

Biokaasulaskuri.fi

BIOKAASULASKURIN KÄYTTÖOHJE

KÄYTÄNNÖN OHJEITA BIODAASULAITOINVESTOINTIA
HARKITSEVALLE.



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

Tekijät

Markku Riihimäki Ukipolis Oy

Katja Mahal Maahal-viestintä

Jani Suoniemi Satafood ry

Juha Nurmio, Saara Sirkiä Turun AMK

Sanna Marttinen, Ville Pyykönen, Erika Winqvist MTT

Asiantuntijaryhmässä

Lassi Hurskainen, Markku Alm, Raija Seppänen, Markku Lappi, Fredrik Ek, Markku Järvenpää

Julkaisijat

Ukipolis Oy Merilinnuntie 1, FI - 23500 Uusikaupunki
www.ukipolis.fi

MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
Humppilantie 14, 31600 Jokioinen
www.MTT.fi

Kansikuva
True Energy, pienoismalli

Käyttöoikeus
Biokaasulaskuri.fi sekä tämä ohjekirja on vapaasti käytettävissä biokaasulaitosinvestointia harkitsevalle, viranomaisille sekä rahoittajille Biokaasulaskuri.fi sivuston yhteydessä käytettynä. Tekijät eivät takaa tietojen ja kuvien oikeellisuutta tässä ohjekirjassa. Ohjekirja on tarkoitettu oppaaksi aloittavalle yrittäjälle biokaasulaitosinvestoinnin eri vaiheissa.

Hankkeen on rahoittanut Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto, Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2007-2014,

Toimenpide: Yhteistyö maatalouden ja elintarvikealan sekä metsätalouden uusien tuotteiden, menetelmien ja tekniikoiden kehittämiseksi.
Hanke on toteutettu valtakunnallisena kehittämishankkeena

Hankkeen tekijät kiittävät yhteistyötahoja, ohjausryhmää sekä hankkeen onnistumiseen vaikuttaneita tahoja ja henkilöitä.

Markku Riihimäki
Toukokuu 2014

Taustaa

Biokaasulaskuri on toteutettu Maaseuturahaston rahoittamassa Biokaasulaitosinvestoinnin laskentatyökalu -hankkeessa. Tämä ohjekirja on tarkoitettu käytettäväksi www.biokaasulaskuri.fi – osoitteessa toimivan laskurin kanssa selittämään laskurin toimintalogiikkaa ja antamaan lisätietoja. Ohjekirjan otsikointi noudattaa laskurin sivujen järjestystä.

Biokaasulaskuri on tarkoitettu biokaasulaitoksen alustavan kannattavuuden arviointiin. Sillä voi mm. vertailla erilaisten syötteiden vaikutusta energiantuottoon ja eri energiantuotantomuotojen kannattavuutta. Laskurin antamat tulokset ovat kuitenkin vain suuntaa-antavia. Laskenta tulee aina tarkentaa ennen investointipäätöksen tekemistä.

Laskuri koostuu kahdesta tasosta: pääsivut ja sisäsivut. Etenemällä pääsivuilla, laskenta tehdään käyttämällä laskurin oletusarvoja. Sisäsivuilla, jonne pääsee klikkaamalla -kuvakkeita, voi muuttaa oletusarvoja omiksi arvoikseen. Jos Omat arvot -kenttään on syötetty lukuarvo, laskuri käyttää tätä arvoa. Jos Omat arvot -kenttä on tyhjä, laskuri käyttää oletusarvoa. Oletuksena laskurissa on yleisesti käytetty biokaasulaitostyyppi, jossa on jatkuvatoiminen, täyssekoitteinen pystyreaktori ja joka toimii mesofiilisenä (n.37 °C) märkäprosessina. Laskuri käyttää laskennassa oletusarvoja, jotka ovat kirjallisuuteen tai kokemukseen perustuvia keskimääräisiä arvoja. Käytännössä arvot voivat vaihdella paljon.

Yleistä tietoa biokaasuprosessista ja biokaasuliiketoiminnasta löytyy mm. seuraavista raporteista:

Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT): Biokaasun tuotanto suomalaisessa toimintaympäristössä

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37998>

Biokaasuyrittäjän toimintaympäristö Suomessa, MTT raportti 103
<http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/481097/mttraportti103.pdf>

Biokaasuteknologiaa maatiloilla I, MTT raportti 113
<http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/481263/mttraportti113.pdf>

Sustainable biogas production: A handbook for organic farmers
<http://www.sustaingas.eu/handbook.html>

Biokaasun käyttöön ja rakentamiseen liittyviä ohjeita
<http://www.maakaasu.fi/sisalto/julkaisuja>

1 Sisältö

BIOKAASULASKURIN KÄYTTÖOHJE.....	1
KÄYTÄNNÖN OHJEITA BIOKAASULAITOINVESTOINTIA HARKITSEVALLE.	1
Tekijät	2
Taustaa	3
2 Perustiedot.....	6
2.1 Näin käytät laskurin Perustiedot-sivua.....	6
3 Syötteet.....	6
3.1 Näin käytät laskurin Syötteet -sivua.....	9
3.2 Laimennusveden tarve.....	11
4 Tekniikka	11
4.1 Biokaasulaitoksen syötteiden metaanintuottopotentiaali	13
4.2 Tekniset tiedot	13
4.3 Näin käytät laskurin Tekniikka-sivua.....	14
5 Energia	15
5.1 Näin käytät laskurin Energia-sivua	19
5.2 Energiantuotantos suunnan valinta	19
5.3 Biokaasulaitoksen ja oma yrityksen energiankulutus	20
5.4 Energian käytön yhteenveto	21
6 Investoinnit.....	22
6.1 Syötteen vastaanotto ja varastointi	22
6.2 Biokaasun tuotantoyksikkö	23
6.3 Kaasun jalostus ja käyttö	23
6.3.1 Lämpöenergian tuotanto	23
6.3.2 Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP).....	23
6.3.3 Biokaasun jalostaminen liikennekäyttöön	24
6.3.4 Ylijäämäbiokaasun poltto	24
6.3.5 Kaasun siirto	24
6.3.6 Lämpöenergian siirto	25
6.3.7 Käsittelyjäännöksen varastointi	25
6.3.8 Käsittelyjäännöksen jatkojalostus ja tuotteiden varastointi	25
6.4 Näin käytät laskurin Investoinnit-sivua.....	26
6.4.1 Investointiluokat ja hintatiedot.....	26
7 Tuotot ja kulut.....	30
7.1 Näin käytät laskurin Tuotot ja kulut -sivua	31
8 Kannattavuus.....	32

8.1	Näin tulkitset laskurin antamia kannattavuuslukuja.....	32
9	Lyhenteet ja niiden merkitys.....	36
10	Vihjeitä laskurin käytöstä investoinnissa ja toimivassa laitoksessa.....	36
10.1	Biokaasulaskuri tuotannonsuunnittelun eri vaiheissa.....	37
10.1.1	Esiselvitys I.....	37
10.1.2	Esiselvitys II.....	37
10.1.3	Koelaskelmat.....	37
10.1.4	Investointisuunnitelman jatkaminen	37
10.1.5	Biokaasulaskurin rooli asiantuntijan tullessa mukaan suunnitteluun	37
10.1.6	Rakennuslupa ja investointituki	38
10.2	Laskuri toimivan laitoksen apuna.....	38
11	Ravinnelaskuri	39
12	Investointiin liittyviä kaavakkeita	40
	Yhteistyössä	41

2 Perustiedot

Suomi jaetaan kasvuvyöhykkeisiin perustuen kasvukauden pituuteen, lämpötilaan sekä talviolosuhteisiin. Sijainnilla on merkitystä biokaasuliiketoimintaan, koska ilmaston kylmentyessä satokausi lyhenee, jolloin hehtaarisadot pienenevät. Lisäksi laitoksen lämmitystarve on suurempi kylmemmässä ilmastossa. Vastaavasti investointituet ovat maan pohjoisosassa suurempia. Biokaasulaskurissa Suomi on jaettu viiteen kasvuvyöhykkeeseen mukaillen ilmatieteen laitoksen kahdeksaa vyöhykettä.

Toiminnot, jotka toistuvat joka sivulla:

 Merkkiä klikkaamalla saat kohteesta lisätietoa.

Päivitä Painikkeella tallennat muutokset.

Tallenna ja jatka Painikkeella tallennat muutokset ja jatkat seuraavalle sivulle.

 Merkkiä klikkaamalla siirryt tasolle, jossa voit muuttaa laskurin arvoja omiksi arvoiksi.

2.1 Näin käytät laskurin Perustiedot-sivua

Katso karttakuvasta, minkä kasvuvyöhykkeen alueelle laitos sijoittuu ja valitse vyöhyke alasettovalikosta. Vyöhykkeen lämpötilatietoja käytetään reaktorin lämmitystarpeen laskennassa Energia-sivulla.

3 Syötteen

Biohajoavia orgaanisia aineita (hiilihydraatit, proteiinit, rasvat) voidaan käsitellä mädätysprosessissa, jossa hapettomissa olosuhteissa toimivat mikrobit hajottavat sitä

pienemmiksi yhdisteiksi, kunnes lopputuotteena muodostuu biokaasua. Ligniini ei hajoa prosessissa, joten esimerkiksi vasta keväällä korjatun ruokohelven orgaaninen aine ei tuota hyvin biokaasua, eikä esimerkiksi puu sovi biokaasulaitoksen syötteenä.



Jatkuvasyöttöinen biokaasuprosessi toimii hyvin, kun mikrobeille on ravintoa sopivasti tarjolla ja reaktorissa vallitsee niille optimaalinen lämpötila ja pH. Yleisimpiä maatilojen biokaasulaitosten syötteitä ovat eläinten lanta ja peltobiomassat. Lietelanta tarjoaa mädätystä suorittaville mikrobeille tarvittavat määrät ravintoaineita (orgaanista ainetta, typpeä, fosforia, hivenaineita) ja sillä on korkean typpipitoisuutensa ansiosta hyvä

puskurointikapasiteetti pH:n muutoksia vastaan. Toisaalta esimerkiksi liian korkeasta typpipitoisuudesta seuraava ammoniakki-inhibitio voi heikentää mikrobien toimintaa ja vähentää metaanintuottoa (ei huomioitu laskurissa). Lietelanta sisältää runsaasti vettä, joten se sopii hyvin syötteen laskurissa oletuksena käytettyyn märkäprosessiin. Varsinkin märehäijöiden liotelanta on kuitenkin metaanintuottopotentiaaliltaan vaatimatonta verrattuna esimerkiksi biojätteeseen ja peltobiomassoihin. Kuutiosta liotelantaa saadaan noin 11 m^3 metaania, kun taas kuutio esikuivattua säilörehua tuottaa noin 111 m^3 metaania (laskurin oletusarvoja). Tyypillisesti rehukäytössä olevat monivuotiset heinäkasvit soveltuvat erinomaisesti biokaasun tuottamiseen niiden hyvän hajoavuuden vuoksi. Ne ovat helppoja viljellä sekä varastoida. Yhden pellohehtaarin sato voi tuottaa jopa $2000 - 4000 \text{ m}^3$ metaania vuodessa, mikä vastaa energiasisällöltään $20 - 40 \text{ MWh/a}$. Vaihtelu johtuu esimerkiksi satokauden pituudesta, viljeltävistä lajikkeista sekä viljelyolosuhteista. (<http://ilmatieteenlaitos.fi/kasvuvyohykkeet>)

Metaanintuottopotentiaali kertoo suurimman mahdollisen raaka-aineesta saatavan metaanikaasun määrän painoyksikköä kohti, yleensä syötteen orgaanisen aineen tonnia kohti ($\text{m}^3 \text{ CH}_4/\text{t VS}$) tai tuoretonnia kohti ($\text{m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$). Käytännössä esimerkiksi korkea orgaanisen aineen kuormitus ja syötteen lyhyt viipymäaika jatkuvasyöttöisessä reaktorissa (ks. 3 TEKNIKKKA) voivat pienentää syntyvän metaanin määrää. Toisaalta esim. liotelannan ja säilörehun yhteiskäsittelyssä jatkuvatoimisen biokaasulaitoksen metaanintuotto voi jopa ylittää syötteen yhteenlasketun metaanintuottopotentiaalin, esimerkiksi mikrobeille suotuisan ravinnekoostumuksen vuoksi. Taulukossa 1 on lueteltu esimerkkejä ja vaihteluvälejä biokaasulaitoksen syötteen metaanintuottopotentiaaleille ja muille ominaisuuksille. Yleisesti voidaan sanoa, että biokaasu sisältää noin $55 - 70 \%$ metaania ja $30 - 45 \%$ hiilidioksidia. Syöteseoksen raaka-aineet vaikuttavat suuresti kaasun koostumukseen. Metaanin energiasisältö on noin 10 kWh/m^3 . Hiilidioksidilla ei ole lämpöarvoa.



Kuva 2. Syötteen sekoitus ja hienontaminen ennen reaktoriin syöttämistä.

Taulukko 1. Syötteiden ominaisuuksia. Arvot perustuvat useisiin kirjallisuuslähteisiin ja tekijöiden kokemukseen. TS = kuiva-ainepitoisuus, VS/TS % = orgaanisen aineen osuus kuiva-aineesta, CH₄-pot. m³/t VS = orgaanisen aineen metaanintuottopotentiaali, CH₄-pot. m³/t = tuoretonnin metaanintuottopotentiaali ja NPK %/TS = syötteen kuiva-aineen kokonaisravinnepitoisuudet.

SYÖTE	TS	VS/TS	CH ₄ -pot.	CH ₄ -pot.	N	P	K
	(%)	(%)	(m ³ /tVS)	m ³ /t	(%TS)	(%TS)	(%TS)
Naudan lietalanta	5-14	75-85	120-300	5-36	3-6	0,5-0,9	2,8-7,8
Naudan kuivikelanta	17-25	68-85	100-250	12-53	1,1-3,4	0,6	2,2
Sian lietalanta	4-10	75-86	180-490	5-42	6-18	2,3	5,1
Sian kuivikelanta	20-34	75-81	162-270	24-74	2,4-5,2	1,6	1,4
Siipikarjan kuivikelanta	32-65	63-80	150-300	30-156	3,1-5,4	1,7	2,1
Lampaan/vuohen kuivikelanta	35	77	88-113	24-30	2,6	0,6	3,3
Hevosien kuivikelanta	33	78	200	51	1,5	0,3	5,3
Turkiseläinten kuivikelanta	39	78	200	61	2,9	4,2	0,5
Yhdyskuntien biojäte	27	90	400	97	2,0	0,4	1,0
Sisävesikala	28	85	520	124	11,0	3,4	1,0
Kala- ja perkuujäte	27	85	520	119	10,0	3,4	1,0
Leipomojäte	66	90	400	238	2,3	0,2	1,0
Maitojäte (hera)	6	90	420	23	5,0	0,8	2,4
Makeisjäte	90	95	380	325	0,0	0,0	1,0
Rasvajäte	40	90	800	288	0,4	0,0	1,0
Teurasjäte	20-31	90	200-910	36-254	8,0	1,0	1,0
Vihannesjäte	11	92	180-514	18-52	1,6	0,2	2,0
Viljan lajittelujäte	87	90	230	180	0,5	0,1	1,5
Glyseroli	95	79	580	435	-	-	-
Elintarvikejalostuksen puhdistamoliete	2-30	70	300-500	4-105	4,0	2,5	1,0
Metsäteollisuuden biol. puhdistamon liete	20	70	100	14	1,5	0,3	1,0
Metsäteollisuuden jätevesien primääriliete	20	70	300	42	1,2	0,1	1,0
Yhdyskuntien jätevesiliete	3-50	70	200-400	4-140	4,0	2,5	1,0
Säilörehu (nurmiheinät)	20-40	90	213-360	38-130	3,4	0,6	3,0
Ruokohelpi, tuoreena korjattu	20-40	90	253-351	55-76	2,0	0,5	3,0
Järviruoko, tuoreena korjattu	32	90	250	72	1,0	0,1	3,0
Vihannesten naatit	11	90	300	30	2,2	0,2	4,8
Olki	85	90	230	176	0,6	0,1	1,5
Öljykasvien korret	90	90	250	203	1,6	0,1	1,0

Jos laitoksella käsitellään eläinperäisiä sivutuotteita tai elintarvikejätettä, pitää ottaa huomioon sivutuoteasetus ja sivutuotteiden luokittelu. Myös lannoitevalmistelainsäädäntö asettaa rajoituksia toiminnalle (ks. linkit alla).

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/elaimista+saatavat+sivutuotteet/biokaasutus+ja+kompostointi/elainperaiset+elintarvikkeet>

<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/lainnsaadanto>

<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/laitoshyvaksynta/>

Biokaasulaitosta suunnittelevan tulee olla toiminnan laajuudesta riippuen yhteydessä mm. seuraaviin tahoihin:

- Evira
<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/elaimista+saatavat+sivutuotteet/biokaasutus+ja+kompostointi/>
- ympäristölupaviranomainen (ELY-keskus tai kunta)
Investointikohteen sijaintikunta ja alueen ELY- keskuksen ympäristöosasto.
- yli 20 000 t/v materiaalia käsittelevä laitos: ELY-keskus
ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA) toteuttamiseksi
<http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ymparistovaikutusten-arviointi#.U3B4FSgkQTA>
- sähköyhtiö ja verkonhaltija
Yhtiö, jonka kanssa halutaan solmia sähkön osto/ myyntisopimus ja alueen verkonhaltija.
- TUKES
www.tukes.fi
- palo- ja pelastusviranomainen
Alueellinen pelastuslaitos
- rakennuslupaviranomainen
Investoinnin sijaintikunnan rakennusviranomainen

3.1 Näin käytät laskurin Syötteet -sivua

Biokaasulaitoksen metaanintuotto riippuu ensisijaisesti syötteiden määrästä ja laadusta. Käyttäjä antaa laskuriin syötteiden määrän tonneina vuodessa (t/v) ja laskuri laskee syötteiden kokonaismäärän. Laskuri on tarkoitettu ensisijaisesti maatilakokoluokan ja maatilojen yhteisten laitosten kannattavuuden arviointiin. Syötteiden kokonaismäärälle on asetettu ylärajaksi 6000 t kuiva-ainetta. Tätä suuremmilla määrillä laskentaa ei

suoriteta. Laatuominaisuuksille laskuriin on asetettu oletusarvot, joita voi muuttaa laskurin sisäsivuilla ✎ (muokkaukuvake vasemmassa reunassa). Laskurissa syötetonnin oletetaan vastaavan tilavuutena yhtä kuutiometriä ($1 \text{ t} = 1 \text{ m}^3$), mitä arvoa käytetään esim. reaktorin hydraulisen viipymän laskennassa Tekniikka-sivulla. Syötteet-sivulle on listattu yleisimpiä syötteitä oletusarvoineen. Kunkin syötetyyppilistan lopussa on rivi omalle syötteelle, jonka ominaisuudet tulee käydä muuttamassa laskurin sisäsivuilla (klikkaa ✎-kuvaketta). Voit lisätä omia syötteitä myös korvaamalla jonkin olemassa olevan syötteen nimen ja ominaisuudet omilla tiedoilla. Syötteiden ominaisuuksista löytyy tietoa mm. englanninkielisestä Feedstock Databasestä.

<http://www.rtd-services.com/euagrobiogas/eu-database.html>

Jos tiedossa on eläinten määrä, voi niiden lannantuoton arvioida alla olevan taulukon avulla.

Taulukko 2. Eläinten lantamääriä t/a Kuvassa 5 on esitetty pääpiirteittäin eri tuotantosuunnat, niiden tuottamat energiatuotteet sekä energiatuotteiden ja –häviöiden suhde.

2008; Carlsson och Uldal, 2009) taulukot tullaan muuttamaan suomalaisen käytännön mukaisiksi.

Eläinlaji	Lietelanta		Kuivalanta		Kuivikelanta	
	Kokonais- paino (t)	Kuiva- aineen määrä (%)	Kokonais- paino (t)	Kuiva- aineen n määrä (%)	Kokonais- paino (t)	Kuiva- aineen määrä (%)
Lypsylehmä	26,5	9	10,8	20	15	25
Muu nautakarja	12,2	9	5,9	20	7	25
Vasikka, < 1 v	6	9	2,7	20	3,4	25
Hieho, härkä, siitossonni	10,3	9	4,4	20	6	25
Emakko	7,8	8	2,3	23	4,4	30
Lihaseika	2,6	8	0,5	23	-	30

Taulukko 3. Eläinten lantamääriä t/a (Linné et al., 2008; Carlsson och Uldal, 2009).

Eläinlaji	Lantamäärä (t TS)
Munituskana (1000 yksilöä)	11
Nuori kana (1000 yksilöä)	3,3
Teuraskanpoika (1000 yksilöä)	5
Kalkkuna ((1000 yksilöä)	12,0
Hevonen	1,5
Uuhi	0,25
Lammas	0,1

Laiduntavien eläinten kohdalla osa lannasta jää laitumelle, mikä pienentää biokaasulaitokseen syötettävän lannan määrää. Laskuriin tulee siten antaa vuosituottoa pienempi lannan määrä näiden eläinten kohdalla.

Laatuominaisuuksista tärkeimpiä ovat kuiva-ainepitoisuus, orgaanisen aineen (VS = volatile solids) pitoisuus ja metaanintuotto. Laskurissa oletuksena käytettävät metaanintuotot perustuvat kirjallisuudessa esitettyihin arvoihin ja tekijöiden kokemukseen biokaasulaitoksissa todellisuudessa saavutettavista tuotoista. Oletusmetaanintuotto oletetaan toteutuvan kokonaisuudessaan. Ravinnepitoisuuksia käytetään laskurissa lopputuotteen ravinteiden arvon laskennassa (ks. Yhteenveto-kohta).

3.2 Laimennusveden tarve

Biokaasulaitoksen liete- eli märkäprosessia operoidaan tyypillisesti n. 10 % kuiva-ainepitoisuudessa. Mikäli märkäprosessilla toimivaksi suunniteltuun laitokseen syötetään liian kuivaa syötettä, nousee riski sekoittimien ja pumppujen toimintahäiriöille ja rikkoontumiselle. Suurin mahdollinen kuiva-ainepitoisuus riippuu mm. syötteiden ominaisuuksista ja pumppujen ja sekoittimien tyypistä. Laimennus tapahtuu yleensä sekoittamalla vettä tai käsittelyjäännöksestä separoitua nesteosaa syötteeseen tai lisäämällä vettä suoraan reaktoriin. Laskuriin on määritetty syöteseokselle maksimikuiva-ainepitoisuudeksi 12 %, minkä ylittyessä laskuri laskee automaattisesti tarvittavan laimennusveden määrän ja lisää sen syötteiden kokonaismäärään.

4 Tekniikka

Lietemäinen syöte pumpataan tai esimerkiksi valutetaan eläinsuojasta biokaasulaitoksen esisäiliöön, josta se on automaattisesti pumpattavissa

reaktoriin haluttuina aikoina ja määrättyinä tilavuuksina. Kuivasyöte (esim. kasvimassa tai biojäte) kuormataan ensin syöttösäiliöön, jossa se yleensä hienonnetaan helpommin käsiteltäväksi. Hienontaminen pienentää syötteen partikkelikokoa ja lisää näin reaktiopinta-alaa, jolloin ravinto on paremmin mikrobien käytettävissä. Hienonnettu kuivasyöte siirretään esimerkiksi elevaattorin avulla ruuvikuljettimelle, joka vie syötteen reaktoriin. Kuivia raaka-aineita syötettäessä olisi hyvä, että syöttöpiste olisi nestepinnan alapuolella, jolloin syötteet sekoittuvat paremmin reaktorilietteeseen ja välttyään kiinteän kerrostuman muodostumiselta.

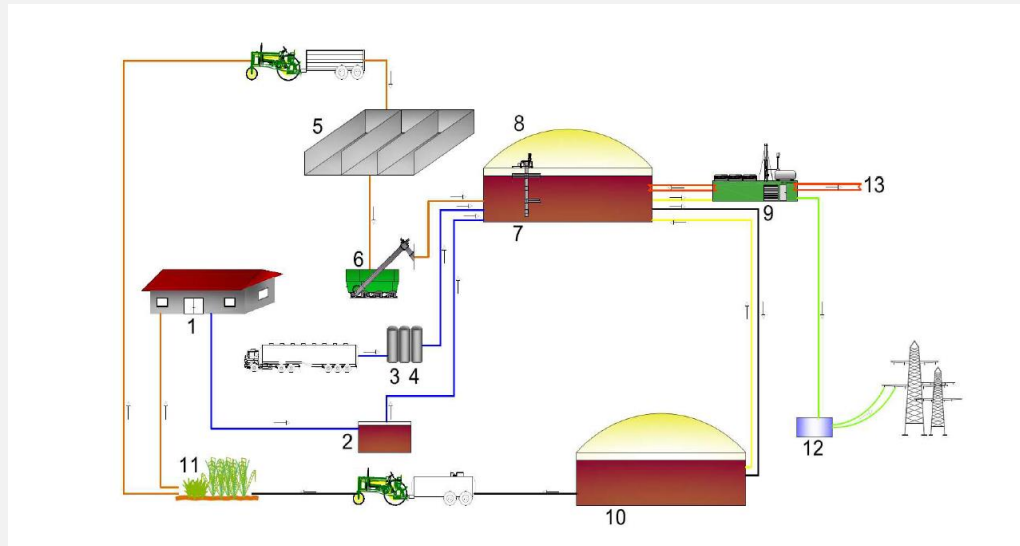
Tyypillinen reaktorin lämmitystapa on kiertovesilämmitys, joka pitää reaktorin noin 37 °C lämpötilassa. Sekoittimilla varmistetaan tasalämpöinen ja homogeeninen seos reaktorissa. Reaktorista poistetaan ennen syöttöä vastaava määrä vanhaa lietettä joko pumpun avulla tai lappomenetelmällä jälkikaasuuntumisaltaaseen tai suoraan käsittelyjäätösvarastoon. Käsittelyjäätös voidaan käyttää lannoitteena lannan tapaan lannoitevalmistelainsäädännön ja maatalouden ympäristötukiehtojen puitteissa

(<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/lainsaadanto>).

Syntyvä kaasu johdetaan kaasuväkäriin, josta se voidaan ohjata energiantuotantoon CHP-yksikölle tai lämpökattilalle poltettavaksi tai puhdistettavaksi liikennepolttoaineeksi. Metaania ei saa päästää ilmakehään sen ilmastoa lämmittävän vaikutuksen takia. Jos kaasua muodostuu enemmän kuin sitä voidaan hyödyntää, on ylimäärä poltettava esim. kattilassa ja johdettava lauhduttimeen tai poltettava soihdunpolttimessa.

Kuva 3. Biokaasulle soveltuva CHP yksikkö





- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. Navetta | 8. Kaasuvarasto |
| 2. Lietetankki | 9. CHP-yksikkö |
| 3. Biojätessäiliöt | 10. Jälkikaasutusallas |
| 4. Hygieniasointi | 11. Peltolevitys |
| 5. Vaakasiilo | 12. Sähköverkkoon |
| 6. Syöttösäiliö | 13. Lämmönkäyttö |
| 7. Biokaasureaktori | |

Kuva 4. Esimerkki maatilamittakaavan biokaasulaitoksesta, joka käyttää lantaa ja peltobiomassoja. (Lorenz 2008)

4.1 Biokaasulaitoksen syötteiden metaanintuottopotentiaali

Laskurissa laitokseen voi valita joko pelkän reaktorin tai reaktorin jälkikaasuuntumisaltaalla. Jälkikaasuuntumisallas on suositeltava, jotta metaanintuotto saadaan päättymään ennen lietteen siirtämistä avoimeen tilaan. Ilman jälkikaasuuntumisallasta toimivissa biokaasulaitoksissa on riskinä, että metaanintuotto jatkuu säiliöissä, jotka eivät ole kaasutiiviitä, jolloin metaani, joka on voimakas kasvihuonekaasu, pääsee ilmakehään.

4.2 Tekniset tiedot

Reaktorin viipymällä tarkoitetaan aikaa, jonka syöteseos teoriassa keskimäärin viipyy reaktorissa (hydraulinen viipymä = reaktorin tilavuus / päivittäisen syötteen tilavuus). Tarvittavan viipymän pituuteen vaikuttavat mm. materiaalin tasalaatuisuus ja kuiva-ainepitoisuus (TS), orgaanisen aineen määrä (VS), syötteen biohajoavuus prosessissa, käytettävä prosessilämpötila sekä reaktorin tilavuus ja sekoitus.

Pitkällä viipymäajalla saavutetaan parempi tulos orgaanisen aineen hajoamisessa sekä biokaasun määrässä. Toisaalta pitkä viipymä lisää syötetonnikohtaista lämmitystarvetta sekä kasvattaa laitoksen

investointikustannusta suuremman reaktorikoon vuoksi. Liian lyhyt viipymäaika taas voi johtaa reaktorin ylikuormitukseen, jolloin biokaasuntuotto laskee ja syöttömateriaalin hajoaminen jää riittämättömäksi.

Tarvittavan viipymäajan voi määrittää laboratoriotesteillä syötekohtaisesti tai oletetulle syöteseokselle jo ennen biokaasulaitoksen rakentamista. Näin saadaan tarkempi arvio tarvittavasta reaktorikapasiteetista. Tyypillinen viipymä suomalaisilla biokaasulaitoksilla on välillä 12-30 vrk, maatilojen lietelantaa tai lietelantaa ja kasvimassaa yhteiskäsittelyllä laitoksilla yleensä n. 20-30 vrk (+ jälkikaasuuntumisallas). Viipymä on yleensä lyhyempi lietteitä käsittelyllä laitoksilla ja pidempi kuivia syötteitä (esim. säilörehu) käsittelyllä laitoksilla.

Kuormituksella tarkoitetaan reaktoriin syötettävän orgaanisen aineen (VS) määrää reaktorikuutiometriä kohti vuorokaudessa (eli syötteen määrä vuorokaudessa (m^3/d) kertaa syötteen orgaanisen aineen pitoisuus (kg/m^3) jaettuna reaktorin nestetilavuudella. Kuormitus on maatilalaitoksissa tyypillisesti luokkaa 2,5–3,5 $\text{kgVS}/\text{m}^3\text{d}$ (Lehtomäki ym. 2007). Jäte- ja lietemateriaaleja yhteiskäsittelyllä laitoksilla kuormitus voi olla huomattavasti suurempi. Liiallisella orgaanisen aineen syötöllä biokaasulaitos ylikuormittuu, jolloin kaasuntuotto heikkenee ja lopulta loppuu kokonaan. Käsittelyjäännöksen laadun (esim. lannoitusvaikutus) kannalta on tärkeää, että orgaaninen aines hajoaa mahdollisimman hyvin. Biokaasun sisältämä metaani (CH_4) muodostuu syötteen sisältämän orgaanisen aineksen (VS) hajotessa. Näin ollen biokaasua syntyy sitä enemmän, mitä enemmän helposti hajoavaa orgaanista ainetta syötteessä on.

4.3 Näin käytät laskurin Tekniikka-sivua

Ensimmäisenä valitaan sisältääkö laitos reaktorin ja jälkikaasuuntumisaltaan vai pelkän reaktorin. Laskuri olettaa syötteen metaanintuottopotentialin toteutuvan kokonaan, jos laitoksessa on mukana jälkikaasuuntumisallas (laskurissa jälkikaasuuntumisaltaan koolla ei ole väliä). Jos valitaan vaihtoehto, jossa laitos sisältää pelkän reaktorin ilman jälkikaasuuntumisallasta, oletetaan laitoksen tuottavan 85 % syötteen ominaisuuksien perusteella lasketusta metaanintuottopotentialista. Valinnan mukaisesti laskuri laskee laitoksen kokonaismetaanintuoton vuodessa (m^3/v). Sen alla näkyy miten metaanintuotto jakautuu syötteittäin

Reaktorin ja jälkikaasuuntumisaltaan viipymä valitaan alasvetovalikosta. Viipymän ja syötesivulla annettujen tietojen avulla laskuri määrittää reaktorin ja jälkikaasuuntumisaltaan koon. Laskuri laskee reaktorin kooksi 15 % tarvittavaa nestetilavuutta suuremman tilavuuden. Reaktorin tilavuudelle ei ole asetettu laskurissa ylärajaa. Käytännössä yhden suuren reaktorin sijaan voidaan rakentaa useampi pienempi reaktori.

Laskuriin on asetettu suositus orgaanisen kuormituksen ylärajaksi (5 kg orgaanista kuiva-ainetta reaktorin nestekuutiometriä kohti päivässä ($\text{kgVS}/\text{m}^3\text{d}$)). Rajan ylittyessä laskuri näyttää arvon punaisena ja suosittelee kuormituksen pienentämistä. Laskentaa voi kuitenkin jatkaa vaikka raja-arvo ylittyisi. Kuormitusta voi alentaa pidentämällä syötteen viipymää

reaktorissa eli kasvattamalla reaktorin kokoa. Laskurissa viipymä ja kuormitus eivät vaikuta reaktorin metaanintuottoon.

Biokaasulaitoksesta ulostulevan ravinnepitoisen lietemäisen käsittelyjäännöksen varastointitilan tarpeeksi oletetaan 12 kk ja se lasketaan vähentämällä syötemäärästä reaktorin ja jälkikaasuuntumisaltaan tilavuudet sekä tuotetun biokaasun massa. Laskuri laskee biokaasun massan olettamalla, että biokaasun metaanipitoisuus on 55 % ja loput on hiilidioksidia. Lisäksi oletuksena on, että yksi tonni biokaasua vastaa tilavuudeltaan yhtä kuutiometriä lietettä eli vähentää tässä suhteessa lietteen varastointitilan tarvetta. Käsittelyjäännös voidaan haluttaessa separoida (esim. lingolla) fosforipitoiseksi kuivajakeeksi ja typpipitoiseksi nestejakeeksi. Tekniikka-sivun lopussa voi valita laitoksen sisältävän lingon. Tämä valinta vaikuttaa Investointi-sivulle siten, että laitoksen hintaa sisällytetään linko ja Tuotot- ja kulut-sivulle siten, että käsittelyjäännökselle on mahdollista antaa myyntihinta erikseen neste- ja kuivajakeille.

5 Energia

Biokaasusta voidaan tuottaa lämpöä, sähköä tai liikennepolttoainetta. Energia voidaan tuottaa biokaasulaitoksella tai kaasu voidaan siirtää muualle hyödynnettäväksi. Tuotantosuunnan valintaan vaikuttavat esim. maatilan koko, suunnitteilla olevan biokaasulaitoksen koko, käytettävät syötteet sekä oma energian tarve. Jos maatilan on tarkoitus käyttää vain omia raaka-aineita ja tuotettu energia käytetään itse, on tärkeää, että tuotetun ja käytetyn energian määrä olisivat lähellä toisiaan. Esimerkiksi eri mautiloilla on hyvin erilainen lämmön tarve suhteessa tuotettuun lantamäärään, jolloin toiset maatilat sopivat tällaiseen laitosmalliin paremmin kuin toiset. Laitoksen suunnitteluvaiheessa sekä käytössä pitää huomioida biokaasulaitoksen rakentamiseen ja käyttöön liittyvä lainsäädäntö ja lupamenettely.

Tilan ulkopuolisten raaka-aineiden käyttö kasvattaa laitoksen energiantuottoa. Mikäli energiaa, esimerkiksi kesällä lämpöä, tuotetaan yli omien tarpeiden, voidaan osa energiasta myydä mahdollisuuksien mukaan. On kuitenkin varauduttava myös siihen, että sähköä ja lämpöä joudutaan välillä myös ostamaan. Biokaasulaitokset liitetäänkin yleensä valtakunnan sähköverkkoon. Sähkön myynnistä ja ostosta on tehtävä sähkösopimus sähkön toimittajan kanssa sekä liittymäsopimus verkonhaltijan kanssa.

<http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/pientuotanto>

Sähköverkkoon liittymisellä voi olla vaikutuksia tilalla käytettävän sähkön verotukseen

<http://www.tulli.fi/fi/yrityksille/verotus/valmisteverotettavat/energia/index.jsp>

Sähköä voi Suomessa myydä ainoastaan valtakunnan verkkoon tai sähkön tuotantoyksikön kanssa samalla tontilla sijaitseville kuluttajille eli ei esim. suoraan naapurille. Vuonna 2013 oli yksittäistapaus, jossa pientuottaja myi sähköä kuluttajalle, mutta siirto tapahtui sähköyhtiön verkon kautta.

Biokaasusähkön hinnoittelu verkkoon myytäessä on markkinaehtoista ja oli vuonna 2013 luokkaa 0–5 snt/kWh. Omaan käyttöön tuotetusta sähköstä saa suuremman rahallisen hyödyn, koska silloin vältetään sekä ostosähkön siirtomaksut että energian hinnan osuus sekä sähkövero 50 kVA laitokokoon asti (katso sähköverkkoon liittyminen).

Biokaasulaitoksen voivat hakeutua tuotantotuki- eli syöttötariffijärjestelmään, jos niiden generaattorin nimellisteho on vähintään 100 kVA (noin 100 kW). Esim. pienillä maatilojen biokaasulaitoksilla tämä raja ei useinkaan ylitä. Järjestelmään pääsyyllä on useita ehtoja ja tämän vaihtoehdon kannattavuus tulee tarkkaan arvioida. Järjestelmään päästäkseen laitos ei esim. saa sisältää käytettyjä osia, eikä se voi saada investointitukea. Tuotantotukea maksetaan niin sanottuna syöttötariffina, joka rahoitetaan valtion budjetista. Järjestelmässä sähkön tuottajalle maksetaan sähkölle asetetun takuuhinnan ja markkinahinnan välinen erotus. Tukea maksetaan enintään 12 vuoden ajan. Biokaasulla tuotetun sähkön takuuhinta on 8,35 snt/kWh, jonka päälle voidaan maksaa 5,0 snt/kWh lämpöpremio. Lämpöpreemiota maksetaan, jos laitos tuottaa lämpöä hyötykäyttöön ja kokonaishyötysuhde on vähintään 50 %, tai vähintään 75 % jos generaattoreiden yhteenlaskettu nimellisteho yli 1000 kVA. Jos laitos aikoo hakeutua järjestelmään, on Energiamarkkinavirastolle tehtävä ilmoitus jo suunnitteluvaiheessa.

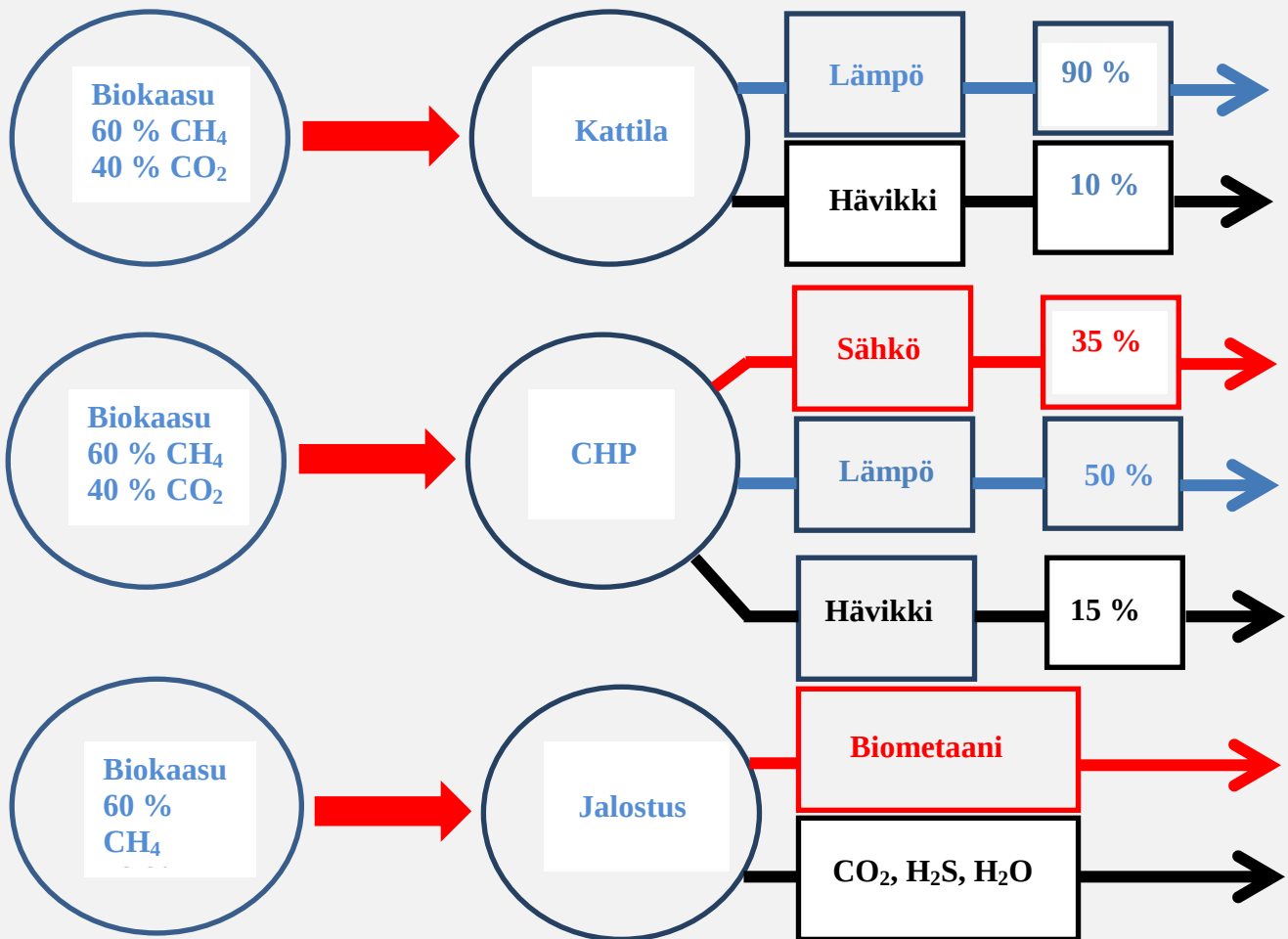
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101397>

Biokaasua voidaan johtaa kaasuverkkoja käyttäen suoraan kulutuskohteeseen, jolloin esim. kohteessa oleva CHP- yksikkö luokitellaan itsenäiseksi tuotantoyksiköksi.

Biokaasu voidaan myös jalostaa liikennepolttoaineeksi. Liikennepolttoaineen arvo on huomattavasti korkeampi kuin biokaasusta tuotetun sähkön arvo, mutta rajoitteina biokaasun jalostuksessa liikennepolttoaineeksi on kaasuautojen vähäinen määrä. Kaasuautojen määrä ei käytännössä kasva merkittävästi ennen kuin tankkausasemia on riittävästi. Vuonna 2013 tankkausasemia oli Suomessa noin 20.



Keski-Euroopassa biokaasuauto on melko yleinen.



Kuvassa 5 on esitetty pääpiirteittäin eri tuotantosuunnat, niiden tuottamat energiatuotteet sekä energiatuotteiden ja -häviöiden suhde.

Lämpö:

Lämmön tuotanto on yksinkertaisin ja halvin tapa hyödyntää tuotettua biokaasua. Kaasu poltetaan lämpimän veden tuotantoon tarkoitetussa kaasukattilassa. Kaasukattilan hyötysuhde on noin 85-95 %. Kaasukattila ei juuri poikkea öljykattilasta mutta sen poltinosu on erikseen kaasulle suunniteltu. Mikäli tilalla on olemassa teholtaan sopiva kattila, riittää usein polttimen vaihto ja kaasulinjan rakentaminen siirryttäessä käyttämään kaasua polttoaineena.

Lämmön ja sähkön yhteistuotanto (CHP=combined heat and power):

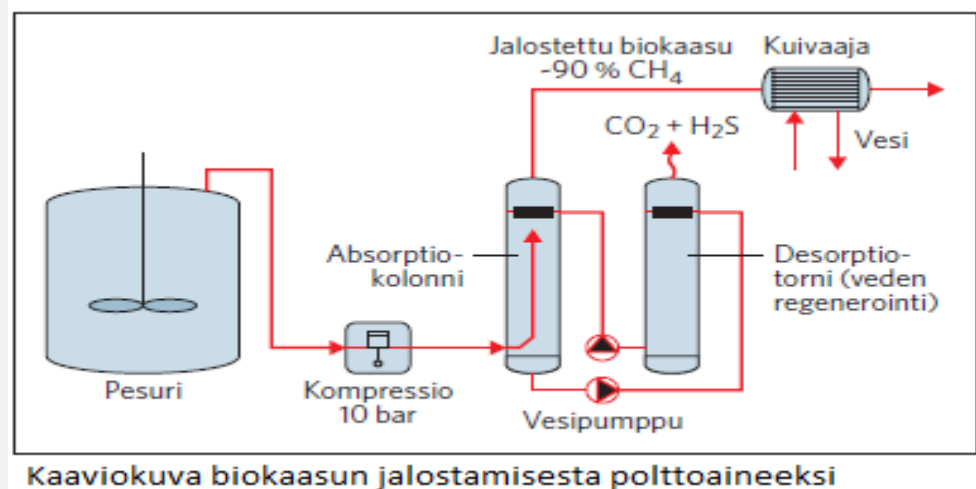
Lämmön ja sähkön yhteistuotannossa (Combined Heat and Power) biokaasu poltetaan moottorissa. CHP:n tarkoituksena on tuottaa sähköä ja samalla syntyy myös lämpöä. Biokaasun energiasisällöstä, noin 35 % muuttuu sähköksi ja lämpöä muodostuu samalla noin 50 %. CHP:n kokonaishyötysuhde on siis noin 85 %.

Erilaisia moottorivaihtoehtoja on mm. ottomoottori, kaasukäyttöön muunnettu dieselmoottori, mäntämoottori (tulppasytytys), stirling-moottori, vaihtoehtona on myös mikroturbiini. Mäntämoottori on näistä yleisimmin

käytetty vaihtoehto. Muunnettua dieselmoottoria käytettäessä pitää huomioida dieselpolttoaineen kulutus, joka voi olla jopa 20 % kokonaisenergiamäärästä, tuotettaessa sähköä.

Liikennepolttoaineen valmistus

Liikennepolttoainekäyttöä varten biokaasu pitää jalostaa biometaaniksi, eli siitä on poistettava suurin osa hiilidioksidista, rikkivedystä, kosteudesta ja mahdollisista pieninä pitoisuuksina esiintyvistä epäpuhtauksista. Hiilidioksidi poistetaan, koska se alentaa kaasun lämpöarvoa. Yksinkertaisin ja yleisin menetelmä biokaasun jalostamiseksi liikennepolttoainekäyttöön on vesipesu. Vesipesurissa hiilidioksidi ja rikkivety liukenevat veteen, mutta metaani erittäin helposti liukenevana tulee läpi.



Kaaviokuva biokaasun jalostamisesta polttoaineeksi

Kuva 6. Biokaasun jalostamisprosessi vesipesurilla

Vesipesussa biokaasu paineistetaan ensin 10 bariin kahdessa tai useammassa vaiheessa. Paineistettu kaasu johdetaan ylös tätekappaleilla täytettyyn säiliöön. Samalla vettä huuhdellaan alaspäin tätekappalealustassa, jolloin lähes kaikki hiilidioksidi ja rikkivety liukenevat veteen. Kun vesi johdetaan pesurista pois ja paine lasketaan, kaasut vapautuvat ja vesi voidaan käyttää uudelleen pesuvetenä. Liikennepolttoainetta tuotettaessa tulee huomioida, että biokaasulaitoksen ja jalostusyksikön vaatima sähkö ja lämpöenergia on ostettava, ellei niitä tuoteta biokaasusta omassa CHP yksikössä.

Kaasuna siirto:

Kaasun siirto putkistoissa kauempana sijaitseviin energiantuotantoyksikköihin voi joissain tapauksissa olla varteenotettava vaihtoehto energian tuottamiselle biokaasulaitoksen välittömässä läheisyydessä.

(<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/2Kemikaalit-ja-kaasu/Maakaasun-kasittelyn-turvallisuus/>)

<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20090551?toc=1>



Kuva 7. Laukaan biokaasuasema.

5.1 Näin käytät laskurin Energia-sivua

Laskurin pääsivulla käyttäjä valitsee mitä energiatuotteita biokaasulaitos tuottaa. Oman yrityksen, esim. maatalan energiantarve ilmoitetaan muokkaussivulla, jonne pääsee -kuvaketta klikkaamalla. Biokaasulaitoksen oman energiankulutuksen laskuri laskee käyttäen oletusarvoja, joita voi muokata muokkaussivulla. Näiden tietojen perusteella laskuri laskee paljonko energiaa jää myytäväksi (myyntipotentiaali) ja käyttäjä valitsee prosenttiosuuden, jonka arvioi voivansa todellisuudessa myydä.

5.2 Energiantuotantos suunnan valinta

Sivun yläreunassa näkyvä biokaasulaitoksen kokonaisenergiantuotto tarkoittaa laitoksessa vuoden aikana käsiteltävien syötteiden laskennallista energiasisältöä. Se lasketaan kertomalla biokaasulaitoksen laskennallinen metaanintuotto metaanin energiasisällöllä (10 kWh/m^3). Reaktorin kaasuteho tarkoittaa raaka-aineiden energiasisältöä vastaavaa tehoa (kokonaisenergiantuotto jaettuna vuoden tunneilla).

Energiantuotantos suunnan taulukossa käyttäjän tulee valita mitä energiaa (sähköä, lämpöä, liikennepolttoainetta) laitoksella tuotetaan tai myydäänkö

biokaasu kaasuna, jolloin energia tuotetaan muualla kuin biokaasulaitoksella. Ilman tätä valintaa laskentaa ei voi jatkaa. Prosenttiosuuksien yhteissumman tulee olla 100 %. Sisäsivuilla, jonne pääsee -kuvaketta klikkaamalla, voi muokata laskennassa käytettäviä oletusarvoja, kuten hyötysuhteita ja CHP:n kohdalla käyttötunteja. Näitä oletusarvoja käyttäen laskuri laskee taulukkoon kussakin energiantuotantosuunnassa tuotettavan energiamäärän ja sitä vastaavan keskimääräisen tehon. CHP:n osalta laskurissa on oletuksena ottomoottoriin perustuva CHP-järjestelmä. CHP:n käyttötunneissa maksimi on 8760 h, mikä tarkoittaa, että laite kävisi tauotta läpi vuoden. Käytännössä käyttötuntien määrä on huolloista ja korjauksista johtuen pienempi, luokkaa 7000 - 8 000 h. CHP:n hyötysuhde yleensä kasvaa laitteen tehon kasvaessa. Suuntaa-antavina arvoina voidaan käyttää generaattorin sähköntuoton mukaan.

- 100 kW_{el} → hyötysuhde 34–36%
- 250 kW_{el} → hyötysuhde 35–37%
- 1000 kW_{el} → hyötysuhde 38–40%

Prosenttiosuuksien valinnan jälkeen laskuri laskee kussakin tuotantomuodossa tuotettavan energian määrän huomioiden mm. hyötysuhteet ja ilmoittaa lämpökattilan ja CHP:n kohdalla keskimääräisen lämpö- ja sähkötehon.

Pelkkää lämpöenergiaa tuotettaessa laskuri olettaa, että biokaasulaitoksen tarvitsema sähkö ostetaan ja se näkyy Tuotot ja kulut -välilehdellä kuluina. Samoin pelkkää liikennepolttoainetta tuotettaessa tai kaasua siirrettäessä siirtyy biokaasulaitoksen tarvitsema lämpö- ja sähköenergian määrä kuluihin. Myös liikennepolttoaineen jalostuksessa tarvittava sähkön määrä näkyy kuluissa.

5.3 Biokaasulaitoksen ja oma yrityksen energiankulutus

Biokaasulaitoksen kulutuksella tarkoitetaan sitä energiamäärää, jonka biokaasulaitos käyttää. Tähän kuuluvat esimerkiksi sekoittimien ja pumppujen kuluttama sähkö, biokaasureaktorin vesikiertolämmitys, jne. Oletuksena biokaasulaitos käyttää tuottamastaan kokonaisenergiasta 17 % lämmitykseen (syötteiden lämmitys ja reaktorin lämpöhäviöt) ja 7 % laitteiden sähköntarpeisiin. Käytännössä biokaasulaitoksen lämmitykseen kuluva % -osuus riippuu paljon syötteistä. Oletusarvon rinnalle laskuri laskee automaattisesti laitoksen lämmönkulutuksen kasvuvyöhykkeen sekä syötteet – välilehdellä annettujen tietojen perusteella. Jos tätä arvoa halutaan käyttää, tulee se vaihtaa ym. oletus- % -osuuden tilalle alasvetovalikosta. Mahdollisen hygieniasointiyksikön energiankulutusta ei huomioida laskurissa. Hygieniasointi voidaan toteuttaa eri tavoin ja lämmityskuluja voidaan pienentää erilaisilla lämmönvaihtimilla.

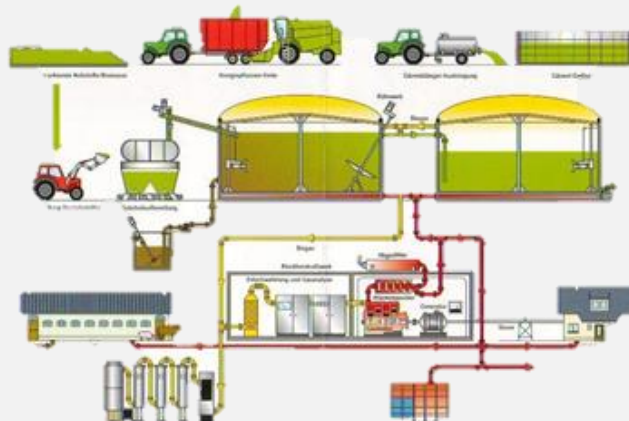
Oman yrityksen energiankulutuksella tarkoitetaan sitä energiamäärää, mikä kuluu esim. investoijan maatilalla. Tähän kuuluvat esimerkiksi maatalan rakennusten lämmitys. Käyttäjä arvioi yrityksen energiankulutuksen-

vuositasolla erikseen lämmölle ja sähkölle ja antaa sen laskurin muokkaussivulla, jonne pääsee ✎-kuvaketta klikkaamalla. Kuvaaja jakaa vuosittaisen lämmönkulutuksen tyypilliseksi maatalan kuukausikulutusjakaumaksi. Sähkön kulutus on oletettu tasaiseksi ympäri vuoden. Sähkön suhteen on huomioitava, että vain biokaasulaitoksen kanssa samalla tontilla sijaitsevat toiminnot voivat hyödyntää sähkön ilman siirtomaksuja verkkoyhtiölle.

Oman yrityksen liikennepolttoaineen kulutus arvioidaan erikseen autoille ajokilometrien ja polttoaineen kulutuksen mukaan ja työkoneille vuosittaisen polttoaineenkulutuksen mukaan.

5.4 Energian käytön yhteenveto

Yhteenvetotaulukko esittää energian tuotanto- ja kulutusmäärät energialajeittain yhdistäen lämpö-kohtaan sekä kaasukattilan että CHP:n tuottaman lämpöenergian. Taulukossa näkyy tuotettu kokonaisenergia energialajeittain, biokaasulaitoksen oma kulutus, maatalan/yrityksen kulutus ja näiden perusteella laskettu myyntipotentiaali kullekin energialajille. Käyttäjä arvioi prosenttiosuutena, paljonko myyntipotentiaalista pystyy myymään. Todellista myyntimäärää arvioitaessa on huomioitava mm. vuodenaikojen vaihtelun vaikutus lämpöenergian myyntipotentiaaliin ja mahdollisen ostajan tarpeeseen. Biokaasulaitos tuottaa lämpöenergiaa melko tasaisesti, mutta kuluttaa talvella enemmän kuin kesällä, mikä näkyy taulukon alapuolella olevassa kuvaajassa. Siten lämpöenergian myyntipotentiaali olisi suurempi kesällä, mutta monissa kohteissa kesällä lämmön tarve on vähäistä. Liikennepolttoaineen myynnin osalta on arvioitava biometaania biokaasulaitoksella tankkaavien ajoneuvojen määrä lähitulevaisuudessa.



6 Investoinnit

Investoinnit-sivulla arvioidaan laitoksen suuntaa-antavan kokonaisinvestointi. Investoinnin osakokonaisuuksille voi myös antaa omia arvoja muokkaus-sivulla, jonne pääsee -kuvaketta klikkaamalla. Laskurissa on annettu oletushinta vain osalle osakokonaisuuksista. Ennen investointipäätöstä tulee investointi aina arvioida tarkemmin pyytämällä tarjouksia joko laitoksen kokonaistoimituksesta tai osakokonaisuuksille. Laskurin jakoa voi käyttää apuna tarjouspyynnössä toimituksen ositukseen.

6.1 Syötteen vastaanotto ja varastointi

Syötteiden vastaanoton tekniset ratkaisut ovat oleellisia sekä laitoksen toiminnan että ympäristönäkökohtien kannalta. Vastaanottovaiheessa korostuu riski esimerkiksi hajupäästöjen syntymiselle. Hajupäästöjen minimointi ja halutun syöteseoksen valmistus määräävät syötteiden vastaanoton tekniset valinnat. Tyypillisiä vastaanottovarastoja ovat esim. lietteelle lietealtaat ja peltobiomassoille vaakasiilot. (BAT, s. 22 Latvala, 2011)

Tilan olemassa olevia rakenteita voidaan jossain määrin hyödyntää osana laitosratkaisua. Esimerkiksi lantavarastoja voidaan käyttää esisäiliöinä, biokaasureaktorina, jälkikaasualtaana tai käsittelyjäännöksen varastona. Laitosrakenteet tulisi sijoittaa tilan olemassa oleviin rakenteisiin siten, että raaka-aineiden kuljetusmatkat minimoidaan. (MTT:n raportti 113, kappale 3.1.3)

Peltobiomassoja käsiteltäessä on huomioitava raaka-aineen varastointi talven varalle, jotta syöttökuorma voidaan pitää tasaisena läpi vuoden.

Jos biokaasulaitos ottaa vastaa jätemateriaaleja, tulee lainsäädännöstä erilaisia vaatimuksia laitokselle, mitkä vaikuttavat myös investointeihin. Esim. syötteiden määrän kirjanpitoa varten voidaan tarvita vaaka ja tiettyjen jakeiden hygieniasointiin erillinen lämmitettävä yksikkö (hygieniasointiyksikkö). Hygieniasointi vaaditaan mm. aina, kun laitoksella käsitellään luokan 3 eläinperäisiä sivutuotteita, mutta myös useille muille materiaaleille ja myös silloin kun käsittelyjäännöstä myydään lannoitevalmisteena.

Syötteet esikäsitellään tarvittavassa laajuudessa prosessin häiriöttömyyden ja tehokkuuden varmistamiseksi sekä lainsäädännön vaatimusten täyttämiseksi. Esikäsitelyratkaisut poikkeavat erityyppisillä laitoksilla merkittävästi. Esikäsitelyn tarkoituksena on poistaa epäpuhtaudet käsiteltävistä syötteistä, murskata materiaali sopivaan palakokoon ja homogenisoida syöteseos. Ennen murskausta syötteestä tulee poistaa suuret kappaleet, kuten kivet, muovit ja puumateriaalit, jotka voivat rikkoa laitteistoja ja joiden poistaminen reaktorista on erittäin hankalaa. Lisäksi esikäsitelyvaiheessa säädetään syöteseoksen kuiva-ainepitoisuus ja orgaaninen kuorma prosessin käynnistymisen ja toiminnan edellyttämälle tasolle. Käytännössä homogenisointi voidaan toteuttaa esim. erillisessä

sekoitussäiliössä, joka vastaa tilavuudeltaan noin kolmen vuorokauden syöttömäärää. Hajuhaittojen ehkäisemiseksi sekoitussäiliön pitäisi olla kaasutiivis tai syntyvät kaasut tulisi ohjata alipaineistamalla hajusuodattimeen.

6.2 Biokaasun tuotantoyksikkö

Yleinen biokaasulaitoksen reaktorityyppi on pystysäiliö, joka on rakennettu betonista tai teräksestä. Reaktorin tilavuus on mitoitettava noin 15 - 30 % käsiteltävää syötemäärää suuremmaksi, jotta vaihtelulle jää varaa ja jotta reaktorissa on tilaa mahdolliselle vaahtoamiselle sekä kaasun kerääntymiselle lietemassan yläpuolelle. Reaktorin lämmitykseen käytetään tyypillisesti biokaasusta saatavaa energiaa ja jo käsitellystä lietteestä talteen otettua lämpöä. Reaktorissa olevaa syöteseosta tulee sekoittaa, jotta varmistetaan hyvä kontakti syöttömateriaalin ja mikrobien välillä sekä lämmön tasainen jakaantuminen. Tällöin estetään myös inhibitioita ja pintakerroksen kovettumista sekä edesautetaan biokaasun talteenottoa. Sekoittamiseen voidaan käyttää esimerkiksi pystyakseliin kiinnitettyä hidasta lapasekoitinta, nopeaa lapasekoitinta tai kaasusekoitusta.

Jälkikaasuuntumisaltaat ovat tyypillisiä maatilojen biokaasulaitoksissa, koska peltobiomassat vaativat hyvin pitkän kokonaisviipymääajan (60–70 vuorokautta). Mädätysprosessi jatkuu jälkikaasuuntumisaltaassa, jossa muodostuu noin 10–20 % koko laitoksen biokaasuntuotannosta. Samalla se estää loppuvaiheessa muodostuvan metaanin pääsyn ilmakehään. Lisäksi jälkikaasuuntumisallas toimii kaasuvälikamiona. Jälkikaasuuntumisaltaan mitoitettu kaasutilavuus on yleensä noin viidennes kokonaistilavuudesta. (BAT) <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37998>

6.3 Kaasun jalostus ja käyttö

6.3.1 Lämpöenergian tuotanto

Lämpöenergian tuotanto biokaasusta lämpökattilassa on investoinneiltaan pienehkö ja vain vähän valvontaa ja huoltoa tarvitseva ratkaisu. Maatilalaitoksilla lämpöenergialla voidaan tuottaa lämmintä vettä asuinrakennusten, eläinsuojien ja esim. viljankuivaamon käyttöön.

6.3.2 Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP)

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP, Combined Heat & Power) on yleisesti käytössä oleva hyödyntämiskeino suomalaisilla biokaasulaitoksilla. Biokaasu ohjataan vedenerotuksen jälkeen kaasumoottorille, joka pyörittää sähköä tuottavaa generaattoria. Keskikokoisissa ja isoissa laitoksissa ovat

yleistyneet suuret kaasumoottorit, mutta myös mikroturbiineja voidaan sijoittaa rinnakkain useampia ja näin saavuttaa vastaava teho. Mikroturbiinin investointi on hiukan moottoria suurempi, mutta sen käyttö- ja huoltokulut ovat vastaavasti moottoria pienemmät. Suhteellisen korkeiden kustannustensa vuoksi mikroturbiini ei sovellu kaikkein pienimpiin laitoksiin. Toisaalta mikroturbiinilaitosta on helppo laajentaa lisäämällä mikroturbiiniyksiköitä.

6.3.3 Biokaasun jalostaminen liikennekäyttöön

Biokaasun jalostamista liikennekäyttöön rajoittaa ajoneuvokannan puute. Tällä hetkellä markkinoilla on saatavissa lukuisia kaasujoneuvoja, mutta kaasun tankkausverkosto on vielä melko harva, minkä vuoksi ajoneuvokanta ei ole kasvanut nopeasti. Biokaasun jalostuslaitoksen investointi on suurempi kuin lämpökattilan tai CHP-yksikön. Toisaalta, jos biometaanille on riittävästi ajoneuvokäyttöä, voivat siitä saatavat tulot olla huomattavasti suurempia kuin lämmön ja sähkön myynnistä satavat tulot. Jalostuslaitoksen investointikustannus riippuu mm. käytettävästä teknologiasta ja yksikön koosta.

6.3.4 Ylijäämäbiokaasun poltto

Biokaasua ei saa päästää ilmakehään metaanin ilmastoa lämmittävän vaikutuksen vuoksi. Poltossa biokaasun metaani muuttuu hiilidioksidiksi, jonka kasvihuonekaasuvaikutus on noin 20 kertaa pienempi kuin metaanilla. Biokaasua poltetaan soihtupoltossa vararatkaisuna silloin, kun sen hyödyntäminen ei ole mahdollista. Pienimmillä maatilalaitoksilla (syötemäärä < 5000 t/vuosi) ei yleensä ole soihtua sen melko suuren hankintakustannuksen takia. Vararatkaisuna voi olla myös esimerkiksi lämpökattila.

6.3.5 Kaasun siirto

Kaasua voidaan siirtää melko edullisesti lähietäisyyksillä. Siirtoverkkoa rakennettaessa on otettava huomioon maakaasuverkkoja koskevat asetukset. Alueellisissa verkoissa käytettävä paineet ovat 2-10 mbar. Kaasua voidaan näin myydä vapaasti eri kohteisiin, jolloin asiakkaan oma CHP-laitos on erillinen energiantuotantoyksikkö. Kaasun siirtoverkon investointikustannus on lämpöverkkoja oleellisesti halvempi.

Kaasun siirrossa on huomioitava kaasulaitteiden ja putkistojen rakentamisen luvanvaraisuus. <http://www.maakaasu.fi/sisalto/julkaisuja>

Liikennekäyttöön jalostettu biometaani voidaan myydä suoraan laitoksen omalta tankkausasemalta, jos laitoksella on sekä kaasunjalostuslaitos että

tankkausasema. Maakaasuverkon alueella biometaanin syöttö kaasuverkkoon mahdollistaa koko tuotetun kaasumäärän hyödyntämisen. Kaasu voidaan pumpata joko korkeapaineiseen siirtoverkkoon (50 bar) tai matalamman siirtopaineen (2-10 bar) paikallisverkkoon. Kaasua voidaan siirtää myös paikallisten kaasuverkkojen välityksellä.

Eräs tapa siirtää biometaanin jakelupaikalle on konttiratkaisu; 2,5 m³:n kontti vetää 100 kpl 90 litran teräspulloja, käyttöpaine on yleensä 200 bar. Jakelupaikalla kontit toimivat kuten polttoainetankit, joista kaasu otetaan suoraan ajoneuvoihin. Tällainen menettely mahdollistaa suurien kaasumäärien toimittamisen kaasuverkon ulkopuolella oleville jakeluasemille.

Biometaanin voidaan myös kuljettaa tankkausasemille nesteytettynä, jolloin yhdellä käynnillä voidaan toimittaa huomattavasti suurempi määrä metaania. Nestemäinen metaani vie vain noin kolmanneksen siitä tilavuudesta, jonka se vie kompressoituna 200 baariin. Nestemäisen kaasun kuljetus ja varastointi edellyttävät erityiskalustoa, joka pitää metaanin lämpötilan alhaisena. (www.biokaasuauto.fi)

6.3.6 Lämpöenergian siirto

Yleisin tapa siirtää lämpöä on käyttää eristettyjä putkilinjoja. Pienissä biokaasulaitoksissa tuotettu lämpöenergia voidaan siirtää muovi- tai teräsputkissa 80–90 °C lämpötilassa ja alle 10 mbar paineessa. Lämmönsiirrossa ei ole siirtorajoituksia.

6.3.7 Käsittelyjäännöksen varastointi

Käsittelyjäännös soveltuu lannoitevalmisteksi sellaisenaan, mutta sitä voidaan hyödyntää lannoitukseen vain tiettyinä ajanjaksoina. Varastoinnissa on kiinnitettävä huomiota varastotilan riittävyyteen ja sijaintiin suhteessa peltoihin. Myöskään käsittelyjäännöksen ravinnepitoisuudet eivät saisi laskea varastoinnin aikana esimerkiksi ammoniakkin haihtumisen seurauksena. Käsittelyjäännös voidaan varastoida esim. katetuissa lietealtaissa. Varastointikapasiteetin tulee vastata vuoden aikana muodostuvaa käsittelyjäännöksen määrää. Varastointialtaiden lisäksi myös reaktori ja jälkikaasuallas lasketaan mukaan varastointikapasiteettiin.

6.3.8 Käsittelyjäännöksen jatkojalostus ja tuotteiden varastointi

Lietemäinen käsittelyjäännös voidaan hyödyntää sellaisenaan lannoitevalmisteenä, mutta se voidaan myös separoida kuivajakeeksi ja nestejakeeksi. Nämä jakeet voidaan hyödyntää lannoitevalmisteenä sellaisenaan. Nestejakeetta voidaan jatkojalostaa mm. haihduttamalla, typen strippauksella tai kemiallisella saostuksella, joiden tavoitteena on konsentroida ravinteet pienempään nestetilavuuteen. Kuivajakeen jatkojalostusmenetelmiä ovat mm. jälkikompostointi, sekä terminen kuivaus ja pelletointi. Jalostettu kuivajake varastoidaan yleensä varastohalleissa ja

nestemäiset jakeet säiliöissä. Nestemäisten jakeiden laatu voi heikentyä pitkäaikaisessa säilytyksessä, jos niissä pääsee käynnistymään mikrobikäyminen. Tätä voidaan ehkäistä esim. kuumennuskäsittelyllä (esim. laitokseen kuuluva hygieniasointiyksikkö). Yleensä lannoitteina käytettäviä biokaasulaitoksen lopputuotteita säilytetään enintään vuosi. Jos käsittelyjäännöstä myydään lannoitevalmisteeksi, on toimijan perehdyttävä lannoitevalmistelainsäädännön ja sivutuoteasetuksen asettamiin vaatimuksiin toiminnalle.

6.4 Näin käytät laskurin Investoinnit-sivua

Laskurissa investointi on jaettu kuuteen pääluokkaan, joiden sisältö on kuvattu alla olevassa luettelossa. Näistä laskuri laskee oletushinnan biokaasun tuotantoyksikölle, valitulle energian tuotantoyksikölle, käsittelyjäännöksen varastoinnille ja lingolle, jos tekniikka-välilehdellä on valittu käsittelyjäännöksen separointivaihtoehto. Käyttäjä voi myös antaa omia hintatietoja muokkaussivuilla, jonne pääsee  kuvaketta klikkaamalla. Tällöin pääsivulla tulee valita ”oma hinta”. Syötteen vastaanotto-, varastointi-, esikäsittely- ja hygieniasointikulut sekä mahdolliset kaasun tai energian siirron kulut käyttäjä arvioi itse. Investoinnissa on syytä huomata, että merkittävä osa kustannuksista muodostuu käsittelyjäännöksen varastoinnista, jotka laskuri laskee MMM:n lantavarastojen ohjekustannushinnalla. Käytännössä, jos käsiteltävä materiaali on lantaa, on vaadittava 12 kk varastointitilavuus tyypillisesti jo olemassa maatilalla, eikä sitä silloin lasketa kuuluvaksi biokaasulaitosinvestointiin. Tällöin käyttäjän tulee valita käytettäväksi ”oma hinta” ja arvoksi 0.

6.4.1 Investointiluokat ja hintatiedot

Syötteen vastaanotto, varastointi, esikäsittely ja hygieniasointi

Tämä kokonaisuus sisältää vaa’an, varastosäiliöt, esikäsittelylaitteet, hygieniasointiyksikön ja kiinteän syötteen syöttölaitteen, joille käyttäjä voi antaa hinnan, mikäli ne sisältyvät laitost kokonaisuuteen. Jos oma hinta on syötetty, pitää pääsivulla valita tällöin ”oma hinta”.

Biokaasun tuotantoyksikkö

Tämä kokonaisuus sisältää alla olevan listan mukaiset osat. Laskurissa automaatio on sisällytetty biokaasulaitoksen tuotantoyksikköön, vaikka se voi osittain kuulua myös energiantuotantoyksikköön.

- Suunnittelu ja projektin johtaminen
- Ympäristö-, rakennus- ja käyttöluvat, tiedottaminen
- Matkakustannukset kotimaa
- Maanrakennus
- Pihan asfaltointi

- Aitaus
- Pintavesien keräilyallas
- Jätevesijärjestelmä
- Palkat tai palvelumaksut rakentamiseen liittyen
- Rakennukset
- Jälkikaasuuntumisallas
- Reaktori
- Pumput ja sekoittimet
- Siirtolinjat
- Prosessiautomaatio
- Kaasuvarasto
- Kaasusoihtu
- Suodatin hajunpoistoon
- Ukkosenjohdatin

Biokaasun tuotantoyksikön hintatiedot perustuvat Itävaltalaisen biokaasulaitosten toteutuneisiin kustannuksiin, koska suomalaisista laitoksista hintatietoja on vain vähän satavilla niiden vähäisen määrän takia. Biokaasulaitokset on jaettu kolmeen kokoluokkaan kokonaiskaasutehon perusteella (kokonaisenergian tuotto (kWh/v)/vuoden tunnit (h)). Siten esim. reaktorin koko ei suoraan vaikuta investointiin. Kullekin kokoluokalle on arvioitu keskimääräinen investointi (€/kW) Itävaltalaisen datan pohjalta. Kertomalla tämä investointiluku laitoksen kaasuteholla saadaan investoinnin suuruus biokaasun tuotantoyksikölle

Taulukko 4. Biokaasun tuotantoyksikön kokoluokat ja yksikkökustannus

Kokoluokat	Investointi (€/kW, alv 0)
kaasuteho (kW)	
< 500	1546
500-1000	1136
> 1000	1009

Kaasun jalostus ja käyttö

Tämä kokonaisuus sisältää CHP:n, kaasukattilan ja – polttimeen sekä biokaasun puhdistus, paineistus ja tankkaus -yksikön. Hintatieto lasketaan niille yksiköille, jotka Energia-sivulla valittiin mukaan kokonaisuuteen. Hintatietojen laskentaperusteet on esitetty taulukossa 5.

CHP -yksikköjen hintatiedot perustuvat EU Global Tradingin tarjoukseen elokuulta 2013 (taulukko 5). CHP -yksiköt ovat kytkentävalmiita ja varustettuna verkkotahdistimilla. Hinnat sisältävät moottorin, generaattorin, kontrollipaneelin, CHP:n ja tahdistimen. Tämä kustannus sisällytetään investointeihin, jos Energia-välilehdeltä energiantuotantosunnaksi on valittu ”CHP”

Taulukko 5. Laskurissa käytetyt CHP-yksikön hintatiedot.

Kokoluokka	Hinta (€, alv 0)
sähköteho (kW)	
<24	35 700
24-40	40 200
40-50	41 500
50-84	52 000
84-100	57 200
100-120	64 500
120-150	86 800
150-200	100 500
200-250	116 450
250-300	128 000
300-500	233 500

Kaasukattilan ja polttimeen hintatiedot on saatu Oilon Oy:ltä lokakuussa 2013 (taulukko 6). Hinnat sisältävät kattilan ja kaasupolttimeen asennettuna ilman vesivaraajaa. Tämä kustannus sisällytetään investointeihin, jos Energia-välilehdeltä energiantuotantosunnaksi on valittu ”Lämpökattila”.

Taulukko 6. Laskurissa käytetyt lämpökattilan hintatiedot

Kokoluokka lämpöteho (kW lämpö)	Hinta (€, alv 0)
1-85	6600
86-125	9100
126-250	12700
>251	18800

Biokaasun puhdistus, paineistus ja tankkaus-yksikkö perustuvat vesipesutekniikalla toimivaan pienen kokoluokan yksikköön. Taulukossa 7 esitetyt hinnat ovat arvioita, jotka perustuvat mm. Metener Oy:ltä saatuihin tietoihin ja sivustolla http://bio.methan.at/de/download_biomethane-calculator toimivan laskurin antamiin tietoihin. Hinnat sisältävät puhdistusyksikön, paineistusyksikön, kaasuvaraston ja tankkausyksikön. Tämä kustannus sisällytetään investointeihin, jos Energia-välilehdeltä energiantuotantosuunnaksi on valittu ”Liikennepolttoaine”.

Taulukko 7. Laskurissa käytetyt biokaasun puhdistus, paineistus ja tankkaus-yksikön hintatiedot

Kokoluokka m ³ /h biokaasua	Hinta (€, alv 0)
<10	125 000
10–50	400 000
50–100	470 000
100–200	850 000
>200	1 150 000

Energian tai kaasun siirto

Tämä kokonaisuus sisältää sähköliittymän, lämmönsiirtolinjat ja kaasun siirtolinjat, joille käyttäjä voi antaa hinnan mikäli ne sisältyvät laitospalveluun. Jos oma hinta on syötetty, pitää pääsivulla valita tällöin ”oma hinta”.

Käsittelyjäännöksen varastointi

Laskuri laskee käsittelyjäännöksen varastointitilavuuden 12 kk varastointitarpeelle. Hinta perustuu MMM:n ohjehintaan lietalantalalle 22 €/m³. (MMM:n Rakentamisinvestointien yksikkökustannukset vuodelta

2012). Kiinteän katteen hinnaksi on oletettu puolet lietesäiliön hinnasta. Laskurissa laskentaa tehdään siten kertomalla tarvittava tilavuus 33 €/m³:lla. Jos varastointitilaa on valmiina, tarvittavan lisävarastointitilan investointi voidaan laskea kertomalla tarvittava tilavuus halutulla yksikkökustannuksella €/m³. HUOM! Jos käsiteltävä materiaali on lantaa, on vaadittava 12 kk varastointitilavuus tyypillisesti jo olemassa maatilalla, eikä sitä lasketa kuuluvaksi biokaasulaitosinvestointiin. Tällöin pääsivulla tulee valita ”oma hinta” ja sen arvoksi 0 €.

Käsittelyjäännöksen jatkojalostus ja tuotteiden varastointi

Tämä kokonaisuus sisältää lingon sekä kuiva- ja nestejakeiden varastot, joille käyttäjä voi antaa hinnan, mikäli ne sisältyvät laitoskokonaisuuteen. Jos oma hinta on syötetty, pitää pääsivulla valita tällöin ”oma hinta”.

7 Tuotot ja kulut

Biokaasulaitoksen tuotot voivat yleensä koostua energiatuloista, käsiteltävien materiaalien vastaanotosta saatavista porttimaksuista ja käsittelyjäännöksen myyntituloista.

Energiatuloja voivat olla

- kaasun myynti biokaasuna, hinta neuvotellaan ostajan kanssa
- kaasun myynti biometaaniksi jalostettuna, hinta neuvotellaan ostajan kanssa
- sähkön omakäyttö korvaamaan ostosähköä, tuloiksi luetaan ostosähkön siirto- ja energiakustannus sekä joissakin tapauksissa myös verot
- sähkön myynti valtakunnan verkkoon, hinta neuvotellaan paikallisen sähköyhtiön kanssa
- lämmön omakäyttö, tuloksi luetaan korvattavan lämpöenergian hankintakustannus
- lämmön myynti, hinta neuvotellaan ostajan kanssa
- sähkön syöttötariffijärjestelmässä saatava lisätulo sähköverkkoon myytävästä sähköstä (katso rajoitukset kpl:sta 5.2)

Lämmön hyödyntämistä rajoittaa usein se, että kesällä lämmön kulutus on monissa kohteissa vähäisempää kuin talvella.

Porttimaksut neuvotellaan jätteen tuottajan kanssa. Pitkät toimitussopimukset ja useiksi vuosiksi sovittu porttimaksun taso helpottavat tämän tulovirran arviointia tulevaisuudessa.

Käsittelyjäännöksen ravinteilla on arvo, mutta tällä hetkellä biokaasulaitokset saavat vain harvoin tuloja käsittelyjäännöksen myynnistä.

Biokaasulaitoksen käyttökulut voidaan jakaa karkeasti

- huolto ja varaosakustannuksiin
- raaka-aineen hankintakuluihin
- energiantuotantolaitteiden käyttökustannuksiin
- muihin kuluihin (esim. käyttö- ja konetyötunnit, palkat, vakuutukset, markkinointi- ja toimistokulut)

7.1 Näin käytät laskurin Tuotot ja kulut -sivua

Tuotot

Energia: Aiemmilla sivuilla tehtyjen valintojen perusteella näkyy energiamäärät kullakin rivillä. Hinnoille on laskuriin määritetty oletusarvot, joita voi muuttaa kirjoittamalla oma arvo oletusarvon tilalle.

Jos laitos kuuluu syöttötariffijärjestelmään, annetaan sähkön myyntihinnaksi 0,0835 €, jos laitos hyödyntää alle 50 % muodostuvasta lämmöstä tai 0,1335 €, jos laitos hyödyntää yli 50 % muodostuvasta lämmöstä. Katso syöttötariffijärjestelmään pääsyn rajoitteet kpl:sta 5.2. Huomioi myös, että syöttötariffijärjestelmään kuulumisen aiheuttaa kuluja, kuten todentajien eli eräänlaisten tarkastajien maksut. Laitos ei myöskään saa investointitukea syöttötariffiin hakeutuessaan.

Käsiteltävien materiaalien vastaanotto: Syötteet sivulla valitut syötteet näkyvät tuotoissa. Mikäli jostain syötteestä voi periä käsittelymaksuja, valitaan käsittelymaksullisen syötteen prosenttiosuus ja annetaan hinta euroina tonnia kohti.

Käsittelyjäännöksen myynti: Laskuri laskee automaattisesti lopputuotteen kokonaismäärän. Mikäli tekniikka-sivulla valittiin, että laitokseen kuuluu linko, näkyy tässä vaihtoehtona käsittelyjäännöksen myynti erikseen kuiva- ja nestejakeena. Laskuri laskee määrät automaattisesti oletuksella, että lietemäisestä käsittelyjäännöksen massasta muodostuu 25 % kuivajakea ja 75 % nestejakea. Mikäli jotain lopputuotetta myydään, valitaan jakeesta myytävä määrä prosenttiosuutena ja annetaan sille hinta euroina.

Tuotot yhteensä: Laskuri laskee automaattisesti tuotot yhteensä €/vuosi. Jos teet muutoksia, paina *päivitä-nappia*.

Käyttökulut

Huolto- ja varaosakustannukset: Laitoksen huoltokustannukset arvioidaan prosenttiosuutena kokonaiskustannuksista.

Raaka-aineen hankintakulut: Syötteet sivulla valitut syötteet näkyvät kuluissa. Mikäli jokin syöte aiheuttaa hankintakuluja, valitaan ko. syötteen prosenttiosuus ja annetaan kustannus euroina tonnia kohti.

Energiantuotantolaitteiden käyttökustannukset: Mikäli Energia-sivulla valittiin tuotantosunnaksi CHP tai lämpökattila, näkyy tässä vuosittain

tuotettavan sähköenergian (CHP) ja lämpöenergian (lämpökattila) määrä. Näille voi antaa haluamansa yksikkökustannuksen €/kWh. Mikäli Energia-sivulla valittiin tuotantosuunnaksi liikennepolttoaineen tuotanto, näkyy tässä erikseen vuosittainen huolto- ja varaosakustannus sekä sähkön ja veden kulutus. Näille voi antaa yksikkökustannukset sekä sähkölle ja vedelle ominaiskulutukset. Oletushinnat ovat arvioita ja perustuvat useisiin eri lähteisiin.

Työ / muut kulut: Tässä on esitetty kuluja, jotka voidaan sisällyttää biokaasulaitoksen käyttökustannuksiin. Ne pitää jokaisen arvioida itse.

Nettotuotto

Nettotuotto lasketaan tuottojen ja käyttökulujen erotuksena.

8 Kannattavuus

Tällä sivulla lasketaan aiemmin annettujen tietojen perusteella biokaasulaitokselle suuntaa-antavia kannattavuuden tunnuslukuja. Investointikustannukset siirtyvät Kannattavuus-sivulle suoraan Investoinnit-välilehdeltä. Jos kokonaisinvestointi sisältää osia, jotka eivät ole käytettävissä tukimuodossa tukikelpoisia, annetaan ne erikseen euroina. Käyttäjä valitsee tuen määrän prosentteina ja laskentakorkokannan, minkä jälkeen laskuri laskee tunnusluvut.

Investointien tukikelpoisuus riippuu siitä, mikä tukimuoto on kyseessä. Esim. energiaperusteisesti myönnettävässä tuessa käsittelyjäännöksen separointiin neste- ja kuivajakeeksi tarvittava linko ei välttämättä ole tukikelpoinen.

Tukiprosentti määräytyy mm. laitoksen koon, sijainnin ja toimintatavan mukaan. Maatilojen laitokset ovat kaudella 2007-2013 voineet saada investointitukea Manner-Suomen maaseutuohjelman kautta. Tukitaso on ollut luokkaa 15 – 35 %. Ei-maataloussidonnaiset laitokset ovat voineet saada TEM:n energiatukea. (MTT raportti 103)

Tuki alentaa yrittäjän investointimenoa, pääomakustannuksia ja rahoitusriskiä, vaikka ei yksinään varmistakaan kannattavan toiminnan perusedellytyksiä. Niistä tärkein on riittävä ja ennustettava käyttökate.

Laskentakorkokantana on oletuksena käytetty 7%.

8.1 Näin tulkitset laskurin antamia kannattavuuslukuja

Kannattavuustarkastelua varten on biokaasulaitokselle määriteltävä käyttöikä ja jäännösarvo. Laskurissa on käytetty alla olevan taulukon mukaisia käyttöaikoja rakennuksille ja laitteille. Jäännösarvo on oletettu nolllaksi.

Taulukko 8. Investointiyksikköjen käyttöiät.

Biokaasulaitoksen investointiyksikkö	Käyttöikä
Rakennus	20 v.
Tekniikka	10 v.
Moottorit	4 v.

Nettonykyarvo

Nettonykyarvo lasketaan investointikustannuksen, käyttöiän sekä vuosittaisten tuottojen ja kulujen avulla. Investointikustannus tapahtuu nykyhetkessä, joten sen arvo otetaan laskuissa huomioon sellaisenaan. Sen sijaan tulevien vuosien tuotot ja kulut diskontataan laskentakorkoa käyttämällä nykyhetkeen. Mikäli nettonykyarvo on positiivinen, investointi on kannattava. Laskuri laskee nettonykyarvon sekä ilman investointitukea että tuki huomioiden.

Esim.

Tuottojen nykyarvo:

$$TNA = Tuotot \times \frac{(1+p)^n - 1}{p(1+p)^n}$$

Kulujen nykyarvo:

$$KNA = Kulut \times \frac{(1+p)^n - 1}{p(1+p)^n}$$

missä p = laskentakorko = 0,15 ja n = käyttöikä = 10

Esimerkki

	Lähtötiedot	Nykyarvo 10 vuoden ajalta
Investointikustannus	200 000 €	-200 000
Jäännösarvo	0 €	0
Tuotot	50 000 € / vuosi	250 940
Kulut	10 000 € / vuosi	-50 190
Käyttöikä (n)	10 vuotta	
Laskentakorko (p)	15 %	
Nettonykyarvo		750

Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuaika on se aika, jonka kuluessa investointi maksaa takaisin hankintamensa. Ensin lasketaan vuotuisten tuottojen ja kulujen avulla laitoksen nettotuotto. Tämän jälkeen investointikustannus jaetaan vuotuisella nettotuotolla. Investoinnin kannattavuutta voi arvioida vertaamalla laskettua takaisinmaksuaikaa arvioituun käyttöikään. Laskuri laskee

Investointikustannus	200 000 €
Jäännösarvo	0 €
Tuotot	50 000 € / vuosi
Kulut	10 000 € / vuosi
Nettotuotto (=Tuotot- Kulut)	40 000 € / vuosi
Takaisinmaksuaika (=Investointikustannus/ Nettotuotto)	5 vuotta

takaisinmaksuajan sekä ilman investointitukea että tuki huomioiden.

Esimerkki.

Annuiteetti

Annuiteettimenetelmässä lasketaan investoinnille vuosittainen kustannus tarkasteluajalla. Lähtötiedoiksi tarvitaan investointikustannus, käyttöikä ja laskentakorkokanta. Investoinnille laskettua annuiteettia verrataan vuosittaiseen nettotuottoon. Investointi on kannattava, mikäli annuiteetti on nettotuottoa pienempi. Mitä suurempi tämä erotus on, sitä kannattavampi investointi on. Laskuri laskee investoinnin annuiteetin sekä ilman investointitukea että tuki huomioiden.

Investoinnin annuiteetti:

$$A = I \times \frac{p(1+p)^n}{(1+p)^n - 1}$$

missä A = annuiteetti, I = investointikustannus, p = laskentakorko = 0,15 ja n = käyttöikä = 10

Esimerkki

Investointikustannus	200 000 €
Jäännösarvo	0 €
Käyttöikä (n)	10 vuotta
Laskentakorko (p)	15 %
Annuiteetti	39 850 €
vertaa:	
Nettotuotto (= Tuotot - Kulut)	40 000 €

Sisäinen korkokanta

Sisäinen korkokanta tarkoittaa sitä korkokantaa, jonka mukaan investoinnin hankinta-ajankohtaan diskontatut nettotuotot ovat yhtä suuret kuin hankintakustannus (vertaa nettonykyarvon laskentaan). Sisäistä korkokantaa verrataan kannattavuustavoitteeseen. Eri vaihtoehtoista edullisin on se, jonka sisäinen korkokanta on korkein. Investointi on kannattava, jos sen sisäinen korkokanta on vähintään yhtä suuri kuin sijoitukselta odotettava korkokanta. Tämä on teoreettisesti oikea tapa selvittää investoinnin kannattavuus, sillä se ei ole riippuvainen subjektiivisesti valitusta korkokannasta.

Esim. Sisäiseksi korkokannaksi saadaan 15 % samoilla annetuilla alkuarvoilla kuin edellisissä esimerkeissä.

→ Yhteenvedona lasketuista tunnusluvuista voidaan sanoa, että esimerkkitapauksessa biokaasulaitosinvestointi on juuri ja juuri kannattava. Nettonykyarvo jää vain hiukan plussan puolelle, annuiteetti on vain hieman pienempi nettotuottoa ja sisäinen korkokanta on sama kuin mitä oletettu laskentakorkokanta.

9 Lyhenteet ja niiden merkitys

- a = vuosi (annum)
- bar/mbar = paineen yksikkö
- BAT = paras käytettävissä oleva tekniikka (Best Available Technology)
- CH₄ = metaanin kemiallinen kaava
- CHP = Combined Heat and Power, lämmön ja sähkön yhteistuotanto
- °C = celsius, lämpötilayksikkö
- kWh = kilowattitunti, energian määrän mittayksikkö
- kW = kilowatti, tehon yksikkö
- K = kalium
- m³ = kuutiometri, 1000 l
- MMM = Maa- ja Metsätalousministeriö
- N = typpi
- P = fosfori
- snt = sentti, 0.01 euroa
- TS = total solids, kuiva-ainepitoisuus (sis. sekä epäorgaanisen että orgaanisen aineen)
- t = tonni, 1000 kg
- VS = volatile solids, orgaanisen aineen osuus
- v = vuosi

10 Vihjeitä laskurin käytöstä investoinnissa ja toimivassa laitoksessa

Esiselvitys ja alustavat tiedot

Esiselvityksessä voidaan käyttää laskurissa olevia oletusarvoja tai mahdollisesti olemassa oleviin analyysihin perustuvia arvoja.

Tarkennetut analyysit ja jalostussuunnan valinta, budjettitarjoukset

Saadut tulokset ovat jo hyvin lähellä käytäntöä, ja näiden perusteella voi harkita lupamenettelyjen vireillepanon.

Lupakysymykset, investointitukihakemus

Rakennuslupa ja yhteydet: Evira sekä Tukes/Pelastuslaitos.

Investointitukihakemusta tehdessä on huomioitava, että hankintoja ei saa tehdä ennen virallista päätöstä. Hakemusmenettely kannattaa tarkistaa paikallisesta ELY-keskuksesta. Tulokset antavat myös mahdollisuuden lähestyä rahoittajia näillä alustavilla kannattavuuslaskelmilla.

10.1 Biokaasulaskuri tuotannonsuunnittelun eri vaiheissa

10.1.1 Esiselvitys I

Ensimmäisellä esiselvityksellä voidaan kartoittaa energian tarve tilalla sen eri käyttömuodoissa. Tilalla käytettävissä olevat syötteet, kuten vihermassat, lanta ja mahdollisesti muut laitokseen soveltuvat jakeet. Tee koelaskelma, jolloin voi nähdä miten laitos täyttää oman tarpeen.

10.1.2 Esiselvitys II

Kartoita energiantarve ja saatavilla olevat syötteet tuotantolaitoksen lähietäisyydellä 0-20 km laitoksesta. Huomioi syötteiden saatavuus ja hinta suhteessa metaanin tuottopotentiaaliin.

Huomioi myös sähkön myyntimahdollisuutta rajoittavat tekijät ja lämmön muuttuva kapasiteetti kesä /-talvikuukausina.

10.1.3 Koelaskelmat

Tee koelaskelma ensin tilakohtaisena ratkaisuna ja lopulta kokonaistilanteen perusteella. Valitse sitten kannattavuuden ja soveltuvuuden mukaiset vaihtoehdot laskelmien perusteella.

10.1.4 Investointisuunnitelman jatkaminen

Jatkossa tehdään tarkennettu selvitys energian toimitussopimuksista, hinnasta ja laitoksen tuottaman energian vastaavuudesta kysyntään eri kuukausina.

Energian ostajat, oma energiantarve sekä mahdollisuus toimittaa lopputuotetta lähialueelle 0- 20 km etäisyydellä otetaan tässä vaiheessa huomioon.

Syötteiden tarkempi analysointi tehdään laboratoriossa. Analysointi tehdään yksittäisten syötteiden kohdalta sekä syötemäärien mukaisesta seoksesta, jolloin metaanin tuottopotentiaali saattaa nousta tai laskea erillistuloksiin verrattaessa.

10.1.5 Biokaasulaskurin rooli asiantuntijan tullessa mukaan suunnitteluun

HUOMIOI! Jatkettaessa suunnitelmaa on ympäristöluvan vireillepano syytä tehdä ajoissa.

Mikäli laitos käsittelee yli 20000 t/a syötteitä tai tilan eläinmäärä sitä edellyttää, niin pitää laitoksesta tehdä YVA -selvitys. Hakumenettely saattaa kestää noin vuoden, mikäli hakemukseen ei tule muistutuksia. Pienemmillä syötemäärillä ympäristölupamenettely on kevyempi ja nopeampi.

Koelaskelman perusteella pyydetään budjettitarjoukset. Tarjouspyynnöt kannattaa tehdä ositettuna varsinaiseen laitostoimitukseen ja rakentamiseen eriteltynä. Rakentaminen on yleensä normaalia maanrakentamista ja soveltuu paikallisten rakennusurakoitsijoiden toteutettavaksi.

Laitossuunnittelusta vastaa laitostoimittaja.

10.1.6 Rakennuslupa ja investointituki

Saadut tarjoukset voidaan verrata sekä tarkastaa laskurilla. Laitostoimittajan antamat arvot syötetään laskuriin, jolloin voidaan huomata eri toimittajien laskennallisia eroja.

Mikäli arvot poikkeavat oleellisesti laskurin antamasta tai annettujen tarjousten keskiarvosta, kannattaa pyytää selvitys tai mielellään käytännön esimerkkejä.

Rakennuslupa pitää hakea ajoissa, heti kun on mahdollisuus käyttää laitetoimittajan suunnitelmia rakennuspiirustusten pohjaksi.

HUOMIOI! Investointitukea voidaan hakea, kun ympäristölupa sekä rakennuslupa on myönnetty. Investointiin liittyviä hankintoja, lukuun ottamatta suunnittelukustannuksia ja lupamenettelystä johtuneita kuluja, ei voi tehdä ennen tukipäätöstä.

Laskurilla voi osoittaa myös laitoksen kannattavuuden rahoittajille. Kannattavuus osoitetaan siirtämällä laskurin tuotot ja kulut, kannattavuus ja raportit ja yhteenvetosivujen antamat luvut T-lomakkeille. http://yritystutkimusry.fi/?page_id=9

Ota yhteys Eviran valvovaan viranomaiseen, josta voi pyytää tarkentavaa selvitystä käytettävistä syötteistä sekä lannoitevalmisteen hyväksyttävyyden edellytyksistä.

Tukes / Pelastuslaitos antaa ohjeita kaasulaitteiden asennusten lupakysymyksistä sekä siirtolinjojen / verkkojen rakenteista, sähköasennusten ATEX erikoisvaatimuksista.

10.2 Laskuri toimivan laitoksen apuna

- toimiva laitos voi käyttää laskuria uusien syötteiden valinnassa
- laitoksen kustannusten seurantaan
- kannattavuuden seurantaan
- kaasun eri jalostusasteiden kannattavuuden vertailuun
- laitoksen laajennuksen kannattavuuden laskentaan

Kysyvä ei tieltä eksy (vanhan kansan viisaus pätee tässäkin)

11 Ravinnelaskuri

Biokaasulaitoksen syötteet sisältävät ravinteita, joista merkittävimpiä ovat typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K). Ravinteiden määrä ja esiintymismuoto vaihtelee syötteittäin. Esim. typpi voi esiintyä orgaanisena typpinä (mm. proteiinit ja aminohapot), ammoniumtyppinä tai nitraattityppinä, joiden vesiliukoisuus ja käyttökelpoisuus kasveille ovat erilaiset.

Biokaasuprosessissa ravinteiden kokonaismäärä ei muutu, mutta osa orgaanisesta tyyppistä liukoistuu, mikä parantaa käsittelyjäännöksen typen käyttökelpoisuutta kasveille verrattuna syötteiden tyypeen. Siten esim. biokaasulaitoksessa käsitellyn lannan lannoitusarvo on parempi kuin raakalannan. Liukoistuva typen osuus riippuu mm. käsiteltävien syötteiden biohajoavuudesta, kokonaistyyppipitoisuudesta ja typen esiintymisestä eri muodoissaan syötteessä sekä biokaasureaktorin mikrobimäärästä. Esim. lantaa käsiteltäessä käsittelyjäännöksessä on noin 10 - 40 % enemmän liukoista tyyppiä kuin syötteessä. Kasvimassoilla ja ruokajätteellä liukoisen typen määrän kasvu on luokkaa 50 %.

Laskurin ravinnelaskelmassa käsittelyjäännöksen ravinnemäärät perustuvat syötesivulla annettujen syötteiden määriin ja ravinnepitoisuuksiin, joita voi käydä muokkaamassa kunkin syötteen kohdalla x-kuvakkeen kautta.

Laskurin oletusarvot syötteiden ravinnemäärille ovat karkeita arvioita. Fosforin ja kaliumin määrä oletetaan olevan käsittelyjäännöksessä sama kuin syötteissä yhteensä. Typen osalta on käytetty oletuksena, että liukoisen typen määrä kasvaa 25 % prosessin aikana, mutta kokonaistypen määrä pysyy samana.

Laskurissa käsittelyjäännöksen ravinteiden arvo lasketaan kertomalla ravinteen määrä ko. ravinteen oletushinnalla. Fosforin ja kaliumin osalta laskennassa käytetään ko. ravinteen kokonaismäärää käsittelyjäännöksessä ja typen osalta liukoisen typen määrää. Ravinteiden hinnat on arvioitu lannoitteiden myyjien peltokäyttöön tarkoitettujen peruslannoitteiden hintojen avulla, jotka julkaistaan Maaseudun Tulevaisuudessa.

Biokaasulaskuriin hinnat on otettu fosforilaskurista

(<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/pelto/peltopalvelut/fosforilaskuri>; Cemagro Oy 01.05.2014). Näin saadut ravinteiden arvot osoittavat ravinteiden periaatteellisen arvon käsittelyjäännöksessä.

Käytännössä käsittelyjäännöksen ravinteiden arvoon vaikuttavat useat seikat, kuten niiden varastoinnista, kuljetuksesta ja levityksestä aiheutuvat kustannukset.

Jos biokaasulaitoksessa käsitellään lantaa, joka muuten käytettäisiin sellaisenaan lannoitteena omalla tilalla, voidaan typen liukoistumisesta aiheutuva lisääntynyt lannoitearvo huomioda suoraan biokaasulaitoksen tulona. Laskuri laskee erikseen, paljonko liukoisen typen määrä lisääntyy (oletuksena 25 %) ja sen rahallisen arvon. Muita syötteitä, kuin oman tilan lantaa käytettäessä, ei rahallista hyötyä voida laskea näin suoraviivaisesti.

12 Investointiin liittyviä kaavakkeita

Linkki, josta löytyy maatalouden investointina, tai erillisenä yrityksenä haettavat tukiehdot, kaavakkeet sekä hakuohjeet investointitukiin.

<http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljeliija/Sivut/Maatalouden-investointituet.aspx>

Linkki, josta löytyy investointikohteen maakunnan erillisiä rahoitukseen liittyviä linjauksia. Investointituet ovat alueellisesti kohdennettuja.

<http://www.ely-keskus.fi/web/ely/rahoituslinjaukset#.U4hiNCjm41I>

Linkki, josta löytyy energiatukeen liittyvät hakuohjeet ja lomakkeet.

<http://www.ely-keskus.fi/web/ely/energiatuki#.U4hjVSjm41I>

Biokaasulaitoksen vaatimat luvat

http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pe_lloilta/biokaasu/luvat_ja_hyvaksynnat_Liitteet

Sivutuoteasetuksen mukaisiin syötteisiin liittyvät lomakkeet ja ohjeet

Sivustolla on lomakkeita ja ohjeita sekä toimijoiden että valvojien käyttöön. Sekä toimijoiden että valvojien on kuitenkin hyödyllistä tutustua molempiin. Sivutuotetoimijoille ja -valvojille hyödyllisiä lomakkeita ja ohjeita on lisäksi mm. rehujen, lannoitevalmisteiden ja elintarvikkeiden alla.

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/lomakkeet+ja+ohjeet/sivutuotteet/>

Lannoitevalmisteisiin liittyvät lomakkeet ja ohjeet

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/lomakkeet+ja+ohjeet/kasvit/lannoitevalmisteet/>

Vaarallisten kemikaalien käsittely

Tukes / alueellinen Pelastuslaitos

<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20120855?toc=1>

Sivutuoteasetuksen mukaisesti hyväksytyt ja rekisteröidyt laitokset.

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/elaimista+saatavat+sivutuotteet/laitosten+ja+toimijoiden+hyvaksynta+ja+rekisterointi/>

Yrityksen perustaminen

Mikäli sinun pitää toimintaa varten perustaa oma yritys, muistilista tärkeistä yhteyksistä ja lomakkeista.

<http://www.yrityssuomi.fi/yrityksen-perustaminen>

Yhteistyössä



Itävalta



Universität für Bodenkultur Wien



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin