



Biokaasumatka Ruotsiin 22.1.-24.1.2019 Matkaraportti

Matkanjohtaja, Marjatta Räsänen,
0400 124 897, ProAgria Pohjois-Savo

Opas / tulkki, Mari Tabel,
Matkatoimisto PT-Matkat

Matkaraportin kirjoittaja ja raportin
valokuvat, Henri Karjalainen, 044 505 8373,
Envitecpolis Oy



envitecpolis

Navitas



Pohjois-Savon liitto tukee
maakunnan
menestystä



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



1. Päivä
22.01.2019

PÄIVÄ 1

Startti 22.1.2019

- Matka starttasi aikaisin tiistaiaamuna eri puolelta Suomea.
- Ryhmämme matkalaisia lähti liikkeelle Kuopiosta, Jyväskylästä, Oulusta ja Helsingistä.
- Kuopio-Helsinki lennon jälkeen saimme ryhmän kasaan Helsinki-Vantaan lentokentällä ja lento Göteborgiin
- Göteborgin lentokentällä kokosimme joukkomme ja nousimme bussiin retkenjohtaja Marjatta Räsäsen johdolla.
- Tavoitteena reissulla oli tutustua joka päivä yhteen biokaasulaitoskohteeseen sekä muihin relevantteihin kohteisiin.
- Näinpä pääsimme saman tien matkaan kohti ruokailua ja ensimmäistä vierailukohdettamme.



PÄIVÄ 1

1. kohde, Vadsbo Biogas AB Mariestad

- Maatilojen yhteinen biokaasulaitos, jossa Vadsbo kasvinviljely-yhtiön viisi viljelijää omistavat 50 % laitoksesta ja Gasum 50 %. Gasum osti Swedish Biogas International AB:n osuuden talvella 2016.
- Syötteet: 75 000 – 80 000 tn/v lantaa, josta pääosa lypsylehmien ja sikojen lietelantaa sekä kuivalantajakeita (suhde: lietelanta noin 200 t /vrk ja kuivalanta 20 t/vrk). Lietteet pumpataan laitosalueelle.
- Prosessi on mesofiilinen (38 °C)
- Aiemmin oli käytetty myös paljon nurmea kohteessa raaka-aineena, mutta nyt sitä nurmea on korvattu kuivalannalla.
- Laitos lämpenee edullisella hakkeella (Laka 490 kW hakekattila), jolloin kaikki biokaasulaitoksen tuottama biokaasu pystytään jalostamaan liikennebiokaasuksi. Hakkeen kulutus noin 6 i-m3/vrk.
- Jalostamo on Malmbergin valmistama vesipesuri mallia GR-BAS+, jonka puhdistuskapasiteetti on 150-400 Nm3/h (esittelijä kertoi, että ajaisivat 300 Nm3/h teholla)
- Käytössä oli Fornovogasin kompressoriyksikkö, joka paineisti jalostetun kaasun pihalla oleviin kaasunsiirtokontteihin.
- Biokaasulaitos vastasi lietteiden ja mädätejäännöksen pumppauksista, biomassojen mädätyksestä sekä kaasun jalostuksesta ja kompressoinnista asiakkaan kaasukontteihin (pihalla 3 kpl).
- Kaasu päättyy Kalrstadin kaasulinja-autoihin pitkällä 7 v toimitussopimuksella

Raportissa hyödynnetty reissusta saatujen tietojen lisäksi Mikko Tilviksen matkaraporttia 2017: "Biokaasun jakelu Ruotsissa".



PÄIVÄ 1 - Biokaasulaitoksen yhteenveto: Vadsbo Biogas AB

Laitetoimittaja	Swedish Biogas International AB toimi rakennuttajana. Gasumin osti SBI:n 2016 ja laitos on nykyään Gasumin omistuksessa.
Käyttöönottovuosi	2014
Investointi (€)	57 milj. kruunua $\approx$ 5,7 milj. €, josta investointitukea 10 milj. kruunua $\approx$ 1 milj. €
Liikevaihto / tulot biokaasusta (€)	$1\,500\,000 \text{ Nm}^3/\text{v} \text{ biometaania} * 0,72 \text{ kg/Nm}^3 * \text{n. } 1,0 \text{ €/kg} = 1\,080\,000 \text{ €/v}$
Syötteet	Naudan- ja sianlietelantaa, naudan kuivalantaa, nurmea. Lietteet pumpataan lähitiloilta laitokselle.
Syötemäärät (m ³ /v tai t/v)	n. 75 000 – 80 000 tn/v, josta 95-100 % lantajakeita ja 0-5 % nurmea.
Kuiva-ainepitoisuus (%)	Reaktorissa 8-9 %
Reaktoritilavuudet (m ³)	Reaktori 5 000 m ³ ja jälkikaasureaktori 5 000 m ³ sarjassa. Laitosalueella isot kuivalantalat sekä mädätejäännöksen vastaanotto- ja varastosäiliöt.
Reaktorin lämpötila (C)	38 °C
Biokaasun tuotto (m ³ /h)	300-400 m ³ /h, käyntihetkellä 357 Nm ³ /h
Metaanipitoisuus (%)	60 %, käyntihetkellä tuotto 217 Nm ³ CH ₄ /h
Energiantuotanto (GWh/v)	15 GWh/v
Lopputuotteet	Biometaani liikennekäyttöön Luomu mädätejäännös (kaikki) lannoitteeksi. Mädätejäännöksen siirto takaisin tiloille pumpaamalla ja kuljetuksina. ”Lietteen ja mädätejäännöksen siirto pumpaamalla 10 kertaa halvempaa kuin kuljetus.” Olivat määrittäneet, että mädätysjäännöksen arvo on noin 1,5 €/t.
Lopputuotteiden myyntihinnat	Biometaanin myynti kaasunjakelijalle kontteihin n. 1 €/kg, takuusopimus 7v
Tukimuoto	Investointituki (10 milj. kruunua) + metaanituki (40 äyriä/kWh) + biometaanin tuotantotuki (23 äyriä/kWh)
Työllisyysvaikutus	2,5 htv

PÄIVÄ 1

1. kohde, Vadsbo Biogas AB Mariestad



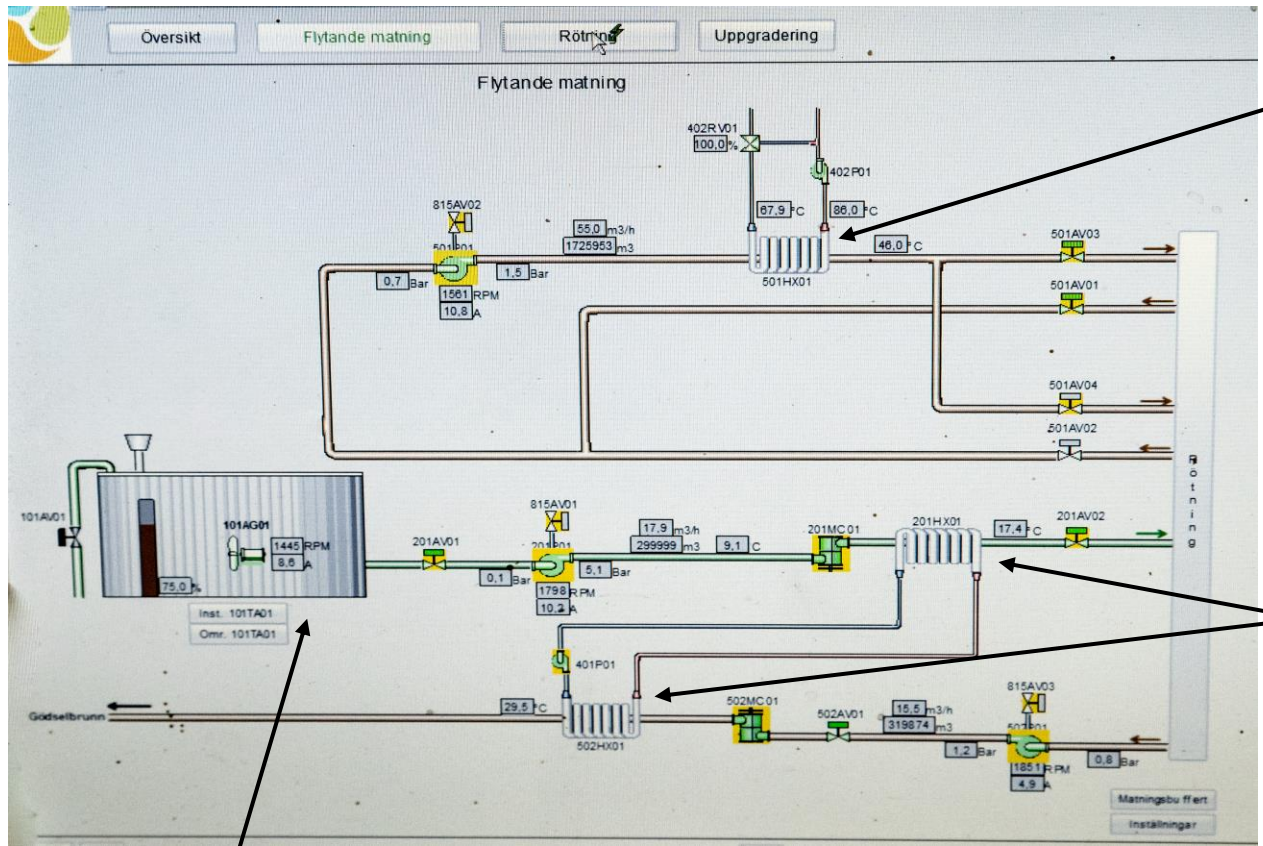
Biokaasulaitoksessa kaksi 5 000 m³ reaktoria, joista kuvan etumainen toinen toimii jälkikaasureaktorina



Lietteen pumppaaminen ensimmäiseen reaktoriin

PÄIVÄ 1

1. kohde, Vadsbo Biogas AB Mariestad



Reaktoria lämmitetään hakelämmityksellä ja hakekeskusessa tuotetun kuuman veden (86 C) lämpö siirretään reaktorin lämmityspiiriin lämmönvaihtimella.

Reaktoriin syötettävien lietteiden lämpötilaa voidaan nostaa, siirtämällä reaktorista poistuvan mädätejäännöksen lämpöenergiaa lämmönvaihtimilla syötevirtaan.

PÄIVÄ 1

1. kohde, Vadsbo Biogas AB Mariestad



Lämmönvaihtimilla saadaan nostettua lietteen lämpötilaa $9 \rightarrow 17,4$ C ennen syöttöä reaktoriin ja jäädytettyä reaktorista poistuvan mädätejäännöksen lämpötilaa $39 \rightarrow 29,5$ C.



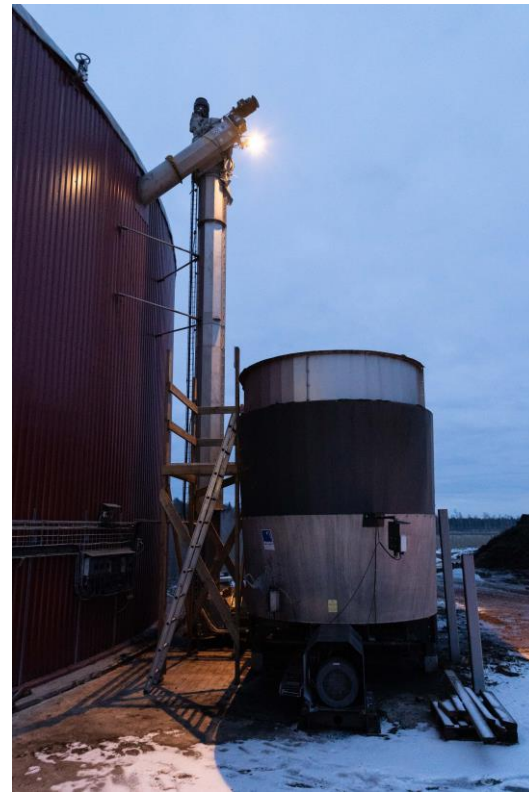
Mädätejäännös säilötään omassa katetussa säiliössään laitosalueella, josta se pumpataan / siirretään alueen maatalouden hyödynnettäväksi lannoitteina.

PÄIVÄ 1

1. kohde, Vadsbo Biogas AB Mariestad



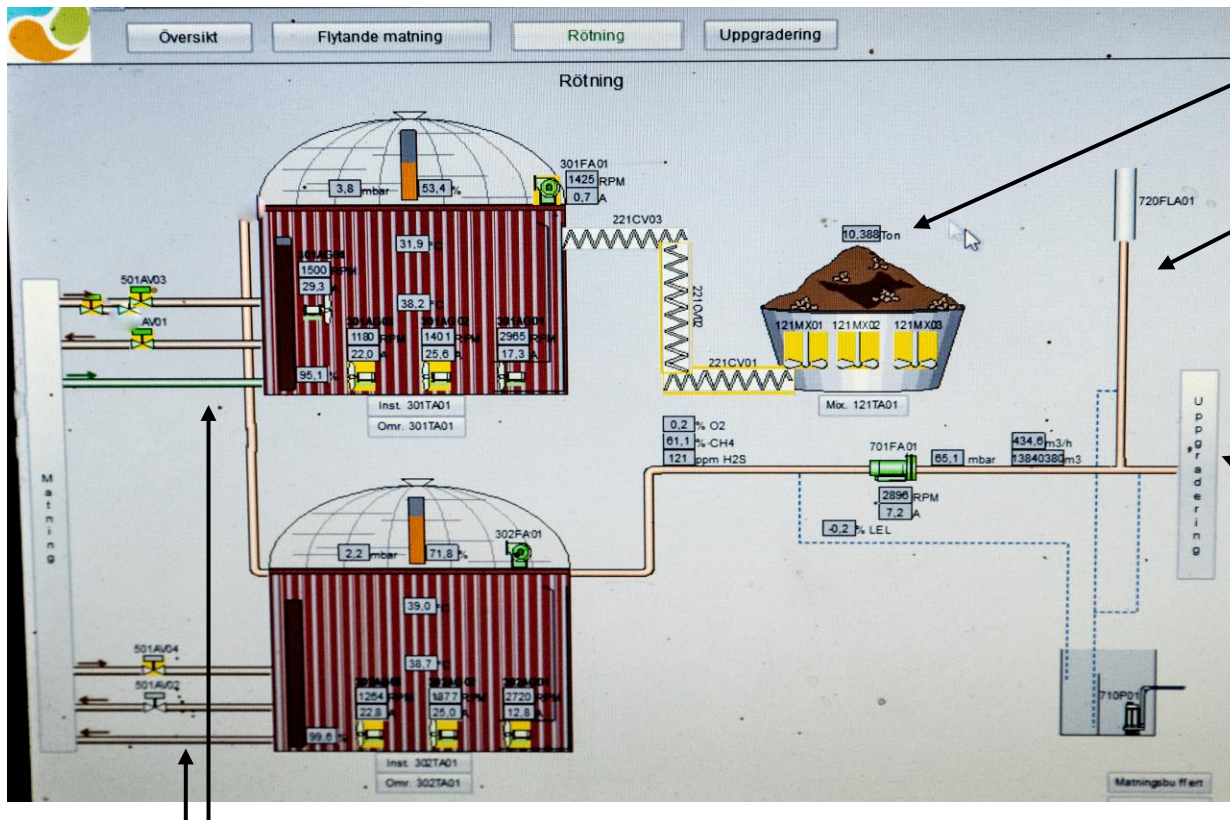
Biokaasulaitoksessa hyödynnetään lietteiden lisäksi kuivia jakeita, kuten nurmea ja kuvassa näkyvää kuivalantaa.



Kuivalanta syötetään ensimmäiseen reaktoriin apevaunun ja ruuvikuljettimien avulla

PÄIVÄ 1

1. kohde, Vadsbo Biogas AB Mariestad



Kuivien jakeiden
syöttöjärjestelmä.

Tuotettu biokaasu voidaan myös
soihduttaa esim. silloin kun
jalostusyksikkö on huollossa.

Ensimmäisestä
biokaasureaktorissa muodostuva
kaasu johdetaan ensin
jälkikaasureaktorin kautta
jalostettavaksi tontilla olevalle
Malmbergin vesipesurille.



Malmberg COMPACT™

Standardiserad containerlösning i rostfritt stål för uppgradering av biogas. Biogastekniken bygger på vattenskrubbning och är utvecklad av Malmberg. Malmberg COMPACT finns i flera modeller med uppgraderingskapacitet på > 100-3000 Nm³/h.

- driftsäker
- miljövänlig process med vatten
- ingen värme för processen

- snabb installation med plug-in
- flexibla driftmöjligheter
- absorberar CO₂ och H₂S

Modell	Kapacitet råbiogas Nm ³ /h
GR BAS	100-300
GR BAS+	150-400
GR 6	350-750
GR 14R	350-1100
GR 14	350-1500
GR 14XL	750-1500
GR 18	700-2000
GR 20	700-2500
GR 28	1000-3000

För service ring:

- Sverige Help Desk +46 44 780 18 80
- Tyskland Help Desk +49 91 91 91 91
- Övriga länder Help Desk +46 44 780 18 80

MALMBERG

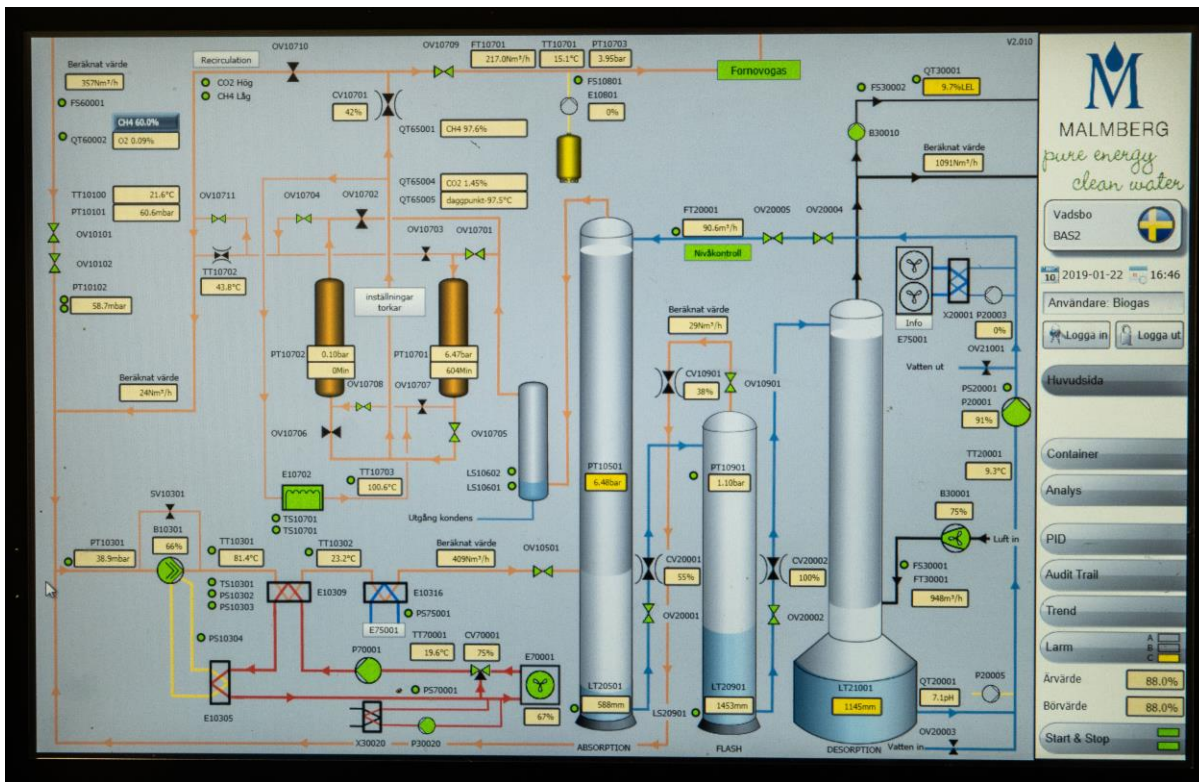
www.malmberg.se

Malmberg COMPACT GR BAS+ vesipesuri liikennepolttoaineen jalostukseen. Raakabiokaasun puhdistuskapasiteetti 150-400 Nm³/h



PÄIVÄ 1

1. kohde, Vadsbo Biogas AB Mariestad



Vesipesuri on yksinkertainen kaasunjalostusmenetelmä, mutta metaania karkaa vesipesurissa (n. 1%) hiukan enemmän kuin muissa menetelmissä (< 0,5 %).

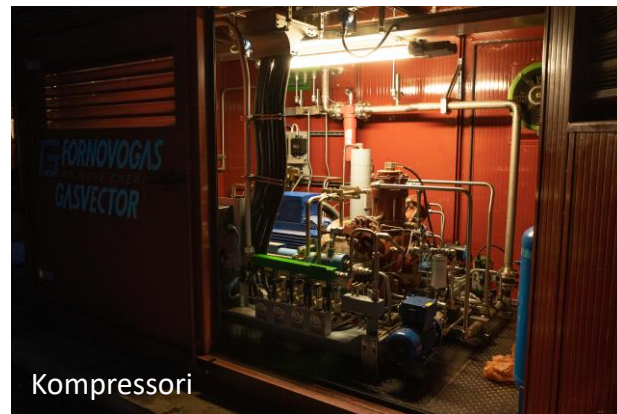
Biokaasulaitoksessa muodostui biokaasua 357 Nm³/h ja jalostusyksikkö tuotti 217 Nm³/h liikennebiokaasua (97,6 % CH₄).

Huoltosopimus pesurilla n. 20 000 €/v.

Kaasu johdettiin vesipesurilta Fornovogasin kompressorille, josta kaasu puristettiin 4-vaiheisella kompressoinnilla max. 250 bar paineeseen pihalta löytyviin kaasukontteihin.



Vesipesurin prosessitekniinen kaaviokuva.



Biokaasulaitos vastasi pihalta löytyvien AGA:n komposiittikaasukonttien täyttämisestä, jotka oli kaasunjakelijan omistuksessa.

Kaasunjakelija, paikallinen energiayhtiö, vastasi konttien kuljetuksesta 120 km päässä oleville Karlstadin kaasubusseille tankattavaksi (laitos kattaa 40 % bussien vuotuisesta kaasuntarpeesta).

PÄIVÄ 1

1. kohde, Vadsbo Biogas AB Mariestad

Muita keskeisiä huomioita laitoksesta:

- Huoltokulut olleet oletettuja suurempia
- Investoinnin on mahdollistanut Karlstadin 60:n biokaasubussin muodostama varma kaasunielu laitoksella tuotettavalle liikennebiokaasulle.
- Karlstad on n. 62 000 asukkaan kaupunki – vertaa Kuopio, jossa n. 118 000 asukasta.
- Yhteistyö viranomaisten kanssa ollut helppoa, sillä biokaasuun on suhtauduttu äärimmäisen positiivisesti
- Lisäksi Gasum on todettu hyväksi kumppaniksi.



Ja näin saatiin ensimmäinen päivä pakettiin ja ryhmä siirtyi hotellille yöpymään!

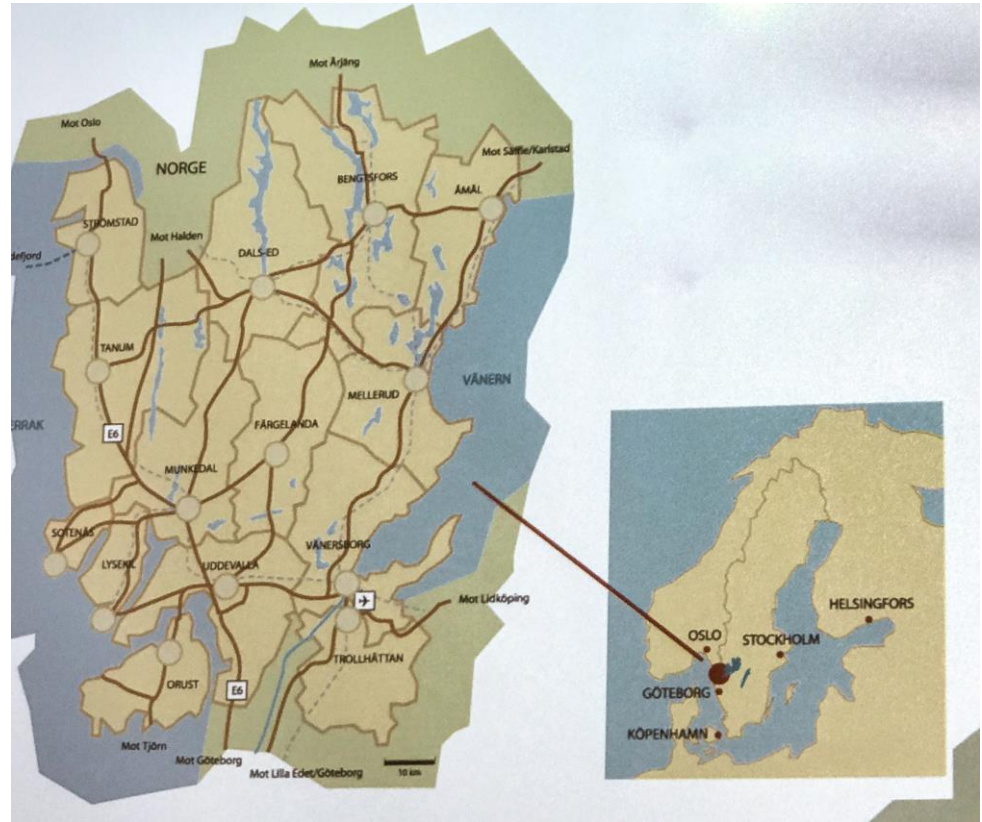
2. Päivä
23.01.2019

PÄIVÄ 2:

Tutustuminen Biogas Brålandan toimintaan eri näkökulmista

Päivä jakaantui neljään osaan

- Aamupäivän tutustuminen Innovatumiin ja Biogas Brålandan toimintaan
- Käynti yhdellä Biogas Brålandan biokaasulaitoksista
- Tutustuminen BRC:n valmistamaan edulliseen kaasuntankkausasemaan
- Käynti Kjell Eriksonin lypsykarjatilalla



PÄIVÄ 2, Kohde 1: Innovatumin perehdytysheikki

- Tutustuimme Biogas Brålandan toimintaan Karin Stenlundin ja Peter Erikssonin johdolla.
- Alueen 14 eri kuntaa ovat ottaneet asiakseen edistää aktiivisesti paikallisesti tuotettua liikennebiokaasua.
- Suurin työ oli luoda alueelle biokaasumyönteinen kulttuuri, jossa eri toimijoiden väliset luottamussuhteet ja puhevälit olivat hyvässä kunnossa.
- Keskeisimpiä toimijoita olivat: kuntien virkamiehet, energiayhtiöiden edustajat, maanviljelijät ja muut paikalliset yrittäjät
- Toiminta on kehittynyt alueella maltillisesti ja määrätietoisesti ja tankkausasemien määrä on kasvanut isoimmasta asutuskeskuksesta kohti pienempiä kuntia.

VÅR BIOGASRESA

- 2018 Fyra tankstationer
- 2015 Bra Miljöval först i Sverige
- 2015 Projekt Biogas 2020 startar
Högskolan Väst + Biogas
- 2012-13 Från 19 till 45 bussar
- 2012 LNG-tank. Subaru & Ford gasbilar byggs
- 2011-12 Biogas Brålanda byggs
- 2010-11 Energieffektiviseringar
- 2010 - Ny tankstation i Trollhättan invigs
- 2009 - Bolaget Biogas Brålanda AB bildas
- 2007 - Innovatums första biogasprojekt
Tankstation, Lilla Edet
- 2006 - Ny tankstation, Leverans till andra orter
- 2002 - Ny reningsanläggning
- 2000 - Gas från Heljestorp, hushållsavfall
- 1999 - Publik tankstation
- 1996 - Bussar i trafik och biogasproduktion i drift**
- 1995 - Samarbetsavtal, Byggstart
- 1992 - Första mötet om biogas till fordon

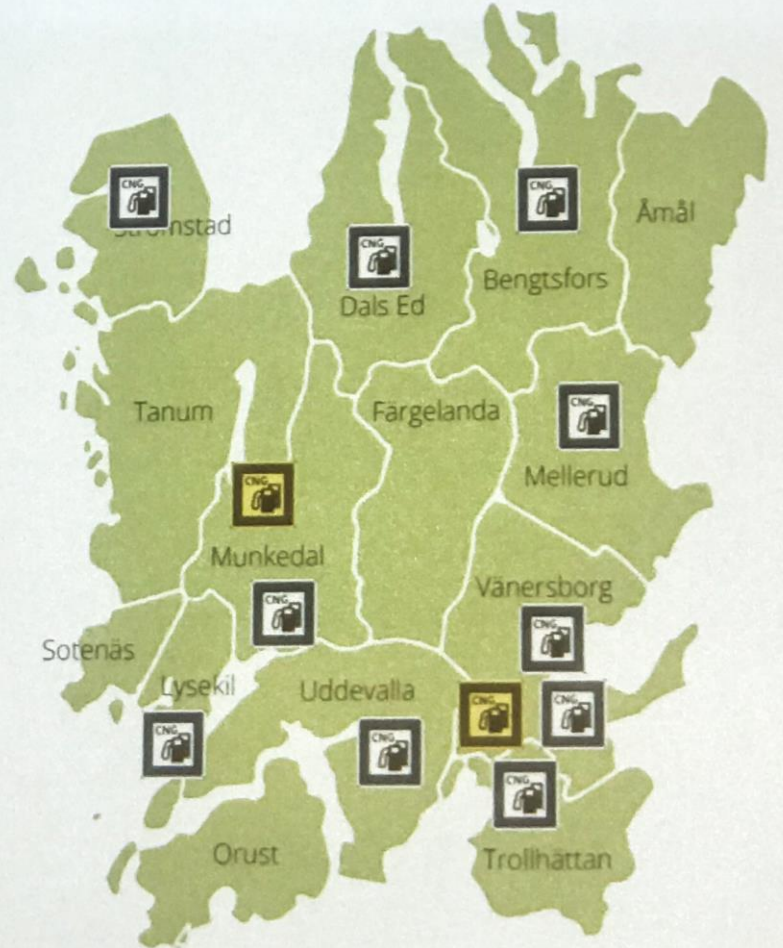
2016 6 tankstationer biogas

Nu 10 stycken

2019 11 stycken

Alueella 10 julkista tankkausasemaa 14 eri kunnassa

- Osalla tankkausasemista on LNG backuppina, jonka Gasum toimittaa näihin kohteisiin.
- Kaasuautoja konvertoiva [BRC-yhtiö](#) lähtenyt laajentamaan tankkauspisteiden verkostoa ja investoinut pienten paikkakuntien edullisiin tankkausasemiin. Vertaa Suomessa toimiva [TerraGas](#)?



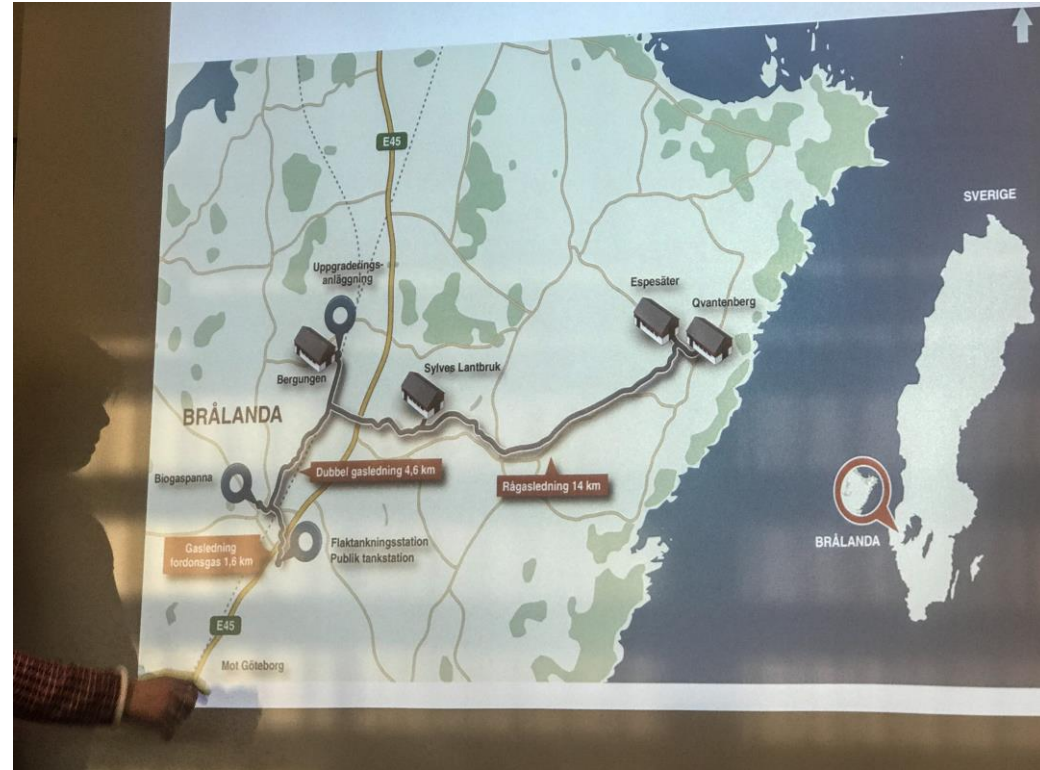
Befintliga
tankstationer



Tankstationer under
planering eller diskussion.

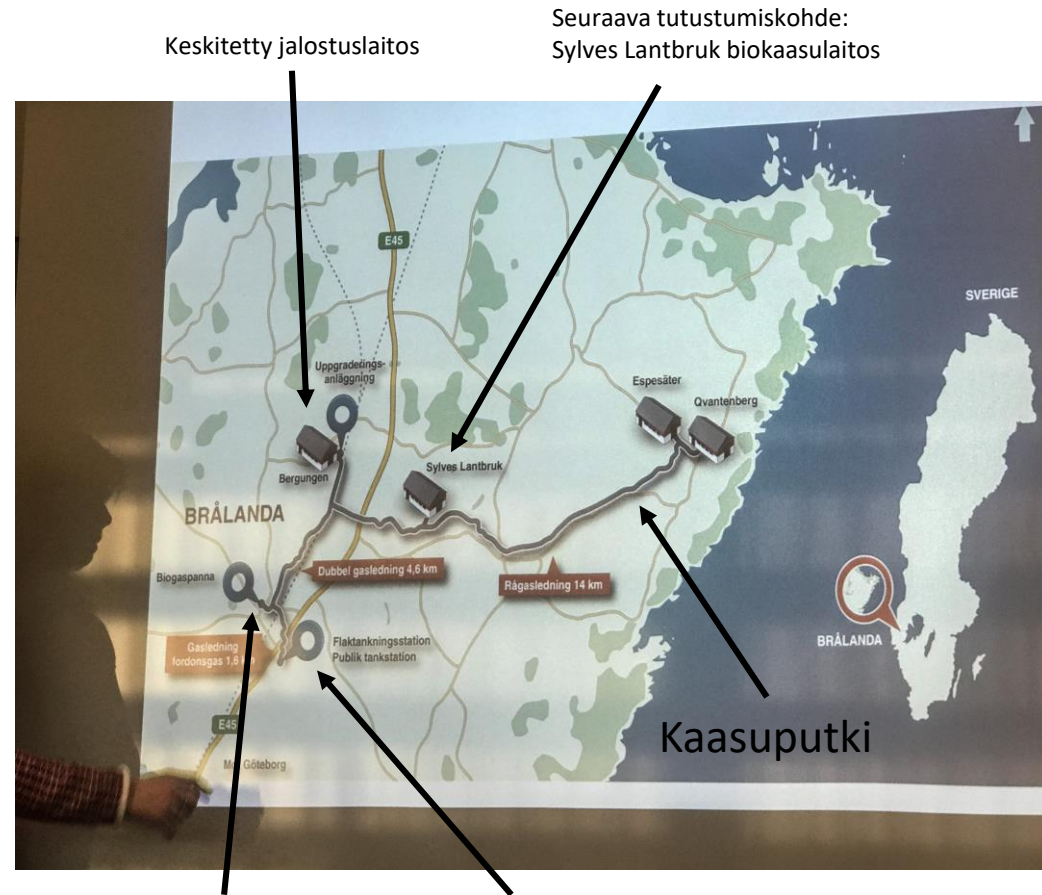
PÄIVÄ 2, Kohde 1: Innovatumin perehdytysheikki

- Alueen biokaasuliiketoiminnan kivijalka ollut liikennebiokaasulla kulkeva bussiliikenne sekä kuntien omistamat kuljetuskalustot (jäteautot ja kotihoito- sekä koululiikenne). Kunnat vaatineet kilpailutuksissa käyttövoimaksi biokaasua.
- Biogas Brålanda AB on perustettu 2011-2012 koska alueen yrittäjät tiedostivat, että alueella on kasvanut kysyntä liikennebiokaasulle ja kaasua haluttiin lähteä tuottamaan maatilojen agrobiomassoista.
- Brålandan alueelle maatilayritykset ovat investoineet neljään biokaasulaitokseen ja syöttävät tuotetun raakabiokaasun alueelle rakennettuun ainutlaatuiseen kaasuverkkoon. Maatilayritysten perustamat erilliset biokaasuyritykset saavat tulonsa myymällä raakakaasun verkkoon.



PÄIVÄ 2, Kohde 1: Innovatumin perehdytysheikki

- Tuotettu raakabiokaasu johdetaan kultakin biokaasulaitokselta kaasuputkiverkkoa pitkin keskitetylle kaasunjalostusyksikölle.
 - Kaasuverkkoa yhteensä 25 km
 - Alueen kaksi kuntaa kokeneet kaasuverkon rakentamisen osaksi omaa toimenkuvaa (infran rakentaminen) ja ovat pääosakkaana (91%) rakennetussa kaasuverkossa.
- Paikallinen energiayhtiö Trållhättan Energi AB vastaa raakakaasun jalostuksesta ja myynnistä eteenpäin bussiliikenteen tarpeisiin julkiselta tankkausasemalta ja kuljettamalla osan kaasusta pullopattereilla kauemmas.
 - Vastaavanlainen Malmbergin vesipesuri kuin 1.päivän kohteessa
 - 14 GWh/v energiantuotanto = 1 400 000 Nm³ CH₄
 - Tankkausasemaa vuokrataan Q-Star ketjulle.
 - Reissun aikana oli puhuttu siitä, että kaasukontteja on logistisesti ollut kannattavaa kuljettaa n. 150 km säteellä.

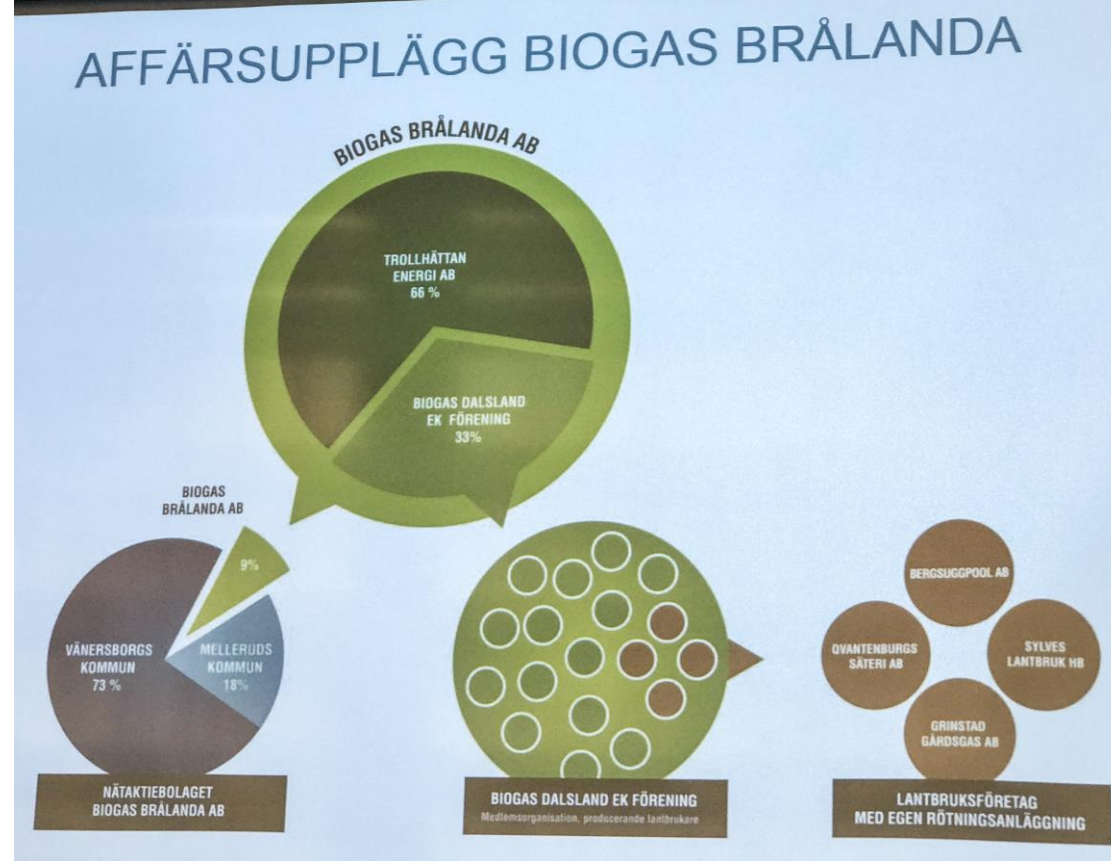


Teurastamo, jonka lämmöntarve tyydytetään hyödyntämällä raakabiokaasua kaasukattilassa (kaasunielu, jos kaasua ei saada myytyä ajoneuvokäyttöön)

Julkinen tankkausasema

PÄIVÄ 2, Kohde 1: Innovatumin perehdytyshehti

- Alueen neljä biokaasu-yritystä (ruskeat pallot) kuuluvat kaikki Biogas Dalsland Ek Föreningiin, joka on kaikkien alueen biokaasulaitosten etuja ajava ja voittoa tavoittelematon ekonominen yhdistys.
 - Maatilayritykset investoivat biokaasulaitoksiin
 - 3 laitoksista on mesofiilisiä ja 1 termofiilinen
- Paikallinen energiayhtiö Trollhättan Energi AB omistaa Biogas Brålanda AB:sta 66 % ja vastaa raakakaasun jalostuksesta ja myynnistä. Loput 33 % omistaa Biogas Dalsland.
- Vänerborgsin ja Mellerudsin kunnat omistavat oikeassa alareunassa olevasta kaasuverkosta 91 %:ia.
- Biogas Brålandalla on etuosto-oikeus kaasuverkoston, vaikka omistusosuus on vain 9 %.



PÄIVÄ 2, Kohde 1: Innovatummin perehdytyshetki

- Peter Eriksson esitteli meille kuvia kaasuverkoston kaivannosta, joka piti sisällään niin raakakaasuputkia, jalostetun kaasun putkia sekä lieteputkia, joilla siirrettiin lietteitä tiloilta biokaasulaitoksille.
- Tulevaisuudessa Biogas Brålanda aikoo laajentaa edelleen toimintaa ja etsivät parhaillaan hyviä teknisiä ratkaisuja LBG:n tuottamiseen kokoluokassa 300 Nm³/h. Sellaista ei vielä ainakaan ole tullut vastaan Peterin sanojen mukaan.
- Peter kertoi meille, että biokaasulaitokset saavat parhaillaan Ruotsissa laitoksen investointituen (n. 30 %) lisäksi metaanitukea (40 äyriä/kWh), joka on sidottu tuotetun biometaanin energiasisältöön. Metaanituki on vain energialle, joka käytetään ajoneuvoissa ja tuki sidotaan myös **elöinyksiköihin (eläimillä laskennallinen metaanintuotto kerroin), jotka paikallinen maaseutuvirasto määrittää.**
- Ruotsalaisen liikennebiokaasun markkinoille on saapunut haastaja Tanskasta, josta tulee erittäin edullista biokaasua Ruotsin rannikolla kulkevaan kaasuverkkoon.
- Kaasumarkkinan kilpailun seurauksena Ruotsissa on jouduttu säättämään vielä lisäksi liikennebiokaasun tuotantotukea (23 äyriä/kWh), jotta kotimainen biokaasuntuotanto pystyisi kilpailemaan tanskalaisen biokaasun kanssa. Tämän kansallisen tuotantotuen säilyvyys pitkällä aikavälillä on epävarmaa (ensimmäisessä vierailukohteessa esitettiin, että tätä maksettaisiin 3 vuotta).
- **Esittelyiden jälkeen oli hyvä lähteä tutustumaan yhteen näistä kaasuverkkoon kiinnittyneeseen biokaasulaitokseen!**



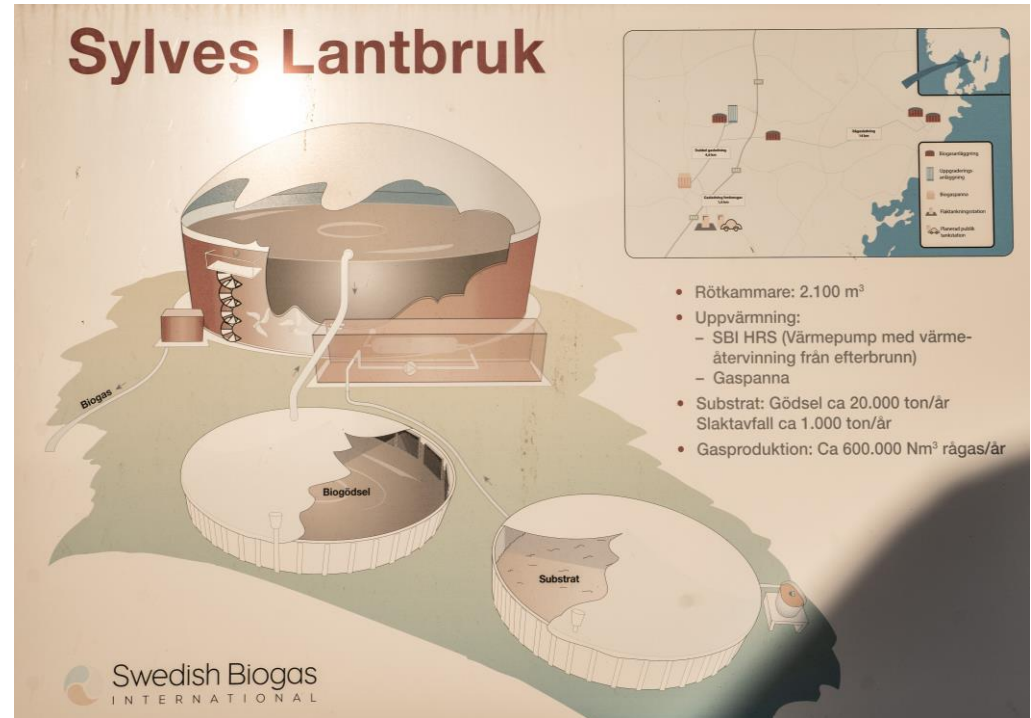
PÄIVÄ 2:
2. kohde, Sylves Lantbruk AB



PÄIVÄ 2:

2. kohde, Sylves Lantbruk AB

- Sylves Lantbruikin biokaasulaitoksessa käsitellään pääsyötteinä sianlietelantaa 12 000 tn/v ja 7 000 tn/v naudanlietettä. Yhteensä 80 % syötemäärästä.
 - Lietejakeet ovat maatilayrittäjän mukaan erinomainen tapa tasapainottaa biokaasureaktorin toimintaa, jos mukaan syötetään elintarviketeollisuuden jakeita.
- Lisäsyötteinä (20 %) laitoksessa käsitellään elintarviketeollisuuden jakeita ja teurasjakeita.
 - Teurasjakeet hygienisoidaan ja murskataan teurastamolla ennen tuontia biokaasulaitokselle.
 - Muita jakeita esim. hernejätteet, karkkijätteet ja lihapullan valmistuksen sivuvirrat
 - Näistä jakeista saadaan paljon kaasua!
- Raakabiokaasua laitoksella tuotetaan n. 2 000 m³/pv ja se syötetään kaasuverkkoon.
- Käyntitihetkellä metaanipitoisuus kaasussa oli n. 56 %, jolloin vuodessa tuotetaan 408 800 Nm³ metaania.
- Tämä vastaa n. 4 GWh energiasisältöä, eli n. 28 % Biogas Brålandan energiantuotannosta (14 GWh).

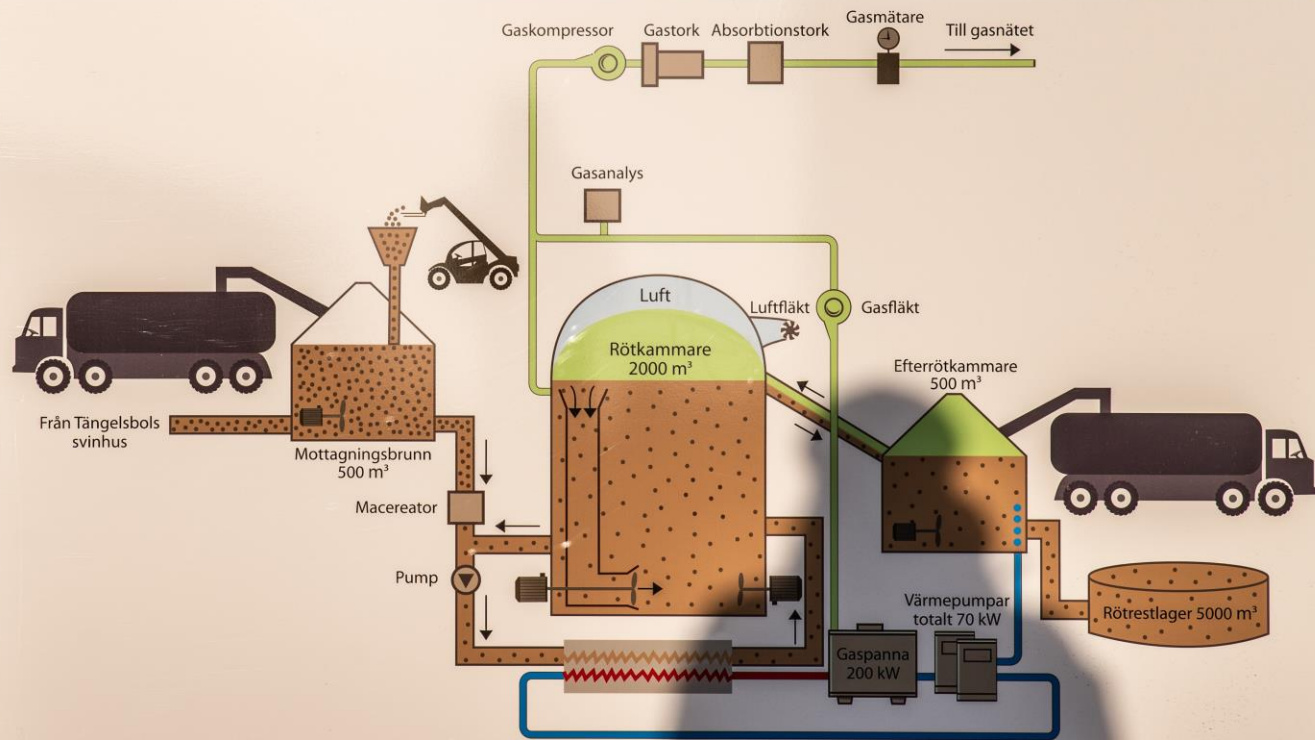


PÄIVÄ 2 – Biokaasulaitoksen yhteenveto: Sylves Lantbruk AB

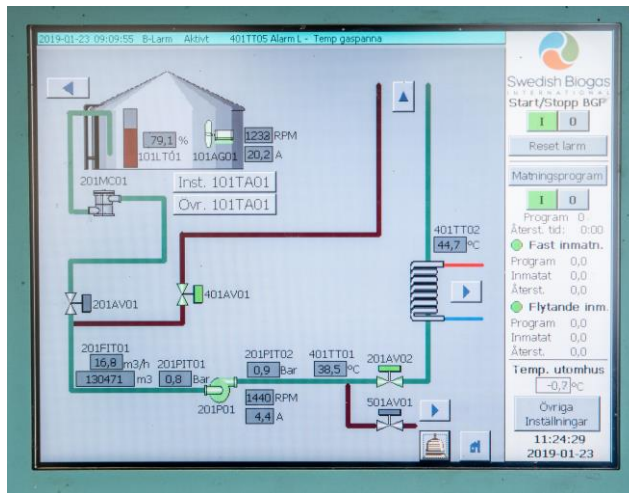
Laitetoimittaja	Swedish Biogas International AB toimi rakennuttajana. Gasumin osti SBI:n 2016 ja laitos on nykyään Gasumin omistuksessa.
Käyttöönottovuosi	2012
Investointi (€)	10 milj. kruunua ≈ 1 milj. €, josta investointitukea 3 milj. kruunua ≈ 300 000 €
Syötteen	Naudan- ja sianlietelantaa, elintarviketeollisuuden sivuvirrat (esim. hernejäte, lihapullajäte, karkkijäte) sekä hygienisoidut teurasjakeet, vähän nurmea
Syötemäärät (m3/v tai t/v)	n. 20 000 - 24 000 tn/v, josta 80 % lantajakeita ja 20 % muita jakeita. Iso osa lietteistä pumpataan lähitiloilta laitokselle.
Kuiva-ainepitoisuus (%)	Reaktorissa maksimissaan 8-9 % (reaktorin sisällä oleva torviratkaisu ei mahdollista korkeampia KA-pitoisuuksia)
Reaktoritilavuudet (m3)	Reaktori 2 000 m3 ja jälkikaasureaktori 500 m3 sarjassa. Laitosalueella kuivalantalat sekä mädätejäännöksen vastaanotto- ja varastosäiliöt.
Reaktorin lämpötila (C)	38 °C
Biokaasun tuotto (m3/h)	Keskimäärin 80 m3/h, käyntihetkellä 92 Nm3/h
Metaanipitoisuus (%)	57 %
Energiantuotanto (GWh/v)	3,5 - 4 GWh/v
Lopputuotteet	Raakakaasu syötettynä kaasuverkkoon Luomu mädätejäännös (kaikki) lannoitteeksi. Mädätejäännöksen siirto takaisin tiloille pumpaamalla ja kuljetuksina.
Lopputuotteiden myyntihinnat	Ei tietoa – sopimustekninen asia (kysyttiin mutta ei saatu selville)
Tukimuoto	Investointituki (3 milj. kruunua) + metaanituki (40 äyriä/kWh) + biometaanin tuotantotuki (23 äyriä/kWh). Ei saatu selville, kenelle toimijoista tuki kohdentuu.
Työllisyysvaikutus	-

TÄNGELSBOL BIOGAS PÅ GÅRDSNIVÅ

- » Togs i drift oktober 2012.
- » Producerar biogas främst av gödsel från svin och mjolkor samt slakteriavfall.
- » Mesofil process, 37 °C.
- » Upphållstid ca 39 dygn.
- » Värmepump och gaspanna för uppvärmning av röttkammaren.
- » Kylvd rötrest för att återvinna energi till att värma röttkammaren.
- » Fastgödselinmatning till mottagningsbrunnen.
- » Gaspanna på 200 kW.
- » Anläggningen producerar ca 631 000 Nm³ biogas/år vilket motsvarar 3 700 MWh.
- » Gasen används till fordonsgas.



Heikkiä kiinnosti kuivalannan
syöttöjärjestelmä!



Pojat lämmittelee
suihtaan toiminnan-
ohjauskontissa!



Biokaasureaktorissa muodostunut biokaasu:

- 1) Johdetaan kaasukuvusta "Zephyr" kompressorille
- 2) Kompressoitu kaasu jäähdytetään "Hyperchill"-jäähdyttiessä $< -19^{\circ}\text{C}$, jolloin vesi saadaan kondensoitumaan ja erotettua kaasusta
- 3) Johdetaan kuiva kaasu mustan säiliön läpi, jossa kaasun rikkivety sitoutuu suolapetiin.
- 4) Kuiva, paineistettu kaasu, jonka rikkivetypitoisuus on n. 100 ppm, voidaan johtaa kaasumittareiden (metaanipitoisuus- ja virtausmittarit) kautta kaasuverkkoon.





Ryhmäläiset olivat
tyytyväisiä hyvin
avoimeen
laitosesittelyyn ja
kyselivätkin paljon
kysymyksiä
esittelijältä!

PÄIVÄ 2:
2. kohde, Sylves Lantbruk AB



Sylves Lantbrukilta matkamme jatkui BRC:n valmistamalle edulliselle tankkausasemalle.



PÄIVÄ 2:

3. kohde, Tankkausasema Q-Star

- Päätimme olla vierailematta Biogas Brålanda AB:n kaasunjalostusyksiköllä, koska raakabiokaasun jalostustekniikka oli samaa Malmbergin vesipesuteknologiaa kuin 1.päivän kohteessa
- Kävimme seuraavaksi tutustumassa BRC:n rakentamaan edulliseen kaasuntankkausasemaan.
- Edullisuus esittelijän (Karinin) mukaan koostui siitä, että BRC oli hankkinut Italiasta kaikki tarvittavat komponentit tankkausaseman perustamiseen ja koonnut ne itse – ja näin saanut leikattua turhien välikäsien aiheuttamia lisäkuluja.
- Lisäksi kaasua pystyi ostamaan samalta korttipäätteeltä kuin muita polttoaineita, jolloin erillistä korttipäätettä ei tarvinnut kohteeseen investoida. Sekä tankkauspistooli oli saman sääsuojan alla kuin muutkin polttoainepistoolit.

PÄIVÄ 2:

3. kohde, Tankkausasema Q-Star



Biokaasun tankkauspistooli nestemäisten polttoaineiden tankkauspistoolien välissä. Biokaasun hinta 1,8 €/kg (vrt. Suomen markkinahinta 1,45 €/kg)

PÄIVÄ 2: 3. kohde, Tankkausasema Q-Star



Liikennekaasun kompressointiasemalta johdetaan
kaasu korkeapaineisena tankkauspistoolille.

Tälle kyseiselle tankkausasemalle biokaasu on
tuotu konteilla.

PÄIVÄ 2:

3. kohde, Tankkausasema Q-Star



Tankkausasemaan tutustumisen jälkeen matkamme jatkui kohti Kjell Erikssonin lypsykarjatilaa.

Matkalla meille kerrottiin, että Kjell toimii Biogas Dalsland Ek Föreningiin, eli aiemmin mainitun alueellisen biokaasuyhdistyksen, puheenjohtajana.

Kjell on Ruotsissa biokaasualalla kovan luokan pioneeri, joka yhdessä veljensä Peter Erikssonin kanssa raivasi tietä biokaasulaitoksien mahdollistamiseksi.

PÄIVÄ 2:

4. kohde, Erikssonin tila

Kjell Eriksson otti meidät lämpimästi vastaan ja kertoi hyvin avoimesti biokaasutoimialan kehittymisestä Ruotsissa.

Kjell Erikssonin tila on yksityisen säätiön omistama luomumaitotila. Tilalla on 220 lypsevää lehmää sekä 500 nuorkarjaa. Peltopinta-alaa tilalla on 650 ha. Työntekijöitä tilalla on 4, joista 2 on osa-aikaisia + sesonkityöläiset. Tilalla on toiminnassa myös kahvila ja majoituspalvelut kesäkaudella ja Kjell houkutteli kaikkia käymään kesävierailulla! ☺

Valitettavasti Kjellin tila oli kuitenkin liian kaukana muista tiloista ja suunnitelluista biokaasulaitoksista, jolloin heidän 2-robotin lypsykarjatilalla muodostuvat lietelannat eivät ole parhaillaan biokaasulaitosten käytössä.

Kjell kertoi kuitenkin, että hänen veljellään Peterillä (työskentelee Innovatumilla) oli polun alkuvaiheessa valtavasti ideoita kuinka biokaasu-teemalla saadaan kehitettyä alueen maataloutta sekä vahvistettua aluetaloutta.

Kjell naurahti ja kertoi, että Peter sai ideoita ja hän sai toteuttaa sekä maksaa Peterin visiot.



PÄIVÄ 2:

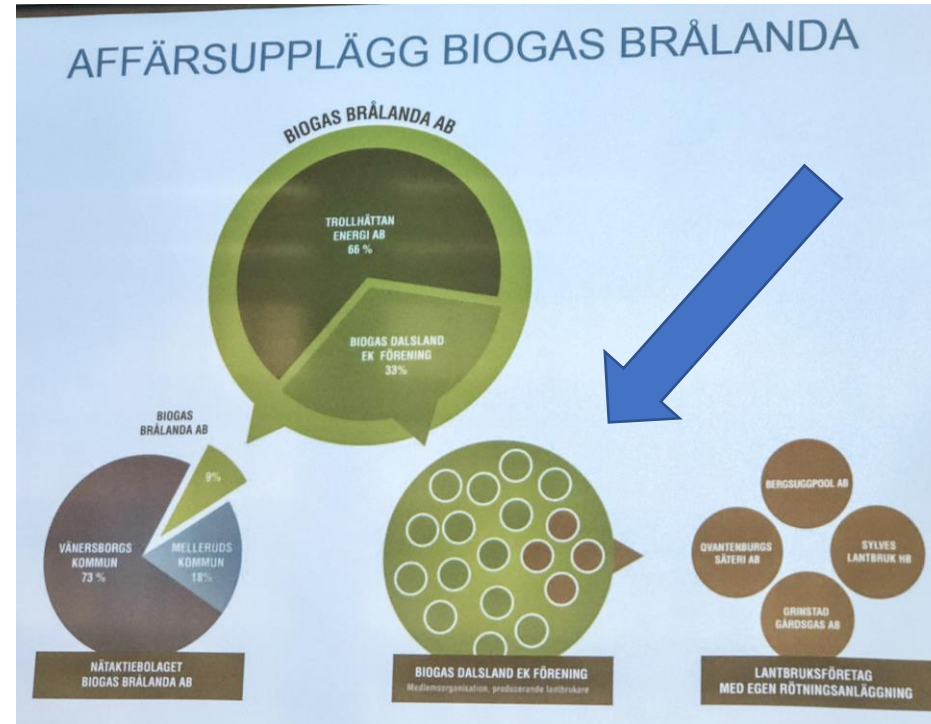
4. kohde, Erikssonin tila

Alkumetreillä tarvittiin nokkaisännät biokaasulaitoksille, joiden taakse muut viljelijät pystyivät liittoutumaan. Biokaasulaitosten suunnitteluaiheet kestivät n. 1-2 vuotta ennen toteutusta.

Pääperiaate alueen biokaasulaitoksilla on ollut luoda alueen maatalousyrittäjille yksi taloudellinen tukijalka lisää pääelinkeinon tueksi.

Taloudellinen yhdistys perustettiin, jotta perustettavilla biokaasulaitoksilla olisi riittävästi neuvotteluvalttia. Yhdistys huolehtii ja ajaa biokaasulaitoksiin investoineiden maatilayrittäjien etuja kaikin mahdollisin keinoin.

Kjell kertoi, että yhdistyksen alkumetrien tärkein tehtävä oli saada kaikki mukana olevat osapuolet antautumaan avoimeen keskusteluun ja neuvotteluun. Näin saatiin kirkastettua koko ketjun vastuujaot ja rajapinnat sekä päästiin hyödyntämään kunkin osapuolen vahvuudet ja jakamaan muodostuvien investointien riskit tasapuolisesti. **Tämä on ollut menestyksen ydin.**



PÄIVÄ 2:

4. kohde, Erikssonin tila

Kjell kertoi lyhyenä anekdoottina, että Ruotsissa myydään ns. ”Vihreää kaasua”, joka saa koostua 50 % biokaasusta ja 50 % maakaasusta.

Maatalousyrittäjät hyötyvät biokaasulaitoksista kahdella tapaa:

- 1) Taloudellinen yhdistys maksaa kuukausittain tiloille tuloja kaasun myymisestä verkkoon.
- 2) Lisäksi biokaasulaitosten hajuton ja ravinnerikas mädätejäännös on koettu erittäin suurena bonuksena yrittäjien toiminnassa.

Tulevaisuudessa toimintaa aiotaan kasvattaa, koska kaasulle on selkeästi markkinat alueella. Uusia tiloja etsitään parhaillaan tuottamaan lisää raaka-aineita biokaasulaitoksille n. 15 km säteeltä aiemmista laitoskohteista.

Vierailun päätteeksi Kjell halusi vielä kiteyttää koko polun lähteneen liikkeelle siitä, kun kunnat olivat uskaltaneet tehdä sitovan poliittisen päätöksen julkisen liikenteen muuttamisesta biokaasukäyttöiseksi.

Tämä päätös kuntatasolta valoi uskon ja selkärangan alueen yrittäjille ottaa miljoonariskit laitosten investointien osalta.



PÄIVÄ 2:

4. kohde, Erikssonin tila

- Matka jatkui bussilla kohti hotellimajoitusta, jossa pitkän päivän jälkeen ryhmäläisille maistui hotelliravintolan tarjoilut sekä saunomiset.
- Erikssonin tilalla ollut erikoinen Volvo herätti ryhmäläisissä kiinnostusta. Ilmeisesti kyseessä taitaa olla ruotsalaisten versio ”mopoautosta”.



3. Päivä
24.01.2019

PÄIVÄ 3:

Viimeiset kohteet ja paluu kotiin

Päivä jakaantui kolmeen osaan

- Aamupäivän tutustuminen Vårgårda-Herrljunga Biogas –laitoskohteeseen
- Tutustuminen Lidköping Biogasin nesteytetyn biokaasun LBG-tuotantoyksikköön
- Paluumatka Suomeen



PÄIVÄ 3 – Biokaasulaitoksen yhteenveto: Vårgårda-Herrljunga Biogas AB

Laitetoimittaja	Swedish Biogas International AB toimi rakennuttajana. Gasumin osti SBI:n 2016 ja laitos on nykyään Gasumin omistuksessa.
Käyttöönottovuosi	Aloitettu rakentamaan 2013 ja valmistunut 2014
Investointi (€)	73 milj. kruunua ≈ 7,3 milj. €, josta investointitukea 10 milj. kruunua ≈ 1 milj. €
Syötteet	Pääosa syötteistä on maatalouden lietelantajakeita 20 osakastilalta ja muilta maatiloilta. Kananlantaa ostetaan laitokselle korkean fosforipitoisuuden vuoksi (50 kr/t). Laitokselle ostetaan säilörehua ja elintarviketeollisuuden sivuvirtoja (300 kr/t) sekä teurasjätteitä (450 kr/t). Pieniä määriä biojätteitä yhdyskunnista, joiden käsittelystä peritään 250 kr/lava. Vedenpuhdistuslaitoksen rautaoksidisakkaa syötetään reaktoriin, jotta biokaasun rikkivetypitoisuutta saadaan pienennettyä. Biokaasureaktoriin syötetään myös hivenaineita, joilla voidaan ohjata ja lisätä kaasuntuottoa → Ruotsissa vaaditaan lantajakeiden hygienisointi (70 C ja 1h) jos lantaa tulee yli kolmelta tilalta laitokselle. → Kaikki muut syötteet hygienisoidaan paitsi nurmisäilörehu ja tietyt leipomotuotteet.
Syötemäärät (m3/v tai t/v)	Ollut aluksi 60 000 tn/v, noussut 75 000 tn/v ja uuden reaktorin myötä tavoite 85 000 tn/v , josta 85 % lantajakeita ja 15 % muita jakeita.
Kuiva-ainepitoisuus (%)	7-8 %
Reaktoritilavuudet (m3)	Reaktori 4 500 m3 ja toinen reaktori 2 500 m3. Uusi rakenteilla oleva reaktori on X XXX m3? .
Reaktorin lämpötila (C)	38-40 °C (laitoksen ja hygienisoinnin lämmitys tapahtuu 450 kW hakekattilalla, jonka hakkeenkulutus n. 7 i-m3/pv)
Biokaasun tuotto (m3/h)	Käyntihetkellä: 439 Nm3/h
Metaanipitoisuus (%)	Raakakaasu käyntihetkellä: 65,5 % Liikennekaasu käyntihetkellä: 97,62 %
Energiantuotanto (GWh/v)	20 GWh/v, eli n. 2 000 000 Nm3 CH4/v
Lopputuotteet	Membraaniteknikalla puhdistettu liikennebiokaasu johdetaan laitosalueelta 4 bar paineessa 4,5 km päässä olevalle tankkausasemalle. Luomu mädätejäännös (kaikki) lannoitteeksi. Mädätejäännöksen siirto takaisin tiloille menopaluu-kuljetuksina omalla rekalla. Mädätejäännöksestä hygienisoitu ja separoitu kuivike tilojen käyttöön takaisin (käyttö kuivikkeena).
Lopputuotteiden myyntihinnat	Ei tietoa – sopimustekninen asia.
Tukimuoto	Investointituki (10 milj. kruunua) + metaanituki (40 äyriä/kWh) + biometaanin tuotantotuki (23 äyriä/kWh)
Työllisyysvaikutus	3 vakituista työntekijää ja valvontaringissä 5 henkilöä

PÄIVÄ 3:

1. kohde, Vårgårda-Herrljunga Biogas AB

Huomioita lietteenkuljetuksesta

- Lietteet tuodaan laitokselle mahdollisimman paljon meno-paluukuljetuksina.
- Tilojen etäisyydet vaihtelee 2 – 25 km välillä.
- Laitos investoinut omaan lietteenkuljetusrekkaan (36 m³ säiliö)
- Rekka ei ole biokaasukäyttöinen, koska ostohetkellä Volvon kaasumoottori oli 300 hv.



PÄIVÄ 3:

1. kohde, Vårgårda-Herrljunga Biogas AB



- Kun lietettä lähdetään hakemaan uudelta tilalta, pestään kalusto.

PÄIVÄ 3:

1. kohde, Vårgårda-Herrljunga Biogas AB



- Laitoksella pystyttiin myös purkamaan pieniä määriä biojätteitä kuvan takaosassa näkyvällä erottimella.



- Lietteiden vastaanottosäiliöön lisättiin elintarviketeollisuudesta erittäin hyvin kaasua tuottavaa kasviöljyä tynnyristä

PÄIVÄ 3:

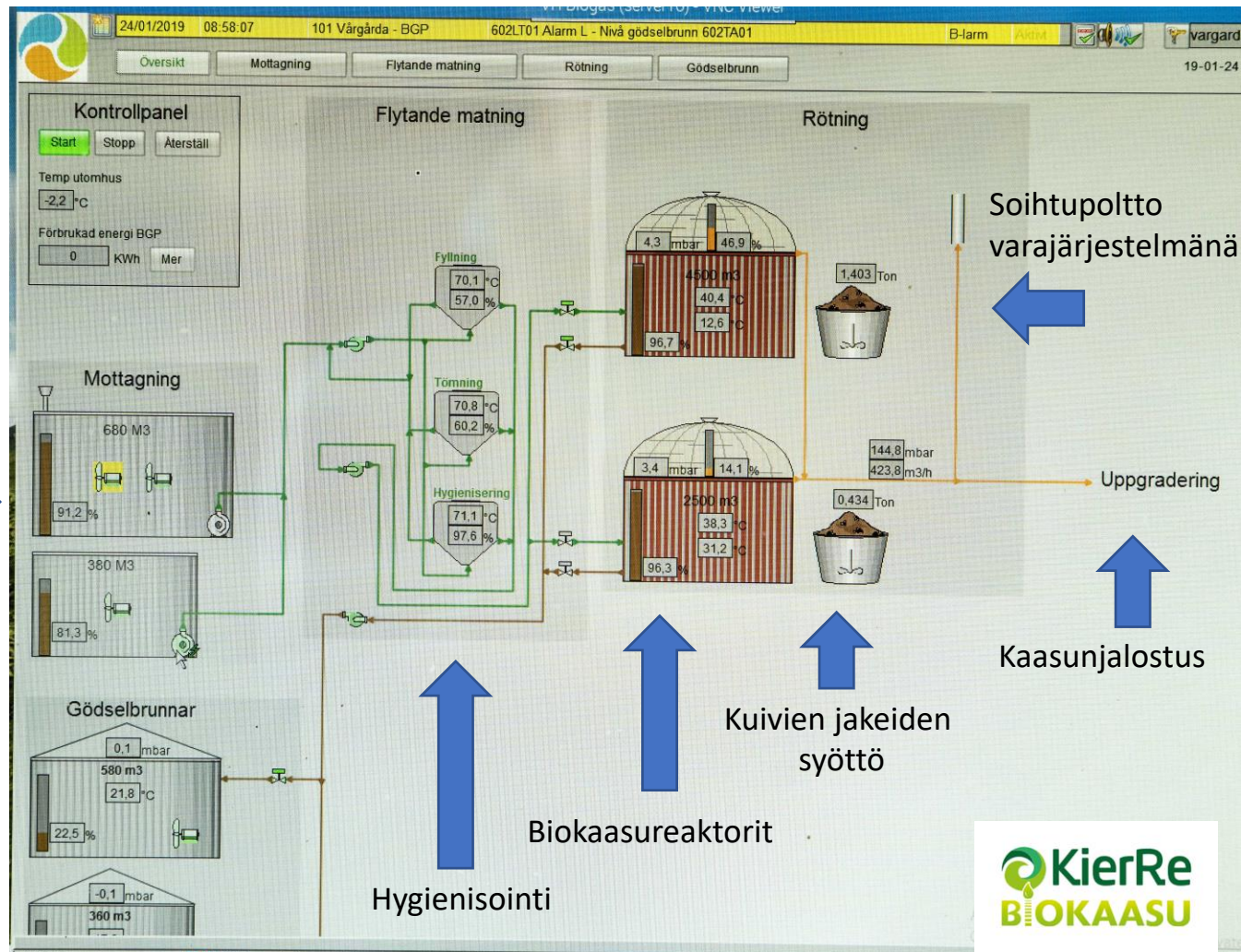
1. kohde, Vårgårda-Herrljunga Biogas AB



- Laitoksella 3 kpl rinnakkaista ja panostoimista 12 m³ hygienisointisäiliötä, joissa biokaasulaitokseen syötettävät massat kuumennetaan 1h ajan 70 C –lämpötilassa. Näin voidaan välttää tautien kulkeutuminen tilalta toiselle.
- Hygienisoidusta syötemassasta voidaan vesi/lanta lämmönvaihtimilla jäähdyttää reaktoriin syötettävää syötettä ja siirtää se hygienisointiin tuleviin syötemassoihin.
- Salmonellanäytteet otetaan 4 kertaa vuodessa eri prosessipisteistä.

PÄIVÄ 3:

1. kohde, Vårgårda -Herrljunga Biogas AB



PÄIVÄ 3:

1. kohde, Vårgårda -Herrljunga Biogas AB

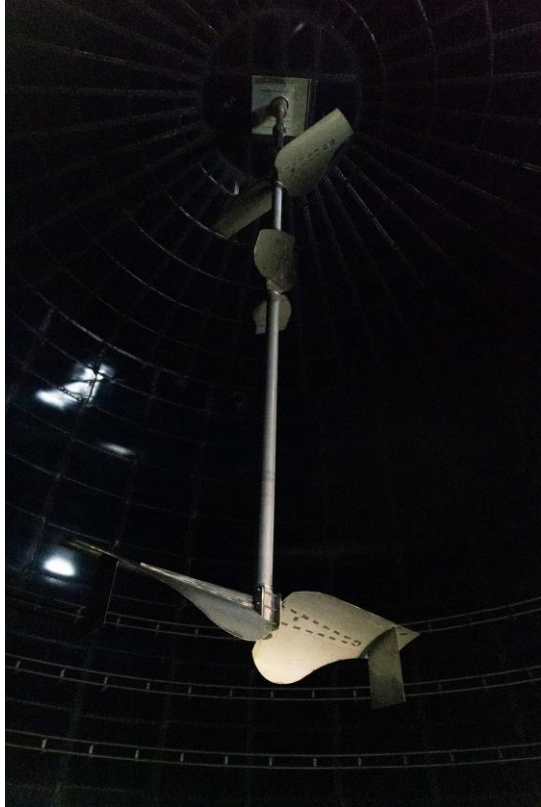
Pienemmässä vanhassa reaktorissa (2 500 m³) ollut vain yksi sekoituspumppu, jolla kierrätetty lietettä. Tämä pumppu ei ole kyennyt hoitamaan tehtäväänsä kunnolla.

Isommassa reaktorissa (4 500 m³) on ollut 2 pumppua ja enemmän sekoitustehoa (48 kW), mutta sekään ei ole tahtonut riittä.

Uusi reaktori tulee toimimaan pääbiokaasureaktorina yhdessä vanhan isomman reaktorin kanssa. Vanha pienempi reaktori tulee toimimaan jatkossa jälkikaasureaktorina ja kaasuvälikamiona.



PÄIVÄ 3:
1. kohde, Vårgårda
-Herrljunga Biogas AB



Päästiin poikien kanssa tsekkaamaan uuden reaktorin sisään asennettua uutta järeää pystysekoitinta! Yhtä komea oli myös reaktorin sisällä oleva kaiku - yhden miehen hyräily kuulosti kuoron jyrähdykseltä!

PÄIVÄ 3:

1. kohde, Vårgårda -Herrljunga Biogas AB

Biokaasureaktoreista kaasu johdetaan pihalla olevaan biokaasun jalostusyksikköön.

Jalostusyksikkö on Hollantilaisen DMT-yhtiön toimittamaa kalvosuodatus- eli membraanipuhdistustekniikkaa.

Investointihinta 1,2 milj. €

Biokaasulaitoksella kuluu 90 MWh/kk, eli 1 080 MWh/v. Paikallisella sähkönhinnalla (9,3 cnt/kWh) sähkölaskun hinnaksi tulisi n. 100 000 €/v.

Biokaasulaitoksen sähkönkulutus on vain n. 5,4 % laitoksen tuottamasta energiamäärästä 20 GWh.

Jalostettu liikennebiokaasu myydään Fordongasille ja johdetaan kaasuputkella laitosalueelta 4,5 km etäisyydellä olevalle tankkausasemalle.



Kalvosuodatus on erityisen herkkä rikkivedylle, joten biokaasusta poistetaan rikkivetyä reaktoriin syötettävällä paikallisella vedenpuhdistamolta saatavalla rautaoksidisakalla sekä kaasunjalostusyksikön äärellä olevilla aktiivihiilisuodattimilla.

Aktiivihiilisuodattimet (560 kg) pitää vaihtaa 2 kk:n välein, josta muodostuu vuodessa n. 10 000 € kustannuksia laitokselle.

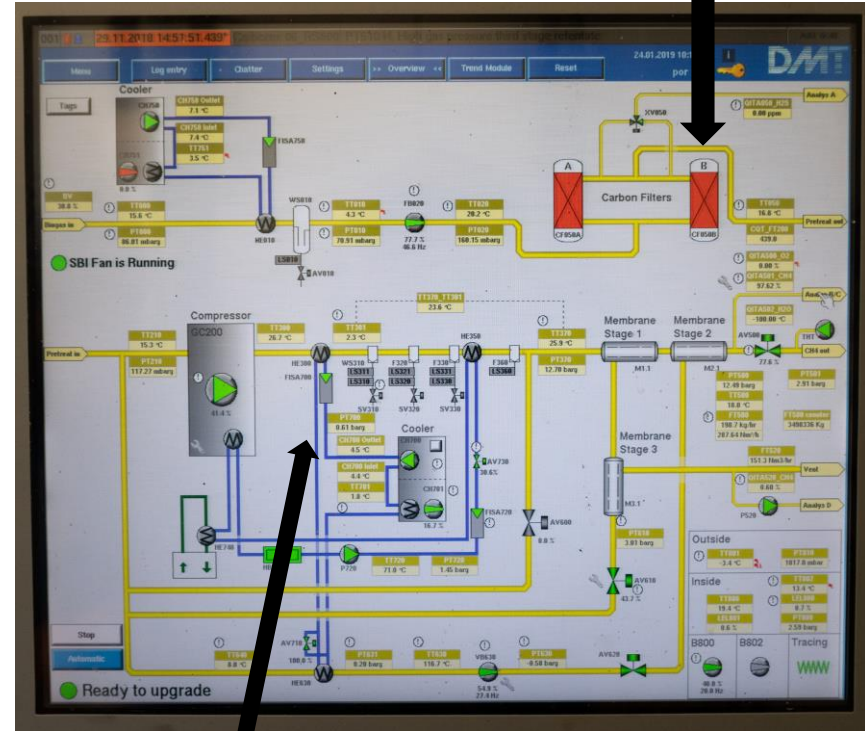
PÄIVÄ 3:

1. kohde, Vårgårda -Herrljunga Biogas AB



Membranisuodattimet rinnakkain

Aktiivihiilisuodattimet ennen biokaasun johtamista membraanisuodattimille.



Biokaasua kuivataan jäähdyttämällä ja lämmittämällä kaasua ennen johtamista membraaneille.

PÄIVÄ 3: 1. kohde, Vårgårda-Herrljunga Biogas AB



PÄIVÄ 3: 1. kohde, Vårgårda-Herrljunga Biogas AB



Heikkiä kiinnosti
kuivikkeen tuoksu!



Hygienisoidusta mädätettännöksestä separoitua kuivajaetta (KA 30 %) oli menestyksekkäästi hyödynnetty tilojen kuivikkeena jo 2 v ajan. Separointi oli otettu aluksi käyttöön sen takia, että alueella oli fosforin epäilty aiheuttavan rajoitteita mädätysjäännöksen hyödyntämiselle.

Tilat kehuneet separoitua kuivajaetta erinomaiseksi kuivikkeeksi eikä utaretulehduksia ollut ilmennyt kyseisenä ajanjaksona.

Biokaasulaitoksella on havaittua:

Ne tilat joilla ollut kyseinen kuivike käytössä, niin niiden tilojen toimittamat lietteenä ovat toimineet paremmin biokaasuprosessissa verrattuna muiden tilojen lietalantoihin.

PÄIVÄ 3: 1. kohde, Vårgårda-Herrljunga Biogas AB



Kiitimme laitosesittelystä vuolaasti ja lähdimme
kohti reissun viimeistä kohdetta!

PÄIVÄ 3: 2. kohde, Lidköping Biogasin LBG-laitos



Saavuimme laitosalueelle ja saimme kuulla, että emme pääse tutustumaan biokaasulaitokseen, koska paikalla oli parhaillaan vain 1 laitospäivä, jonka tuli keskittyä laitoksen pyörittämiseen.

Onneksi saimme kattavan kierroksen LBG-tuotantoyksikön puolelle! 😊

Kyseessä on Ruotsin ainut nesteytetyn biokaasun tuotantolaitos.

PÄIVÄ 3: 2. kohde, Lidköping Biogasin LBG-laitos

Biokaasulaitoksen komponentit:

- 1) Raaka-aineiden vastaanottohallit
- 2) Biokaasureaktori
- 3) Jälkikaasureaktori
- 4) Määdetejäännöksen varastosäiliö
- 5) Malmberg biokaasun vesipesuri (97 % CH₄, 3 % CO₂)

LBG-tuotantolaitoksen komponentit:

- 6) Kaasun korkeapainekompressorit ja paineentasaus
- 7) PTSA-laitos, jossa jalostetun biokaasun loput CO₂ poistetaan (Pressure Temperature Swing Absorbtion)
- 8) Biokaasun 2-portainen jäähdytysyksikkö -163 °C asti
- 9) 20 m korkea nesteytetyn biokaasun (LBG) varastosäiliö, jonka oikealla puolella nestemäisen typen varastosäiliö. LBG:n varastosäiliössä letkuliitännän tankkereiden täyttöö varten.

CBG-jakeluyksikön komponentit:

- 10) Paineistetun biokaasun (CBG) jakeluasema



PÄIVÄ 3: 2. kohde, Lidköping Biogasin LBG-laitos



Emme valitettavasti päässeet käymään tutustumiskierroksella biokaasulaitoksella, mutta saimme kuulla ja nähdä, että laitos on Gasumin omistuksessa.

Gasum myy vesipesurilla jalostetun biokaasun Lidköping Biogasin nesteytetyn biokaasun tuotantolaitokselle.

12 % tuotetusta jalostetusta kaasusta päätyy paineistetuksi kaasuksi jakelupisteiden kontteihin ja jaeltavaksi.

Loput 88 % päätyy nesteytettäväksi.

PÄIVÄ 3: 2. kohde, Lidköping Biogasin LBG-laitos



Biokaasulaitoksella sijaitsevan Malmbergin vesipesuriyksiköltä jalostettu biokaasu (97 % CH₄) johdetaan kuvassa oikealla olevaan PTSA-kolonneihin, jossa biokaasusta poistetaan loppu hiilidioksidikaasu.

Hiilidioksi tulee poistaa kokonaan biokaasusta, koska hiilidioksidi jäätyy -80 °C. Hiilidioksidin päätyessä jäähdytysyksikköön, se jäätyisi ja aiheuttaisi tukkeutumista.

PTSA-yksikössä on kaksi kolonnia, joista toinen on aina käytössä ja samaan aikaan toista kolonnia regeneroidaan kuvan vasemmassa reunassa olevalla lämmitysjärjestelmällä.

PÄIVÄ 3: 2. kohde, Lidköping Biogasin LBG-laitos

Hiilidioksidista vapaa biokaasu, eli puhdas metaanikaasu johdetaan kaksivaiheiseen jäähdytykseen. Laitoksessa voidaan jalostaa 100 – 700 Nm³/h biometaanina nesteytetyksi biokaasuksi.

Ensimmäisessä jäähdytysvaiheessa metaani jäähdytetään 1.turbiinin avulla -70 °C ja toisessa vaiheessa kaasu jäähdytetään 2. turbiinin avulla -175 °C, jolloin metaanikaasu nesteytyy. Työaineena turbiineissa toimii typpikaasu, joka saadaan laitosalueella olevasta nesteytetyn typen säiliöstä.

Sähköä kuluu paljon laitoksen massiivisessa kompressorissa 630 kW, jonka pelkälle vaihdelaatikoille on rakennettu oma siirtokontti ja jäähdytysjärjestelmä.

Koko LBG-tuotantolaitoksen sähkönkulutus on 500 000 kWh/kk, eli 6 000 MWh/v.

Nesteytetty metaani kerätään talteen ja johdetaan nesteytetyn kaasun säiliöön, jota pidetään kylmänä.



PÄIVÄ 3: 2. kohde, Lidköping Biogasin LBG-laitos



Erkki kävi kuuntelemassa vähän lähempää kaasuturbiinien jylinää!

Jäädytysyksikön kompressoria varten on järjestetty varsin massiivinen jäähdytysjärjestelmä.

PÄIVÄ 3: 2. kohde, Lidköping Biogasin LBG-laitos

Nesteytetty biokaasu kerätään talteen ja johdetaan nesteytetyn kaasun säiliöön, josta säiliörekat voivat käydä täyttämässä 18 t kuorman LBG:tä (täytön kesto 2h).

Laitokselta voidaan hakea viikossa 5 säiliökuormaa LBG:tä, mutta LBG-rekkojen polttoainetankkien täyttämiseen laitoksella ei ole omaa pistoolia.

Laitoksella on nesteytetyn typen säiliö, josta saadaan jäähdytysyksikköä varten kylmäaineena toimiva typpikaasu. Typpikaasu on siis turbiinien ja kompressorien sisällä kulkeva työaine.



PÄIVÄ 3: 2. kohde, Lidköping Biogasin LBG-laitos



Laitosmies kertoi meille myös omia näkemyksiään laitoksen pyörittämisestä.

On ollut oma haaste nivoa yhteen kolme eri kokonaisuutta: biokaasuntuotanto ja jalostus, LBG:n tuotanto sekä CBG:n jakelu varsinkin kun kutakin tahoa on hallinnut oma yritys.

Lisäksi esittelijänä toiminut laitosmies kertoi, että alkuvaiheessa teknisiä haasteita oli aika paljon LBG-tuotantolaitoksen kaasulinjojen paineolosuhteiden tasaisena pitämisessä, koska biokaasutuotantomäärät vaihtelivat. Tontilla oleva oma kompressiojärjestelmä ylläpitää nykyään hyvin tasaista 6 bar painetta putkistoissa.

Nykyään huoltovälit laitoksella ovat pidentyneet ja 2018 joulukuussa taisi huoltohälytyksiä tulla vain 1-2 kpl.

Kiitimme laitosmiestä erittäin kattavasta esityksestä ja ryhmämme nousi bussiin kohti Göteborgia!

PÄIVÄ 3: Ostosreissu Göteborgin keskustassa ja paluulennot Suomeen



Intensiivisen biokaasuretken päätti käynti Göteborgin keskustassa, jossa ryhmäläiset saivat käydä muutaman tunnin ajan syömässä ja tekemässä ostoksia kotimatkaa varten.

Lennot Göteborgista Helsinkiin olivat 1h myöhässä ja Helsingistä Kuopioon jatkolennot reissanneet pääsivät kotiin rattaosasti klo 03:00 yöllä.

Allekirjoittanutkin ennätti yöbussiin spurttaamalla lentokoneesta 6 min ennätysajassa bussilaiturille ja rantautui Jyväskylän kotiin jo klo 04:30!

Kaikki siis turvassa kotona ja valovuosia viisaampana!

Nyt vain valuttamaan Ruotsin viisaudet Suomeen! ;)

Osallistujaryhmämme 22.-24.1.2019

Mikko Jauhiainen

Henri Pietikäinen

Mari Tabell

Anja Marjatta Räsänen

Haapakoski Tomi

Lohi Juho Matias

Kemppainen Mikko

Paavilainen Juhani

Kajan Jari

Kajan Mari

Erkki Väisänen

Fager Timo

Tuovinen Esko

Tuovinen Merja

Antti Tulila

Heikki Teittinen

Toni Taavitsainen

Henri Karjalainen

Jyrki Heilä

Jari Kaskinen

Mika Turunen

Juntunen Asko

Osallistujaryhmämme 22.-24.1.2019

