärä	1 292 600	m ³ /a
- metaanipitoisuus	65	%
- energia	12 800	MWh/a
- teho	1,46	MW
Rejektivesi		
- määrä	50 000	m ³ /a
Kiinteärejekti		
- määrä	600	t/a

5.2 Laitteistojen mitoitusperusteet

Biokaasulaitoksen laitteistojen mitoitus tehdään alustuvan prosessisuunnitelman ja liettemäärän perusteella. Lisäksi mitoitukseen vaikuttaa laitteiden käyttöaste.

Seuraavassa on esitetty biokaasulaitoksen tarvittavia laitteita ja niiden mitoitusperiaatteet:

- Lietteen vastaanottotasku
Lietteen vastaanottotaskun tilavuus on n. 30 m³, eli yhden täysperävaunurekan kuorman verran. Vastaanottotaskun pohjalla on kuljetin, joka kuljettaa syötteän valmistus-/varastosäiliöön.

Alustavan arvion mukaan Peuraniemen mädättämövaihtoehdossa (VE1) biokaasulaitokselle tulee arkipäivisin n. 50 t kuivattua jätevesilietettä. Muiden vaihtoehtojen (VE2 ja VE4) osalta kuivattua jätevesilietettä tulee arkipäivisin 90 t, joka vastaa 3 täysperävaunurekan kuormaa. Lietteen vastaanotossa tulee huomioida vastaanottotaskun kapasiteetti, jonka vuoksi kuormien vastaanoton välillä tulee olla tauko, jotta vastaanottotasku ehtii tyhjetä.

- Lannan ja muiden hygienisoitavien lietteiden vastaanottosäiliö
Lannan ja muiden hygienisoitavien lietteiden vastaanottosäiliön tilavuus on n. 50 m³, eli noin viikon lietemäärän verran.
- Biojätteen vastaanottosiilo
Biojätekuormat ja muut kiinteät jätteet ajetaan vastaanottohalliin, josta kuormat puretaan alemmalla tasolla olevaan vastaanottosiiloon. Vastaanottosiilon kapasiteetin tulee olla 3 vuorokauden biojättemäärälle, jolloin sille tulee varata n. 100 m² alue, kun pudotuskorkeus on n. 2 m.
- Biojätteen esikäsittelylinja
Biojätteen esikäsittelylinjan mitoitus on tehty 24 t biojätettä/d. Biojätteen esikäsittelyprosessi koostuu repijästä, rumpuseulasta, murskaimesta, liettämissäiliöstä ja ruuvipuristimesta. lisäksi linjaan voidaan lisätä magneettierotin. Liettämissäiliön tilavuus on n. 60 m³, joka riittää yhden päivän biojättemäärälle tai yhden viikon lanta- ja muiden hygienisoitavien lietteiden lietemäärälle. Biojätteen esikäsittelyssä syntyy epäpuhtauksista koostuvaa kiinteää rejektiä, jota syntyy noin 600 t/a, 2-3 t/d. Rejektin varastointia varten tulee varata yksi 15 m³ siirtolava.
- Syötteen valmistus/varastointisäiliöt
Vastaanottoaltaan kapasiteetin tulee olla 3 vuorokauden lietemäärälle. Syötteen valmistus/varastointisäiliöitä tulee 2 kappaletta.

Peuraniemen mädättämövaihtoehdossa (VE1) syötemäärä on 187 m³/d, jolloin yhden säiliön tilavuus tulee olla n. 280 m³. Muiden vaihtoehtojen (VE2 ja VE4) osalta syötemäärä on 154 m³/d, jolloin yhden säiliön tilavuus tulee olla n. 230 m³.

- Mädätysreaktorit
Mädätysreaktorin kapasiteetin tulee olla 21 päivän viipymälle. Mädätysreakto-reita tulee 2 kappaletta. Reaktorin tilavuus on mitoitettava noin 20–30 % käsiteltävää syötemäärää suuremmaksi, jotta reaktorissa on tilaa vaahtoamiselle ja kaasan muodostumiselle.

Peuraniemen mädättämövaihtoehdossa (VE1) yhden mädätysreaktorin käyttökapasiteetin tulee olla n. 2 000 m³ ja muiden vaihtoehtojen (VE2 ja VE4) osalta n. 1 600 m³.

- Mädätetyn lietteen välivarastosäiliöt
Liete kuivataan mekaanisesti, jolloin riittää noin 2 vuorokauden tarvetta vastaavat välisäiliöt. Välivarastosäiliöitä tulee 2 kappaletta.

Peuraniemen mädättämövaihtoehdossa (VE1) yhden välivarastosäiliön tilavuus tulee olla n. 185 m³ ja muiden vaihtoehtojen (VE2 ja VE4) osalta n. 150 m³.

- Kuivauslingot
Mädätetty liete kuivataan mekaanisesti 30 % kuiva-ainepitoisuuteen. Kuivauslinkoja tulee 2 kappaletta.

Peuraniemen mädättämövaihtoehdossa (VE1) kuivauslinkojen mitoitus on tehty 2 500 t TS/a ja 1 t/h (250 h, 16 h) ja muiden vaihtoehtojen (VE2 ja VE4) osalta 3 400 t TS/a ja 1 t/h (250 h, 16 h).

- Kaasukello
Kasukello mitoitetaan 1 vuorokauden kaasumäärälle. Biokaasun viipymä kaasukellossa on 1 h.

5.2.1 Peuraniemen mädättämön (VE1) laitteistot

Peuraniemen mädättämössä käsitellään pelkkiä jätevesilietteitä, joten esikäsittelylaitteisto ei laitokselle tarvita.

Taulukko 4. Laitteistojen mitoituslaskelmat (VE1)

Lietteen vastaanottotasku		
- vastaanottoaltaan tilavuus	30	m ³
- vastaanottoaltaiden lukumäärä	1	kpl
Syötteenvalmistussäiliöt		
- 1 säiliön tilavuus	280	m ³
- säiliöiden lukumäärä	2	kpl
Mädätysreaktorit		
- viipymä	21	vrk
- reaktorin käyttötilavuus	2 000	m ³
- reaktorien lukumäärä	2	kpl
- syötteen kuiva-ainepitoisuus	5	%
- orgaaninen tilakuorma	1	kg VS/m ³ *d
- prosessilämpötila	35-37	°C
Mädätetyn lietteen välivarastosäiliö		
- 1 välivarastosäiliön tilavuus	185	m ³
- välivarastosäiliöiden lukumäärä	2	kpl
Kuivauslingot		
- lingon kapasiteetti	1	t/h
- linkojen lukumäärä	2	kpl
- lietteen kuiva-ainepitoisuus	30	% TS
Kaasukello		
- kaasukellon tilavuus	2 800	m ³

5.2.2 Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitosten (VE2 ja VE4) laitteistot

Taulukko 5. Laitteistojen mitoituslaskelmat (VE2 ja VE4)

Lietteen vastaanottotasku		
- vastaanottoaltaan tilavuus	30	m ³
- vastaanottoaltaiden lukumäärä	1	kpl
Biojätteen esikäsittely		
- repijä	10	t/h
- rumpuseula	10	t/h
- murskain	10	t/h
- liettämissäiliö	60	m ³
Syötteenvalmistussäiliöt		
- 1 säiliön tilavuus	230	m ³
- säiliöiden lukumäärä	2	kpl
Mädätysreaktorit		
- viipymä	21	vrk
- reaktorin käyttötilavuus	1 600	m ³
- reaktorien lukumäärä	2	kpl
- syötteen kuiva-ainepitoisuus	10	%
- orgaaninen tilakuorma	2,8	kg VS/m ³ *d
- prosessilämpötila	35-37	°C
Mädätetyn lietteen välivarastosäiliö		
- 1 välivarastosäiliön tilavuus	150	m ³
- välivarastosäiliöiden lukumäärä	2	kpl
Kuivauslingot		
- lingon kapasiteetti	1	t/h
- linkojen lukumäärä	2	kpl
- lietteen kuiva-ainepitoisuus	30	% TS
Kaasukello		
- kaasukellon tilavuus	5 800	m ³

5.3 Jälkikompostoinnin mitoitusperusteet

Noin 30 % kuiva-ainepitoisuuteen mekaanisesti kuivatun mädätetyn lietteen kompostointi edellyttää tukiaineen lisäämistä lietteeseen tilavuussuhteessa noin 1:1. Jos lietteen kuiva-ainepitoisuus laskee, tulee tukiaineen määrää lisätä riittävän ilmavan rakenteen aikaan saamiseksi. Tukiaineena käytetään puuhaketta, jota voidaan kierrättää. Kierrättämällä tukiainetta voidaan vähentää tukiainekustannuksia ja kompostin määrää. Aumojen väliin tulee jättää noin 1 m levyinen tila pyöräkuormaajan liikkumista varten.

Seuraavassa on esitetty lietteen jälkikompostointikentän mitoitusperiaatteet:

- Tukiaineen lisäys tilavuussuhteessa 1:1
- Auman leveys 6 m, korkeus 2,5 m
- Aumaväli 1 m
- Puolen vuoden kompostointi
- Puolen vuoden varastointiaika kentällä

Jälkikompostointikentillä syntyvä jätevesi muodostuu pääosin sadannasta, jona laskelmissa on käytetty 619 mm/a, joka vastaa vuosien 1991–2000 keskimääräistä sadantaa Oulujärven Paltaselän alueella. Jäteveden määrää arvioitaessa on oletettu, että kenttä on pääosin käytössä. Tyhjällä kentällä muodostuvan sadeveden määrä on lähes kaksinkertainen, käytössä olevaan kompostointi kenttään verrattuna.

5.3.1 Peuraniemen mädättämön (VE1) jälkikompostointi

Kompostoitavaa lietettä tulee n. 8 300 tonnia vuodessa 67 500 tonnista (TS 5 %) jätevesilietettä. Tämä määrä tarvitsee 0,8 hehtaarin kompostointikentän. Jos jälkikompostointi tehdään Auralassa, on nykyinen 0,85 ha kenttä riittävä. Jos jälkikompostointi toteutetaan Majasaarenkankaalla, tulee nykyistä kenttää laajentaa noin 0,4 ha, jotta biojätteen kompostointia voidaan jatkaa kentällä mädätetynlietteen kompostoinnin lisäksi.

Taulukko 6. Jälkikompostoinnin mitoituslaskelmat (VE1)

Kompostoitava liete		
- kompostoitavan lietteen määrä	8 300	t/a
- kompostoitavan lietteen määrä sis. tukiaine	16 600	m ³ /a
Kompostointikenttä		
- kentän pinta-ala	0,8	ha
Kompostoitu liete		
- kompostoidun lietteen määrä	6 600	t/a
Suotovesi		
- määrä	2 000	m ³ /a

5.3.2 Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitosten (VE2 ja VE4) jälkikompostointi

Kompostoitavaa lietettä tulee n. 11 300 tonnia vuodessa 55 600 tonnista (TS 10 %) mädätettävää lietettä. Tämä määrä tarvitsee 1,1 hehtaarin kompostointikentän. Parkinniemen alueella kenttä tulee rakentaa kokonaisuudessaan ja Majasaaren kankaalla nykyistä kenttää tulisi laajentaa noin 0,4 ha.

Taulukko 7. Jälkikompostoinnin mitoituslaskelmat (VE2 ja VE4)

Kompostoitava liete		
- kompostoitavan lietteen määrä	11 300	t/a
- kompostoitavan lietteen määrä sis. tukiaine	22 600	m ³ /a
Kompostointikenttä		
- kentän pinta-ala	1,1	ha
Kompostoitu liete		
- kompostoidun lietteen määrä	8 300	t/a
Suotovesi		
- määrä	2 700	m ³ /a

6 AUMAKOMPOSTOINTI (VE 5)

Majasaarenkankaan aumakompostointi -vaihtoehdossa (VE5) käsitellään kuivattuja jätevesilietettä 22 000 t/a (TS 13–20 %), erilliskerättyä biojätettä 6 000 t/a (TS 30 %), elintarviketeollisuuden jätteitä 1 000 t/a ja muita eloperäisiä jätteitä 3 000 t/a. Käsittelytekniikka on nykyistä käytäntöä tehokkaampi aumakompostointi ja lietteiden osalta mahdollisesti rakeistus.

Biojäte ja jätevesiliete kompostoidaan eri aumoissa, sillä jatkokäytön kannalta saattaa olla parempi, ettei niitä ole sekoitettu keskenään. Jos biojätteestä valmistetaan markkinoille saatettavaa lannoitevalmistetta, tulee biojäte hygienisoida sivutuoteasetuksen EY 1774/2002 edellyttämällä tavalla. Aumakompostointia ei hyväksytä riittäväksi hygienisointimenetelmäksi. Jos biojätteestä valmistettava komposti käytetään, Majasa-

renkankaan jätteenkäsittelyalueella sivutuoteasetusta ei sovelleta ja aumakompostointi on riittävä käsittelymenetelmä.

6.1 Aumakompostoinnin mitoitus

Jätevesilietteen (TS 13–19 %) kompostointi edellyttää tukiaineen käyttöä tilavuussuhteessa noin 1:2 (jv-liete:tukiaine), jolloin seoksen kuiva-ainepitoisuus nousee yli 30 %:n. Biojätteen osalta kompostoinnissa tukiaineen tehtävänä on seoksen rakenteen ylläpitäminen ja hajoamisen alkaessa vapautuvien nesteiden sitominen. Mitoituksessa käytetään tilavuusperusteisena seossuhteena 1:2 (biojäte:tukiaine). Tukiaineena käytetään puuhaketta, jota voidaan kierrättää. Kierrättämällä tukiainetta voidaan vähentää tukiainekustannuksia ja kompostin määrää. Lietteen kompostoinnissa aumakokona on käytetty auman leveytenä 6 m, korkeutena 2,5 m ja poikkipinta-alana noin 8 m². Aumojen väliin tulee jättää noin 1 m levyinen tila pyöräkuormaajan liikkumista varten. Biojätteen kompostoinnissa aumakokona on käytetty auman leveytenä 4 m, korkeutena 2,5 m ja poikkipinta-alana noin 5 m². Kompostointiaika on puolivuotta, jonka lisäksi kompostia jälkikypsytetään alueella puolivuotta.

Taulukossa 9 ja 10 on esitetty kompostoitavan lietteen ja biojätteen materiaalivirta sekä tarvittava kompostointiala. Edellä mainittujen mitoitusperiaatteiden perusteella jätevesilietteen ja biojätteen kompostointiin vaadittavan kompostointikentän ala on yhteensä n. 7 ha, kun mukaan luetaan noin 2 000 m² suuruinen käsittely- ja varastointialue.

Taulukko 9. Kompostoitavan lietteen materiaalivirta sekä tarvittava kompostointiala.

Materiaali	Määrä		Tilavuuspaino	Tarvittava ala
	m ³ /a	t/a	kg/m ³	ha
Jätevesiliete (TS 13-19 %)	22000	22000	1000	-
Tukiaine (lisäys 1:2)	44000	15400	350	-
Syöteseos (kompostointi 6 kk)	52800	37400	660	2,3
Jälkikypsytetty lopputuote (varastointi 6 kk)	36960	20328	550	1,8
			Yhteensä:	4,2

Taulukko 10. Kompostoitavan biojätteen materiaalivirta sekä tarvittava kompostointiala.

Materiaali	Määrä		Tilavuuspaino	Tarvittava ala
	m ³ /a	t/a	kg/m ³	ha
Biojäte	12500	10000	800	-
Tukiaine (lisäys 1:2)	25000	8750	350	-
Syöteseos (kompostointi 6 kk)	30000	18750	660	1,5
Jälkikypsytetty lopputuote (varastointi 6 kk)	21000	11550	550	1,1
			Yhteensä:	2,6

Syntyvän lietekompostin määrä tukiaineen seulonnan jälkeen on noin 13 000 t/a ja biojättekompstin 6 500 t/a. Muoveista ja muista hajoamattomista epäpuhtauksista syntyvän seularejektin määrä on noin 400 t/a.

Kompostointikentältä syntyvän jäteveden määrä on noin 19 500 m³/a. Kompostoinnissa syntyvät jätevedet ovat tyypillisesti yhtä väkeviä kuin kaatopaikkojen suotovedet ja edellyttävät käsittelyä ennen maastoon johtamista. Erityisesti typen poiston osalta kompostointikenttä vesien käsittelyä vaikeuttaa vesien alhainen lämpötila.

BIOKAASULAITOSTEN SJOITUSSUUNNITTELU

Biokaasulaitoksen sijaintipaikan valinnassa ja suunnittelussa on huomioitava mm. alueen kaavoitus, asutus, maisema, biokaasun hyödyntämismahdollisuudet, liikennöinti ja kulkuyhteydet, syötteiden ja lopputuotteiden kuljetusmatkat sekä synergiaedut alueen muiden toimijoiden kanssa. Olemassa olevien rakenteiden ja resurssien hyödyntäminen pienentää myös investointikustannuksia. Seuraavassa on kerätty muutamia huomioita hankkeen biokaasulaitoksen sijaintapaikkavaihtoehtoista:

Peuraniemen mädättämö (VE 1)

- biokaasulaitoksen tarvitsema tilan tarve on n. 0,8 ha ja jälkikompostointialue 0,8 ha.
- mädättämö edellyttää puhdistamolla mädätettävän lietteen käsittelyn tehostamista
- mädätetyn lietteen käsittely voidaan sijoittaa nykyisiin tiloihin
- jätevesien käsittelystä ei ongelmaa

Parkinniemen teollisuusalueen biokaasulaitos (VE 2)

- biokaasulaitoksen tarvitsema tilan tarve on n. 1,6 ha ja jälkikompostointialue 1,1 ha.
- jätevesien viemäröinti on toteutettavissa Peuraniemen puhdistamolle
- maaston luontaiset korkeuserot on hyödynnettävissä laitoksen suunnittelussa

Majasaarenkankaan biokaasulaitos (VE 4)

- biokaasulaitoksen tarvitsema tilan tarve on n. 1,3 ha ja jälkikompostointialue 1,1 ha.
- kaukana asutuksesta
- hyvät kulkuyhteydet
- jätekeskuksen yhteydessä hyödynnettäviä toimintoja; esim. vaaka, portit, aidat
- maaston luontaiset korkeuserot on hyödynnettävissä laitoksen suunnittelussa
- ei merkittävää biokaasun hyödyntämismahdollisuutta ympäröivässä toiminnassa, kuten kaukolämmön tuotannossa
- haasteena on jätevesien käsittely; kunnallistekniikka edellyttää 7-8 km uutta viemäriä

Hankevaihtoehtojen (VE 1, VE2 ja VE4) sijoituspiirustukset (1:1000) on esitetty liitteissä 1-3. Sijoituspiirustuksessa on esitetty biokaasulaitosrakennuksen, bioreaktoreiden, mädätetyn lietteen välivarastosäiliöiden, kaasukellon, soihtupolttimen ja hajukaasujen käsittely-yksikön sijoittuminen alueille. Liitteessä 4 on esitetty Majasaarenkankaan aumakompostointi -vaihtoehdon (VE5) sijoituspiirustus (1:2500), jossa on esitetty laajennetun aumakompostointikentän sijainti.

Biokaasulaitosrakennuksen laitoslayout (1:300) on esitetty liitteessä 5. Biokaasulaitosrakennuksen sisälle on esitetty sijoitettavan biojätteiden ja lietteiden vastaanotto, biojätteen esikäsittely, lietteen kuivaus, kattilatila, valvomo sekä syötteen valmistussäiliöt osana rakennusta. Biojätteiden ja lietteiden vastaanottorakennus on korkeammalla tasolla biojätteen esikäsittelyhalliin nähden. Parkinniemen ja Majasaarenkankaan vaihtoehtoissa biokaasulaitosrakennukset ovat esitetty samanlaisina. Sen sijaan Peuraniemen vaihtoehdossa voidaan hyödyntää olemassa olevaa puhdistamon rakennusta ja tarvittaessa tehdä siihen laajennus.

8 HAJUPÄÄSTÖT JA HAJUNPOISTOMENETELMÄT

8.1 Biokaasulaitoksen hajupäästöt

Biokaasulaitoksissa varsinaisia prosessikaasuja ja ilmapäästöjä syntyy vähän verrattuna esimerkiksi kompostointilaitoksiin. Merkittävin päästö on lietteiden ja muiden jätteiden vastaanotto-, varastointi- ja esikäsittelytiloissa muodostuvat hajukaasut, joissa haju aiheutuu pääasiassa pelkistyneistä rikkiyhdisteistä. Lisäksi laitoksen jatkojalostusvaiheista saattaa vapautua mm. ammoniakkikaasua. Varsinainen mädätysprosessi toteutetaan suljetuissa säiliöissä, joista kaikki kaasut kerätään hallitusti hyötykäyttöön, eikä päästöjä muodostu. Jälkikypsytyksessä kompostoimalla syntyy hajukaasuja, joita kuitenkin voidaan hallita kääntöjen oikea-aikaisella ajoittamisella. Mädätettyjen lietteiden jälkikypsytyksen hajukaasupäästöt ovat selvästi raakalietteiden kompostoinnin hajukaasupäästöjä pienemmät.

8.2 Hajupoistomenetelmät

Biokaasulaitoksella käsiteltävien jätteiden vastaanotto, varastointi ja esikäsittely sijoitetaan suljettuihin, alipaineistettuihin tiloihin, joista hajukaasut kerätään kohdeilmapoistolla käsiteltäväksi. Biokaasulaitoksessa syntyvät hajukaasut voidaan käsitellä esimerkiksi biosuotimella, aktiivihilisuodattimella, vesipesurilla, otsonointijärjestelmällä tai näiden yhdistelmällä. Hajukaasut voidaan myös polttaa biokaasun hyödyntämisyksikössä.

Biologinen kaasunpesuri

Biologisissa kaasunpesureissa hajuaineet absorboidaan kiertoveteen. Kiertovedessä sekä tätekappaleissa elävät pieneliöt hapettavat hajuaineet pienemmiksi yhdisteiksi. Pesurin tehokkuus on riippuvainen hajuaineiden vesiliukoisuudesta.

Kemiallinen kaasunpesuri

Kemiallisissa kaasunpesureissa hajua aiheuttavat aineet absorboidaan veteen, jonka jälkeen ne hapetetaan kemiallisesti. Hapettamisen lisäksi kemikaaleja voidaan käyttää absorption tehostamiseen, kuten hapan ja emäksinen pesu. Hapetuksessa voidaan käyttää mm. otsonia, vetyperoksidia, kaliummanganaattia ja klooriyhdisteitä. Kemiallisista kaasunpesureista yleisimmin ovat käytössä rikkihappopesurit, joita käytetään biosuodatuksessa haitallisen ammoniakin pesuun.

Biosuodin

Biosuodattimessa poistokaasu johdetaan ohuen, huokoisesta materiaalista kootun suodattimen läpi. Biosuodinmateriaalina voidaan käyttää turvetta, valmista kompostia, paloiksi revittyä paperijätettä tai muuta vastaavaa. Materiaalin kosteus saadaan säilymään joko poistokaasusta kondensoituvan veden avulla tai kastelemalla, jolloin siihen kasvaa kiinni kyseisiin olosuhteisiin sopeutunut pieneliöstö. Hajunpoisto tapahtuu kahdessa vaiheessa. Aluksi hajua aiheuttava yhdiste absorboituu suodatinmateriaalissa olevaan veteen. Toisessa vaiheessa pieneliöstö hajottaa hajuyhdisteet hapettamalla ne uusiksi yhdisteiksi, jotka ovat alkuperäistä hajuttomampia tai kokonaan hajuttomia. Biosuodattimen tehokkuus riippuu suuresti hajua aiheuttavan yhdisteen kyvystä liueta veteen.

Biosuodattimien hyvinä puolina voidaan pitää alhaista päästökorkeutta ja ulospuhallusnopeuden pienuutta. Käyttö on melko yksinkertaista, eikä siihen tarvita erillisiä kemi-

kaaleja. Pinta-alan tarve on kuitenkin suuri, ja talviaikana suodattimien käytössä voi esiintyä jäätymisongelmia varsinkin prosessihäiriöiden aikana.

Suomessa saatujen kokemusten perusteella tässä tarkastelussa olevien biokaasulaitosten hajukaasujen käsittelyyn on riittävä käsittelymenetelmä biosuodatus, jolla voidaan päästää yli 90 % reduktioon tai yleisesti käytössä olevaan raja-arvoon 3000 HY/m³. Joillakin laitoksilla käytetään biosuodatuksen lisäksi vesipesuria, esim. termisessä kuivauksessa syntyvän ammoniakkin poistamiseen ja hajukaasujen jäähdyttämiseen.

Tässä tapauksessa suositeltavin käsittelymenetelmä on biosuodin, joka on yleisin käsittelymenetelmä biokaasulaitoksilla.

9 JÄTEVEDET

9.1 Jäteveden määrä

Eri toteutusvaihtoehdoissa syntyvän jäteveden määrät on esitetty taulukossa 9. Peuraniemen mädättämössä -vaihtoehdossa (VE1) ei käytetä syötteen valmistuksessa laimennusvettä, jolloin kaikki mädätetyn lietteen kuivauksessa syntyvä rejektivesi on biokaasulaitoksen jätevetä. Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitos -vaihtoehdoissa (VE2 ja VE4) tarvitaan syötteen valmistukseen laimennusvettä noin 24 000 m³/a, mikä vastaa noin puolta lietteenkuivauksessa syntyvän rejektiveden määrästä. Koska tässä tarkastelussa on lähdetty siitä, että jätevesi puhdistetaan niin puhtaaksi, että se sitä voidaan käyttää osittain laimennusvetenä syötteen valmistuksessa. Tällöin maastoon johdettavan jäteveden määrä on noin 26 000–42 000 m³/a.

Jälkikompostointikentillä syntyvä jätevesi muodostuu pääosin sadannasta, jona laskelmissa on käytetty 619 mm/a, joka vastaa vuosien 1991–2000 keskimääristä sadantaa Oulujärven Paltaselän alueella. Jäteveden määrää arvioitaessa on oletettu, että kenttä on pääosin käytössä. Tyhjällä kentällä muodostuvan sadeveden määrä on lähes kaksinkertainen, käytössä olevaan kompostointi kenttään verrattuna.

Taulukko 9. Hankevaihtoehdoissa syntyvän jäteveden määrä.

Vaihtoehto	Laitoksessa syntyvä rejektivesi	Mädätyslaitoksessa syntyvän jäteveden määrä	Kompostointikentältä syntyvän jäteveden määrä
	m ³ /a	m ³ /a	m ³ /a
VE 1	62 000	62 000	2 000
VE 2 ja VE 4	50 000	26 000–42 000	2 700
VE 5	-	-	19 500

9.2 Jäteveden käsittely

Biokaasulaitoksen jätevesienkäsittelyn osalta vaihtoehdot ovat esikäsiteltyjen vesien johtaminen kunnalliselle jätevedenpuhdistamolle tai vesien puhdistaminen omassa paikallispuhdistamossa, jonka jälkeen ne johdetaan maastoon.

Kunnalliselle puhdistamolle johtamisen edellytyksenä on, että viemäriverkosto on kohtuullisen etäisyyden päässä alueelta ja jätevedet voidaan käsitellä ilman, että viemärilaitoksen tai puhdistamon toiminta häiriytyy millään tavoin. Käytännössä tämä tarkoittaa

sen varmistamista, että jätevesien osuus puhdistamon kuormituksesta jää riittävän pieneksi ja tasaiseksi myös kevätsulamiskaudella ja ettei jätevesien johtaminen puhdistamolle huononna lietteen laatua.

Peuraniemen (VE1) ja Parkinniemen vaihtoehtoissa (VE2) jätevesien käsittely on suunniteltu tehtäväksi Peuraniemen jätevedenpuhdistamolla. Parkinniemen vaihtoehdossa on lisäksi huomioitu jäteveden esikäsittely biokaasulaitoksella.

Majasaarenkankaan vaihtoehdossa (VE 4) jätevesien puhdistusta on tarkasteltu siten, että vesi käsitellään biologis-kemiallisesti, jonka jälkeen se johdetaan maastoon tai, että alueelta rakennetaan viemäriyhteys Peuraniemen puhdistamolle.

Majasaarenkankaan jätekeskuksen tämän hetkessä ympäristöluvassa jätevedenpuhdistuksen lupaehdoiksi on asetettu 90 % reduktio BOD:lle, 85 % reduktio fosforille ja 40 % reduktio kokonaistypelle. Asetettuihin puhdistustavoitteisiin on mahdollista päästä biologis-kemiallisella jäteveden puhdistuksella. Jos maastoon johdettavien jätevesien laatuvaatimus asetetaan lähelle luonnon vesien pitoisuuksia, kokonaistypen osalta tasolle 0,5 mg/l ja COD:n osalta tasolle 30 mg/l, tarvitaan biologiskemiallisen puhdistuksen lisäksi esim. käänteisosmoosi tms. puhdistusmenetelmä. Käänteisosmoosia käytettäessä muodostuu tiivistettä n. 20 % käsiteltävän veden määrästä ja se vaatii jatkokäsittelyn. Tiivistettä ei voi johtaa jätevedenpuhdistamolle ja sen sijoittaminen pysyvästi jätetäyttöön on pitkällä aikavälillä käytännössä mahdoton toteuttaa.

Käytännössä riskittömin ja toteuttamiskelpoisin käsittelyvaihtoehto on toteuttaa jäteveden esikäsittely Majasaarenkankaalla veden kierrätettävyyden ja viemärintiivistämisen saavuttamiseksi, jonka jälkeen esikäsittely vesi johdetaan Peuraniemen jätevedenpuhdistamolle käsiteltäväksi.

9.3

Jäteveden laatu

Mädätetyn lietteen kuivauksessa muodostuu jätevettä, joka on käsiteltävä. Jäteveden laatu riippuu mädätysprosessissa käytetyistä syötteistä. Yleensä biokaasulaitoksen jätevesissä on suuret kiintoaine- ja ammoniumpitoisuudet sekä korkea alkaliteetti. Jätevesi sisältää vähän helposti hajoavaa orgaanista ainesta. Fosfori sitoutuu kiintoaineeseen, joten se jää pääosin lietteeseen. Jätevesilietteiden ja biojätteiden yhdistetyssä mädätyksessä jätevesille on tyypillistä vaikeasti hajoavan COD:n pitoisuudet, joka voi olla tasolla 6500 mg/l.

Peuraniemen vaihtoehdossa (VE1) mädätetyn lietteen mekaanisessa kuivauksessa syntyvä jätevesi on laadultaan lietemädättämöjen jätevesien kaltaista ja Parkinniemen sekä Majasaarenkankaan vaihtoehdossa (VE2 ja VE4) yhteismädättämöjen kaltaista. VE 5 aumakompostointivaihtoehdossa jäteveden laadussa voi olla suurta vaihtelua. Taulukossa 10 on esitetty arvio jätevesien laadusta eri vaihtoehtoissa.

Taulukko 10. Arvio jäteveden laadusta ennen puhdistamista eri hankevaihtoehtoissa.

Hankevaihtoehto	BHK	N-tot	P
Ennen puhdistamista	mg/l	mg/l	mg/l
VE 1	1100	1000	150
VE 2 ja VE4	1800	1000	100
VE 5	1000	100	15

10 HANKEVAIHTOEHTOJEN ALUSTAVA KUSTANNUSARVIO

10.1 Laitosvaihtoehtojen investointi- ja käyttökustannukset

Biokaasulaitoksen investointikustannukset koostuvat mm. suunnittelu- ja rakennustyöstä, prosessilaitteista ja -säiliöistä sekä sähköistyksestä ja automaatiosta. Biojätteen edellyttämä esikäsittely lisää biokaasulaitoksen investointikustannuksia verrattuna pelkän lietteen prosessointiin. Lisäksi sijaintipaikalla on vaikutus investointikustannuksiin mm. olemassa olevien rakennusten ja kunnallistekniikan osalta.

Biokaasulaitoksen käyttökustannuksista merkittävin osa ovat työvoimakustannukset, kemikaalikulut sekä huoltokustannukset. Biokaasulaitoksella sähköenergian käyttö on suhteellisen vähäistä, lietteen kuivauksessa kuluu polymeerejä sekä rejektiveden käsitelyssä kemikaaleja. Laitokselta syntyy kaatopaikkajätettä sekä viemäroittävä vesi aiheuttaa kustannuksia.

Peuraniemen mädättämö (VE 1)

Peuraniemen jätevedenpuhdistamon yhteyteen sijoitettavan mädättämön investointikustannusarviossa on huomioitu muualta tuotavien lietteiden vastaanotto, syötteenvalmistus, mädätys, mädätetyn lietteen välivarastointi, kaasunvälivarastointi, kaasun käyttö prosessissa ja soihtupoltto, hajukaasujen käsittely sekä nykyisen lietteenkuivauksen uusiminen puhdistamolla. Peuraniemen mädättämön (VE1) investointikustannusarvio on 6,9 milj.€ ja kompostointikentän laajentamisen kustannusarvio Majasaarenkankaalle on noin 160 000 €. Auran kompostikenttää käytettäessä kompostikentän rakentamisesta ei synny kustannuksia.

Peuraniemen mädättämön käyttökustannus on noin 430 000 €/a ja aumakompostoinnin osalta noin 87 000 €/a. Biokaasulaitoksen käyttökustannuksiin on huomioitu 2 henkilön täysipäiväinen työpanos ja jätevedenkäsittelyn aiheuttamaksi kustannukseksi puhdistamolla noin 1 €/m³. Aumakompostoinnissa on huomioitu noin 4 kääntöä vuodessa aumojen tekemisen lisäksi sekä tukiaineen noin 60 % kierrätettävyys.

Parkinniemen ja Majasaarenkankaan biokaasulaitokset (VE2 ja VE4)

Parkinniemeen tai Majasaarenkankaalle sijoitettavan biokaasulaitoksen investointikustannusarviossa on huomioitu lietteiden vastaanotto, lannan ja elintarviketeollisuuden jätteiden vastaanotto, biojätteen vastaanotto ja esikäsittely, hygienisointi, syötteenvalmistus, mädätys, mädätetyn lietteen välivarastointi, kaasun välivarastointi, käyttö prosessissa ja soihtupoltto, lietteenkuivaus, jäteveden esikäsittely ja hajukaasunkäsittely. Lisäksi Majasaarenkankaan vaihtoehdossa on huomioitu jäteveden käsittely siten, että puhdistustaso on niin korkea että puhdistetut jätevedet voidaan johtaa maastoon tai vaihtoehtoisesti jätevesiä varten rakennetaan siirtoviemäri Kajaanin viemäriverkkoon. Kustannusarvio pelkästään Majasaarenkankaalla tehtävälle jätevedenpuhdistukselle sisältää biologis-kemiallisen esikäsittelyn ja kalvosuodatuksen. Kalvosuodatuksen rejektivettä arvioidaan syntyvän noin 10000 m³/a. Viemärointivaihtoehdossa jätevesi esikäsitellään biologis-kemiallisesti ennen viemärointiä.

Parkinniemen biokaasulaitoksen (VE2) investointikustannusarvio on 12,2 milj.€. Majasaarenkankaan biokaasulaitoksen (VE 4) investointikustannusarvio on noin 13,4 milj.€

jos jätevesi kalvosuodatetaan maastoon johtamiskelpoiseksi ja 13,3 milj, €, jos jätevesi viemäroidään Kajaanin viemäriverkkoon. Jäteveden käsittelyn osuus on Majasaarenkankaalla ensimmäisessä vaihtoehdossa noin 2,4 milj, €, ja toisessa 2,3 milj, €.

Kompostointikentän rakentamisen kustannusarvio Parkinniemen vaihtoehdoissa 440 000 € ja Majasaarenkankaan vaihtoehdossa 160 000 €. Parkinniemen kompostointikentän rakennuskustannukset ovat suuremmat, sillä alueelle tulee rakentaa kokonaan uusi kompostointikenttä. Sen sijaan Majasaarenkankaalla riittää nykyisen kentän laajentaminen.

Biokaasulaitoksen käyttökustannus Parkinniemen laitospaihtoehdossa on noin 625 000 €/a. Majasaarenkankaan vaihtoehdossa käyttökustannukset ovat noin 875 000 €/a, kun vesi puhdistetaan maastoon johtamiskelpoiseksi ja 625 000 €/a, kun vesi viemäroidään. Aumakompostoinnin käyttökustannukset ovat molemmissa vaihtoehdoissa noin 117 000 €/a. Biokaasulaitoksen käyttökustannuksiin on huomioitu 4 henkilön täysipäiväinen työpanos ja jätevedenkäsittelyn aiheuttamaksi kustannukseksi Peuraniemen puhdistamolla noin 1 €/m³. Majasaarenkankaalla biokaasulaitoksen omalla puhdistamolla jäteveden käsittelyn kustannusarvio on 3 €/m³, jonka lisäksi kalvosuodatuksen rejektin käsittelykustannukseksi on arvioitu 20 €/m³. Viemäriinjan kustannuksena on käytetty 1,1 milj.€. Aumakompostoinnissa on huomioitu noin 4 kääntöä vuodessa aumojen tekemisen lisäksi sekä tukiaineen noin 60 %:n kierrätettävyyys. Arvio biokaasulaitospaihtoehdojen investointi- ja käyttökustannuksista on esitetty koosteena taulukossa 8.

Taulukko 8. Arvio biokaasulaitospaihtoehdojen investointi- ja käyttökustannuksista

	Yksikkö	Kustannus				
		VE 1, Peuraniemi		VE 2, Parkin.	VE 4, Majasaarenkangas	
		Majasaarenk.	Aurala	Parkinniemi	Majasaarenk.	Majasaarenk.
Jälkikypsytyt		Peuraniemi	Peuraniemi	Peuraniemi	Majasaarenk.	Majas.+Peuran.
Jäteveden käsittely						
Kapasiteetti	t/a*)	22 000	22 000	32 000	32 000	32 000
Laitos hankintahinta	€	6 900 000	6 900 000	12 200 000	13 400 000	13 300 000
Kompostointikentän rakentaminen	€	160 000	0	440 000	160 000	160 000
Investointikustannus /a (10 vuotta, 5% korkokanta)	€/a	914270	893550	1636880	1756020	1743070
Investointikustannus /a/t	€/t	41,6	40,6	51,2	54,9	54,5
Käyttökustannus laitos	€/a	487700	487700	624160	874160	624160
Aumakompostointi	€/a	87000	87000	117000	117000	117000
Käyttökustannus	€/t	26,1	26,1	23,2	31,0	23,2
Yhteensä	€/t	67,7	66,7	74,3	85,8	77,6

*) Vertailuhinnan laskemiseksi jätevesilietteiden kuiva-ainepitoisuutena on käytetty TS 20 %.

Parkinniemen vaihtoehdossa (VE 2) käsittelykustannus on hieman korkeampi kuin Peuraniemen vaihtoehdossa (VE 1) johtuen biojätteen esikäsittelyn kustannuksista. Majasaarenkankaan vaihtoehdon (VE 4) selvästi muita korkeampi käsittelykustannus johtuu jäteveden käsittelyn aiheuttamista kustannuksista.

10.2

Aumakompostoinnin (VE 5) investointi- ja käyttökustannukset

Majasaarenkankaan aumakompostointi -vaihtoehdon investointikustannuksissa on huomioitu nykyisen kompostointikentän laajentaminen sekä suotovesien käsittely. Investointikustannus kentän laajentamisen osalta on noin 2,44 milj.€ ja jätevedenpuhdistuksen osalta 0,8 milj.€.

Aumakompostoinnissa käyttökustannukset koostuvat pääasiassa aumakääntöjen pyöräkonetyöstä, tukiainekustannuksista ja seulonnasta sekä jäteveden käsittelystä. Arvio käyttökustannuksista on yhteensä noin 860 000 €/a.

Arvio VE 5 aumakompostoinnin investointi- ja käyttökustannuksista on esitetty koosteen taulukossa 11.

Taulukko 11. Arvio aumakompostoinnin investointi- ja käyttökustannuksista.

VE 5	Yksikkö	Kustannus
Majasaarenkangas		
Kapasiteetti	t/a*)	32 000
Kompostointikentän rakentaminen	€	2440000
Jätevedenpuhdistamo	€	800 000
Investointikustannus /a (10 vuotta, 5% korkokanta)	€/a	419580
Investointikustannus /a/t	€/t	13,1
Aumakompostointi	€/a	840 020
Jätevedenpuhdistus	€/a	20000
Käyttökustannus	€/t	26,9
Yhteensä	€/t	40,0

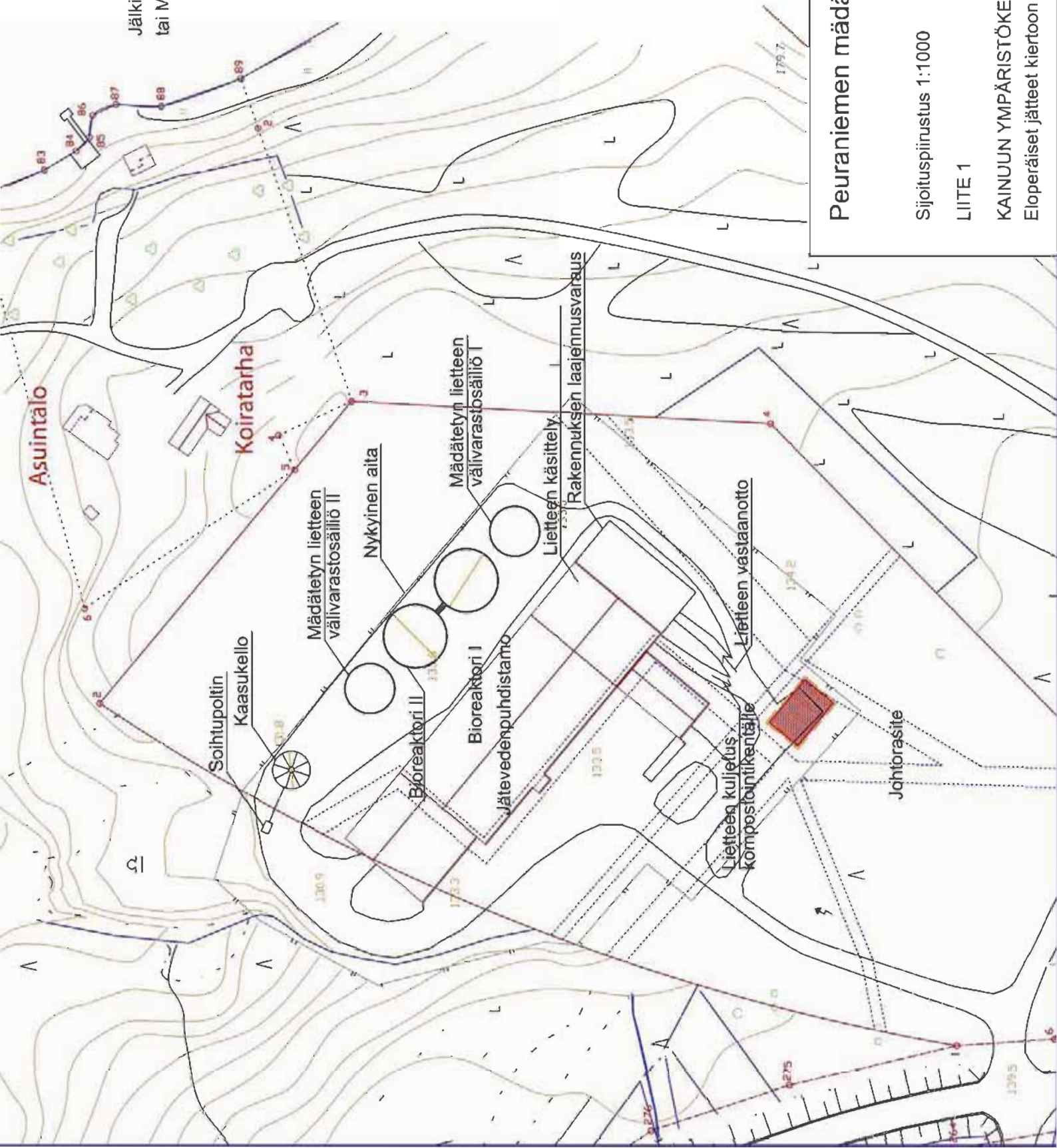
11

BIOJÄTTENKÄSITTELY OULUN SEUDULLA

”Eloperäiset jätteet kiertoon” -EU-hankeen ohjausryhmän kokouksessa 26.5.2009 keskusteltiin vaihtoehdosta, jossa erilliskerättyjä biojätteitä ei käsiteltäisi mädätyslaitoksessa, vaan ne kuljetettaisiin käsiteltäväksi esim. Oulun seudulle. Oulun Jätehuollon biojätteiden vastaanottohinnat (alv 0 %) Ruskon jäteasemalla ovat tällä hetkellä kotitalousbiojätteelle 28 €/t ja kaupan biojätteelle 68 €/t. Koska tarkasteltavan biojätteen 6 000 t/a käsittely Oulun seudulla edellyttäisi käsittelykapasiteetin lisärakentamista, on todennäköistä, että biojätteen vastaanottohinta tulisi olemaan lähellä nykyisin kaupan biojätteen veloittavaa hintaa.

Kun kuljetuskustannuksia Kajaanista Ouluun tarkastellaan keskimääräisellä kuljetus- etäisyydellä 195 km, olisi keskimääräinen ajoaika noin 5,1 h. Kuljetusten hinnaksi muodostuisi noin 66 000 €/a ja 11 €/t ajettaessa keskimäärin 35 t täysperävaunukuormina. Auton tuntiveloitushintana laskelmissa on käytetty 75 €/h.

Biojätteen käsittelyhinnaksi muodostuu 79 €/t nykyisellä kaupan biojätteen vastaanottohinnalla kuljetuskustannukset mukaan lukien. Lisäksi kustannuksia syntyy biojätteen siirtokuormauksesta Kajaanissa.



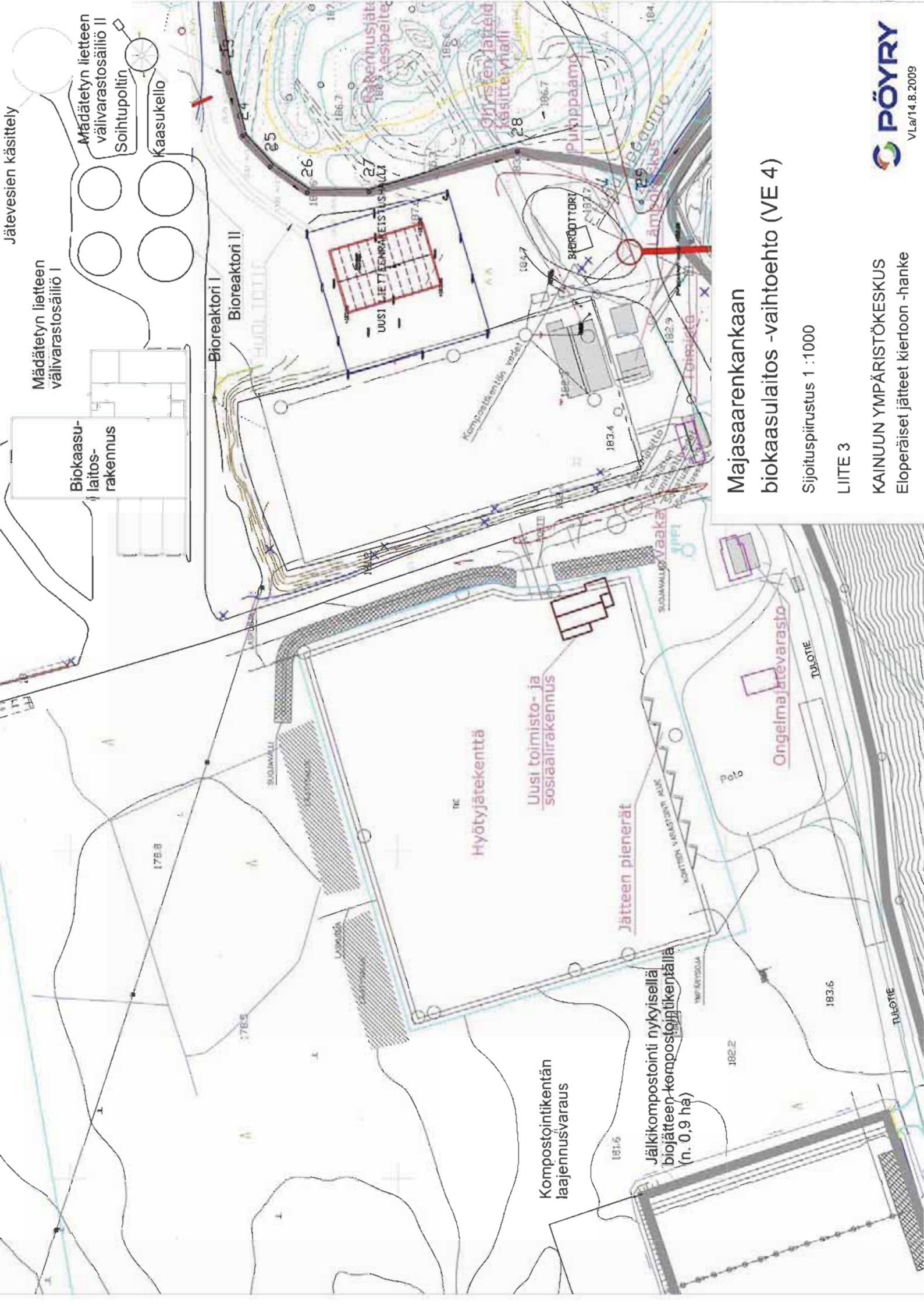
Jätkikompoustointi Auralassa
tai Majasaarenkankaan jätekeskuksessa

Peuraniemen mädättämö -vaihtoehto (VE 1)

Sijotuspiinustus 1:1000

LIITE 1

KAINUUN YMPÄRISTÖKESKUS
Eloperäiset jätteen kierto -hanke



Jätevesien käsittely

Määtetyn lietteen välivarastosäiliö I

Biokaasu-
laitos-
rakennus

Määtetyn lietteen välivarastosäiliö II

Soihutupoltin

Kaasukello

Bioreaktori I

Bioreaktori II

Uusi lietteenraasteus-ala

Kompostointikentän laajennusvaraus

Hyötyjätekenttä

Uusi toimisto- ja sosiaalirakennus

Jätteen pienerät

Jälki-kompostointi nykyisellä biojätteen-kompostointikentällä (n. 0,9 ha)

Ongelma-jätevarasto

Tulotie

Peto

182.2

183.6

Tulotie

Majasaarenkankaan

biokaasulaitos -vaihtoehto (VE 4)

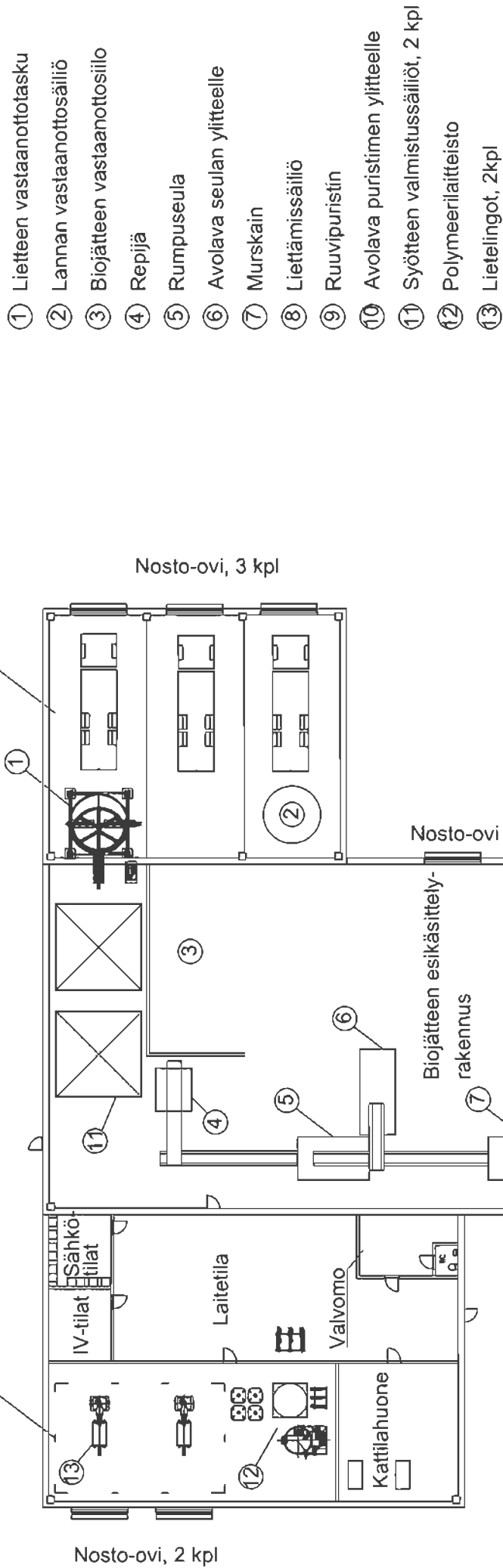
Sijoituspiirustus 1 :1000

LIITE 3

KAINUUN YMPÄRISTÖKESKUS
Eloperäiset jätteet kiertoon -hanke

Lietteiden ja biojätteiden vastaanottorakennus

Lietesiilot sijoitetaan lietelinkojen alapuolelle



Biokaasulaitosrakennus

Laitoslayout 1:300

LIITE 5

KAINUUN YMPÄRISTÖKESKUS
Eloperäiset jätteet kiertoon -hanke