

Tapiolan Biokaasu Oy

***Kuvaus biokaasulaitoksen
toiminnasta***

Ympäristölupahakemuksen

LIITE 1

01.09.2022

Sisällysluettelo

1.	HAKIJA JA LAITOKSEN YHTEYSTIEDOT	1
2.	LAITOSALUE JA SEN YMPÄRISTÖ	2
2.1	TOIMINNON SIJAINNINPAIKKA, KAAVOITUS JA ASUTUS.....	2
2.2	YMPÄRISTÖOLOSUHTEET	3
2.3	SELVITYS TOIMINNON SIJAINNINPAIKAN RAJANAAPUREISTA.....	3
3.	LAITOKSEN TOIMINTA	4
3.1	YLEISKUVAUS TOIMINNASTA JA YLEISÖLLE TARKOITETTU TIIVISTELMÄ LUPAHAKEMUKSESSA ESITETYISTÄ TIEDOISTA	4
3.2	TUOTTEET, TUOTANTO, TUOTANTOKAPASITEETIT, PROSESSIT, LAITTEISTOT, RAKENTEET JA NIIDEN SIJAINNINPAIKKA	5
3.3	RAAKA-AINEET, KEMIKAALIT JA MUUT TUOTANTOON KÄYTETTÄVÄT AINEET, NIIDEN VARASTOINTI, SÄILYTYS SEKÄ KULUTUS JA VEDENKÄYTTÖ	12
3.4	ENERGIAN KÄYTTÖ JA ARVIO KÄYTÖN TEHOVUDESTA.....	14
3.5	VEDENHANKINTA JA VIEMÄRÖINTI	15
3.6	ARVIO TOIMINTAAN LIITTYVISTÄ YMPÄRISTÖRISKEISTÄ, ONNETTOMUUKSIEN ESTÄMISEKSI SUUNNITELLUISTA TOIMISTA SEKÄ TOIMINTA HÄIRIÖTILANTEISSA	15
3.7	LIIKENNE JA LIIKENNEJÄRJESTELYT	17
4.	YMPÄRISTÖKUORMITUS.....	18
4.1	PÄÄSTÖJEN LAATU JA MÄÄRÄ	18
4.2	SYNTYVÄT JÄTTEET JA NIIDEN OMINAISUUDET, MÄÄRÄT, VARASTOINTI SEKÄ EDELLEEN TOIMITTAMINEN.....	21
5.	PARAS KÄYTTÖKELPOINEN TEKNIikka (BAT) JA YMPÄRISTÖN KANNALTA PARAS KÄYTÄNTÖ (BEP)	21
6.	VAIKUTUKSET YMPÄRISTÖÖN	24
6.1	ARVIO TOIMINNAN ERI VAIKUTUKSISTA YMPÄRISTÖÖN.....	24
7.	TARKKAILU JA RAPORTOINTI	26
7.1	TOIMINNAN JA VAIKUTUSTEN TARKKAILU JA RAPORTOINTI	26
8.	LÄHTEET	28
9.	LIITTEET	29

1. HAKIJA JA LAITOKSEN YHTEYSTIEDOT

Hakija: Tapiolan Biokaasu Oy
Osoite: Viekinjärventie 21, 81860 Viekipjärvi (N: 7042115, E: 631824)
Kiinteistö: .422-430-21-38

Vastuuhenkilö

Yhteyshenkilö: Jääskeläinen Sami
Sähköposti: jaaskelainen.sami@hotmail.fi
Puhelin: 040 5413842

Lupahakemuksen kohteena olevan biokaasulaitoksen muodostama kokonaisuus on hakijan ensimmäinen. Myöhemmin koko laitospokonaisuutta tullaan kuvaamaan termillä "laitos".

Biokaasulaitetoimittajan kanssa on sovittu selkeät vastuut ja rajaukset mm. laitoksen käyttöönotossa ja käyttöhenkilökunnan koulutuksessa. Laitetoimittaja sitoutuu myös laitoksen käytön aikaiseen neuvontaan.

Tällä dokumentilla haetaan ympäristölupaa enintään neljälle panostoimiselle kuivämädätys reaktorille.

Ympäristölupahakemuksen on laatinut Jasmin Lehtinen (Envitecpolis Oy).

2. LAITOSALUE JA SEN YMPÄRISTÖ

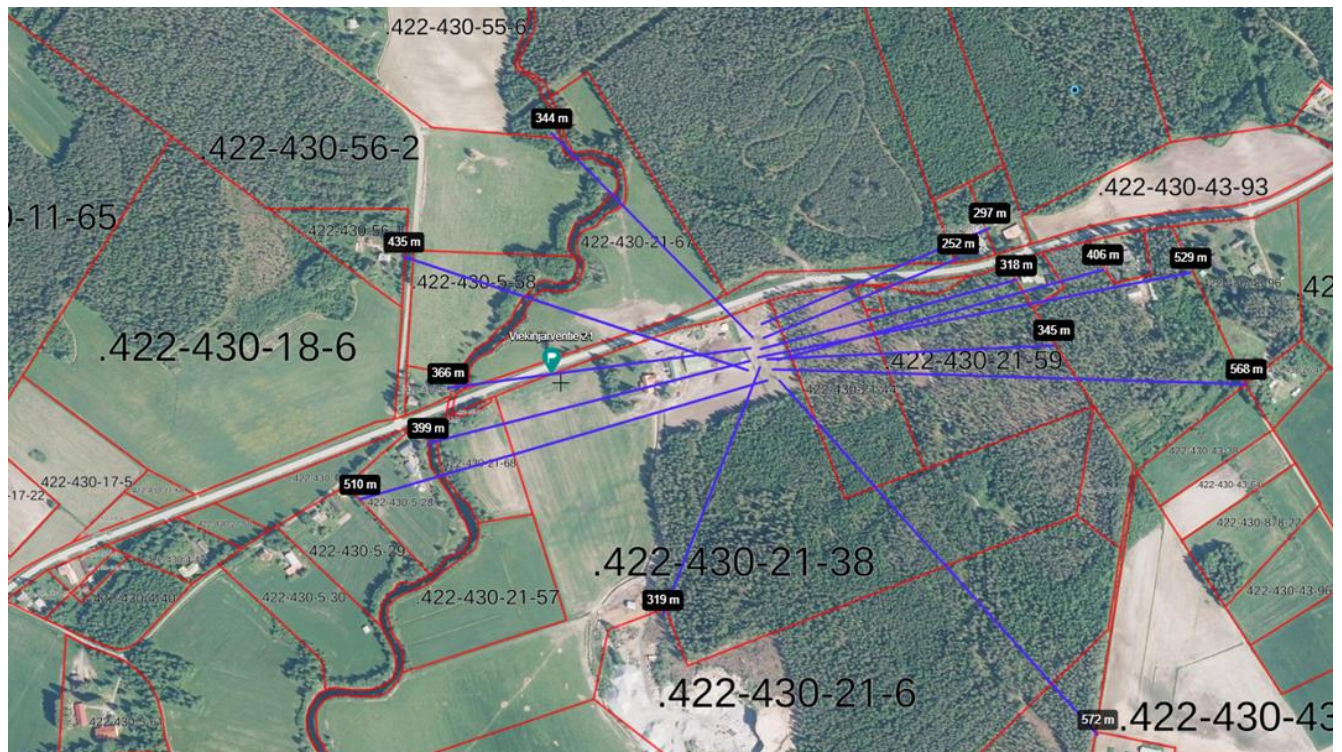
2.1 TOIMINNON SIJAINNIN SIIJAINNIN, KAAVOITUS JA ASUTUS

Laitoksen sijaintipaikka on Lieksan kaupungissa sijaitsevassa Viekin kylässä kiinteistöllä: 422-430-21-38. Tarkempi sijainti karttaliitteissä 2 ja 3. Laitos tulee sijoittumaan Juholan Tilan yhteyteen.

Laitos alue sijaitsee yleis- ja asemakaava alueen ulkopuolelle eli kaavoittamattomalle alueelle (Lieksa.fi 2022).

Biokaasulaitos tulee sijoittumaan kiinteistölle asemapiirroksen osoittamaan kohtaan (liite 7). Kiinteistö rajautuu etelässä ja idässä metsään, pohjoisessa Viekinjärventiehen ja lännessä Juholan tilan tilakeskukseen. Lähin asuinkiinteistö sijaitsee noin 250 m laitosalueelta itään. Kuvassa 1 on esitetty suuntaa antavia etäisyyksiä laitoksen lähellä sijaitseviin kiinteistöihin.

Lähimmät helposti häiriintyvät kohteet sijaitsevat (lennuntietä); koulu noin 30 km, päiväkotia noin 24,5 km ja terveyskeskus noin 25 km päässä laitokselta. Viekin kylällä noin 1,2 km päässä sijaitsee kyläkauppa ja noin 1,5 km päässä Viekin VPK:n paloasema.



Kuva 1 Suuntaa antavia etäisyyksiä laitoksen lähellä sijaitseviin kiinteistöihin. (Kuva: Maanmittauslaitos)

2.2 YMPÄRISTÖOLOSUHTEET

Laitoskokonaisuus ei vähennä oleellisesti luonnon kauneutta tai viihtyisyyttä alueella. Laitos niveltyy osaksi Juholan tilan tuotantorakennuksia. Alueella ei ole tällä hetkellä melua ja tärinää aiheuttavaa toimintaa, eikä laitoskokonaisuus tule niitä oleellisesti lisäämään.

Tarvittavat osat laitosalueesta ja säännöllisistä kuljetusreiteistä päällystetään mahdollisuuksien mukaan sepelillä ja/tai asfaltilla. Laitosalue rajoittuu Juholan tilan tilakeskukseen, tiehen, peltoon sekä metsään.

Lähimmät vesistöalueet sijaitsevat seuraavasti: Ruosmanjoki noin 190 m etäisyydellä laitosalueesta luoteeseen, Vieki-joki 1,6 km lounaaseen, Vieki-järvi 2,5 km pohjoiseen, Sulkaislampi noin 2,9 km lounaaseen. Alueella ei ole olemassa olevaa hulevesiverkkoa. Alueella muodostuvat hulevedet ohjataan avo-ojaan, josta vedet kulkeutuvan Ruosmanjokeen.

Lähin pohjavesialue, Vieki (0742202, vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue (1)) sijaitsee noin 2,9 km päässä laitoksen sijaintikohteesta. Lähimmät Natura- ja/tai luonnonsuojelualueet, Leimunsuon luonnonsuojelualue (YSA246664) sijoittuu noin 2,8 km ja Jokiahon luonnonsuojelualue (YSA207645) sijoittuu noin 3,2 km päähän laitosalueelta.

Liikennöinti laitosalueelle tapahtuu olemassa olevaa Viekinjärventietä pitkin. Biometaanin jakeluasema sijoittuu samalle kiinteistölle biokaasulaitoksen ja Juholan maatilän kanssa. Kaasu johdetaan jakeluasemalle maahan (noin 1 m syvyyteen) upotettua putkea pitkin.

2.3 SELVITYS TOIMINNON SIJAINNIN RAJANAAPUREISTA

Naapurikiinteistöt on esitetty liitteessä 6. Kaupunki kuuluu lähikiinteistöjen omistajia.

3. LAITOKSEN TOIMINTA

3.1 YLEISKUVAUS TOIMINNASTA JA YLEISÖLLE TARKOITETTU TIIVISTELMÄ

LUPAHAKEMUKSESSA ESITETYISTÄ TIEDOISTA

Juholan tilan yhteyteen rakennettava biokaasuntuotantoyksikkö koostuu 2–4 panostoimisesta kuivämädätysreaktorista, joissa käsitellään Juholan tilalla muodostuvaa kuivalantaa noin 400 t/v (noin 615 m³), Juholan tilalla muodostuvaa pilaantunutta ylijäämänurmirehua noin 30 t (noin 70 m³), Juholan tilan peltobiomassaa (olki & nurmi) noin 660 t/v (noin 1645 m³) ja vuokrapeltojen peltobiomassaa (olki & nurmi) 1055 t/v (noin 2635 m³) sekä lähitilojen peltobiomassoja noin 440 t/v (noin 1095 m³). Jos laitokselle investoidaan neljäs reaktori, käsitellään siinä mahdollisesti lähitilan kuivalantaa noin 325 t/v (noin 500 m³) ja lähitilojen peltobiomassoja noin 600 t/v (noin 1500 m³) tai vain lähitilojen peltobiomassoja noin 800 t/v (noin 2000 m³). Biokaasulaitoksessa käsitellään syötteitä yhteensä enintään 3 800 t/v. Käsittelyprosessi on täysin suljettu, eikä siitä muodostu valumia ympäristöön. Syötejakeet käsitellään hapettomissa laakasiiloa muistuttavissa biokaasureaktoreissa, joista muodostuva biokaasu kerätään talteen. Tila hyödyntää biokaasuprosessissa käsitellyt massat (mädätysjäännös) Juholan maatilalla sekä syötejakeita laitokselle tuovien tilojen peltojen lannoitteena samalla tavalla kuin lantajakeet tähänkin asti on hyödynnetty. Biokaasulaitoksella tuotettu biokaasu käytetään sähkön, lämmön sekä biometaanin tuotannossa. Sähköä ja lämpöä käytetään biokaasuprosessissa sekä tilalla korvaamaan nykyisiä energiantuotantomuotoja. Kaasua puhdistetaan ja myydään liikennepolttoaineena julkiselta tankkausasemalta mm. ammattiautoilijoille, urakoitsijoille, kuljetusalan yrityksille sekä yksityisautoilijoille. Biokaasukäsittelyllä voidaan parantaa ympäristön tilaa kierrättämällä ravinteita ja korvaamalla fossiilisia polttoaineita uusiutuvalla energialla. Paikallisen biokaasuntuotannon ja -jalostuksen avulla edistetään paikallista ja kansallista energiaomavaraisuutta sekä Lieksan kaupungin hiilineutraaliutta (hiilen sitominen maaperään, ilmakehään vapautuvan metaanin polttaminen hiilidioksidiksi). Biokaasukäsittelyn avulla voidaan myös minimoida lannan hajuhaitat, jolloin mädätysjäännös ei enää haise häiritsevästi. Biokaasuprosessilla voidaan tehostaa lantajakeiden sisältämien ravinteiden käyttökelpoisuutta kasveille, vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja edistää tuotannon hiilineutraalisuutta.

3.2 TUOTTEET, TUOTANTO, TUOTANTOKAPASITEETIT, PROSESSIT, LAITTEISTOT, RAKENTEET JA NIIDEN SIJAINTI

Biokaasulaitos käsittelee kuivämädätysprosessissa peltobiomassoja (mm. nurmea ja olkea), pilaantuneita / ylivuotisia nurmirehuja sekä kuivalantaa (syötteet tarkemmin kappaleessa 3.3). Biokaasulaitokseen tuotavista syötteistä otetaan energia talteen ja lopputuote hyödynnetään lannoite- ja maanparannusaineina pelloilla. Biokaasulaitoksessa tuotetut luomukelpoiset lannoite- ja maanparannusaineet hyödynnetään Juholan tilalla ja syötejakeita biokaasulaitokseen tuovien tilojen pelloilla. Biokaasulaitoksen tuotantoprosessi on täysin suljettu, eikä siitä aiheudu päästöjä maaperään, ilmaan tai vesistöihin.

PANOSTOIMINEN KUIVAMÄDÄTYS

Syötemassat esikäsitellään (esim. peltobiomassan hienontaminen, paalimuovien poisto) ja syötetään panostoitukseen kuivämädätysreaktoriin esim. kuormaajalla. Syötteiden viipymäaika reaktorissa on noin 3–6 kuukautta. Reaktorin päälle laitetaan ”kaasukate” (pressu), jolla saadaan aikaan hapeton (anaerobinen) tila. Täytetyn reaktorin sisältämän syötekan ja kaasukatteen väliin levitetään nesteputkisto, jonka avulla biomassan pintaan ruiskutetaan perkolaationeste. Ruiskutuksen avulla perkolaationestesäiliössä oleva nestejake, joka sisältää mädätyksestä vastaavan mikrobipopulaation, levitetään syötepatjan päälle, josta nestejake valuu syötepohjaan tasaisesti, tehostaen biokaasuntuotantoa. Perkolaationeste kerätään talteen reaktorin pohjalla oleviin putkistoihin, joiden kautta neste kiertää perkolaationestesäiliöön ja sieltä takaisin ruiskutettavaksi. Anaerobisen prosessin seurauksena reaktorissa ja perkolaationestesäiliössä muodostuu biokaasua, joka kerätään talteen ja johdetaan hyötykäyttöön.

BIOKAASULAITOS

Biokaasulaitoksen tarvitsema omakäyttöenergia (lämpöenergiatarve noin 15 % ja sähköntarve on noin 2 % tuotetusta energiamäärästä) tuotetaan muodostuneesta biokaasusta kaasukattilalla ja/tai CHP- yksiköllä (biokaasua muunnetaan sähkö- ja lämpöenergiaksi). Laitoksen tarvitsema sähköenergia tuotetaan joko itse CHP-generaattorilla tai ostetaan sähköverkosta.

Tuotettu biokaasu puhdistetaan osin biometaaniksi, jota voidaan hyödyntää ajoneuvopolttoaineena. Biometaani myydään samalla kiinteistöllä olevalta jakeluasemalta mm. yksityisautoilijoille ja kuljetusalan yrityksille. Tuotetulla biometaanilla korvataan liikenteessä fossiilisia polttoaineita.

Laitoksen käyttöönoton myötä mm. peltobiomassat ja lantajakeet saadaan tehokkaampaan käyttöön paikallisesti hyödyntämällä ko. massojen ravinteita tehokkaammin sekä tuottamalla biomassasta uusiutuvaa energiaa. Biokaasulaitos mahdollistaa Juholan tilalle ja biokaasulaitokseen syötejakeita tuoville tiloille luomukelpoisten kierrätysravinteiden tarjonnan, mikä mahdollistaa alueen maanviljelijöiden käyttämien mineraalilannoitteiden korvaamisen kierrätysravinteilla. Näin biokaasulaitos tukee ravinteiden kierrätyksen tehostumista ruokajärjestelmässä ja vähentää elintarviketuotannon riippuvuutta mineraalilannoitteista. Biokaasulaitos mahdollistaa alueelle biometaanin tankkausaseman ja sitä kautta fossiilisten polttoaineiden korvaamisen uusiutuvalla polttoaineella. Biometaanin avulla aluetta kuormittavien liikennemäärien kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää.

LAITOSKOKONAISUUDEN TUOTTEET

Biokaasulaitoksen lopputuotteita ovat:

1) Biometaanin (= jalostettu biokaasu)

Taulukko 1. Esimerkkilaskelma biokaasulaitoksen tuottamista energiamääristä (bruttoenergia) ja laitoksen omakäyttöenergiatarve.

BIOKAASUN TUOTANTOPROSESSI: Biokaasulaitoksen bruttoenergiamäärä ja omakäyttöenergiat			
	Vaihteluväli		Yksikkö
	min	max	
Bruttoenergia (laitoksen tuottaman kaasun energiasisältö)	714	2 655	MWh /v
Biokaasun tuotantomäärä vuodessa	120 167	447 000	Nm ³ /v
Laitoksen oma biokaasun käyttö (arvio)			
- lämpö	107	398	MWh
- sähkö	29	106	MWh

2) Mädätysjäännös (prosessoitu lantajae)

Biokaasulaitos tuottaa maatalouteen mädätysjäännöstä sellaisenaan noin 2340–3420 t/v.

Panostoimisen kuivamädätysprosessin jälkeen panoksen tilavuus pienenee merkittävästi alustavalta arviolta noin 60 % alkuperäisestä tilavuudesta, mutta massasta enintään 10 % muuttuu biokaasuksi. Näin ollen biokaasutetun massan (mädätysjäännöksen) määrä on noin 2020–2690 m³ vuodessa. Laitokselle tulevien syötteiden sisältämä vesi poistuu mädätysjäännöksen mukana.

Mädätysjäännöstä varastoidaan Juholan tilan kuivalantalassa ja kuljetetaan syötejakeita biokaasulaitokselle tuoville maatiloille varastoitavaksi ja hyödynnettäväksi peltojen lannoitteena.

Varastotiloina voidaan hyödyntää lisäksi alueella tyhjiksi jääneitä olemassa olevia kuivalantaloita, jotka Juholan tila vuokraisi käyttöönsä.

LAITOKSEN KÄYTTÖAIKA

Laitos toimii ympärivuotisesti 24 tuntia vuorokaudessa. Laitoksella valvotaan toimintaa teknologiatoimittajan ohjeiden mukaisesti. Laitos on pääasiassa etäohjattava, eikä vaadi laitoshenkilön jatkuvaa läsnäoloa laitoksen yhteydessä. Valvontaa suoritetaan paikan päällä säännöllisesti. Laitosta valvotaan etävalvonnalla, jolloin vastuuhenkilöt vastuuvuorojen mukaisesti valvovat laitosta ja seuraavat sen prosesseja. Mahdollisesta häiriötilanteesta tulee tekstiviesti tai muu vastaava ilmoitus valvojalle. Laitoksen käytöstä ja turvallisuudesta sekä siisteydestä vastaava luvanhakija.

Vaikka jonkun syötteen toimitus olisi katkolla, ei se vaikuta prosessin toimivuuteen. Esimerkiksi syötteenä pelkkä nurmibiomassa riittää pitämään prosessin yllä.

TUOTANTO, PROSESSIT, KAPASITEETTI, LAITTEISTOT, RAKENTEET JA SIJAINTI

PANOSTOIMINEN KUIVAMÄDÄTYSLAITOS

Tilan yhteyteen rakennetaan 2–4 kappaletta panostoimisia kuivamädätysreaktoreita (500–1000 m³/reaktori), kuivamädätysreaktoreiden yhteistilavuus on enintään 3000 m³. Reaktoreiden läheisyyteen rakennetaan perkolaationestesäiliö noin 150–200 m³ ja mahdollisesti erillinen nestesäiliö (noin 20–50 m³) sekä raakakaasuvälikäyttöön noin 600–800 m³. Raakakaasuvälikäytössä on kaasutilavuutta noin 600–800 m³ (biokaasun metaanipitoisuus 55 %), joka vastaa noin 327–440 l kevyttä polttoöljyä. Reaktorin kupeessa on pieni koppi, jossa on aktiivihilisuodatin. Kosuodattimella biokaasusta erotellaan rikkivety. Kosu tila on ATEX-luokiteltu ja siinä käytetään luokiteltuja laitteita.

Biokaasulaitos toimitetaan teknologiavalmiina ja käyttöönotettuna. Toimittajalla on pätevyudet sekä kaasuasennuksiin että painelaitteiden asennuksiin. Näin ollen kaasunkäsittelyyn liittyvät vaatimukset huomioidaan suunnittelussa ja rakentamisessa.

Biokaasulaitoksessa biokaasua tuotetaan panostoimiseen kuivamädätykseen perustuvalla tekniikalla. Laitoksen reaktorit (2–4 kpl) ovat panostoimisia, täytetään kerralla täyteen (1 panos) ja annetaan panoksen olla reaktorissa, kunnes panoksen biokaasuntuotto vähenee merkittävästi. Kyseisessä laitoksessa panoksen vaihtoväli on 3–6 kuukautta. Panokset vaihdetaan kuormaajan avulla. Reaktorit ovat sekoittamattomia. Perkolaationeste kiertää reaktoreissa siten, että se

ruiskutetaan biomassan pintaan ja otetaan talteen reaktorin pohjalta, josta se ohjautuu perkolaationestesäiliöön ja sieltä takaisin ruiskutettavaksi. Teknologiatoimittaja Metener Oy on toimittanut vastaavalla tekniikalla toimivia biokaasuntuotantolaitoksia sekä jalostusyksiköjä Suomeen.

Syötteen varastosiilot: Peltobiomassat varastoidaan joko rakennettavassa varastosiilossa ja/tai yhdessä reaktorissa (toimii ensin varastona, mutta on tulevaisuudessa mahdollista muuntaa reaktoriksi) 500–1000 m³, joka katetaan muovilla. Varastointisiilon pohjan materiaali on tiivis asfaltti tai betoni, jossa on nesteeneruu urat, joista suotovedet ohjataan pumppauskaivoihin. Peltobiomassoja on mahdollista varastoida myös esim. lähialueella olevissa tyhjiille jääneissä varastosiiloissa (Juholan tila vuokraisi), aumassa pellolla tai muovipaaleina. Lantajakeet varastoidaan joko Juholan tilan kuivalantalassa tai syötetään navetasta suoraan reaktoriin. Ulkopuoliselta tilalta mahdollisesti tulevat lantajakeet varastoidaan ko. tilan lantavarastossa ja tuodaan sieltä, suodaan reaktoriin. Syötteitä käsitellään ulkotiloissa ennen reaktoriin ohjaamista.

Syöttölaite ja syötteiden esikäsittely: Kuivamädätysreaktori ei tarvitse syöttölaitteita eikä lähtökohtaisesti syötteiden esikäsittelyä (puhtaat syötteet mm. nurmi). Syötteet kuljetetaan reaktoriin kuormaajalla, ilman esikäsittelyä. Mikäli laitoksella käsitellään pilaantuneita rehu- ja/tai olkipaaleja, jotka voivat vaatia palakoon pienentämistä, on mahdollista, että laitoksen yhteyteen investoidaan murskausyksikkö, jonka kautta syöte esikäsitellään ennen reaktoriin syöttämistä.

Reaktori: Panostoimisen kuivamädätyksen tuotantolaitokseen kuuluu 2–4 panostoimista reaktoria (500–1000 m³/reaktori), jotka ovat teräsbetonista valettuja eristettyjä reaktorisiiloja. Reaktorit täytetään/ tyhjenetään sykleissä, jolloin kaasuntuotanto pysyy jatkuvatoimimisena. Kokonaisuuteen kuuluu reaktoreiden lisäksi kaasutiiviistä membraanista oleva raakakaasuvärasä (noin 600–800 m³) ja betonielementeistä rakennettu perkolaatioallas (noin 150–200 m³), jonka päälle on myös integroitu raakakaasuvärasä. Erillisessä raakakaasuvärasässä ja perkolaatioaltaan yläosaan integroidussa raakakaasuvärasässä (kaasukupu, kaasutiivistä membraania), varastoidaan biokaasua. Prosessilämpötilana käytetään mesofiilistä prosessia (noin + 37 °C). Viipymä reaktorissa on noin 3–6 kuukautta. Viipymäaika raaka-kaasuvärasässä riippuu kaasunkulutuksesta.

Laitostekniikka: Laitostekniikka sijoittuu kanaaliin, toiminnanohjauskonttiin tai rakennettavaan tekniseen tilaan, joka sijoittuu reaktorien ja perkolaatioaltaan läheisyyteen. Tarkempi sijoittelu liitteessä 7.

Mädätysjäännöksen varastointi: Osa vuoden aikana muodostuvasta mädätysjäännöksestä varastoidaan Juholan tilan kuivalantalassa. Mädätysjäännöstä varastoidaan myös syötejakeita biokaasulaitokseen tuovien tilojen varastoissa ja/tai esim. peltoaumoissa. Lannan ja orgaanisten

lannoitteiden levitysjakohtana (1.4–31.10), jolloin mädätysjäännöstä pystytään levittämään pelloille, mädätysjäännöksen kuljetuslogistiikka järjestetään siten, että panostoimisten reaktorien tyhjennyksien yhteydessä mädätysjäännöstä kuljetetaan suoraan pelloille levitettäväksi ja/tai peltojen äärelle perustettaviin aumoihin. Tällöin mädätysjäännöksen varastointitarvetta laitosalueelle ei kyseisenä ajanjaksona muodostu. Mikäli tilalle investoidaan neljäs reaktori ja tarvetta lisävarastointikapasiteetille ilmenee sitä, vuokrataan tai rakennetaan tarvittava määrä.

Mädätysjäännös luovutetaan sellaisenaan loppukäyttäjälle, eli maanviljelijöille. Maanviljelijät (tilat, jotka tuovat syötejakeita biokaasulaitokselle) käyttävät mädätysjäännöstä lannoitus- ja maanparannusaineena. Maanviljelijät vastaavat kuivalantaa muistuttavan mädätysjäännöksen peltolevityksestä omatoimisesti tai hankkivat peltolevityksen työpanoksen ulkopuoliselta urakoitsijalta. Kaikille mädätysjäännösjakeille tehdään sopimukset niiden vastaanottamiseksi siten, että laitoksen ja sovittujen vastaanottajatahojen yhteenlaskettu mädätysjäännösjakeiden varastointikapasiteetti riittää kattamaan vuoden aikana muodostuvan mädätysjäännöksen varastointitarpeen. Periaatteena on, että ne ketkä toimittavat syötettä laitokselle vastaanottavat myös mädätysjäännöstä.

Energiantuotantoyksikkö (sähkö ja lämpö): Navetan itäpuolelle sijoitetaan CHP-yksikkö ja tilalla olemassa olevaan tai uuteen rakennettavaan lämpö- ja sähkökeskukseen sijoitetaan kattila ja kaasupoltin. Raakakaasua voidaan hyödyntää joko tilalla jo olemassa olevalla lämmityskattilalla (muunnetaan kaasupoltin avulla kaasukattilaksi) tai vaihtoehtoisesti tilalle voidaan investoida uusi kaasukattila. Teknisessä tilassa on sähkökeskus, jonka yhteydessä on myös laitoksen ohjausjärjestelmä. Tutkitaan myös mahdollisuutta hyödyntää tilan olemassa olevaa sähkökeskusta.

Energiantuotantoyksikkö sijoittuu tekniseen tilaan /konttiin. Energiantuotantoyksikkö sisältää:

- 1) CHP-yksikkö, nimellisteho n. 30–150 kW sähkö
- 2) Kattila ja poltin, nimellisteho n. 200–500 kW lämpö

Ko. tiloissa huomioidaan ATEX-lainsäädännön vaatimukset tarpeenmukaisesti. Tila lämpiää CHP-yksikön ja biokaasukattilan hukkalämmöllä.

BIOKAASUN JALOSTUS ja HYÖDYNTÄMINEN

Biometaanintuotantolaitteisto (biokaasun puhdistus ajoneuvokäyttöön soveltuvaksi):

Biokaasulaitoskokonaisuus sisältää biokaasunpuhdistimen, jossa tuotettu raakakaasu jalostetaan ajoneuvojen polttoaineeksi soveltuvaksi biometaaniksi. Puhdistuslaitteiston sijoittelu laitosalueella näkyy liitteessä 7. Kaasu pumpataan maanalaisista ja tiiviistä putkista pitkin kaasun puhdistuslaitteistolle, jossa kaasu jalostetaan ajoneuvokäyttöön soveltuvaksi.

Biokaasulaitoksen tuottamasta raakakaasusta (45 % CO₂, 55 % CH₄) erotetaan hiilidioksidi vesipesumenetelmällä. Kaasunjalostusyksikköön johdetun raakakaasun sisältämä hiilidioksidi liukenee vesipesurin sisältämään vesifaasiin ja metaanikaasu kerätään talteen kaasumaisessa muodossa.

1) Vesipesumenetelmä:

Vesipesumenetelmässä raakabiokaasu paineistetaan noin 8–12 bar paineeseen ja johdetaan kolonniin, joihin johdetaan myös puhdistukseen käytettävää vettä. Ko. paineessa biokaasussa oleva hiilidioksidi ja epäpuhtaudet (lähinnä rikkivety) liukenee veteen. Kolonnista kerättävä noin 95–98 %_{tilavuus} metaanikaasu johdetaan kaasunsiirtoputkella tankkausasemalle paineistukseen, jossa metaani kompressoitetaan korkeapainevarastoon (n. 200–250 bar) ja sieltä edelleen ajoneuvojen kaasutankkeihin. Käytettävä vesi regeneroidaan ja käytetään valtaosin prosessissa uudestaan. Regeneroinnissa veteen liuennut hiilidioksidi vapautetaan taivaalle laskemalla painetta. Puhdistuksessa tarvittava puhdas uusiovesimäärä on noin 20–100 l/h, jolloin uutta vettä kaasunpuhdistukseen tarvitaan noin 100–200 m³ vuodessa ja vastaava määrä poistuu puhdistusprosessista. Puhdistuksesta poistuva vesi johdetaan biokaasulaitoksen tarvitsemaksi perkolaationesteeksi. Näin toimien korvataan perkolaationestekiertoon käytettävää vesijohtovettä. Näin toimien ko. vesimäärä ei vaikuta laitoksen syötemääriin niitä nostamalla.

Taulukko 2 Raakabiokaasun ja puhdistetun biokaasun (biometaanin) kemiallinen sisältö.
(Muokattu lähteestä: Metener Oy, 2019)

Komponentti	Raakakaasu	Biometaani
CH ₄	55–65 %	95–98 %
CO ₂	38–45 %	0,4–4,0 %
H ₂ S	300–500 ppm	0–15 ppm
O ₂	0–0,5 %	0–1,0 %
Balanssi	0–0,5 %	0–0,1 %
Kosteus (H ₂ O)	100 RH	< 32 mg/m ³

Jakeluasema: Autoilijat käyvät tankkaamassa ajoneuvot biokaasulaitoksen kanssa samalla kiinteistöllä sijaitsevalta jakeluasemalta. Jakeluasema sisältää dispenserin (jakelupiste) sääsuojakatoxessa (Sis. tankkauspistoolin/pistoolit ja korttipäätteen), ohjauskontin (sis. sähkö- ja konetilan, kompressoritilan ja paineenalennusyksikön), kiinteän korkeapainekaasuvaraston sekä tarvittavat kaasulinjat ja liitokset. Tuotantolaitoksella jalostettu biometaani johdetaan kaasuntankkausasemalle maahan upotettua kaasunsiirtolinjaa pitkin.

Kiinteät ja liikuteltavat korkeapainevarastot: Biometaania voidaan paineistaa sekä kiinteisiin että liikuteltaviin korkeapainevarastoihin (siirtokontti). Liikuteltavien korkeapainevarastojen (kuvaus alla) avulla kaasua voidaan siirtää esimerkiksi eri paikassa sijaitsevalle tankkausasemalle tai muihin soveltuviin käyttökohteisiin.

Kiinteä korkeapainevarasto toimii liikennebiokaasun tankkausaseman säiliönä sekä mahdollisena puskurivarastona liikuteltaville korkeapainevarastoille.

Liikuteltava korkeapainevarasto eli kaasunsiirtokontti toimii biometaanin varastona ja kuljetusalustana. Kaasunsiirtokontit ovat kuorma-autolla siirrettäviä kontteja, joissa on metaanin varastointiin tarkoitettuja kaasupulloja kytkettynä toisiinsa kaasuputkilla. Itse kaasupullot on kiinnitetty teräskehikkoon. Kaasunsiirtokontit eivät sisällä teknisiä laitteita, kuten paineistuslaitteita, vaan ne ovat itsenäisiä paineistetun biometaanin varasto- ja siirtoyksiköjä. Kaasunsiirtokontteihin biometaania varastoidaan max. 250 bar paineeseen. Kaasunsiirtokonttiin voidaan tyypillisesti varastoida noin 700–3000 kg biometaania, riippuen tuotannon koosta. Kaasunsiirtokonttien materiaalina on joko teräs tai komposiitti. Laitokselle tulee varaus/paikka kaasunsiirtokontille.

Kaasunsiirtokonttien käytön tarkka suunnitelma laaditaan, kun biometaanin tuotannolle ja jakelulle haetaan Tukesin rakennuslupahakemus.

3.3 RAAKA-AINEET, KEMIKAALIT JA MUUT TUOTANTOON KÄYTETTÄVÄT AINEET, NIIDEN VARASTOINTI, SÄILYTYS SEKÄ KULUTUS JA VEDENKÄYTTÖ

BIOKAASULAITOKSEN SYÖTTEET

Biokaasulaitoksen käyttöönotto täyteen kapasiteettiin (3 800 t) tapahtuu vaiheittain, joka vaikuttaa myös käsiteltäviin syötemääriin.

Syötteiden vastaanottamisesta tehdään sopimukset. Peltobiomassojen osalta tavoitteena on, että pääosa syötteistä saadaan pitkällä sopimuksilla, jolloin laitoksen toiminta pysyy mahdollisimman stabiilina.

Biokaasuprosessin syötteet: syötteet ja vuotuisten käsittelymäärien vaihteluvälit. Käsittelymäärän on arvioitu olevan enintään 3 800 t syötteitä vuodessa (eri jakeiden syötesuhteet voivat vaihdella). Oikeanpuoleinen luku on arvioitu enimmäismäärä kutakin syötettä mitä on saatavilla laitokselle (t/v):

Juholan tilan kuivalanta	noin 615 m ³ /v (400 t/v)
Juholan tilan peltobiomassa (mm. nurmi & olki)	noin 0–1645 m ³ /v (0–660 t/v)
Juholan tilalla muodostuvaa pilaantuneet/ylijäämä nurmirehua	noin 0–70 m ³ /v (0–30 t/v)
Juholan tilan vuokrapellot	noin 0–2635 m ³ /v (0–1055 t/v)
Lähitilojen peltobiomassa (mm. nurmi & olki)	noin 0–830 m ³ /v (0–330 t/v)
Lähitilojen pilaantuneet/ylijäämä nurmirehut	noin 0–265 m ³ /v (0–110 t/v)

Lisäreaktorin syötteet (neljäs reaktori):

Naapuritilan kuivalanta	noin 0–500 m ³ /v (0–325 t/v)
Lähitilojen peltobiomassa (mm. nurmi & olki)	noin 0–2000 m ³ /v (0–800 t/v)

Taulukko 3. Jätetaulukko & jättekoodit.

SARAKE 1:	VNA 179/2012. Liite 4. Jäteluettelo. Ko. luettelon kohta.		Jättekoodi
Syötejakeet			
Kuivalanta			
	02 Maataloudessa, puutarhataloudessa, vesiviljelyssä, metsätaloudessa, metsästyksessä, kalastuksessa, sekä elintarvikkeiden valmistuksessa ja jalostuksessa syntyvät jätteet.	02 01 Maataloudessa, puutarhataloudessa, viivanviljelyssä, metsätaloudessa, metsästyksessä ja kalastuksessa syntyvät jätteet	02 01 06 (Eläinten ulosteet, virtsa ja lanta (likaantunut olki mukaan luettuna) sekä erikseen kootut ja muualla käsiteltävät nestemäiset jätteet.
Pilaantuneet / ylijäämä nurmirehut			
	02 Maataloudessa, puutarhataloudessa, vesiviljelyssä, metsätaloudessa, kalastuksessa, sekä elintarvikkeiden valmistuksessa ja jalostuksessa syntyvät jätteet.	02 01 Maataloudessa, puutarhataloudessa, viivanviljelyssä, metsätaloudessa, metsästyksessä ja kalastuksessa syntyvät jätteet	02 01 03 kasvijätteet

Syötteiden varastointi ennen biokaasulaitosta:

Peltobiomassat varastoidaan ensisijaisesti laitoksella syötteen varastosiilossa enintään 12 kk ajan. Kuivalanta pyritään syöttämään navetasta suoraan ”pois päältä” olevaan reaktoriin. Jos lantaa ei pystytä syöttämään suoraan reaktoriin niin sitä puskurivarastoidaan kuivalantalassa. Myös osa peltobiomassoista voidaan syöttää suoraan panostoimisiin reaktoreihin ilman varastointia tai varastoida esim. vuokrattavissa varastosiiloissa, aumassa tai muovipaaleissa.

Biokaasulaitoksen syötteiden tarkennukset:

Peltobiomassat: Maatalouden peltobiomassoja ovat mm. nurmi, olki (tähde) sekä maataloustuotannosta ylijääneet nurmibiomassat esim. ylivuotiset rehupaalit.

Maatalouden kuivalannat: laitoksessa käsitellään Juholan tilalla muodostuvaa naudan kuivalantaa ja mahdollisesti lisäreaktorissa lähitilan kuivalantaa.

BIOKAASULAITOKSEN SYÖTTEIDEN KERÄILY**Biokaasulaitoksen syötteiden alkuperä**

- | | |
|------------------|------------------------------------|
| - peltobiomassat | Juholan tila & lähialueen maatilat |
| - kuivalanta | Juholan tila & lähitila |

Keräilyn ja kuljetuksen järjestäminen:

Biokaasulaitoksella käsiteltävien syötteiden kuljetuksista vastaavat luvanhakija ja/tai syötteentoimittajat (lähimaatilat). Kaikki vastaanotettavat syötteet toimitetaan suoraan joko panostoimisiin reaktoreihin ja/tai varastosiiloon. Toimitussopimukset -ja aikataulut sovitetaan siten, että toimitettavat syötteet sopivat varastoihin ja niiden viipymäaika varastossa on enintään 12 kuukautta. Syötteiden säännöllinen toimitus tehdään pääasiassa kuorma-auto- ja/tai traktorikuljetuksin.

KEMIKAALIT:

Laitoksen biokaasun tuotantoprosessit eivät lähtökohtaisesti vaadi kemikaalien käyttöä.

VEDEN KÄYTTÖ:

Biokaasun tuotanto

Kuivamädätysprosessi ei itsessään tarvitse vettä toimiakseen. Veden tarvetta voi ilmetä, mikäli perkolaationestettä tulee laimentaa ravinteiden liiallisen kumuloitumisen ehkäisemiseksi.

Biokaasun jalostus

Biokaasun jalostaminen biometaaniksi kuluttaa vettä, kun käytössä on vesipesumenetelmä. Biokaasusta erotetaan hiilidioksidia vesipesutekniikalla, jossa paineistettu kaasu johdetaan puhdistuskolonneissa suihkutettavan veden lävitse. Kaasun puhdistuminen perustuu hiilidioksidin ja metaanin erilaiseen liukenemiseen veteen. Veteen heikosti liukeneva metaanikaasu kuplii vesipatjan läpi ja kerätään talteen. Veteen helposti liukeneva rikkivety ja hiilidioksidi kerätään talteen pesuriveden mukana. Vedestä vapautetaan hiilidioksidi ilmaan elvytyskolonnissa ja sitä voidaan käyttää uudelleen puhdistusprosessissa. Puhtaan veden kulutus on noin 20–100 l/h, riippuen olosuhteista. Käytettyä vettä voidaan hyödyntää perkolaationesteen laimentamiseen.

3.4 ENERGIAN KÄYTTÖ JA ARVIO KÄYTÖN TEHOKKUUDESTA

BIOKAASULAITOS:

Biokaasulaitos käyttää sähköenergiaa erilaisissa sähkölaitteissa ja biokaasun puhdistukseen liittyvissä laitteissa. Lämpöä laitos käyttää prosessilämpötilan ylläpitoon reaktorissa.

Lämmön oma kulutus neljälle panostoimiselle kuivamädätysreaktorille on noin 107–398 MWh/vuodessa. Laitoksen oma lämpöenergian kulutus tuotetusta kaasun energiansisällöstä on noin 15 %. Laitoksen tarvitsema lämpö tuotetaan itse kaasukattilalla tai CHP-yksiköllä.

Raakakaasun tuotantolaitoksen arvioitu sähköenergian kulutus kolmella reaktorilla on noin 14–53 MWh/vuodessa, joka on noin 2 % laitoksen tuottamasta energiamäärästä. Laitoksen tarvitsema sähkö tuotetaan itse CHP-yksikössä tai ostetaan sähköverkosta. Kaasun jalostus- ja paineistussyksikön oma sähkönkulutus on noin 29–106 MWh/vuodessa (kolmen panostoimisen kuivamädätyslaitoksen tuottaman kaasun käsittely), joka on noin 4 % laitoksen tuottamasta energiamäärästä. Yhteensä laitoksen sekä kaasunjalostus- ja paineistussyksikön oma energiankulutus (lämpö ja sähkö) on noin 15–21 % laitoksen tuottamasta energiamäärästä.

TANKKAUSASEMA:

Tankkausasemalla paineistetaan biokaasuntuotantolaitoksella valmistettu ja kaasunsiirtolinjaa pitkin tankkausasemalle johdettu biometaan. Biometaan siirretään 6–8 bar paineessa tuotantolaitokselta tankkausasemalle, jossa se kompressoidaan 230–250 bar paineeseen ja varastoidaan kiinteässä ja/tai siirrettävässä kaasuvärsstössä. Tankkausaseman sähkönkulutus (valaistus, paineistus, automaatio jne.) sisältyy yllä mainittuun arvioon biokaasulaitoksen kokonaisenergiakulutuksesta, joka on noin 15–21 % laitoksen tuottamasta energiamäärästä.

3.5 VEDENHANKINTA JA VIEMÄRÖINTI**BIOKAASULAITOS:**

Kuivamädätyslaitoksen prosesseissa käytettävää vettä ei ohjata vesistöihin tai viemäriverkostoon. Perkolaationeste on erinomainen lannoite, jota voidaan levittää pelloille sallittuna lannoitusaikana.

Tarvittava raakavesi otetaan alueen vesijohtoverkosta tai rakennettavasta porakaivosta.

TANKKAUSASEMA: Tankkausasemalla ei ole tarvetta käyttövedelle.

3.6 ARVIO TOIMINTAAN LIITTYVISTÄ YMPÄRISTÖRISKEISTÄ, ONNETTOMUUKSIEN ESTÄMISEKSI SUUNNITELLUISTA TOIMISTA SEKÄ TOIMINTA HÄIRIÖTILANTEISSA**BIOKAASULAITOS:**

Biokaasulaitoksen massojen käsittelyyn liittyvät panostoimiset kuivamädätysreaktorit ja syötteiden sekä mädätysjäännöksen varastosiilojen pohjat rakennetaan tiiviiksi, jolloin valumia ei pääse ympäristöön.

Laitokselle laaditaan pelastussuunnitelma ja räjähdysuoja-asiakirja, joissa määritetään laitoksen käyttö ja paloturvallisuustoimenpiteet (tulipalo, muu toimintahäiriö) ja niihin valmistautuminen ja toiminta. Nämä huomioidaan myös rakennusluvan hakemisen yhteydessä käytävissä neuvotteluissa pelastusviranomaisen kanssa.

Varautuminen biometaanin jalostuslaitteiston käyttökatkokseen.

Biokaasulaitos hyödyntää osan tuotetusta biokaasusta biometaanina eli ajoneuvokaasuna. Mikäli kaasunjalostusyksikössä on huoltotauko tai siihen tulee toimintahäiriö, ensisijaisesti raakakaasu ohjataan CHP- yksikölle sähkön- ja lämmöntuotantoon tai kaasukattilalle. Täten raakakaasua ei joudu hallitsemattomasti ilmakehään myöskään tilanteissa, joissa siitä ei voida valmistaa ajoneuvokaasua.

Mikäli alueella on sähkökatko, perkolaationesteen kierto voi keskeytyä. Sähkökatko ei aiheuta riskiä- tai vaaratilanteita laitokselle. Mikäli sähkökatko on lyhyt, voidaan kaasua varastoida hetkellisesti laitoksen kaasuväistöihin (raakakaasusäiliön / perkolaationestesäiliön päällä). Mikäli sähkökatko on pidempi, kaasua poltetaan kaasukattilassa ja lauhdutetaan ilmaan, jos tilalla ei ole lämmöntarvetta ko. hetkellä. Kaasuntankkausasemalle sähkökatko ei aiheuta ympäristö- tai toiminnallista riskiä. Sähkökatkon aikana kaasunjakelu keskeytyisi hetkellisesti, mutta se ei aiheuta häiriötä, joka saisi aikaan kaasun pääsemisen ilmakehään korkeapainevarastoista.

Biokaasulaitokselle nimetään käytön ja ylläpidon vastuuhenkilö, joka seuraa laitoksen toimintaa ja reagoi mahdollisiin häiriötilanteisiin. Biokaasulaitoksessa on etänä käytettävä seurantaohjelma, jolloin mahdollisista häiriötilanteista saadaan ilmoitus puhelimeen.

Tuotetun biokaasun sisältämä metaani voi muodostaa ilman kanssa räjähdysvaarallisen ilmaseoksen, kun metaanipitoisuus ilmatilasta on 5–15 %. Räjähdysvaara muodostuu suljettuun tilaan, jonne kaasua purkautuu ja jossa on mahdollinen syttymislähde. Räjähdysvaaran muodostumiseen varaudutaan huolellisella laitossuunnittelulla (tilaluokitus, laitevalinnat, laitoksen operatiivinen käyttö, tilojen ja alueiden merkitseminen yms.) sekä käyttöhenkilökunnan kouluttautumisella ja hätätilan toimintaohjeilla. Mikäli kaasuvuoto syntyy ulos (esim. kaasukuvun repeämä), metaanikaasu ilmaa kevyempänä haihtuu ylöspäin. Täten uloshaihtuva kaasua ei aiheuta välitöntä vaaraa. Lisäksi biokaasulaitoksen toiminta huomioidaan pelastussuunnitelmassa (mm. toimintaohjeet).

Biokaasulaitoksen suunnittelu- ja rakennusvaiheessa käydään aktiivista keskustelua pelastusviranomaisen ja Tukesin kanssa (neuvotellaan mm. ilmoitusmenettelystä). Laitokselle laaditaan räjähdysvaarasuojasiakirja.

KAASUNSIIRTOLINJA

Mikäli kaasunsiirtolinjoissa havaittaisiin kaasuvuoto, putkessa oleva kaasua vapautuu ensin maaperään, josta se ilmaa kevyempänä kaasuseoksena kulkeutuu ilmakehään. Kaasulla ei ole vaikutusta maaperään tai pohjaveteen, sillä metaanikaasu ja jäljellä oleva hiilidioksidi liukenevat erittäin niukasti veteen.

TANKKAUSASEMA

Tankkausaseman pohja rakennetaan tiiviiksi (esim. betoni & asfaltti), jolloin mahdollisessa vuototilanteessa, nesteet saadaan kerättyä talteen, eivätkä ne pääse ympäristöön.

Muut tankkausaseman turvallisuusriskit otetaan huomioon tankkausaseman TUKES luvituksen yhteydessä.

3.7 LIIKENNE JA LIIKENNEJÄRJESTELYT

Biokaasulaitoksen myötä alueen liikennemäärät tulevat lisääntymään jonkin verran, johtuen syötteen ja mädätysjäännösten kuljetuksista. Syötteen kuljetetaan laitokselle ja viedään laitokselta pois todennäköisesti traktori ja/tai kuorma-auto kuljetuksin. Liikennöinti laitokselle painottuu pääosin lannan ja orgaanisten lannoitteiden levittämisaikajaksolle 1.4–31.10, jolloin pelloilta saadaan syötejakeita ja pelloille voidaan levittää mädätysjäännöstä. Pääasiallinen kuljetusreitti on Viekinjärventie. Taulukossa 3 on arvioitu liikennemäärien kasvua biokaasulaitoksen myötä.

Taulukko 3. Esimerkkilaskelma biokaasulaitoksen toimintaan liittyvistä liikennöintimääristä kolmella reaktorilla. Syötteen käsittelymäärät jakeittain voivat vaihdella (syötemäärä enintään 3800 t/v).

	Käsittelymäärä t/v (min)	Käsittelymäärä t/v (max)	Ajoneuvo	Kuljetuskapasiteetti t/kuorma	Ajosuoritetta /v (min)	Ajosuoritetta /v (max)
Biokaasulaitosta varten kasvatettu nurmi	660	2 860	Traktori/Kuorma-auto	40	17	72
Naudan kuivalanta	400	725	Traktori / Kuorma-auto	25	16	29
Pilantuneet rehuerät tai ylivuotiset rehut	0	140	Traktori/ Kuorma-auto	40	0	4
	0	0	Traktori/ Kuorma-auto	40	0	0
	0	0	Traktori/ Kuorma-auto	25	0	0
	0	0	Traktori/ Kuorma-auto	0		
Syötteen yhteensä	1 060	3 725	Ajosuoritteen yhteensä		33	104
Mädätysjäännös	1060	3725	Traktori/ Kuorma-auto	40	27	93
LIIKENNEMÄÄRÄN LISÄYS (krt/v)					27	168
LIIKENNEMÄÄRÄN LISÄYS (krt/vrk)					0,1	0,5

Liikennemäärien lisäyksistä on vähennetty kuivalannan kuljetukset, koska ko. kuljetukset tapahtuvat tilakeskuksen sisällä. Lisäksi osa peltobiomassaliikenteestä sisältyy tilan nykyiseen toimintaan, jolloin muutos ei ole niin suuri kuin taulukossa on kuvattu eli todennäköisesti liikennöintimäärien lisäykset jäävät pienemmiksi. Tässä ei ole myöskään huomioitu sitä, että peltobiomassoja laitokselle tuovien tilojen on mahdollista ottaa paluukuormana mädätysjäännöstä mukaansa, joka osaltaan vähentää myös kuljetuskertojen määriä.

Biometaanin jakelupisteen asiakasliikenne

Biometaanin myynti Juholan tilan yhteyteen rakennettavalta biometaanin tankkausasemalta lisää jonkin verran henkilöauto- ja muuta liikennettä alueelle. Käynti tankkausasemalle tulee Viekinjärventien (5260) kautta. Biometaanin myyntimäärä on arviolta noin 51 912–193 104 kg biometaania vuodessa. Tällöin biometaania myyntipisteellä riittäisi enintään noin 55–215 tankkaajalle vuodessa (100 % ohjautuisi biometaanin tuotantoon ja verranteena käytetty hlö-ajoneuvoa, joka ajaa vuodessa 20 000 km, bensiinin kulutus 7 l/100 km).

Tuotantolaitoksella jalostettu biometaani siirretään kaasuputkea pitkin tankkausasemalle.

4. YMPÄRISTÖKUORMITUS

4.1 PÄÄSTÖJEN LAATU JA MÄÄRÄ

BIOKAASULAITOS

Tuotettu biokaasu sisältää seuraavia komponentteja (keskimäärin); 55–60 % metaania (CH₄) ja 40–45 % hiilidioksidia (CO₂). Lisäksi biokaasu sisältää hyvin pieniä määriä rikkivetyä (H₂S, 0,001 %) ja vetyä (H₂, 0,5 %). Biokaasun lämpöarvo on noin 21 MJ/m³ (noin 6 kWh/m³).

Biokaasulaitos käyttää energiantuotannossa uusiutuvia raaka-aineita. Biokaasulaitoksen tuottamalla biokaasulla korvataan ajoneuvokäytössä fossiilisia polttoaineita. Korvattaessa uusiutuvalla energialla fossiilisia polttoaineita, voidaan vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Biokaasu luokitellaan biopolttoaineeksi, jonka hiilidioksidipäästöjä ei lasketa Suomen kasvihuonekaasujen kokonaispäästö määrään eikä huomioida päästökaupassa (Tilastokeskus 2021).

Taulukko 4. Arvio biokaasulaitoksen tuottamalla biokaasulla (kolme reaktoria) korvattavat fossiiliset polttoaineet vuodessa (MWh) ja korvaamisella vähennettävät liikenteen CO₂ -päästöt.

Biokaasulla korvattava polttoaine	Biokaasulla korvattavan polttoaineen energiamäärä (MWh)		Päästökerroin (kg CO ₂ /MWh) (1)	Päästöt korvattavien polttoaineiden osalta (kg CO ₂ /v)	
	min	max		min	max
Diesel, ajoneuvokäyttö (2)	178,5	663,75	230 (4)	41 055	152 663
Bensiini, ajoneuvokäyttö (3)	178,5	663,75	240 (5)	42 840	159 300
LNG			201		
Kevyt polttoöljy			263		
CHP (6 & 7)	357	1327,5			
YHTEENSÄ (kg CO₂ /v)				83 895	311 963

1) Päästökertoimet; Polttoaineluokitus 2020 (Tilastokeskus, https://www.stat.fi/static/media/uploads/khkaasut_polttoaineluok)

2) Arvio, että liikennekäyttöön suunnatusta biokaasusta puolella korvataan dieselin käyttöä.

3) Arvio, että liikennekäyttöön suunnatusta biokaasusta puolella korvataan bensiinin käyttöä.

4) Oletetaan, että sisältää 13,2 % biopolttoainetta tilavuudesta.

5) Oletetaan, että sisältää 9,3 % biopolttoainetta tilavuudesta.

6) Arvio, laitoksen omakäyttöenergian määrä on 1/4 tuotetusta biokaasusta.

7) Arvio, CHP-käyttöön ohjautuu 1/4 osa tuotetusta biokaasusta

Biokaasulaitos vähentää ajoneuvokäytössä liikenteen kasviuonekaasupäästöjä arviolta noin 83–312 t CO₂ vuodessa.

Biokaasun puhdistusprosessissa metaani ja hiilidioksidi erotetaan. Biokaasun puhdistusprosessissa saadaan talteen metaani, joka on tutkimusten mukaan 23 kertaa voimakkaampi kasviuonekaasu kuin hiilidioksidi (Al Seadi ym. 2009). Biometaanilla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita ja vähentää sitä kautta kasviuonekaasupäästöjä. Yllä olevassa taulukossa nähdään CO₂-päästöjen väheneminen, kun päästöttömällä biometaanilla korvataan fossiilisia polttoaineita. Prosessissa muodostuva hiilidioksidi vapautetaan ilmakehään kaasunjalostusyksiköstä. Tämä hiilidioksidi on nopeasti hiilen kierrossa kiertävää, sillä sen lähteinä ovat kasvukunnan lähteet ja se palautuu kasvien yhteyttämisen kautta nopeasti hiili- ja ruokajärjestelmän kiertoon.

Käytettäessä biokaasua polttoprosessissa, kaasun täydellisesti palaessa syntyy lähinnä hiilidioksidia (CO₂) ja vettä (H₂O). Lisäksi biokaasun poltossa voi muodostua pieniä määriä mm. typen oksideja (NO_x), rikkidioksidia (SO₂), hiilimonoksidia (CO) ja erittäin vähäisiä määriä hiilivetyjä (HC).

Laitoksen kaikki reaktorit ja putkistot ovat tiiviitä eikä niistä aiheudu valumia ympäristöön. Täten laitoksen toiminnasta ei aiheudu päästöjä maaperään (nestemäiset vuodot), ympäröiviin vesistöihin eikä pohjavesiin. Mikäli vuoto jostain syystä ilmenisi laitoksen piha-alueella, imeytetään vuodot imeytysaineeseen ja korjataan talteen.

Biokaasulaitoksessa muodostuvat lannoite- ja maanparannusaineet (mädätysjäännös) hyödynnetään Juholan tilan ja biokaasulaitokseen syötejakeita tuovien tilojen pelloilla, joten siltä osin voidaan vähentää aiemmin käytettyjen lannoitevalmisteiden (tai vastaavien tuotteiden) valmistuksen ja kuljetusten aiheuttamia päästöjä.

Biokaasulaitoksen lämmön- ja sähköntuotantoon hyödynnettävän CHP-generaattorin tai laitoksen muu käyttö ei lisää alueelle melua oleellisesti. Laitoksen käyttö ei aiheuta tärinää. Ainoa merkittävä melu ja mahdollinen tärinä aiheutuu laitosalueella tapahtuvasta syötteiden ja mädätysjäännöksen kuljetuksista aiheutuvasta liikenteestä.

JÄTEVEDET

Kuivamädätyslaitoksen prosesseissa käytettävää vettä ei ohjata vesistöihin tai viemäriverkostoon. Perkolaationeste on erinomainen lannoite, jota voidaan levittää pelloille sallittuna lannoitusaikana.

Laitosalueen lähellä oleva avo-oja laskee Ruosmanjokeen. Alueella ei ole olemassa olevaa hulevesiverkkoa. Alueella muodostuvat hulevedet ohjataan avo-ojaan, josta ne kulkeutuvat Ruosmanjokeen. Laitosalueen yleisestä siisteydestä huolehditaan, eikä laitosalueelta aiheudu päästöjä hulevesien mukana. Syöte- ja mädätysjäännöskuormien tyhjennykset ja lastaukset tehdään laitosalueella kiinteä pohjaisilla alustoilla, eikä niistä aiheudu kuormitusta hulevesiin. Syötteistä ja mädätysjäännöksestä muodostuvat puristenesteet ohjataan varastokäytössä olevassa neljännessä reaktorissa ja/tai varastosiilossa/siiloissa oleviin nesteenkeruu uriin sekä pumppauskaivoihin, josta ne ohjataan biokaasuprosessiin (ensisijainen laimennosvesi).

4.2 SYNTYVÄT JÄTTEET JA NIIDEN OMINAISUUDET, MÄÄRÄT, VARASTOINTI SEKÄ EDELLEEN TOIMITTAMINEN

Biokaasulaitoksen toiminnasta ei synny merkittäviä määriä jätteitä. Vähäiset syntyvät jättejakeet lajitellaan asianmukaisesti ja toimitetaan jätehuoltoyhtiön toimesta kierrätyspisteisiin. Jätehuoltosopimus tehdään asianmukaisen jätehuoltoyhtiön kanssa. Seuraavassa lista alustavasti arvioituista jätemääristä ja käsittelystä:

- Muovi (20 01 39): < 0,2 t/v Jätehuoltoyhtiö
 - o toiminnassa syntyvä muovijäte, esim. paalimuovi, suojavaatteet, aumamuovi
- Paperi ja kartonki (20 01 01) < 0,1 t/v Jätehuoltoyhtiö
 - o toiminnassa syntyvä pakkausmateriaali
- Metallit (20 01 40): < 0,2 t/v Jätehuoltoyhtiö
 - o laitoksen huollossa syntyvät metallijakeet, esim. käytöstä poistetut putkiosat
- Aktiivihiili (20 01 99) < 0,2 t/v Jätehuoltoyhtiö
 - o Biokaasun puhdistukseen, rikkivedyn ja muiden epäpuhtauksien poistoon tarkoitettu, käytetty aktiivihiili.

5. PARAS KÄYTTÖKELPOINEN TEKNIikka (BAT) JA YMPÄRISTÖN KANNALTA PARAS KÄYTÄNTÖ (BEP)

Biokaasulaitoksessa tuotetaan ajoneuvopolttoainetta uusiutuvista raaka-aineista, jonka avulla voidaan vähentää tieliikenteen fossiilisten polttoaineiden käyttöä. Käyttämällä biokaasua ajoneuvojen polttoaineena voidaan vähentää merkittävästi ajoneuvon CO₂-päästöjä (taulukko 4). Siirryttäessä esimerkiksi bensakäytöstä biokaasuun, pienhiukkaspäästöt vähenevät noin 66 %, SO₂-päästöt vähintään 98 % ja NO_x-päästöt vähintään 98 % (Lampinen 2003).

Biokaasulaitoksen syötteinä ovat peltobiomassat ja kuivalanta, joiden jalostusarvoa biokaasuprosessilla voidaan nostaa mm. vähentämällä rikkakasvien itävyyttä ja lisäämällä liukoisen typen määrää. Biokaasuprosessilla voidaan tuottaa kierrätyslannoitteita ja hyödyntämällä niitä paikallisesti voidaan vähentää maatalouden lannoitevalmisteiden valmistuksen ja kuljetuksen aiheuttamia välillisiä ympäristöpäästöjä. Biokaasulaitoksen avulla voidaan myös parantaa sekä ylläpitää alueen peltojen kasvukuntoa.

Biokaasulaitoksen voidaan katsoa hyödyntävän ympäristön parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa ja toimintatapaa kiertotalouden, ravinteiden kierrätyksen ja fossiilisten polttoaineiden korvaamiseksi.

Jätteen biologisen käsittelyn parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa (BAT) koskevista yleisistä päätelmistä huomioon on otettava seuraavat kohdat EU:n komission täytäntöönpanopäätöksestä (2018).

Yleinen ympäristönsuojelun taso:

BAT 33. Hajupäästöjen vähentämiseksi ja yleisen ympäristönsuojelun tason parantamiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on valita tuleva jäte.

- Biokaasulaitokselle otetaan vastaan vain ennalta määritellyjä ja prosessiin soveltuvia syötteitä. Syötteiden alkuperä tunnetaan (syötejakeet Juholan tilalta ja lähitaloilta).

Päästöt ilmaan

BAT 34. Ilmaan johdettavien orgaanisten yhdisteiden ja hajuyhdisteiden, H₂S ja NH₃ mukaan luettuina, kanavoitujen päästöjen vähentämiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on käyttää esimerkiksi adsorptiomenetelmää.

- Tarpeen mukaan hajunpoistomenetelmänä käytetään tarkoituksenmukaista menetelmää, joka voi olla esim. biofilterit, aktiivihiilisuodattimet ja otsonointi.

BAT 38. Ilmaan vapautuvien päästöjen vähentämiseksi ja yleisen ympäristönsuojelun tason parantamiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on tarkkailla ja/tai valvoa keskeisiä jätteen ja prosessien muuttujia.

- Laitoksen automaattinen valvontajärjestelmä tarkkailee ja tallentaa tarvittavia parametrejä:
 - o lämpötilat putkissa ja säiliöissä
 - o paine putkissa ja kaasuvälikameroissa
 - o säiliöiden pinnantasot
 - o paineistetun sääsuojakuvun toiminta
 - o virtaukset
 - o kaasun käyttölaitteiden toiminta

- Lisäksi tarkkaillaan turvallisuustekijöitä:
 - o mahdolliset säiliöiden ylitäytön suojat
 - o kaasuilmaisimet niissä paikoissa, missä tarvitaan
 - o palovaroittimet

Päästöt veteen ja veden kulutus

BAT 35. Jäteveden muodostumisen ja veden kulutuksen vähentämiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on käyttää seuraavia menetelmiä:

Vesivirtojen erotus

- Hulevedet ja prosessivedet pidetään erillään.

Veden kierrätys

- Ensisijainen laimennosvesi laitoksella on biometaanin jalostuksen vesipesurin käytöstä poistuva vesi ja varastosiiloista talteen otettavat suotovedet. Nämä vedet käytetään perkolaationesteen laimentamiseen.

Suotoveden muodostumisen minimointi

- Kiinteä mädätysjäännösjae varastoidaan mm. Juholan tilan kuivalantalassa, vuokratuissa kuivalantaloissa, syötteitä biokaasulaitokseen tuovien tilojen varastoissa tai se levitetään suoraan peltoon sallittuna levitysjankohtana. Syötteistä ja mädätysjäännöksestä muodostuvat puristenesteet ohjataan Juholan tilan varastosiiloissa oleviin nesteenkerauriin sekä pumppauskaivoihin, josta ne ohjataan biokaasuprosessiin (ensisijainen laimennosvesi).

6. VAIKUTUKSET YMPÄRISTÖÖN

6.1 ARVIO TOIMINNAN ERI VAIKUTUKSISTA YMPÄRISTÖÖN

VAIKUTUKSET YLEISEEN VIIHTYSYYTEEN JA IHMISTEN TERVEYTEEN

Toiminnalla ei ole vaikutusta ihmisten terveyteen.

Laitos sijoittuu kiinteistöllä olevan Juholan tilan tilakeskuksen yhteyteen ja nivoutuu osaksi kiinteistöllä olevia rakennuksia. Kiinteistö rajautuu, metsään, Juholan tilan tilakeskukseen ja Viekinjärventiehen, minkä vuoksi laitoksen ei katsota vaikuttavan alueen yleiseen viihtyisyyteen.

Kaasun tankkausasema voi lisätä jonkin verran ajoneuvoliikennettä alueelle. Henkilöautojen tankkauskertoina määritettäessä tuotetun biometaanin määrä riittää kattamaan arviolta noin 5–21 ajoneuvon tankkaamisen (25 kg/tankkaus) vuorokaudessa (100 % tuotetusta biokaasusta ohjautuisi biometaanin tuotantoon).

VAIKUTUS LUONTOON JA LUONNONSUOJELUARVOIHIN SEKÄ RAKENNETTUUN YMPÄRISTÖÖN

Hankkeella ei katsota olevan merkittävää vaikutusta ympäröivään luontoon ja luonnonsuojeluarvoihin. Laitos nivoutuu Juholan tilan tilakeskuksen rakennuksiin hyvin.

VAIKUTUS VESISTÖÖN JA SEN KÄYTTÖÖN

Hankkeella ei ole vaikutuksia paikallisiin vesistöihin. Tuotantoprosessi on täysin suljettu, joten laitokselta ei muodostu valumia ympäristöön.

Vesistöihin laitoksen toiminta vaikuttaa välillisesti, sillä käytettäessä mädätysjäännöstä, kasvit käyttävät ravinteet tehokkaammin, jolloin niitä kulkeutuu vähemmän vesistöihin.

ILMAAN JOUTUVIEN PÄÄSTÖJEN VAIKUTUKSET

Panostoimiset kuivamädätysreaktorit on suunniteltu siten, että ne ovat tiiviitä, eikä niiden käynnissä ollessa muodostu hajuhaittaa. Pienimuotoista hajua voi ilmetä panosten vaihdon yhteydessä. Panoksien vaihtamiseen kuluu noin 1–3 päivää/reaktori. Panosten vaihtamisen

yhteydessä reaktorin kaasukate avataan ja mädätysjäännös siirretään kuormaajalla kuivalantalaan, vuokra lantaloihin, suoraan peltolevitykseen tai kuljetetaan biokaasulaitokseen syötejakeita tuovien tilojen varastoihin. Varastosiiloissa olevat syöteaumat tullaan avaamaan panoksien vaihtamisen yhteydessä. Avaamisen yhteydessä voi ilmetä pienimuotoista säilörehun tuoksua. Sekä reaktorien että varastoaukkojen avaamiset pyritään pitämään mahdollisimman lyhytkestoisina, jotta mahdolliset lievät hajuhaitat saadaan minimoitua. Panoksien vaihtoja kolmella reaktorilla, joita käytetään maksimikapasiteetilla ja kolmen kuukauden viipymäajalla, tulee noin 12 kertaa vuodessa.

Biokaasun tuotannolla voidaan vähentää tieliikenteen CO₂ -päästöjä (tarkasteltu aiemmin). Biokaasulaitoksen tuotantoprosessi on täysin suljettu, joten siitä ei aiheudu päästöjä ilmaan. Mahdollisessa häiriötilanteessa, jossa biokaasun puhdistusprosessi ei toimi tai on huollossa, tuotettu kaasu hyödynnetään kaasupolttimella. Mikäli kaasupoltinkaan ei jostain syystä toimi, ohjautuu kaasu ylipaineventtiilin kautta ulkoilmaan varotoimenpiteenä, jotta yhdenaikainen tilanne ei aiheuta ongelmia tekniselle prosessille. Tämä tilanne on kuitenkin erittäin epätodennäköinen.

VAIKUTUKSET MAAPERÄÄN JA POHJAVETEEN

Biokaasulaitoshanke on maaperän kasvukuntoa parantava, koska prosessilla voidaan palauttaa humusta viljeltäville pelloille. Pohjaveteen hankkeella ei ole vaikutusta.

MELUN JA TÄRINÄN VAIKUTUKSET

Biokaasun tuotantoyksikössä ääntä tuottaa vain kaasumoottori. Moottori sijoitetaan palo- ja äänieristettyyn tilaan, joka itsessään vaimentaa ääntä merkittävästi. Lisäksi pakoputkeen voidaan asentaa tuplaäänenvaimennin, jolloin aiheutuva äänihaitta on hyvin vähäinen ja rajoittuu biokaasun tuotantoyksikön sijoittelukohteeseen. Tuotantoyksikkö sijoittuu maatilalla tuotantorakennusten läheisyyteen, jotka osaltaan vaimentavat myös ääniä ympäristöön.

Kuivamädätyslaitoksen panosten vaihtamiseen käytettävästä kuormaajasta ja raaka-aineiden tuontiin sekä mädätysjäännöksen pois kuljettamiseen käytettävästä kuljetuskalustosta aiheutuu niille ominaista ääntä. Näistä äänistä ei katsota olevan haittaa alueelle, sillä laitoksen sijainti on syrjäinen ja tien vieressä, jossa on muutoinkin säännöllistä liikennöintiä. Ääni on vaimeaa sekä ajoittaista.

Laitos ei itsessään aiheuta tärinää ympäristöön.

7. TARKKAILU JA RAPORTOINTI

7.1 TOIMINNAN JA VAIKUTUSTEN TARKKAILU JA RAPORTOINTI

KÄYTTÖTARKKAILU

Biokaasulaitoksen prosessin ohjaus toteutetaan täysin automaattisesti ja valvotaan etäkäytön avulla sekä säännöllisillä valvontakäynneillä paikan päällä. Tuotantoprosessin valvonnasta vastaa laitosvastaavaksi nimettävä henkilö.

Biokaasulaitoksen osaprosesseissa mitattavia ja seurattavia parametrejä (voivat poiketa eri tuotantoprosesseissa):

Reaktorit:

- biokaasun tuotantomäärä (päivä- kuukausi- tai vuosikohtainen tuotantomäärä)
- lämpötila (°C)

Biokaasun koostumus:

- metaanipitoisuus (%)
- hiilidioksidipitoisuus (%)
- rikkivetypitoisuus (ppm)

Laitoksen toiminnasta kertovien tunnuslukujen kirjaaminen ja raportointi:

Käsiteltävät massamäärät:

- t/vuodessa

Tuotettu energia- ja kaasumäärä

- vuotuinen tuotettu kaasumäärä (m³ vuodessa)
- vuotuiset tuotetut sähkö- ja lämpömäärät (MWh/v)

Biometaanin (ajoneuvokaasun) vuotuinen tuotanto:

- Nm³/vuodessa

Mädätysjäännösmäärät:

- t tai m³ vuodessa

Biokaasulaitoksen toimintaa ohjaa automaatiojärjestelmä, jonne tallentuu keskeiset laitoksen toimintaa kuvaavat mittaustiedot. Automaatiojärjestelmä tekee myös vikailmoituksen mahdollisesta toimintahäiriöstä. Laitosvastaava kirjaa mahdolliset häiriötilanteet laitospäiväkirjaan.

PÄÄSTÖTARKKAILU

Ilmapäästöjä tarkkaillaan mahdollisten häiriötilanteiden osalta.

Laitoskokonaisuuden käytön aiheuttama melupäästö on vähäinen ja sen ei katsota lisäävän alueen melutasoa oleellisesti.

Jätteistä pidetään kirjaa.

VAIKUTUSTARKKAILU

Koska toiminnasta aiheutuu vain hyvin vähäisiä päästöjä, ei varsinaiseen vaikutustarkkailuun katsota olevan aihetta.

MITTAUSMENETELMÄT JA –LAITTEET, LASKENTAMENETELMÄT SEKÄ NIIDEN LAADUNVARMISTUS

Kts. kohta käyttötarkkailu. Laitoksen mittalaitteiden toimivuus ja luotettavuus taataan huoltamalla laitos laitetoimittajan huolto-ohjelman mukaisesti.

RAPORTOINTI JA TARKKAILUOHJELMAT:

Biokaasulaitoksen tarkkailuraporttiin kirjataan laitoksen toiminta-ajat, käsiteltävien massojen määrät, mädätysjäännöksen määrä, CHP-yksiköllä tuotetut sähkön- ja lämmön määrät sekä tuotettu biometaanin määrä. Lisäksi raportoidaan mahdolliset merkittävät toimintahäiriöt. Tarkkailuraportti toimitetaan tarkkailusuunnitelmassa määritetysti viranomaisille vuosittain.

Merkittävät häiriötilanteet kirjataan ja niistä ilmoitetaan tarvittaessa erikseen.

Toiminnanharjoittajan vakuus:

Hakija esittää vakuudeksi 1000 €.

8. LÄHTEET

Al Seadi, T., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S. & Janssen, R. 2009. Biogas Handbook. Esbjerg, Tanska: University of Southern Denmark. 126 s.

Euroopan Unionin virallinen lehti 17.8.2018. Komission täytäntöönpanopäätös (EU) 2018/1147: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/75/EU mukaisten parhaita käytettävissä olevia tekniikoita (BAT) koskevien päätelmien vahvistamisesta jätteenkäsittelyä varten.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018D1147&from=EN>

Lampinen. 2003. Jätteiden liikennepolttoainepotentiaali Suomessa.

(http://www.kaapeli.fi/~tep/projektit/liikenteen_biopolttoaineet/Kuntatekniikka_biokaasupotentiaali.PDF, vierailtu 3.5.2010

Lieksa. 2022. Ajantasaiset asemakaavat. <https://www.lieksa.fi/asmakaavat>

Metener Oy. 2016. Vaikeasti hyödynnettävien maatalouden sivutuotteiden ravinteet ja energia käyttöön -hankkeen loppuraportti 8.1.2016.

<https://www.ym.fi/download/noname/%7BFEC7EB79-82EC-4741-9666-0AFB2FCC093C%7D/117250>

Metener Oy. 2019. Biokaasun jalostus vesiabsorptiolla. http://www.metener.fi/wp-content/uploads/2019/05/jalostus_10_10_18-1.pdf

Tilastokeskus. 2021. Polttoaineluokitus.

https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_2021.xlsx

9. LIITTEET

Liite 1	Tämä dokumentti
Liite 2	Yleiskartta
Liite 3	Sijaintikartta
Liite 4	Prosessikaavio
Liite 5	Julkisivukuva panostoiminen kuivamädätys
Liite 6	Naapurikiinteistöt
Liite 7	Asemapiirros
Liite 8	Leikkauskuvat
Liite 9	Reaktori & kaasuväestö julkisivut
Liite 10	Reaktori & kaasuväestö pohjapiirustukset