

Fredrik Ek

fredrik.ek@slf.fi

+358407547182

Agera Innovation

- Maidontuotannosta mallia biokaasun tuotantoon?
- Selvitys hajautetun biokaasutuotannon ja keskitetyn kaasunkäsittelyn mahdollisuuksista Kannuksen seudulla



Kuvassa Metenerin Joutsan biokaasulaitoksen kaasukupoleja

Biokaasutuotannon potentiaali ja raaka-aineita

Naudanlanta (lypsylehmiä)

100 km säteellä Kannuksesta löytyy noin 50 000 lehmää. Tämän lehmämäärän tuottamalla lannalla olisi teoriassa mahdollista päästä noin 11 MW:n kaasuntuotantotehoon jo ilman ylijäämärehujen kaasupotentiaalia. Käytännössä kaikki lanta ei kuitenkaan mitenkään saa hyödynnettyä biokaasulaitoksissa, mutta osan voisi saada. Teoriassa on siis mahdollista päästä merkittävään kaasutehoon. Naudanlannan lisäksi on muitakin lantajakeita sekä muita syötöitä mitä voisi hyödyntää biokaasutuotannossa.

Biokaasulaitosten vähyyks Suomessa johtuu useasta tekijästä. Energia on meillä halpaa verrattuna Keski-Eurooppaan missä biokaasulaitoksia on runsaasti. Saksassa melkein kaikki biokaasulaitokset tuottavat sähköä koska sähköstä maksetaan hyvää tariffihintaa. Suomeenkin saatiin tariffijärjestelmä vuonna 2011, mutta tämä koskee vain generaattoritieholtan yli 100 kVA:n tehoisia laitoksia. Tehoraja pitää käytännössä maatilalaitokset tariffin ulkopuolella. Suomessa ei ole niin suuria eläintiloja että yhden tilan lanta riittäisi tehorajan ylittämiseen.

Ilman tariffijärjestelmää sähkön myynti valtakunnan verkkoon ei ole houkuttelevaa sähkön alahaisen markkinahinnan takia. Joitakin esimerkkejä löytyy missä sähköä on saatu myytyä markkinahintaa korkeampaan hintaan, mutta nämä ovat ainakin vielä poikkeuksia. Oulun energian Farmivirtakonsepti on osoitus siitä että joillekin kuluttajille ”vihreän sähkön” imagoahyöty on niin suuri että sähköstä kannattaa maksaa markkinahintaa korkeampaa hintaa. Olen itse Fiskarsin voiman kautta Farmivirran tuottaja, osa vesivoimalaitoksemme tuottamasta sähköstä onkin saatu myytyä Farmivirtana, mutta suurin osa myydään vielä puolitoista vuotta Farmivirran tuottajaksi ryhtymisen jälkeen edelleen markkinahintaan.

Tuottamalla lämmön ja sähkön sijaan metaania liikennekäyttöön päästään suurempaan lopputuotteiden arvoon sekä taloudellisesti että ympäristöllisesti ja huoltovarmuusmielessä. Liikennepolttoaineena biokaasu korvaa maahan tuotua öljyä kotimaisella biokaasulla.

Suurin osa Suomessa tuotettavasta biokaasusta tuotetaan kaatopaikoilla ja jäteveden puhdistuslaitoksilla. Teollisuuden biohajoavista jätteistä tuotetaan myös biokaasua osana jätehuoltoa. Biojätteitä käsittelevät biokaasulaitokset saavat pääasialliset tulonsa jätteiden porttimaksuista. Silloin kuin tavoitteena on mädättää maatilalan omaa lantaa, sekä osin biokaasutarkoitukseen viljeltyä nurmea, kannattavuuden pitää perustua tuotetun energian arvoon sekä biokaasutuksessa saavutettavan lannoiteparannuksen arvoon. Toisin sanoen, tuotetusta energiasta saatavilla tuloilla pitäisi saada biokaasulaitoksen pyörittämisen ja laitoksen hankkimisen aiheuttamat kulut katettua.

Edullisen energian ja puutteellisten kannustinten lisäksi biokaasulaitosten yleistymisen hidasteena on niiden korkea hankintahinta. Lääkkeeksi voi yrittää edullisempien biokaasulaitoksen rakentaminen. Tämä käytännössä voi tarkoittaa laitosten yksinkertaistaminen pelkäksi raaka-biokaasun tuotantolaitoksiksi. Juuri tästä ajatuksesta Veijo Hernesniemen järjestämässä ratkaisuekskursiossa on lähdetty liikkeelle.

Alueellisia biokaasutuotantopotentiaaleja on arvioitu ennenkin. Tässä raportissa en keskity biokaasupotentiaalini selvittämiseen vaan hajautetun biokaasun tuotannon ja keskitetyn jalostuksen konseptin mahdollisuuksien arviointiin.

Turkiseläinten lanta nousi myös esiin yhtenä mahdollisena syötteenä, laskin tälle lannalle kaasuntuotantopotentiaalin:

Profur yhdistyksestä tiedusteltiin turkiseläinten määrää. Hannu Kärjä toimitti seuraavat luvut koskien Keskipohjanmaata:

Kettuja yhteensä Hannu Kärjän listan mukaan: 47200

Turkiseläimiä yhteensä Kärjän listan mukaan:
 Todellinen määrä on kuulemma 50 – 60 % ilmoitetusta määrästä.

Kettuja 47200 jos puolet liikaa todellinen luku on: 23600
 Minkkejä 17781 jos puolet liikaa todellinen luku on: 8891

Lantaa 0,5 m³/a/kettu
 Lanta 0,25 m³/a/minkki

Tämä antaa: 11800 m³ kettulantaa
 2223 m³ minkkilantaa

Yhteensä: 14023 m³ turkiseläinten lantaa vuodessa

Oletuksena on että turkiseläinten lannan tilavuuspaino on 700 kg/m³ ja kuiva-ainepitoisuus 39 %. 14 000 kuutiota turkiseläinten lantaa painaa siten noin 10 000 tonnia. Tällä lantamäärällä kuuluisi laskelmieni mukaan päästä noin 440 kW:n kaasutehoon.

Käytettävissä olevat lantamäärät

Lantatuotteiden apulaskuri

Kuinka paljon lantaa muodostuu vuodessa?									
	Eläinten lkm	vrk sisällä	Lantaa kg/vrk	TS %	VS % TS haj	Tunnettuja ar	Tilavuuspaino	tonnia/vuosi	tonnia/vrk
						m ³ /vuosi	kg/m ³		
Lietelantaa lypsylehmä	50000	365	67	8	80		1000	1216667	3333
Lietelantaa hieho		220	33	10	80		1000	0	0
Lietelanta sonni		365	30	15,82	80		1000	0	0
Kiinteä naudantalanta		220	30	30	80		800	0	0
Tjurgödsel		365	30	30	80		800	0	0
Sian lietelantaa		365	5,71	7	85		1000	0	0
Kanalantaa		365	0,03	30	70		500	0	0
Hevoslantaa		365	24,95	23	85			0	0
Kalkkunalantaa		365	0,19	75	70			0	0
Kettunaaras kuivikelanta	23600	365	0,96	39	78		700	8260	23
Minkkinaaras kuivikelanta	8891	365	0,48	39	78		700	1556	4
Yhteensä tonnia/vuosi, vrk								1216667	3333

Lantamäärien antama biokaasupotentiaali

Biokaasulaskuri, syötä määrät ja muuta tarvittaessa raaka-aineen kuiva-avainepitoisuutta

Mitä syötteitä mädätetään? Kuinka paljon energiaa tästä saadaan vuodessa? Kunka suuri mädätysreaktorin pitää olla?	Määrä		TS tunnettu	TS oletusarvo	VS	kg VS	Max reaktorik	Mädätysreakti	Metaania	Biokaasu	Metaanisisält	Metaanikaas
Syötettä (määrä/vuosi)	tonnia	%	%	% TS:stä	per vrk	kg VS/(m ³ *vrk)	3 syötteen mukaa	m ³ /tonni VS	m ³ /vuosi	% (CH ₄)	m ³ /vuosi	
Naudan lietelantaa	1 216 667		8	80	213333	3	71111	200	15 573 338	65	10 122 669	
Naudan kuivikelantaa			21	77	0	3	0	150	0	64	0	
Naudanlanta muu			25	80	0	3	0	200	0	65	0	
Sian lietelantaa			7	81	0	3	0	350	0	64	0	
Hevoselantaa kuivikkeella			33	78	0	3	0	200	0	60	0	
Kananlanta			40	72	0	3	0	225	0	60	0	
Turkiseläinten lanta	9 816		39	78	8181	3	2727	200	597 205	65	388 184	
Muu syöte					0							
Säilöheinää nurmi/apila			35	90	0	6	0	550	0	55	0	
Säilöheinää maissi			35	90	0	6	0	700	0	53	0	
Vilja			86	90	0	6	0	750	0	55	0	
Viljan lajittelujätettä, kuorta			87	90	0	6	0	230	0	55	0	
Olkea			85	90	0	6	0	230	0	55	0	
Socketerijuurikas			25	95	0	6	0	800	0	55	0	
Biojätettä kotitalous			28	60	0	6	0	450	0	63	0	
Elintarvikkejätettä			30	90	0	6	0	400	0	60	0	
Perunaa			18	90	0	6	0	400	0	60	0	
Markkina jätettä, hedelmiä jne			15	90	0	6	0	500	0	62	0	
Rasvaa rasvanerottimista			50	90	0	6	0	700	0	65	0	
Teurasjätettä			15	85	0	6	0	800	0	64	0	
Kuolleita eläimiä			30	85	0	6	0	800	0	65	0	
Kalajätettä			18	90	0	6	0	520	0	65	0	
Hera			5	92	0	6	0	420	0	53	0	
Mäski pesuvettä			5	96	0	6	0	540	0	59	0	
Oluen mäski tuore			24	96	0	6	0	540	0	59	0	
Vuodessa	1 226 483 tonnia								biokaasua m ³ /	16 170 543	metaanikaasu	10 510 853
Vuorokaudessa	3 360 tonnia								biokaasua m ³ /	44 303	metaanikaasu	28 797
Tuotettu kemiallinen energia vuodessa, kWh												103 006 359
Primäärienergian tuotantoteho, kW												11759

Kaasuteho yllä kuvatuista lantamääristä olisi kutakuinkin 12 MW. Vuotuinen energiantuotanto olisi noin 103 000 MWh. Teoreettinen biokaasupotentiaali on siis merkittävä.

Lähtökohtana Kannuksen seudun biokaasuhankkeessa on että kaasua tuotetaan hajautetusti ja jalostetaan sekä markkinoidaan keskitetysti. Valtavien lantamäärien kuljettaminen edes takaisin tilojen ja suurten biokaasulaitosten välillä on vaikeaa pitää realistisena.

Maataloudessa käytössä olevia biokaasun tuotantomalleja

Paikalliset raaka-aineet ja paikallinen kaasun käyttö

Biokaasua tuotetaan pienissä laitoksissa jotka sijaitsevat siellä missä raaka-aine on. Useimmiten eläintiloilla. Tämä on ylivoimaisesti yleisin tapa tuottaa biokaasua maatalouden sivujakeista. Kaasu silloin myös yleensä käytetään paikan päällä sitä mukaa kuin sitä muodostuu. Saksassa toimii kuutisen tuhatta biokaasulaitosta tämän toimintatavan mukaan. Lopputuotteena on yleensä sähköä mitä myydään tuettuun tariffihintaan valtakunnan verkkoon.

Vaihtoehtoisesti biokaasulaitos voi tuottaa kaasua myyntiin, joko siten että kaasu syötetään puhdistettuna maakaasuverkkoon tai varastoidaan puhdistettuna pullopattereihin.

Biokaasulaitokselle tuodut raaka-aineet.

Yleistä on myös että biokaasulaitokselle tuodaan raaka-aineita myös muualta kuin siltä tilalta missä laitos sijaitsee. Biovakan Vehmaan laitos on esimerkki tällaisesta laitoksesta. Biokaasulaitos käsittelee usean

sikatilan lietteet keskitetysti. Toimiakseen lietteen kuljetukset on saatava edullisiksi ja tehokkaiksi. Toisin sanoen, etäisyyttä ei saa olla liikaa. Naudanlietteen energiapotentiaali on tonnia kohti alhainen, koostuuhan lypsykarjan lietelanta yli 90 prosenttisesti vedestä. Lietteiden kuljetuskustannukset ylittävät siten helposti lietteestä saatavan energian arvon. Käytössä edullisin lietteiden kuljetusratkaisu on pumppaaminen putkia pitkin. Näin Myös Jeppo kraft:in biokaasulaitos toimii, osa monia jakeita käsittelevässä Jeppo Kraftin biokaasulaitoksessa mädätettävistä syötteistä tuodaan laitokselle pumppaamalla maahan kaivettuja putkia pitkin. Lietteiden pumppaaminen tilojen välillä, tai tilojen ja biokaasulaitosten välillä, on Suomessa käytännössä mahdollista vain harvoissa paikoissa suurten etäisyyksien takia.

Biokaasun siirto keskitetylle jalostusasemalle.

Biokaasun siirtämien putkia pitkin on periaatteessa yksinkertaista, kaasu liikkuu helposti putkia pitkin pienellä energiamäärällä ja ilman kaasuhäviöitä. Kaasusta tiivistyvä vesi pitää poistaa joko pumppaamalla se kondenssivesikaivoista pitkin kaasulinjaa tai estää kondenssin muodostuminen putkeen kuivaamalla kaasu ennen sen johtamista kaasuverkkoon. Kuivaus tehdään käytännössä kaasua jäähdyttämällä jolloin kaasussa oleva vesi tiivistyy pois. Raaka-kaasun siirtoon perustuvia ratkaisuja on muutamia eri puolilla maailmaa.

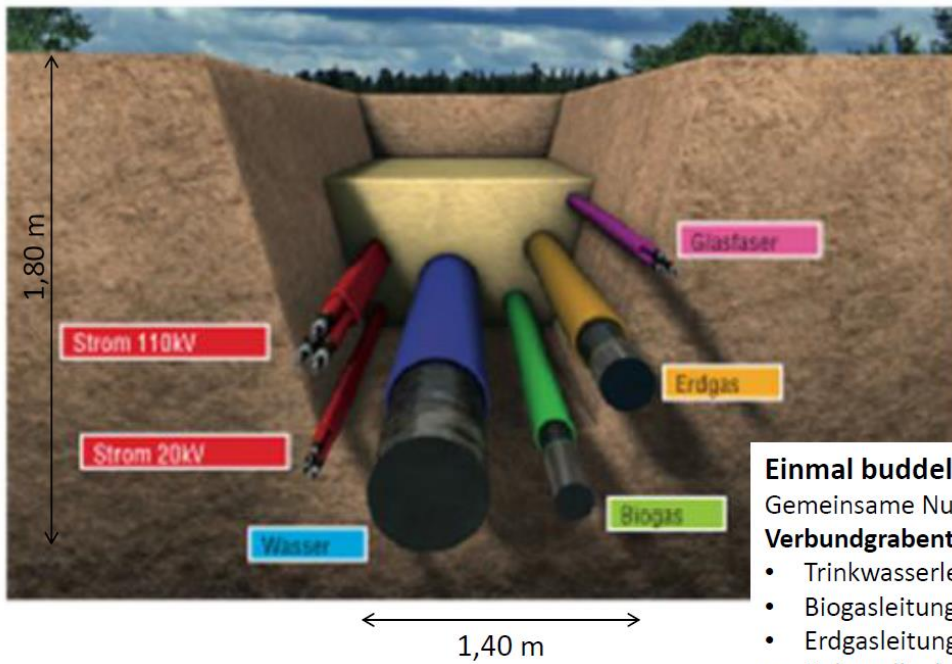
Seuraavaksi muutama esimerkki:

- **Einsammeln** des erzeugten Biogases mit neuem **Biogasnetz**
- **Aufbereitung auf Erdgasqualität** in einer zentralen Aufbereitungsanlage (Entschwefelung, Trocknung, Abtrennung CO₂ (48%), Konditionierung)
 - Wärme
 - Strom
 aus BHKW der zentralen Klärschlammverwertung
- **Einspeisung in das Erdgasnetz**
Vermarktung des Beimischproduktes als „Landgas Eifel“ (10% Methan aus Biogas)
- Energieerzeugung 425 Mio. kWh



89,7 km neue Leitungen, 10,7 Mio. Investition

Rheinland Pfalz:issa Saksassa Belgian rajan tuntumassa ollaan samaan kaivantoon asentamassa uusia vesijohtoja, sähköjohtoja, valokuitukaapeleita sekä maakaasu- että biokaasuputkia. Biokaasua kerätään useilta biokaasulaitoksilta keskitetylle kaasun jalostusasemalle mistä kaasu syötetään paikalliseen maakaasuverkkoon. Saksalainen hanke on jaettu eri osuuksiin joiden ensimmäiset osat toteutetaan vuosien 2016 ja 2017 aikana.



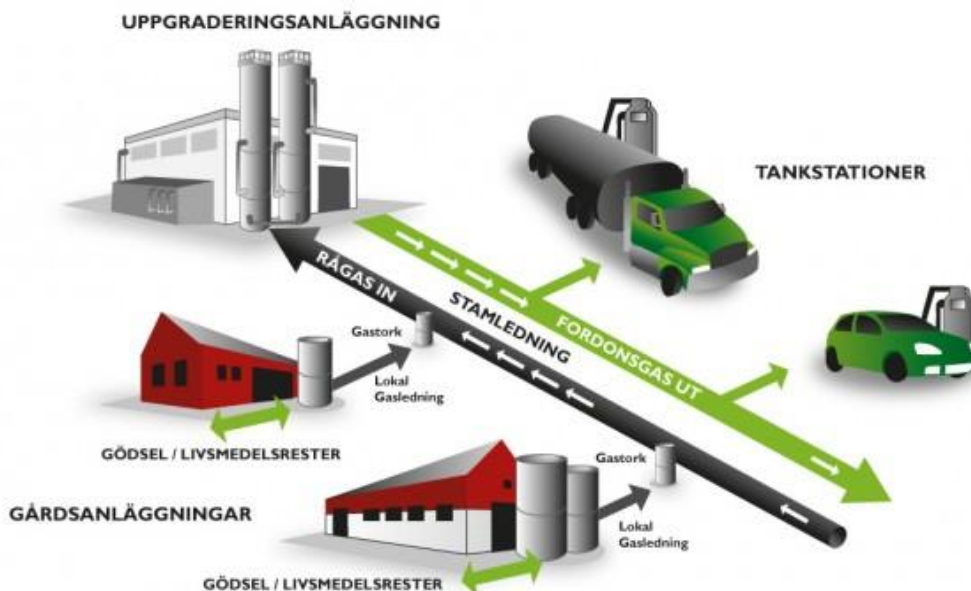
Einmal buddeln, fünfmal verlegen

Gemeinsame Nutzung der zentralen **Verbundgrabentrasse** mit

- Trinkwasserleitung
- Biogasleitung
- Erdgasleitung
- Lichtwellenleiter
- 20 kV/110 kV Leitung

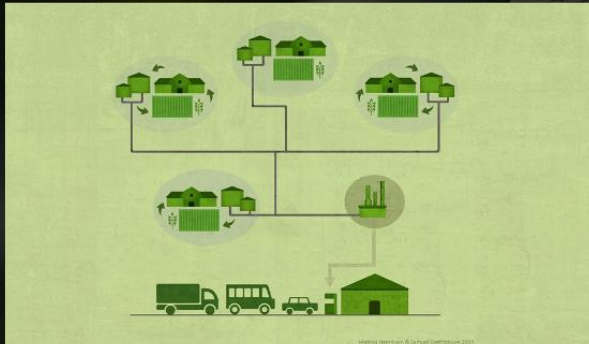
Gesamtinvestition rd. 145 Mio. EUR

Ruotsin Brålandassa Göteborgin lähellä on myös rakennettu raaka-biokaasulle pitkiä siirtolinjoja keskitetylle kaasun jalostusasemalle. Brålanda-hankkeessa lopputuotteena on liikennebiokaasu. Osa biokaasusta poltetaan myös lämmöksi. Raaka-kaasulinjojen yhteenlaskettu pituus on reilut 20 km.



Brålanda -hankkeen toimintaperiaate

PROCESSEN



Biogas Brålanda ligger mitt på den bördiga Dalboslätten. Här produceras närproducerad, gårdsbaserad biogas för fordon där gasen pumpas via nergrävda ledningar.

Det går till så att gödsel röts ute på de enskilda lantbruken och gasen transporteras i nedgrävda rör till en gemensam uppgraderingsanläggning som gör fordonsbränsle av rågasen. Den färdiga fordonsgasen pumpas sedan vidare till en tankstation.

Kun hain toteutettuja hankkeita missä raaka-kaasua siirretään, löysin myös yhtä Brasiliassa toteutettua hanketta. Tässä tapauksessa lopputuotteena on keskitetysti tuotettu sähkö maakaasuverkkoon tai tankkausasemalle syötettävän kaasun sijaan. Yhteistä kaikille löytämäni hankkeille on että raaka-kaasu on siirretty sellaisenaan kaasuputkia pitkin matalassa paineessa. Kuulin myös huhuja että biokaasua olisi jossakin vaiheessa suunniteltu siirtää jalostukseen maanteitse Itävallassa, mutta tähän mennessä en ole saanut tietoon vahvistusta.

Suomessa Biovakan ihmiset ovat pohtineet kaasun siirtämistä Biovakan Vehmaan ja Turun laitoksen välillä maantiekuljetuksena. Tietääkseni asia ei ole edennyt alkulaskelmia pidemmälle.

Dalbosläppen - ett föredöme!



Biogas är kanske världens bästa fordonsbränsle. Och gårdsbaserad biogas från Dalsland ännu bättre!

Med produktion av både biogas och vindkraft är Dalbosläppen ett föredöme inom hållbar energi. Biogas Brålanda innebär redan nu nya möjligheter för jordbruket och bidrar till näringslivsutveckling i Dalsland och i hela Västsverige. Och konceptet går att utveckla ännu mer! Just nu planerar vi nästa steg. Vi är lika med Fyrbodals kommunalförbund, Innovatum AB, Trollhättan Energi, Vänersborgs kommun och Melleruds kommun. Tillsammans vill vi skapa en nod för biogasutveckling i Västsverige!

Ruotsalaisen Brålanda-hankkeen tuotanto- ja jalostuslaitokset sekä kaasuputket kartalla.

Kannuksen seudun biokaasuhanke

Lähtökohtana on ollut että biokaasun kanssa toimittaisiin vähän samalla tavalla kuin maidon kanssa on totuttu toimimaan. Tiloilla tuotetaan maitoa ja biokaasua ja molempia tuotteita viedään kutakuinkin sellaisinaan osuuskunnan toimesta jalostettavaksi muualle. Pyrkimyksenä tässä toimitavassa on että biokaasulaitoksen pyörittäminen olisi mahdollisimman yksinkertaista ja itse laitos hankintahinnaltaan mahdollisimman edullinen.

Oletan että tavoitteeksi otetaan liikennebiokaasun tuotanto. Hiilidioksidin voi poistaa kaasusta joko keskitetysti isommassa laitoksessa tai erikseen kaikkien tuotantopaikkojen yhteydessä. Välimuotojakin lienee mahdollisia, muutama lähekkäin sijaitseva tila voi tehdä yhteistyötä kaasun jalostuksessa, vaikka biokaasun tuotanto olisi erillään. Tämä vaihtoehto edellyttää raakakaasulinjan rakentamista yhteistyötä tekevien tilojen välille samaan tapaan kuin mitä Ruotsissa on tehty.

Hajautettu kaasuntuotanto ja keskitetty -jalostus ei olisi ongelmallista, mikäli kaasu voitaisiin tiloilla johtaa kuivauksen jälkeen kaasuputkeen joka vie kaasun jalostusasemalle. Koska kaasulinjoja ei ole, ja koska etäisyydet ovat suuret, kaasuputkia ei kovin helpolla saada joka tilalle. Jäljelle jää siten kaasun kuljettaminen maanteitse jalostusasemalle, joko sellaisenaan jalostamattomana tai siten että kaasusta on ensin poistettu hiilidioksidi.

Hiilidioksidin poisto

Biokaasu koostuu karkeasti ottaen metaanista ja hiilidioksidista. Metaanipitoisuus vaihtelee biokaasussa syötteiden mukaan ja on tyypillisesti 55 ja 70 % välillä. Lantaa mädättämällä päästään korkeampiin metaanipitoisuuksiin kuin nurmirehua mädättämällä. Silloin kuin biokaasu käytetään lämmöntuotannossa tai yhdistetyssä lämmön ja sähkön tuotannossa (kaasu poltetaan moottorissa) ei ole tarpeen poistaa kaasusta hiilidioksidi. Hiilidioksidi pitää poistaa biokaasusta silloin kuin kaasusta jalostetaan liikennekaasua ja silloin

kuin tuotetaan nesteytettyä metaania. Korkeissa paineissa hiilidioksidi alkaa nesteytyä kaasutankeissa ja lisäksi hiilidioksidi vie tankeissa tilaa metaanilta.

Kaikki tänä päivänä yleisesti käytössä olevat biokaasun jalostustekniikat perustuvat eri kaasujen separointiin painealueella 0- 10 baaria. Tämä pätee niin vesipesureihin, kuin kalvoerottimiin ja amiinipesureihin. Kaikilla tekniikoilla on omat hyvät ja huonot puolensa. Perinteisin tekniikka perustuu vesipesureihin. Tämä on koeteltua tekniikkaa joka ei edellytä kaasunseparointia edeltäviä puhdistusvaiheita. Viime aikoina membraanitekniikka on yleistynyt hiilidioksidin poistossa. Membraanitekniikalla voidaan rakentaa hyvin kompakteja kaasunjalostuslaitoksia jotka eivät kuluta vettä. Membraaneilla päästään nykyään myös varsin hyviin puhdistustuloksiin. Tyypillinen ja miltei kaikille hiilidioksidinpoiston tekniikoille yhteinen sähköenergiankulutus on 0,25 kWh/Nm³ raaka-kaasua.

Kaasunseparoinnin painealueella on sikäli merkitystä, että mikäli kaasu ensin paineistetaan tilalla sellaisenaan, tämä paine menetetään jalostusvaiheessa osuuskunnan pyörittämässä kaasunerottelulaitteistossa. Tämän syy on että puhdistus tapahtuu painealueella 0-10 baaria. Raaka-kaasun paineistaminen tilalla siis tuo mukanaan jonkin verran energiahukkaa.

Biokaasun paineistus

Yksi raaka-kaasun paineistukseen liittyvä haaste on että biokaasun hiilidioksidi alkaa nesteytyä korkeissa paineissa. Äkkiseltään voisi ajatella että hiilidioksidin nesteytyminen samalla voisi tarjota näppärän tavan saada biokaasun hiilidioksidipitoisuutta madallettua. Eri syistä on kuitenkin päädytty paineistaa raaka-kaasu maksimissaan 100 baarin paineeseen jotta hiilidioksidi ei lähde nesteytymään tässä kohtaa.

Maa- ja biokaasuajoneuvojen kaasutankeissa käytetään yleisesti noin 200 baarin painetta. Metaanin paine tankkausasemilla on puolestaan noin 250 – 270 baaria. Silloin kuin raaka-kaasua kuljetetaan, hiilidioksidia on mukana noin 35 %. Tämä laskee kaasuseoksen lämpöarvoa. Kun tähän yhdistää se, että raaka-kaasu kestää paineistusta vain 100 baarin paineeseen, lopputulema on että energiaa saadaan määrättyyn paineelliseen kaasuväaraan varastoitua raaka-kaasuna vain noin neljännes siitä määrästä mitä saadaan puhtaalla metaanilla.



Pullopatteri jossa varastoidaan puhdistettua biokaasua

Siirrettävien kaasukuomien arvon arvioimiseksi tein excelissä pienen laskelman. Lähtökohdaksi laskelmalle otin Veijo Hernesniemen maatilan biokaasutuotantopotentiaali käsillä olevista raaka-aineista, lannasta ja siitä rehuntuotantopotentiaalista mitä tällä hetkellä on vapaana.

Biokaasulaskuri, syötä määrät ja muuta tarvittaessa raka-aineen kuiva-avainepitoisuutta

Mitä syötteitä mädätetään? Kuinka paljon energiaa tästä saadaan vuodessa? Kunka suuri mädätysreaktorin pitää olla?												
Syötettä (määrä/vuosi)	Määrä		TS tunnettu		VS	kg VS	Max reaktoriik	Mädätysreakti	Metaania	Biokaasu	Metaanisäät	Metaanikaasu
	tonnia	%	%	% TS:stä								
Naudan lietelantaa	3 500		8	80		614	3	205	200	44 800	65	29 120
Naudan kuivikelanta			21	77			0	3	150	0	64	0
Naudanlanta muu			25	80			0	3	200	0	65	0
Sian lietelanta			7	81			0	3	350	0	64	0
Hevoslanta kuivikkeella			33	78			0	3	200	0	60	0
Kananlanta			40	72			0	3	225	0	60	0
Turkiseläinten lanta			39	78			0	3	200	0	65	0
Muu syöte						0						
Säilöheinää nurmi/apila	540	30	35	90		399	6	67	550	80 190	55	44 105
Säilöheinää maissi			35	90			0	6	700	0	53	0
Vilja			86	90			0	6	750	0	55	0
Viljan lajittelujätettä, kuorta			87	90			0	6	230	0	55	0
Olkea			85	90			0	6	230	0	55	0
Sockerijuurikas			25	95			0	6	800	0	55	0
Biojätettä kotitalous			28	60			0	6	450	0	63	0
Elintarvikkejätettä			30	90			0	6	400	0	60	0
Perunaa			18	90			0	6	400	0	60	0
Markkina jätettä, hedelmiä			15	90			0	6	500	0	62	0
Rasvaa rasvanerottimista			50	90			0	6	700	0	65	0
Teurasjätettä			15	85			0	6	800	0	64	0
Kuolleita eläimiä			30	85			0	6	800	0	65	0
Kalajätettä			18	90			0	6	520	0	65	0
Hera			5	92			0	6	420	0	53	0
Mäski pesuvettä			5	96			0	6	540	0	59	0
Oluen mäski tuore			24	96			0	6	540	0	59	0
Vuodessa	4 040 tonnia								biokaasua m ³	124 990	metaanikaasu	73 225
Vuorokaudessa	11 tonnia								biokaasua m ³	342	metaanikaasu	201
Tuotettu kemiallinen energia vuodessa, kWh											717 600	
Primäärienergian tuotantoteho, kW											82	

3500 tonnilla naudan lietelantaa (150 lypsylehmää) ja 540 tonnilla nurmirehua (30 ha, kolme korjuukertaa) pääsisi noin 80 kW:n kaasutehoon. 60 % kaasusta tulee tällöin nurmirehusta.

Bio- ja metaanikaasun arvon laskenta (tankkausasemahinta)	
Arvonlisävero	24 %
Biokaasun verollinen hinta tankkausasemalla	1,3 €/kg
Biokaasun verollinen hinta tankkausasemalla	0,94 €/Nm ³
Biokaasun veroton hinta tankkausasemalla	0,75 €/Nm ³
Raaka-kaasun potentiaalinen arvo tankkausasemalla	0,49 €/Nm ³

Biokaasun tankkausasemahinnasta laskin biokaasun potentiaalinen arvo kaasukuutiota kohti. Laskelmassa ei ole mitenkään huomioitu kaasun käsittelyn kustannuksia, vain sen potentiaalista arvoa päätyessään jalostettuna tankkausasemalle.

Laskelman perustietoja, teho, lämpöarvoja jne.	
Kaasuntuotannon teho, metaaniteho	80 kW
Kaasun metaanipitoisuus	65 %
Kaasun hiilidioksidipitoisuus	35 %
Metaanin lämpöarvo (HHV)	55 MJ/kg
Metaanin lämpöarvo (LHV)	50 MJ/kg
Metaanin lämpöarvo (LHV)	13,89 kWh/kg
Metaanin lämpöarvo (LHV) 0°C	9,96 kWh/Nm ³
Raaka-kaasun energiasisältö	6,47 kWh/Nm ³
Metaanin ominaispaino STP (0° C)	0,717 kg/Nm ³
Hiilidioksidin ominaispaino STP (0° C)	1,977 kg/Nm ³
Kuutiossa biokaasua (0° C) on metaania	0,466 kg
Kuutiossa biokaasua (0° C) on hiilidioksidia	0,692 kg
Biokaasun tilavuuspaino (0°C)	1,158 kg/Nm ³
Raakakaasun määrä/h (hiilidioksidi mukana)	12,4 Nm ³ /h
Raaka-kaasun määrä/vrk	296,6 Nm ³ /vrk
Raaka-kaasun määrä/viikko	2076,3 Nm ³ /viikko
Metaanihukka	1 %
Hiilidioksidihukka	5 %
Metaanin määrä/h	7,95 Nm ³ /h
Hiilidioksidin määrä/h	4,19 Nm ³ /h
Metaanin määrä/h	5,70 kg/h
Hiilidioksidin määrä/h	8,28 kg/h
Vuotuinen energiantuotanto metaani	693792 kWh/a
Metaanituotannon arvo (tankkausaemahinta)	5,98 €/h
Metaanituotannon arvo (tankkausaemahinta)	143 €/vrk

80 kW:n tehoinen biokaasulaitos pystyy yllä mainitulla hinnoilla laskien vuorokaudessa tuottamaan metaania jonka arvo tankkausasemalla puhdistettuna ja paineistettuna olisi noin 143 €/vrk. Laskelmassa on listattuna paljon muutakin mielenkiintoista. Vuorokaudessa muodostuu raaka-kaasua vajaat 300 m³. Vuotuinen energiantuotanto on vajaat 700 MWh.

Hiilidioksidin poiston ja metaanikaasun paineistuksen sähkönkulutus	
Hiilidioksidin poiston sähköenergiankulutus	0,25 kWh/Nm ³ raakakaasua
Hiilidioksidin poiston vaatima sähköteho	3 kW
Kaasun paineistuksen vaatima sähköenergia 10 bar-250 bar	0,15 kWh/Nm ³ metaania
Kaasun paineistuksen vaatima sähköteho	1,2 kW
Hiilidioksidin poiston ja kaasun paineistuksen sähköteho yhteensä	4,3 kW
Sähkön veroton hinta siirtoineen	0,1 €/kWh
Kaasun jalostuksen ja paineistuksen sähkökustannus	0,43 €/h
Kaasun jalostuksen sähkökustannus	7,42 €/vrk
Kaasun paineistuksen sähkökustannus	2,86 €/vrk
Kaasun jalostuksen ja paineistuksen sähkökustannus	10,3 €/vrk

Hiilidioksidin poisto raaka-kaasusta kuluttaa sähköä noin 0,25 kWh/Nm³ raaka-kaasua. Tämä pätee kaikkiin tekniikkoihin paitsi Amiinierotukseen joka pärjää vähemmällä sähköllä mutta joka puolestaan tarvitsee korkea-arvoista lämpöenergiaa (kuumaa lämpöä) pesunesteen regenerointiin. Kaasun paineistaminen 10 baarista 250 baariin vie sähköä noin 0,15 kWh/Nm³ metaanikaasua.

Jos sähkön veroton hinta on 10 senttiä kilowattitunnilta, sähköä kuluu kaasun jalostukseen ja paineistukseen yhteensä reilun kymmenen euron edestä vuorokaudessa. Tämä ei ole kovin suuri kustannuserä kaasun potentiaaliseen arvoon verrattuna.

SGC Rapport 2013:270

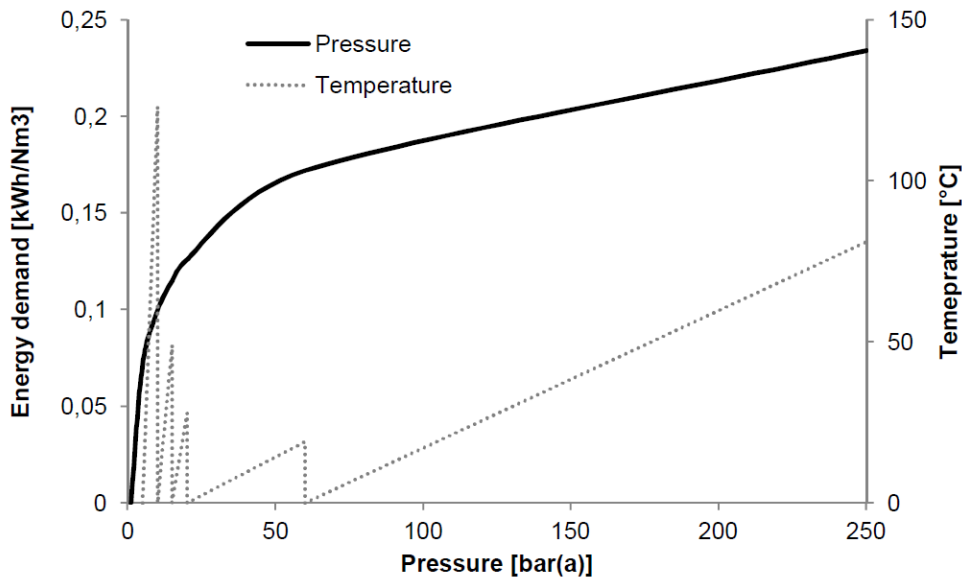


Figure 32 Energy demand for compression of biomethane between different pressure levels. The inlet gas is considered to be cool before each compression.

Tässä Svenskt gastekniskt center ab:n julkaisu 270 (löytyy netistä helposti) lainatusta kuvaajasta näkee että ensimmäiset kaasun paineistuksen baarit vievät eniten energiaa. Kaasun paineen nostaminen 10 baariin kuluttaa yhtä paljon energiaa kuin kaasun paineistaminen 10 baarista 250 baariin.

Raaka-kaasun kuljetus paineistettuna	
Raaka-kaasun kuljetuspaine	100 bar
Raakakaasun määrä vuorokaudessa	297 Nm ³ /d
Kaasun painesäiliön tyhjennysväli	48 h
Raaka-kaasun paineistuksen vaatima sähköenergia 0-100 bar	0,2 kWh/Nm ³
Raaka-kaasun paineistuksen vaatima sähköteho	2,47 kW
Kaasuvaraston paineistuksen sähkönulutus	119 kWh
Tarvittava säiliötilavuus paineistettuna	5,9 m ³
Tarvittava varastotilavuus paineettomana	593 Nm ³
Kaasuvaraston energiasisältö	3840 kWh
Kaasuvaraston energiasisällön tankkausasemahinta	290 €
Kaasuvaraston paineistuksen sähkökustannus	12 €

Raaka biokaasun kuljetuspaineeksi on tässä valittu 100 baaria. 80 kW:n tehoisen biokaasulaitoksen tuottaman kaasun varastoinemiseksi 48 h (sama väli mitä käytetään maidon kuljetuksessa) tarvitaan tällöin vähintään 5,9 m³:n kokoinen kaasuvarasto. Metenerin käyttämien kaasusiirtolavojen fyysinen tilavuus on noin 4 m³. Tämä tarkoittaa että kahden vuorokauden aikana tarvitaan periaatteessa puolitoista Metenerin kaasusiirtolavaa, tai käytännössä silloin kaasutilavuudeltaan isommaksi rakennettu lava.

Tällaisen lavan energiasisällön potentiaalinen arvo tankkausasemalla valmiiksi jalostettuna ja paineistettuna olisi noin 290 €. Kaasusiirtolavan paineistuksen sähkökustannus olisi noin 12 €. Paineistuksen sähkökustannus on siis melko pieni kustannuserä kokonaisuudessa.

Metenerin käyttämien kaasusiirtolavojen kapasiteetti on kutakuinkin 1000 Nm³ kaasua 250 baarin paineessa. Tämä tarkoittaa että niiden fyysinen tilavuus on noin 4 m³. Tällaiseen (olemassa olevaa tekniikkaa) lavaan saa mahtumaan 10 000 kWh metaania ja 2600 kWh raakaa biokaasua. Ero on 3,8 kertainen ja eron tärkein syy on että raakaa biokaasua ei voi paineistaa yhtä paljon kuin puhdasta metaania ilman että hiilidioksidi alkaa nesteytyä. Toinen syy miksi energiaa mahtuu vähemmän kyytiin, on että hiilidioksidi vie varastossa tilaa metaanilta.

Paineistetun metaanin ja biokaasun energiatihedden vertailu	
Metenerin kaasun siirtolavan kaasusisältö	1000 Nm ³
Metenerin kaasun siirtolavan energiasisältö metaani	9958 kWh
Metenerin lavan paine Metaanikaasulla	250 bar
Metenerin lavan paine biokaasulla	100 bar
Metenerin kaasulavan fyysinen tilavuus	4 m ³
Raaka-kaasun säilytyskapasiteetti per lava	400 Nm ³
Metenerin kaasulavan energiasisältö raaka biokaasu	2589 kWh
Raaka-kaasun arvo per Metenerlava (tankkausasemahinta)	195 € alv 0%
Metaanikaasun arvo per Metenerlava (tankkausasemahinta)	752 € alv 0%
Siirtolavakaasupullopatteriston energiasisältö metaani/biokaasu	3,8 kertainen ero

Kun eron laskee euroiksi, päättyy tulokseen että metaanilla täytetyn kaasusiirtolavan sisältämän kaasun potentiaalinen arvo tankkausasemalla on 752 € ja biokaasulla täytettynä 195 €. Ero on suuri.

Seuraava kysymys on mitä kaasuvaramon kuljettaminen maksaa, tein tätä varten pienen laskelman joka ei ota kantaa mihinkään muuhun kuin juokseviin kuluihin. Kuljetusmatkan pituus vaikuttaa oleellisesti kuljetuksen kustannukseen.

Kun ka paljon energiaa ja rahaa kuluu kaasukontin siirtoon?	
Kuorma-auton polttoaineenkulutus (10 kWh/l dieseliä)	22 l dieseliä/100 km
Dieselin hinta	1,1 €/l
Dieselin lämpöarvo	10 kWh/l
Kuljettajan tuntihinta	20 €
Auton tuntihinta ilman polttoainetta	20 €
Kuorma-auton energiankulutus	2,2 kWh/km
Montako k-a kilometriä voidaan ajaa biokaasulavan kaasulla?	1177 km
Tilojen oletettu keskietäisyys kaasun jalostusasemalta	60 km
Ajoa per kaasulavahakukeikka	120 km
Keskimääräisen kaasulavahakukeikan energiankulutus	264 kWh
Kuorma-auton keskinopeus	50 km/h
Keskimääräisen lavahakukeikan vaatima aika	2,4 h
Keskimääräisen lavahakukeikan polttoaineenkulutus	26,4 l
Keskimääräisen lavahakukeikan polttoainekustannus	29,04 €
Kuljettajan tuntikustannus per lavahakukeikka	48 €
Kuorma-auton tuntikustannus per lavahakukeikka	48 €
Yhteenlaskettu lavahakukeikan kustannus	125,04 €

Oletin tässä laskelmassa että kuorma-auton dieselkulutus on 22 litraa/100 km, että kuljettajan palkkakustannus on 20 €/h ja että auton hinta ilman polttoainetta myös on 20 €/h.

Laskelmassa on oletettu että biokaasuyhteistyössä mukana olevien maatilojen keskietäisyys kaasun jalostusasemalta on 60 km (tsekkasin asian Veijon kanssa). Tämä antaa yhden kuljetuskeikan pituudeksi 120 km. Auton keskinopeuden ollessa 50 km/h kuormauksineen päästään tulokseen että kaasuirtolavan hakemiseen kuluu aikaa 2,4 h ja 26,4 litraa dieseliä (voidaan ajaa metaanillakin). Yhden lavan hakukeikan kustannus olisi tämän mukaan 125 €. Keskietäisyyden tai hinnoittelun muuttuessa kustannus myös muuttuu.

Tässä vaiheessa kun konsepteja vertaillaan, on mielenkiintoista tarkastella kuinka paljon enemmän liikkuvia kustannuksia syntyy siitä että kuljetetaan raaka-kaasua metaanin sijaan. Raaka-kaasun pienemmän energiatiheyden takia (paine ja hiilidioksidi) tämä vaihtoehto vaatii enemmän kuljetuksia ja myös vähän enemmän sähköä. Vertailussa en ota kantaa kiinteisiin kustannuksiin.

Biokaasu tilalla paineistettuna, mutta ei puhdistettuna	
Yhden kaasuvälikon tankkausarvo	195 €/lava
Hakukeikkoja vuodessa	268 kpl
Kaasunmyynti vuodessa	52370 €
Raaka-kaasun paineistuksen sähkötalutus vuodessa	2165 €
Raaka-kaasun kuljetuskalutus vuodessa	33506 €
Hiilidioksidin poiston ja paineistuksen sähkötalutus vuodessa	3752 €
Kaasunmyynti miinus kalutukset	12947 €/a
Kuljetus- ja sähkötalutuksen osuus myynnin arvosta	75 %
Biokaasu tilalla puhdistettuna ja paineistettuna	
Yhden kaasuvälikon tankkausarvo	752 €/lava
Hakukeikkoja vuodessa	70 kpl
Kaasunmyynti vuodessa	52370 €
Kaasun kuljetuskalutus vuodessa	8711 €
Hiilidioksidin poiston ja paineistuksen sähkötalutus vuodessa	3752 €
Kaasunmyynti miinus kalutukset	39907 €/a
Kuljetus- ja sähkötalutuksen osuus myynnin arvosta	24 %

Laskelmissa olen olettanut että käytetään samoja kaasunsiirtolavoja mitä Metener käyttää. Raaka kaasun paineistuksesta aiheutuu laskelman mukaan reilun kahden tuhannen euron vuotuinen sähkötalutus. Oletuksena on, että kaasun puhdistus ja puhtaan kaasun paineistus vie sekä raaka-kaasun siirtomallissa että tilalla valmiiksi puhdistetun kaasun siirtomallissa yhtä paljon energiaa. Käytännössä lienee kuitenkin mahdollista päästä keskitetyssä laitoksessa parempaan energiatalouteen hiilidioksidinpoistossa kuin lukuisissa pienissä laitoksissa tiloilla. Sähkötalutukseen verrattuna kaasun kuljetus kuitenkin maksaa paljon enemmän. Ero juoksevista kalutuksista on laskelman mukaan noin 27 000 € vuodessa. Kuljetus ja sähkötalutusten osuus kaasun potentiaalisesta arvosta on vaihtoehdossa missä raaka- kaasua kuljetetaan 75 % ja puhdistetun kaasun kanssa 24 %. Kaasunhakukeikkoja raaka-kaasulla on vuodessa 268 kpl ja puhdistetulla kaasulla 70 kpl.

Takaisinmaksuaikavaatimus ilman tukia	10 a
Maks investointi per laitos hajautetulla puhdistuksella	399069 €
Maks investointi per laitos keskitetyllä puhdistuksella	129474 €

Kymmenen vuoden korottomalla takaisinmaksuaikavaatimuksella laskettuna saisi biokaasulaitos omalla kaasunjalostuslaitteilla maksaa 400 000 €. Keskitetyllä kaasun jalostuksella hinta per laitos on 129 000 € keskitetty jalostuslaitos mukaan lukien.

Raaka-kaasun kuljettaminen 100 baarin paineessa ei siis kannata ellei kaasua saa kerralla kyytiin huomattavasti enemmän. Laskelman pohjana on ollut siirtolavalle rakennettujen pullopattereiden käyttö joiden fyysinen tilavuus on 4 m³.

Vertailun vuoksi tein saman laskelman oletuksella että kaasua saadaan kerralla kymmenkertainen määrä kyytiin, 10 000 Nm³.

Paineistetun metaanin ja biokaasun energiatihedysten vertailu	
Metenerin kaasun siirtolavan kaasusisältö	10000 Nm ³
Metenerin kaasun siirtolavan energiasisältö metaani	99583 kWh
Metenerin lavan paine Metaanikaasulla	250 bar
Metenerin lavan paine biokaasulla	100 bar
Metenerin kaasulavan fyysinen tilavuus	40 m ³
Raaka-kaasun säilytyskapasiteetti per lava	4000 Nm ³
Metenerin kaasulavan energiasisältö raaka biokaasu	25892 kWh
Raaka-kaasun arvo per Metenerlava (tankkausasemahinta)	1954 € alv 0%
Metaanikaasun arvo per Metenerlava (tankkausasemahinta)	7517 € alv 0%
Siirtolavakaasupullopatteriston energiasisältö metaani/biokaasu	3,8 kertainen ero

Biokaasu tilalla paineistettuna, mutta ei puhdistettuna	
Yhden kaasuväestön tankkausasemahinta	1954 €/lava
Hakukeikkoja vuodessa	27 kpl
Kaasumyynti vuodessa	52370 €
Raaka-kaasun paineistuksen säkönkustannus vuodessa	2165 €
Raaka-kaasun kuljetuskustannus vuodessa	3351 €
Hiilidioksidin poiston ja paineistuksen säkönkustannus vuodessa	3752 €
Kaasunmyynti miinus kustannukset	43103 €/a
Kuljetus- ja sähkökustannuksen osuus myynnin arvosta	18 %
Biokaasu tilalla puhdistettuna ja paineistettuna	
Yhden kaasuväestön tankkausasemahinta	7517 €/lava
Hakukeikkoja vuodessa	7 kpl
Kaasumyynti vuodessa	52370 €
Kaasun kuljetuskustannus vuodessa	871 €
Hiilidioksidin poiston ja paineistuksen säkönkustannus vuodessa	3752 €
Kaasunmyynti miinus kustannukset	47747 €/a
Kuljetus- ja sähkökustannuksen osuus myynnin arvosta	9 %

Isommalla kaasukontilla kaasun kuljettamisessa on enemmän järkeä. Kaasun hakukeikkoja on vähemmän ja kuljetuskustannukset eivät syö niin suurta osaa kaasuntuotannon arvosta.

Takaisinmaksuaikavaatimus ilman tukia	10 a
Maks investointi per laitos hajautetulla puhdistuksella	477473 €
Maks investointi per laitos keskitetyllä puhdistuksella	431025 €

Kymmenen vuoden korottomalla takaisinmaksuaikavaatimuksella laskettuna saisi biokaasulaitos omalla kaasunjalostuslaitteilla maksaa 477 000 €. Keskitetyllä kaasun jalostuksella hinta per laitos on 431 000 € keskitetty jalostuslaitos mukaan lukien.

Raaka-kaasun kuljettaminen isoissa painesäiliöissä näyttää tämän laskelman pohjalta hyvinkin mahdolliselta vaihtoehdolta. Tämä vaatii panostamista suurten siirrettävien kaasuväestöjen etsimiseen/kehittelyyn. Raaka-kaasun paineistamisen hyvä puoli on että se mahdollistaa itse biokaasulaitoksen pitämisen yksinkertaisena ja hankintahinnaltaan edullisena. Yksinkertainen biokaasulaitos voisi maksaa noin 150 000 € ja siten olla hyvinkin mahdollinen investointi suhteutettuna laskettuun kaasuntuotannon arvoon.

Metaanin nesteytys

Metaanikaasun ja hiilidioksidin nesteytys on vaihtoehto metaanin paineistukselle. Nesteytyksen hyvä puoli on että kaasu saadaan paljon tiiviimpään muotoon mikä puolestaan mahdollistaa kaasun siirtämistä pitkiä matkoja.

Ruotsalaisen selvityksen mukaan paras tapa kuljettaa biokaasua maanteitse alle 200 km etäisyyksillä on paineistettuna. Pidemmällä etäisyyksillä nesteytys muuttuu mielenkiintoiseksi vaihtoehdoksi. (Benjaminsson & Nilsson, 2009, "Distributionsformer för biogas och naturgas i Sverige") (löytyy helposti netistä).

Nesteytettynä metaanin energiatiheys on paljon suurempi (2,6 kertainen) paineistukseen verrattuna. Nesteytetyn metaanin kuljetukseen ei myöskään tarvita yhtä raskaita säiliöitä kuin paineistetun metaanin kuljetukseen. Säiliöt mukaan lukien saadaan noin viisi kertaa niin hyvä energiatiheys kuljetuksiin nesteytetyn metaanin kanssa verrattuna metaaniin 260 baarin paineessa.

Biokaasun nesteytyksessä pitää vielä tarkemmin poistaa rikkivety ja hiilidioksidi kuin biokaasun paineistuksessa. Vain Amin select –tekniikalla ja kryogeenisellä separoinnilla (jäähdyttämällä kaasut nesteeksi) päästään riittävään puhdistustulokseen yhdessä prosessivaiheessa.

Ruotsissa satakunta kuorma-autoa käyttävät nesteytettyä metaania polttoaineena. Ruotsissa on myös kymmenkunta tankkausasemaa joista saa nesteytettyä metaania. Viking Grace käyttää nesteytettyä metaania polttoaineenaan. Gasum hävisi tarjouskilpailun ruotsalaisille nesteytetyn metaanin toimittamisesta Viking Gracelle. Viking Grace siis bunkrataan Tukholmassa.

Laskelman pohjana on sama biokaasulaitos kuin kaasun paineistuksessaakin. Kaasuteholtaan 80 kW:n biokaasulaitos. Ajatuksena on hyödyntää sekä metaanikaasu että hiilidioksidi.

Laskelman perustietoja, teho, lämpöarvoja jne.	
Kaasuntuotannon teho, metaaniteho	80 kW
Kaasun metaanipitoisuus	65 %
Kaasun hiilidioksidipitoisuus	35 %
Metaanin lämpöarvo (HHV)	55 MJ/kg
Metaanin lämpöarvo (LHV)	50 MJ/kg
Metaanin lämpöarvo (LHV)	13,89 kWh/kg
Metaanin lämpöarvo (LHV) 0°C	9,96 kWh/Nm ³
Raaka-kaasun energiasältö	6,47 kWh/Nm ³
Metaanin ominaispaino STP (0° C)	0,717 kg/Nm ³
Hiilidioksidin ominaispaino STP (0° C)	1,977 kg/Nm ³
Kuutiassa biokaasua (0° C) on metaania	0,466 kg
Kuutiassa biokaasua (0° C) on hiilidioksidia	0,692 kg
Biokaasun tilavuuspaino (0°C)	1,158 kg/Nm ³
Raakakaasun määrä/h (hiilidioksidi mukana)	12,4 Nm ³ /h
Raaka-kaasun määrä/vrk	296,6 Nm ³ /vrk
Raaka-kaasun määrä/viikko	2076,3 Nm ³ /viikko
Metaanihukka	1 %
Hiilidioksidihukka	5 %
Metaanin määrä/h	7,95 Nm ³ /h
Hiilidioksidin määrä/h	4,19 Nm ³ /h
Metaanin määrä/h	5,70 kg/h
Hiilidioksidin määrä/h	8,28 kg/h
Vuotuinen energiantuotanto metaani	693792 kWh/a
Metaanituotannon arvo (tankkausaemahinta)	5,98 €/h
Metaanituotannon arvo (tankkausaemahinta)	143 €/vrk

Nesteytyksessä biokaasun komponentit saadaan puristettua hyvin tiiviiseen tilaan, kuten alla olevasata laskelmasta nähdään. Biokaasulaitoksen 7 vuorokauden kaasuntuotanto vaatii paineettomana tilaa 2076 m³. Kun tämän tilavuuden sijoittaa puolipalloon, sen säteeksi tulee 10 m ja halkaisijaksi 20 m. Varasto mahtuisi siten juuri sopivasti lietealtaan päälle jonka halkaisija on 20 m.

Biokaasun mobiili puhdistus ja nesteytys	
Nesteytetyn metaanin tilavuuspaino	450 kg/m ³
Nesteytetyn hiilidioksidin tilavuuspaino	1101 kg/m ³
Nesteytetyn metaanin lämpöarvo (HHV)	50 MJ/kg
Nesteytetyn metaanin lämpöarvo (LHV)	45 MJ/kg
Nesteytetyn metaanin lämpöarvo (HHV)	13,89 kWh/kg
Nesteytetyn metaanin lämpöarvo (LHV)	6,25 kWh/l
Haluttu nesteytysväli	7 vrk
Tarvittava raaka-kaasun varastotilavuus	2076 Nm ³
Puolipallon muotoisen kaasuvärisäädin säde	10 m
Puolipallon muotoisen kaasuvärisäädin halkaisija	20 m
Metaanikaasun tilavuus puhdistettuna (0°C)	1336 Nm ³
Metaanin massa	958 kg
Hiilidioksidin tilavuus puhdistettuna (0°C)	690 Nm ³
Hiilidioksidin massa	1365 kg
Kaasuvärisäädin energiasäilytys	13305,6 kWh
Kaasuvärisäädin metaanisisällön tilantarve nesteytettynä	2,13 m ³
Kaasuvärisäädin hiilidioksidisisällön tilantarve nesteytettynä	1,24 m ³

Nesteytettynä metaanikaasu mahtuu reiluun kahden kuution tilavuuteen ja hiilidioksidi reiluun kuution.

Nesteytettyjen kaasujen arvo	
LNG Wärtsilän maksama hinta ilman kuljetuksia	1150 €/ton
LNG Gasumin Viking Gracelle tekemä tarjous	500 €/ton
Hiilidioksidin arvo (AGA, Peter Himmelroos) 04 -16 Närpiöön toimi	120 €/ton
Laskelmissa käytettävät hinnat	
LNG	1000 €/ton
Hiilidioksidi	100 €/ton
Hiilidioksidituotannon arvo (AGA) yksi biokaasulaitos	1 €/h
Hiilidioksidituotannon arvo (AGA) yksi biokaasulaitos	20 €/vrk

Hyvä kysymys on mikä on nesteytetyn metaanikaasun ja nesteytetyn hiilidioksidin arvo. Laskelmassa käytin metaanin osalta 1000 €/tonni ja hiilidioksidin osalta 100 €/tonni. Yhden biokaasulaitoksen hiilidioksidituotannon arvo on tällöin noin 20 €/vrk.

14.4 -16 kävin Veijo Hernesniemen kanssa Wärtsilällä Vaasassa tutustumassa Wärtsilän kokemuksiin metaanin nesteytyksestä. Wärtsilä on toimittanut useita metaanikaasun nesteytyslaitoksia muun muassa Norjaan. Wärtsilän metaanin nesteytyksen demolaitos on myös myytävänä. Alla on listattuna nesteytyslaitosten tietoja.

LNG laitosten ominaisuuksia, Wärtsilä					
	Kapa- siteetti tn/vrk	Kapa- siteetti kg/h	Energian- kulutus kWh/kg	Jatkuva tehontarve kW	Hinta €
Wärtsilän demolaitos	2,5	104	0,8	83	1500000
Suurin mobiililaitosmahdollisuus	10	417	0,6	250	5500000
17 tonnia	17	708	0,6	425	
25 tonnia	25	1042	0,6	625	

Suurin nesteytyslaitos mikä Wärtsilän miesten mukaan voi kuvitella rakennettavan mobiiliksi kumipyörillä liikkuvaksi laitokseksi, on laitos jonka kapasiteetti on 10 tonnia vuorokaudessa. Laitoksen ajaminen ylös, kylmäksi siis, vaatii aikaa noin kaksi tuntia.

Laitoksen jatkuvan akselitehontarpeen ollessa 250 kW, on turhaa edes kuvitella että laitosta voisi pyörittää maataloilta saatavalla sähköllä. Voimanlähteenä on oltava LNG yhdistelmän mukana kulkeva moottori. Aikaa vie varsinaisen nesteytystyön tekeminen, laitoksen ajo kylmäksi paikan päällä kohteessa ja LNG laitoksen siirtäminen biokaasulaitosten välillä.

Laskelmissa käytettävä LNG laitos	
LNG laitoksen kapasiteetti	417 kg/h
LNG laitoksen jatkuva tehontarve	250 kW
Nesteytettävä metaani (kaasuvaraston sisältö metaanikiloina)	958 kg
Nesteytyksen vaatima aika	138 min
LNG laitoksen ylösajon ym. vaatima aika	120 min
Tilojen keskietäisyys toisistaan	30 km
LNG yhdistelmän keskinopeus maantiellä	50 km/h
LNG yhdistelmän siirron polttoaineenkulutus	40 l/100 km
LNG yhdistelmän siirron polttoaineenkulutus per tila	12 l
Laitoksen siirtämiseen kuluva aika	36 min
Nesteytysoperaation ajantarve per tila yhteensä	5 h

LNG laitoksen siirto mukaan lukien, ajantarve on noin 5 h yhden biokaasulaitoksen viikon kaasuntuotannon nesteytyksen.

Alla olevassa taulukossa on laskettu yhden biokaasulaitoksen viikon kaasuntuotannon arvo nesteytettynä, toisin sanoen, sen kaasukuorman arvo mitä lähdetään siirtämään kerralla pois maatilalta.

Tuotettujen kaasujen arvo per biokaasulaitos ja nesteytyskerta	
Yhden tilan kaasusäiliöstä tuotetun LNG:n arvo	958 €
Yhden tilan kaasusäiliöstä tuotetun hiilidioksidin arvo	136 €
LNG:n ja hiilidioksidin arvo yhteensä	1094 €

Seuraava kysymys on mitä nesteytys maksaa, tässä vaiheessa olen vain laskenut mitä prosessi maksaa energiassa. Koska käyttövoimana on polttomoottori joka kulkee nesteytyslaitoksen mukana, joutuu moottorin hyötysuhde ottamaan huomioon energiankulutusta laskiessa. Selkeyden vuoksi olen olettanut että voimanlähteenä on dieselmoottori. Yhtä hyvin voimanlähteenä voi olla kaasumoottori, moottorin polttoaine ei kokonaisuuden kannalta ole kovin merkittävä seikka pohdintojen tässä vaiheessa. Kuten laskelmasta näkee, muodostuu nesteytyksen energiantarpeesta merkittävä kuluerä.

LNG:n tuotannon energiankulutus ja -kustannus	
Kuorma-auton moottorin hyötysuhde (nesteytyksen voimanlähde)	36 %
Akselitehon tarve LNG tuotannossa	250 kW
Tarvittava polttoaineteho	694 kW
LNG tuotannon ajantarve per maatila	4,3 h
LNG tuotannon energiankulutus per maatila	2984 kWh
LNG tuotannon dieselkulutus per maatila	298 l
LNG tuotannon dieselkustannus per maatila	328 €
LNG laitteiston siirron dieselkustannus per maatila	13,2 €
LNG tuotannon dieselkustannus per maatila yhteensä:	341 €

Kaasujen nesteytyksen energiankulutus syö noin kolmanneksen kuorman arvosta.

Kaasujen myynnistä saatavat tulot miinus energiakulut (yksi tila)	
Per nesteytyskertta	753 €
Nesteytyskertoja vuodessa (nesteytysväli ja kaasuvaramaston koko)	52 kpl
Per vuosi ja biokaasulaitos (LNG:n vaatima raha ei vähennetty)	39265 €/a

Per biokaasulaitos jäisi laskelman mukaan reilut 39 000 € vuodessa jäljelle. Tällä rahalla pitäisi kattaa sekä tilan oman biokaasulaitosinvestoinnin kustannukset että kunkin tilan osuutta LNG laitoksen kustannuksista.

Tärkeä asia selvittää on kuinka monta tilaa yksi mobiili LNG laitos voi palvella. 10 tonnin LNG laitos voisi vuorokaudessa tehdä 4,9 biokaasulaitosvierailua 80 kW:n biokaasulaitoksilla. Yhteensä tämä mahdollistaisi 34 biokaasulaitoksen tuottaman kaasun käsittelyn, mikäli yksittäisillä laitoksilla käydään kerran viikossa. Käytännössä tämä ei kuitenkaan onnistu mitenkään. Realistista voisi olla olettaa että LNG-laitos palvelee kahta biokaasulaitosta vuorokaudessa, tässä käytin kuitenkin 3, jolloin ringissä voisi olla mukana 21 biokaasulaitosta.

Laskelma LNG laitoksen teoreettisesta kapasiteetista palvella biokaasulaitoksia	
Yhden biokaasulaitoksen kaasun teoreettinen nesteytysaika	255 h/a
Teoreettinen max. biokaasulaitoslukumäärä per LNG laitos	34 kpl
Biokaasulaitoskäyntejä vuodessa	1789 kpl
Biokaasulaitoskäyntejä vuorokaudessa	4,9 kpl
Laskelmissa käytettävä päivittäisten tilakäyntien lukumäärä	3 kpl
Biokaasulaitoskäyntejä vuodessa	1095 kpl
LNG laitoksen kapasiteetti palvella biokaasulaitoksia	21 kpl

LNG vaihtoehdossa on tarpeen tavalla tai toisella jakaa biokaasusta saatavat tulot biokaasun tuottajien ja LNG -osuuskunnan välillä. Yksinkertaisuuden vuoksi tein 50/50 jaon. Kaasunmyynnistä on laskelmassa vähennetty kaasun nesteytyksen suorat energiakustannukset mutta ei muita kustannuksia.

Myyntitulojen jakaminen biokaasulaitosten ja LNG laitoksen kesken	
Kaasutuotannon arvo - suorat energiakustannukset per LNG laitos	824558 €/a
Biokaasulaitosten pyörittäjille	50 %
Osuuskunnalle joka pyörittää LNG laitosta	50 %
Yhden biokaasulaitospöytäjäjän kaasuista saatavat tulot	19632 €/a
Osuuskunnan kaasunmyynnistä saatavat tulot miinus energiakulut	412279 €/a
Hankinnan takaisinmaksuaikavaatimus (ei korkoja)	10 a
Max biokaasulaitoshinta	196323 €
Max LNG laitoshinta	4122789 €

Kymmenen vuoden korottomalla takaisinmaksuaikavaatimuksella laskettuna yksittäiset biokaasulaitokset saisivat tämän laskentatavan mukaan maksaa vajaan 200 000 € ja LNG laitteisto reilut 4 miljoonaa euroa. On syytä muistaa että tämä laskelma ei huomioi toiminnan pyörittämisen työ- ja huoltokustannuksia. Ainoastaan energiakustannukset on huomioitu.

Koko ajatus osuuskuntaperusteisesta toiminnasta on lähtenyt liikkeelle ajatuksesta maidontuotantomallista. Tilat tuottavat raaka-maitoa ja raaka-biokaasua ja osuuskunta jalostaa maidon ja biokaasun valmiiksi tuotteiksi sekä hoitaa niiden myynnin.

Jotta jotakin kannattaa kuljettaa ja jalostaa, tämä jotakin pitää olla riittävän arvokasta. Mielenkiinnon vuoksi tein vertailun maidontuotantoon ja maitokuormien arvoon. LNG:n tapauksessa haettaisiin karkeasti 1100 euron arvoisia kuormia maataloilta kerran viikossa. Jokaisen kaasukuorman kyytiin saaminen maksaisi kuitenkin noin 350 € jolloin kuorman nettoarvoksi jää noin 750 €. Lisäksi hiilidioksidin poisto maksaa jonkin verran energiaa.

Maidontuotannon arvon laskenta	
Maidon tuottajahinta	0,38 €/l
Lehmien lukumäärä	150 kpl
Maitoa / lehmä ja vrk keskimäärin	25 l
Maitoa / vrk	3750 l
Maitoa / 48 h	7500 l
Maitotankin sisällön arvo	2850 €
Maidontuotannon vuotuinen arvo	520125 €

150 lypsylehmän tilalta haetaan joka toinen päivä noin 2850 euron arvoisia maitokuormia joiden kyytiin saaminen on nopeaa ja helppoa.

5,5 miljoonaa euroa maksava LNG laitos on laskelman mukaan liian kallis, mutta laskelman voi myös perustaa Wärtsilän halvemmän demonesteytyslaitoksen varaan.

1,5 miljoonaa maksava demolaitos puolestaan teoriassa kykenisi enintään palvelemaan kahta biokaasulaitosta vuorokaudessa ja käytännössä vähemmän. Mikäli olettaa että Wärtsilän 1,5 miljoonaa euroa maksava demo- LNG -laitos kykenee palvelemaan 1,5 biokaasulaitosta vuorokaudessa ringissä voisi olla mukana 10,5 maatilaa.

Laskelma LNG laitoksen teoreettisesta kapasiteetista palvella biokaasulaitoksia	
Yhden biokaasulaitoksen kaasun teoreettinen nesteytysaika	616 h/a
Teoreettinen max. biokaasulaitoslukumäärä per LNG laitos	14 kpl
Biokaasulaitoskäyntejä vuodessa	742 kpl
Biokaasulaitoskäyntejä vuorokaudessa	2,0 kpl
Laskelmissa käytettävä päivittäisten tilakäyntien lukumäärä	1,5 kpl
Biokaasulaitoskäyntejä vuodessa	547,5 kpl
LNG laitoksen kapasiteetti palvella biokaasulaitoksia	10,5 kpl

Vaikka energiatehokkuus pienemmässä nesteytyslaitoksessa sinällään on heikompi näyttää tämä vaihtoehto kuitenkin mahdollisemmalta. Lisäksi energiaa kuluu nesteytykseen suhteessa vähemmän koska nesteytyslaitos käy pidempiä jaksoja paikallaan. Oletuksena tässä on että molempien LNG laitosten ajamiseen ylös (kylmäksi) tarvitaan 2 tuntia aikaa ja että tämä jäähdytysvaihe vie saman verran energiaa kuin varsinainen nesteytysvaihe.

Myyntitulojen jakaminen biokaasulaitosten ja LNG laitoksen kesken	
Kaasutuotannon arvo - suorat energiakustannukset per LNG laitos	436332 €/a
Biokaasulaitosten pyörittäjille	50 %
Osuuskunnalle joka pyörittää LNG laitosta	50 %
Yhden biokaasulaitospyörittäjän kaasuista saatavat tulot	20778 €/a
Osuuskunnan kaasumyynnistä saatavat tulot miinus energiakulut	218166 €/a
Hankinnan takaisinmaksuaikavaatimus (ei korkoja)	10 a
Max biokaasulaitoshinta	207777 €
Max LNG laitoshinta	2181662 €

2,2 miljoonaa euroa voisi riittää demonesteytyslaitoksen hankkimiseksi ja muuttamiseksi mobiiliksi. Silti monta asiaa on ratkaistava ennen kuin voi esittää että toiminta olisi kannattavaa.

Yhteenveto

Suomen maatalouden biokaasupotentiaalista on käytössä mitättömän pieni osa. Syy tähän on yksinkertainen, Suomessa on ollut vaikeata saada biokaasun tuotannosta kannattava. Energia on meillä verrattain edullista ja lisäksi maassamme käytössä oleva syöttötariffijärjestelmä ei koske maatilakokoluokan biokaasulaitoksia. Puuttuvat taloudelliset kannustimet yhdistettynä edulliseen energiaan ja hankintahinnaltaan kalliisiin biokaasulaitoksiin on johtanut siihen että meillä biokaasulaitokset ei ole yleistynyt. Moni Suomessa toimiva maatilakokoluokan biokaasulaitos on rakennettu maatalousoppilaitoksen yhteyteen missä laitoksen ensisijainen tehtävä ei ole olla taloudellisesti kannattava.

Suomen syöttötariffijärjestelmään on tuskin tulossa biokaasulaitoksia hyödyttäviä muutoksia lähiaikoina. On siis syytä olettaa että sähköä tuottavat biokaasulaitokset eivät maassamme juuri yleisty. Saksassa miltei kaikki biokaasulaitokset tuottavat sähköä valtakunnan verkkoon tuettuun tariffihintaan. Suomessa metaanin tuottaminen myyntiin, joko liikennekaasuksi tai maakaasuverkkoon syötettäväksi näyttää meidän toimintaympäristössämme sähköntuotantoa suuremmalta mahdollisuudelta. Ruotsissa missä sähkö niin ikään on edullista, on biokaasutuotannossa panostettu liikennemetaanin tuotantoon. Hyvä vaihtoehto liikennemetaanin tuotantoon on myös biokaasun energiakäyttö sellaisenaan, esimerkiksi sopivan teollisuuslaitoksen energialähteenä. Onko esimerkiksi Valio kiinnostunut asiasta? Oleellista biokaasutuotannon käynnistämiseksi on että kaasusta tavalla tai toisella saadaan investointeihin nähden riittävä lisäarvo.

Liikennekaasuvaihtoehdossa pitää kaasun tuotannon lisäksi saada kaasun jalostettua riittävän puhtaaksi metaaniksi. Puhdistuksen voi tehdä joko hajautetusti biokaasulaitoksilla tai keskitetysti jossakin muualla. Keskitetyssä vaihtoehdossa kaasun on tavalla tai toisella saatava siirrettyä biokaasulaitoksilta kaasun puhdistuslaitokselle.

Mikäli lähtee linjalle kuljettaa raaka-kaasua biokaasulaitoksilta, paras ratkaisu on siirtää kaasun jalostukseen putkia pitkin. Suurten etäisyyksien takia tämä ei ole monessakaan tapauksessa tule olemaan realistinen vaihtoehto. Tilanteessa missä biokaasua siirretään maantiekuljetuksina, kannattaa panostaa suuriin säiliöihin jotta kuljetuskustannukset saa minimoitua. 80 kW:n biokaasulaitos tuottaa noin 2000 m³ kaasua viikossa. Jotta tämän kaasutilavuuden saa mahtumaan kyytiin 100 baarin paineessa, tarvitaan 20 kuution kokoinen säiliö. Koska paine on korkea, säiliö käytännössä koostuu pienistä yhteen liitetyistä kaasupulloista. Tämän kokoisia säiliöitä on olemassa, mutta ne eivät käytännössä mahdu siirtolavalle vaan on asennettava esimerkiksi puoliperävaunulle.

Minkä arvoinen olisi sitten viikon aikana tuotettu ja puoliperävaunuun varastoitu kaasukuorma? Kaasun arvo tankkausasemalla valmiiksi jalostettuna ja paineistettuna olisi vähän alle 1000 € per 80 kW:n tehoinen biokaasulaitos (exelissä on tarkemmin perusteltu miten tähän päästään). Biokaasulaitoksen ja kaasun käyttö/jalostuspaikan välisen etäisyyden ollessa 60 km, kuljetus- ja sähkökustannuksiin kuluisi noin neljännes kaasukuorman arvosta. Vuodessa kaasukuormia olisi 52 kpl ja vuosituotannon arvo noin 50 000 € miinus 12500 € kuljetuksista. Tällä tavalla laskettuna biokaasulaitoksen vuosituotannon nettoarvo olisi noin 37500 €. Kymmenen vuoden korottomalla takaisinmaksuaikavaatimuksella laskettuna, biokaasulaitos (plus laitoksen osuus kaasun jalostuksesta), saisi maksaa enintään 375 000 € silloin kuin työ-, huolto- ja syötekustannukset jätetään huomiotta. Mikäli biokaasulaitos itse maksaa 150 000 €, jää sen verran pelivaraa kuvioon että kaasun jalostusasema ja kaasun siirtoa varten tarvittavat laitteistot kuuluisi olla mahdollisia saada kustannettua.

Valmiiksi puhdistetun kaasun kuljettaminen biokaasulaitoksilta on selvästi suoraviivaisempaa kuin raaka-biokaasun kuljettaminen, mutta edellyttää hiilidioksidin poistolaitteiston hankkimista jokaiselle biokaasulaitokselle. Puhdasta metaania saa paineistettua esim. 250 baarin paineeseen jolloin kaasua saadaan

enemmän kyytiin ja kaasu samalla on valmiina tankkausasemapaineessa. Lisäksi hiilidioksidi ei ole mukana viemässä tilaa kuljetuksissa. Puhtaalla metaanilla saadaan tilavuusyksikköä kohti 3,8 kertaa niin paljon energiaa mahtumaan kaasuväaraan kuin raaka-kaasulla. Tämä käytännössä tarkoittaa että puhtaalla metaanilla voidaan vaihtaa kaasupuoliperävaunua kerran kuukaudessa sen sijaan että sama homma tehdään raaka-kaasun kanssa kerran viikossa.

Biokaasun puhdistamien hiilidioksidista ja nesteyttäminen mobiilissa kumipyörillä liikkuvassa yksikössä on mielenkiintoinen vaihtoehto kaasun paineistukselle. Kaasut, sekä metaani että hiilidioksidi, saadaan hyvin tiiviiseen muotoon. Nesteytysyksikkö voisi liikkua biokaasulaitokselta toiselle ja täyttää nesteytetyt kaasut tankkeihinsa (tankit joko samassa yhdistelmässä tai eri yhdistelmässä). Hiilidioksidin poisto biokaasusta on sinällään olemassa olevaa tekniikkaa. Luontevinta on lähteä liikkeelle siitä että mobiili nesteytyslaitteisto myös huolehtii kaasujen erottelusta. Miten kaasunerottelu mobiilissa nesteytysyksikössä kannattaa tehdä, ei ole tässä tarkasteltu. Mobiilin nesteytysyksikön toteuttaminen on varmasti mahdollista, mutta ei kuitenkaan aivan itsestään selvää. Yksi merkittävä ongelma mobiilin nesteytysyksikön kanssa on sen suuri tehontarve joka pakottaa pyörittämään laitosta polttomoottorin voimalla ja polttomoottorin hyötysuhteella. Tämä hukkaa noin kolmanneksen nesteytettävän kaasun energiasta. Energiahukan pienentämiseksi on varmasti kuitenkin asioita tehtävissä. Mikäli nesteytysyksikön kylmäksi ajo vaihe saadaan lyhennettyä merkittävästi laskelmassa käytetystä kahdesta tunnista, tilanne paranee paljon. Nesteytysprosessi tuottaa paljon lämpöä (suurelta osin matala-arvoista, viileätä lämpöä) mitä voisi hyödyntää biokaasulaitoksilla/maatiloilla lämmitystarkoitukseen. Tämä edellyttää jonkin verran järjestelyjä laitteiston osalla ja myös että tiloilla on isot varaajat lämpöenergian varastoinemiseksi. Eniten hukkalämpöä syntyy moottorissa joka pyörittää nesteytyslaitosta. Tämän lisäksi nesteytyslaitos itse myös tuottaa lämpöä. Lämmön talteenotto ei ole mahdotonta mutta ei välttämättä kuitenkaan aivan yksinkertaista.

Mitä yksinkertaisempi biokaasulaitos on, sen halvempi se on rakentaa. Usean hajallaan sijaitsevan biokaasulaitoksen kaasun nesteytyslaitteisto olisi ensimmäinen laatuaan maailmassa, varsinkin toteutettuna kumipyörillä liikkuvana yksikkönä. Tämä ei tietenkään tee asiasta mitenkään mahdoton, mutta tämän selvityksen pohjalta en vielä uskalla tätä suositella. Asia kannattaa kuitenkin selvittää lisää.

Laskentamallissa on käytetty esimerkibiokaasulaitoksena kaasuteholtaan 80 kW:n tehoinen biokaasulaitos jonka oma lämmöntarve on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Esimerkkitalan kohdalla (Veijo Hernesniemen tila), 60 % kaasusta tulee nurmirehusta ja 40 % naudanalannasta. Nurmirehun saaminen kaasutettavaksi tuo mukanaan jonkin verran kustannuksia mitä ei tässä laskelmassa ole huomioitu. Tuottamalla biokaasua olisi mahdollista saada noin 10 % lisäarvoa maidonmyynnin päälle silloin kuin nurmirehua syötetään lannan joukkoon. Pelkällä lannalla lisä on luokkaa 5 %. Onko tämä paljon tai vähän, siihen saa jokainen itse ottaa kantaa.

Mikä on sitten lopputulema? Kannattaako biokaasulaitoksia rakentaa vai ei? Tähän en anna yksiselitteistä vastausta tässä raportissa. Selvitystyön ja tämän pohjaltehdyn laskentamallin tekemiselle oli budjetoitu 7 työpäivää. Tämä aika on käytetty ja ylitetty. Laskemissa ja selvityksessä olen tuonut esiin paljon faktoja jatkosuunnittelun tueksi. On paljon helpompaa ottaa kantaa asioihin kun ensin hahmottaa missä kilowattituntien ja eurojen osalta suunnilleen mennään.

Laskelmissa ja raportissa ei ole huomioitu tukimahdollisuuksia. Tuki voi potentiaalisesti merkittävästi parantaa tällaisen pioneerihankkeen kannattavuutta. Tuottamalla liikennemetaania lannasta ja nurmesta saadaan yhdellä kertaa pienennettyä maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä ja parannettua Suomen energiaomavaraisuutta liikennepolttoaineissa. Liikennekäyttö ei kuitenkaan ole ainut mahdollisuus kaasun käytölle, yhtä hyvin biokaasu voidaan jalostamattomanakin käyttää jonkun teollisuusprosessin energialähteenä, esimerkiksi meijerissä.

Laskentamalliin (excel-tiedosto) kannattaa tutustua. Mallissa voi pyöritellä ja vertailla erilaisia kokoonpanoja. Vihreillä merkityt solut on tarkoitettu muutettaviksi, laskelman rakennetta voi muutenkin muokata mutta silloin en vasta tulosten paikkansa pitävydestä.

Lykkyä tykö pohdintoihin!

Fredrik Ek

fredrik.ek@slf.fi

+358407547182

Liite: Turkiseläinten lanta

Hei Vesa

Tästä saatte laskettua haluamanne lantamäärän. Hannun ilmoittamat luvut ovat siitosnaaraiden määriä

Terv Teppo

Lähettäjä: Hannu Kärjä [<mailto:hannu.karja@profur.fi>]
Lähetetty: 4. helmikuuta 2016 16:08
Vastaanottaja: Teppo Rekilä <teppo.rekila@keski-pohjanmaa.fi>
Aihe: Lantamäärät K-P 2014

Hei !

Lantamäärät Keski-Pohjanmaalla (m2 lantaa laskennallisesti, 0,5 m2 / siitoskettunaaras ja 0,25 m2 / siitosminkkinaaras) :

	Minkki	Kettu
Halsua	1055	3000
Kalajoki	8600	15500
Kannus	777	3200
Kaustinen	3600	13500
Kokkola	3083	6500
Veteli	666	5500

Näistä kun laskee n. 50-60 % niin ehkä todellinen määrä.

Terv Hannu

Hannu Kärjä

toiminnanjohtaja

hannu.karja@profur.fi

Puh. ▶ +3586875405

GSM ▶ +358405032961



Pohjois-Suomen Turkiseläinten Kasvattajat ry

Uunilanrantatie 2B

68100 HIMANKA

www.profur.fi

Minkkejä yhteensä Kärjän listan mukaan: 17781 tämä * 0,5 =

Kettuja yhteensä Kärjän listan mukaan: 47200

Turkiseläimiä yhteensä Kärjän listan mukaan:
Todellinen määrä on kuulemma 50 – 60 % ilmoitetusta määrästä.

Kettuja 47200 jos puolet liikaa todellinen luku on: 23600

Minkkejä 17781 jos puolet liikaa todellinen luku on: 8891

Lantaa 0,5 m³/a/kettu

Lanta 0,25 m³/a/minkki

Tämä antaa: 11800 m³ kettulantaa

2223 m³ minkkilantaa

Yhteensä: 14023 m³ turkiseläinten lantaa vuodessa