



macon

BIOKAASU MAATILOILTA PUTKI- LOGISTIICALLA LAITOKSEEN JA LIIKENNEASEMALLE



BIOKAASU MAATILOILTA PUTKILOGISTIIKALLA LAITOKSEEN JA LIIKENNEASEMALLE

Biokaasun tuottamista ja jalostamista maatilakokoluokan laitoksessa putkilogistiikalla pidetään kannattavana, jos tuotettavan biokaasun määrä on noin 20 GWh. Laitos tarvitsee silloin noin 30 800 tonnia anaerobiseen käsittelyyn soveltuvia syötteitä. Syötemateriaaleja voivat olla maa- ja metsätaloudessa syntyvät biojätteet ja -sivuvirrat ja kotitalouksissa syntyvät biojätteet.

Tässä konseptissa biokaasu tuotetaan hajautetusti maatiloilla, josta se siirretään kaasuverkon avulla yhteiskäsittelylaitokseen jalostettavaksi ja paineistettavaksi sekä nesteytettäväksi lähinnä teollisuuden raskaan liikenteen kuljetusratkaisuissa hyödynnettäväksi.

Maatiloilla tuotetun kaasun siirtoputken hinta on noin 250 €/m. Paine on nostettava linjastossa 2 baarin paineeseen. Paineenalennusaseman ja biokaasupolttimen kustannus on noin 40 000 €. Siirtoon sovelletaan maakaasuasetusta.

Nesteytyksen yhteydessä on integroitu lämmön talteenotto, jossa hukkalämpö voidaan hyödyntää omassa prosessissa.

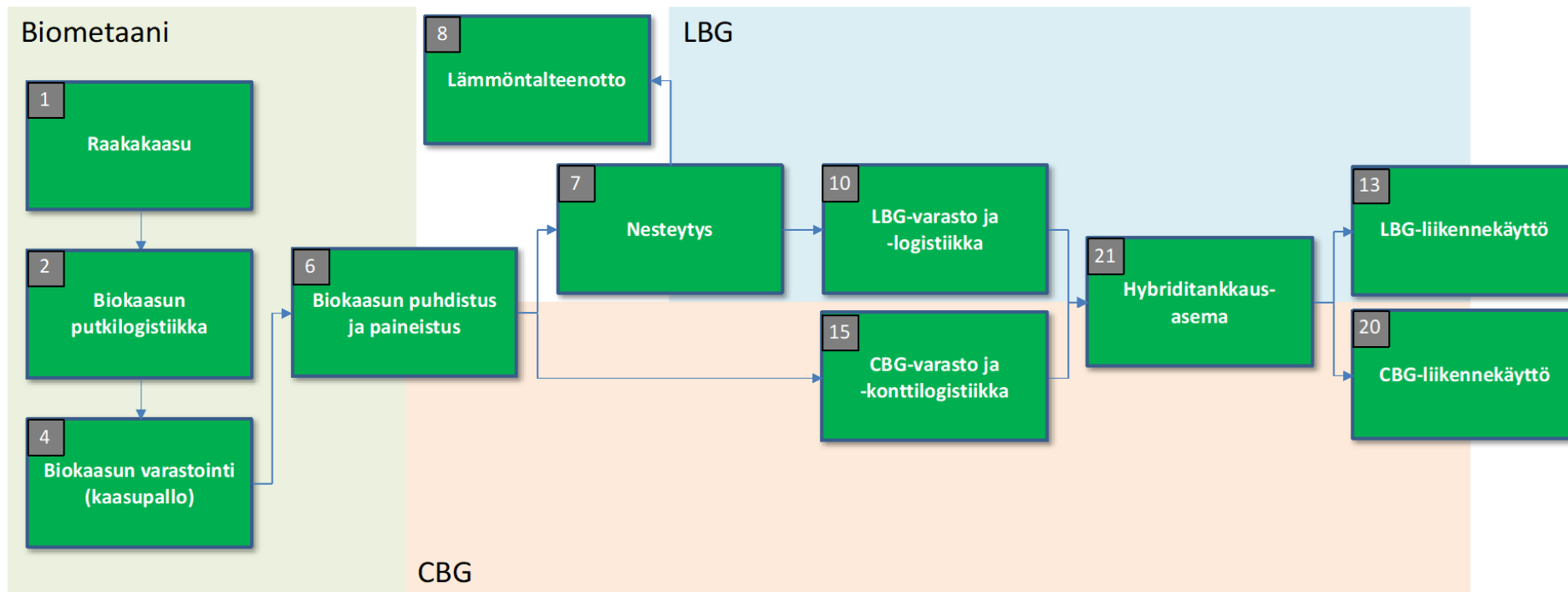
Nesteytetty biokaasu varastoidaan alueella ja sitä käytettäisiin hybriditankkausaseman kautta LBG-liikennekäytössä. Paineistettua biokaasua hyödynnetään myös liikennekäytössä hybridiaseman kautta tai konttilogistiikan avulla.

Suunniteltu arvoketju mahdollistaisi biokaasun sekä paineistetun että nesteytetyn kaasun liikennekäytön. Laitos tuottaisi CBG:tä/LBG:tä 1-2 tankkausaseman tarpeisiin. Paineistettu biokaasu ja LNG soveltuvat myös useaan teollisuuskohteeseen.

Koko arvoketjusta on tehty erillinen kannattavuusanalyysi, jonka mukaan arvoketju olisi kannattava 20 GWh tuotantomäärillä (IRR 18 %) (kts. Liite 1: Selvitys biokaasun teknisistä käyttömahdollisuuksista ja taloudellisuudesta). Koko arvoketjun tarvitsema investointi on noin 5,5 miljoonaa euroa.

Lisäksi liitteessä 2: Verotuksen ja lainsäädännön muutosten vaikutusten arviointi, on käyty läpi verotuksen, jakeluvuorituksen ja tiedossa olevien tulevien lainsäädännön ja muiden muutosten vaikutuksia biokaasutuotantoon.

ARVOKETJUN KUVAUS



ARVOKETJUUN LIITTYVÄT INVESTOINNIT

Biokaasulaitoksen laiteinvestoinnit on arvioitu budjettitarjouksiin perustuen. Budjettitarjoukset on pyydetty raporteilla esiteltujen laitetekniikoiden toimittajilta/myyjiltä. Kokonaisinvestointi on esitetty taulukossa seuraavasti. Investointi on jaettu osa-alueisiin sekä ennustetulla ns. täydellä kapasiteetilla. Mahdollinen investointituki on huomioitu laitteiston hinnassa. Lisätietoja löydät liitteestä 1: Selvitys biokaasun teknisistä käytömahdollisuuksista ja taloudellisuudesta, kohdista Selvitys 5 ja Selvitys 5-kannattavuus.

Osa-alue	Laitteiston hinta	Investointituellinen hinta (25 % tuki)
Biokaasun putkilogistiikka	2 000 000 €	1 500 000 €
Biokaasun varastointi (kaasupallo)	403 600 €	302 700 €
Biokaasun puhdistus ja paineistus	700 000 €	525 000 €
Nesteytys	1 533 067 €	1 164 800 €
LBG-varasto ja -logistiikka	153 333 €	115 000 €
CBG-varasto ja -konttilogistiikka	153 333 €	115 000 €
Hybriditankkausasema	2 133 333 €	1 600 000 €
Yhteensä	7 076 666 €	5 507 000 €

ARVOKETJUN LASKENNASSA KÄYTETYT OLETUSARVOT

Biokaasulaitoksen laiteinvestoinnit on arvioitu budjettitarjouksiin perustuen. Kokonaisinvestointi on esitetty taulukossa seuraavasti. Investointi on jaettu osa-alueisiin sekä ennustetulla ns. täydellä kapasiteetilla. Raakakaasun hinnan laskennassa on huomioitu biokaasun tuottajan kustannusten kattaminen. Mahdollinen investointituki on huomioitu laitteiston hinnassa.

Osa-alue	Hinta-arvio
Raakakaasun arvo	36 €/MWh
LBG:n hinta	1,6 €/kg
CBG:n hinta	1,17 eur/Nm ³

INVESTOINNIN KANNATTAVUUS

Arvoketjun mukaisen investoinnin nettonykyarvo (NPV, net present value) on 6 260 509 € annetulla diskonttaus korkokannalla (5 %). Vaihtoehtoisista investointihankkeista kannattavin on se, jonka nettonykyarvo on suurin.

Sisäisen korkokannan (IRR, internal rate of return) menetelmässä etsitään sisäistä korkokantaa, jolla nettonykyarvo on nolla. Arvoketjun mukaisen investoinnin tuotto prosentteina investointiin sijoitetulle pääomalle on 18 %. Investointi on kannattava, kun tuotto prosentti vastaa tuottovaatimusta. Vaihtoehtoisista investointihankkeista kannattavin on se, jonka sisäinen korkokanta on suurin.

Investoinnin takaisinmaksuajan menetelmässä lasketaan aika vuosina, jonka aikana investointi nettotuloina maksaa itsensä takaisin. Takaisinmaksuaika määritetään laskemalla, miten monen vuoden diskontatut nettotulot tarvitaan investointimenon kattamiseksi. Arvoketjun mukaisen prosessin investoinnin takaisinmaksuaika on 5 vuotta. Diskonttauskorkona on käytetty 5 % sekä inflaatio 2 %.

ARVOKETJUN KUVAUS

Laitteiston operatiiviset kulut koostuvat pääasiassa henkilöstöstä sekä kunnossapitotöistä.

BIOKAASUN JALOSTUS

Tekninen kuvaus

Biokaasulaitoksen kaasun jalostus koostuu vedenerotuksesta, pesusta (hiilidioksidin poisto) sekä paineistuksesta. Linjasto on suunniteltu käsittelemään noin 13 000 MWh biokaasua. Jalostuksen osalta tämä vastaa noin 300 Nm³ biokaasua tunnissa käsittelevää yksikköä.

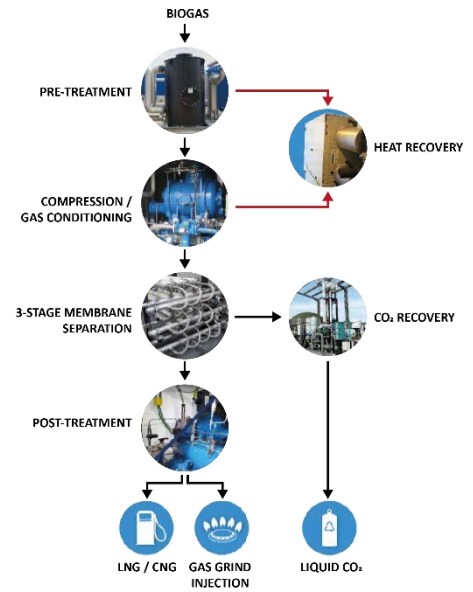
Hiilidioksidin poisto pesumenetelmällä on tällä hetkellä yleisin käytetty menetelmä, jossa biokaasu syötetään paineistettuna vesikoloniin. Mahdollinen rikkivety voidaan kyllästää adsorptiomateriaaliin. Kosteus poistetaan lauhduttamalla biokaasua esim. sille suunnitellussa maavaraeisessa putkessa.

Jalostus tarvitsee erillisen teknisen tilan jalostukselle, kompressorille sekä sähkölaitteille (kontti).

Bright Biomethane on hollantilainen johtava biokaasun jalostuslaitoksia valmistava yritys. Heillä on useita referenssejä Euroopassa ja Suomessa.

Jahotec Oy on kehittänyt useita biokaasuprosessiin sekä kaasun jalostukseen liittyviä teknisiä ratkaisuja.

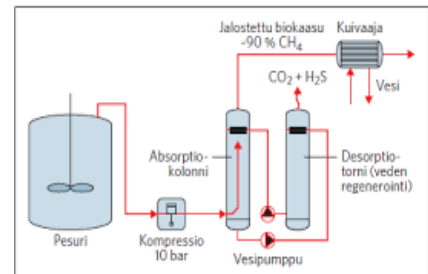
Metener Oy on ollut Suomessa edelläkävijä biokaasun jalostuksen osalta. He myyvät omaa jalostuslaitosta BKP300 tuotenimellä.



Kuva. Bright Biomethane kaasunjalostusyksikkö

Tekniset tiedot:

Pesuri
 Kompressorit: 16 bar
 Membraani tai adsorptiokoloni
 Kaasun analysaattori (CH₄, CO₂, O₂, H₂S)
 Automaatio



Kaaviokuva biokaasun jalostamisesta polttoaineeksi

BIOKAASUN NESTEYTYYS

Tekninen kuvaus

Laitoksen toiminnan tarkoitus on biometaanin jatkuva nesteytys Bio-LNG:ksi. Stirlingin tekninen ratkaisu ei tarvitse jäähdytystä avoimen kierron nestemäisen tyypin nesteyttämistä käyttämällä. Mikronesteytys tarjoaa hyvän joustavuuden ja tehokkuuden.

Stirling toimittaa ratkaisun, jossa ei käytetä nesteytettyjä teknisiä kaasuja ja jolla on alhaiset CAPEX- ja OPEX- kustannukset sekä joka on yksinkertainen hallita ja soveltuu mikromittakaavaan nesteytykseen.

Stirling Cryogenics on kehittänyt yhdessä italialaisen sisaryrityksensä Hysytech Srl:n kanssa sopivan menetelmän syötettävän biometaanin puhdistamiseen. Puhdistusjärjestelmän tavoitteena on alentaa hiilidioksidi- ja vesipitoisuutta. Puhdistusvaihe tiputtaa CO₂-pitoisuuden < 0,5 tilavuusprosenttiin käyttämällä regeneroitavia molekyylliseuloja.

Biometaanin nesteytys

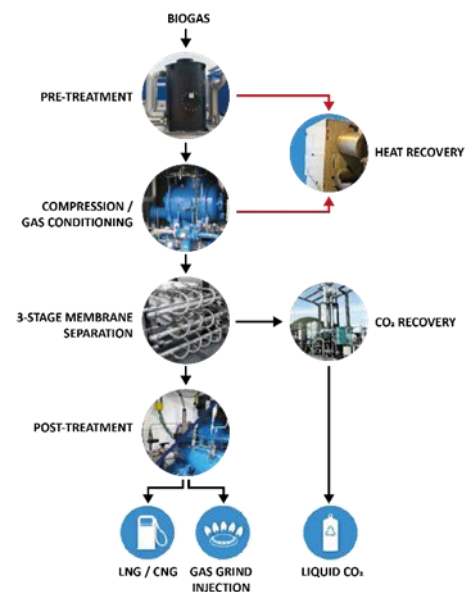
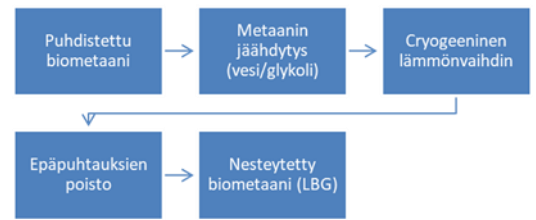
Paineistettu biometaanin virtaa yksikköön, jossa se nesteytetään lämmönvaihtimilla lämpötilan asteittaisella alentamisella. Nesteytyslämmönvaihtimet on eristetty riittävästi lämpöhäviöiden välttämiseksi.

Muut kiinteät epäpuhtaudet (esim. CO₂-kiteet) tai höyryt (esim. typpi) erotetaan nesteytyksen jälkeen kolmivaiheisella erottimella. Bio-LNG toimitetaan < -146 °C:ssa ja 2 bar paineessa.

Stirling Cryogenics on hollantilainen johtava biokaasun jalostuslaitoksia valmistava yritys. Heillä on useita referenssejä Euroopassa ja Suomessa.

Wärtsilä Oy on kehittänyt useita biokaasuprosessiin sekä kaasun jalostukseen liittyviä teknisiä ratkaisuja.

Sarlin Oy on ollut Suomessa edelläkävijä biokaasun jalostuksen osalta. He myyvät omaa jalostuslaitosta BKP300 tuotenimellä.



Kuva. Bright Biomethane kaasunjalostusyksikkö

Tekniset tiedot:

Pesuri
 Kompressori: 16 bar
 Membraani tai adsorptiokolonni
 Kaasun analysaattori (CH₄, CO₂, O₂, H₂S)
 Automaatio

CBG varastointi

Tekninen kuvaus

Puhdistettua ja paineistettua biometaanua voidaan varastoida useilla eri tavoilla. Metaanin tilavuus muuttuu merkittävästi riippuen siitä, onko kyseessä ilmanpaineinen normiolosuhteissa oleva metaani, 200 baarin paineessa oleva metaani vai nesteytetty metaani.

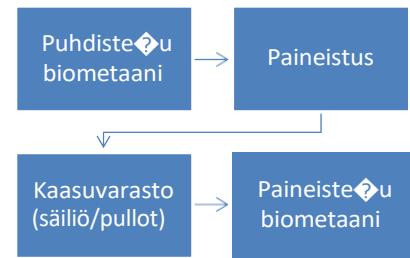
Yksi kilo paineistettua biometaanua vastaa noin 1,36 litraa dieseliä ja vastaavasti 1,56 litraa bensiiniä. Paineistetut säiliöt edellyttävät hyvin puhdistettua kaasua korroosion välttämiseksi. Paineen kasvaessa puhtausvaatimukset tiukentuvat. Biokaasun kohdalla suurimmat korroosion aiheuttajat ovat rikkivety ja vesi jopa hyvin pieninä pitoisuuksina.

Suurten paineistettujen terässäiliöiden lisäksi biometaanua voidaan varastoida kaasumaisessa muodossa kaasupullo- ja monisäiliökonteissa. Kaasupullot voivat olla valmistettu komposiitista tai teräksestä

Umo Advanced Composites sijaitsee Norjassa ja on maailman johtava suurten tyyppi IV lasikuitupaineastioiden sekä CNG:n, biokaasun ja vedyn kuljetusmoduulien toimittaja.

Calvera on espanjalainen yritys, joka toimittaa CNG/GBG paineistuslaitteistoja ja konttiratkaisuja kaasunjakeluun.

Biovoima Oy on ollut Suomessa edelläkävijä biokaasun jalostuksen osalta. He toimittavat Fornovo Gas S.p.A:n (Italia) valmistamia maa- ja biokaasun paineistuslaitteistoja sekä Umoen kaasusiirtokontteja.



LBG varastointi

Tekninen kuvaus

LNG:tä voidaan varastoida sille suunnitelluissa varastosäiliöissä. Varastosäiliön koko voi vaihdella lämmönkulutuksesta riippuen esim. 89 m³ ja 200 m³. Alle 90 m³ säiliö vaatii ns. ilmoitusmenettelyn (kevyempi menettely), kun taas 200 m³ vaatii ns. toiminta-periaateasiakirjan (huomattavasti enemmän suunnittelua).

LBG:n varastointi on haasteellisempaa kuin CBG varastointi johon LBG:lle tyypillisestä kaasun haihtumisesta (ns. BOG-kaasu (eng. Boil-off gas)). Haihtumista pyritään hallitsemaan teknisellä ratkaisulla lisäämällä terminaalin yhteyteen pieni uudelleen nesteytysyksikkö, jolloin säiliö pysyy jatkuvasti kylmänä eikä BOG:ia pääse muodostumaan.

Jos säiliö on pitkiä aikoja pois käytöstä, voidaan säiliö myös tyhjentää LBG:stä ja antaa sen lämmitä. Säiliön käyttöönotto tapahtuu esim. jäähdyttämällä säiliö nestemäisellä tyypellä, jonka jälkeen käyttö voidaan aloittaa uudelleen. Jos LNG:n varastointimäärä ylittää 100m³, on sille haettava ympäristölupa.

Puhdistettua ja paineistettua biometaania voidaan varastoida useilla eri tavoilla. Metaanin tilavuus muuttuu merkittävästi riippuen siitä, onko kyseessä ilmanpaineinen normiolosuhteissa oleva metaani, 200 bar paineessa oleva metaani vai nesteytetty metaani.

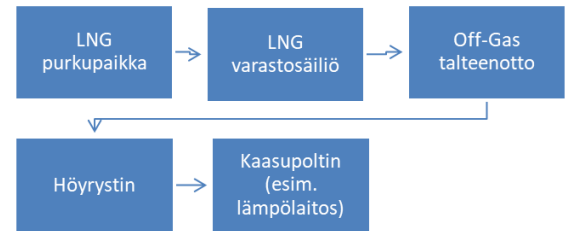
Verrattuna dieseliin on yhden diesellitran energiasäilytys sama kuin 4 litraa CBG (250 bar). Paineistetut säiliöt edellyttävät hyvin puhdistettua kaasua korroosion välttämiseksi. Paineen kasvaessa puhtausvaatimukset tiukentuvat. Biokaasun kohdalla suurimmat korroosion aiheuttajat ovat rikkivety ja vesi jopa hyvin pieninä pitoisuuksina.

Suurten paineistettujen terässäiliöiden lisäksi biometaania voidaan varastoida kaasumaisessa muodossa kaasupullo- ja monisäiliökonteissa. Kaasupullot voivat olla valmistettu komposiitista tai teräksestä

Chemet S.A on puolalainen erilaisten paineistettujen kuljetus- ja varastointisäiliöiden valmistaja. Se on yksi Euroopan johtavista paineastioiden valmistajista.

Chart Industries on USA:lainen globaali toimija, joka toimittaa modulaarisia nesteytyslaitosratkaisuja, jotka mahdollistavat nestemäisten polttoaineiden kuljettamisen ja varastoinnin (pienet ja keskikokoiset järjestelmät)

Shijiazhuang Enric Gas Equipment Co., Ltd. on kiinalainen kansainvälinen yritys, joka on sitoutunut valmistamaan ja tarjoamaan korkealaatuisia ja luotettavia korkeapaine- ja kryogeenisiä laitteistoja, jotka täyttävät kaikki varastointi- ja kuljetusvaatimukset ja jotka palvelevat CNG/LNG-teollisuutta.



Esimerkki puolalaisen Chemet S.A:n kryogeenisten tankkien ominaisuuksista:

Käyttökohde: Nesteytetty maa-/biokaasu

Suurin sallittu työpaine: 7- 37 bar

Vesitilavuudet: 25-250 m³

LNG kapasiteetti: 11,2-111,6 tonnia

Suunnittelusäädökset: EN13458 + EN13445

Rakenne: kaksinkertainen kuori, sisäsäiliö erikoisteräksestä (samoin putkitukset)

CBG KONTTILOGISTIikka

Tekninen kuvaus

Kaasun jalostuslaitoksesta jalostettu ja paineistettu biometaanin varastoidaan kontteihin, jotka kuljetetaan kohteisiin. Kaasulogiikka sisältää 4 kpl kontteja, jotka on laskettu riittävän tarvittavaan tankkausasemalogistiikkaan. Kaasukontin valmistajia on useita ja niiden hinnat eivät vaihtelee suuresti. Laskennassa on vertailtu eri konttityyppejä; A, B C sekä yhdistelmäkontteja. Lopullisissa laskelmissa käytetty A konttihintaa.

Biokaasun konttilogiikka

Inventoinnissa ei ole huomioitu mahdollisia tukia. Konttilogiikan pidemmissä kuljetuksissa on huomioitu yhdistelmäkuljetus.

Liitteenä 3 olevasta esitysaineistosta löytyy lisää tietoa biometaanin kontti- ja pullopatterilogistiikasta.



Kuva. Biovoima Oy:n kaasukontti

Tekniset tiedot:

Konttityyppi: 20' koukkulavakontit
 Max. käyttöpaine: 250 bar
 Kontin vesitilavuus: 14 850 litraa per kontti
 Kuljetettava kaasumäärä: n. 3 150 kg (15°C) per kontti

Toiminto	Arvo	Yksikkö
Täyden/tyhjän tankin nouto	10	min
Ajo	65	km/h
Kytkenä	10	min
Etäisyys		km
ADR auton tun- tihinta-arvio	90	€/h
Kärrylisä	20	€/h

CBG/LNG HYBRIDI- TANKKAUS-ASEMA

Tekninen kuvaus

Bright Biomethane on valmistanut useita biokaasun tankkaus-asemia Eurooppaan. **Metener Oy** on valmistanut Suomen ensimmäiset biokaasun tankkausasemat. **Suomen Biovoima Oy** on tuonut markkinoille täysin uudenlaisen BioPark kaasuntankkaus-asemakonseptin. Lisäksi Viafin Gas tarjoaa kokonaispaketin hybridiasemalle.

Biokaasun tankkausaseman kannattavuus

Biokaasun käyttö on arvioitu olevan maksimissaan yhteensä 20 000 MWh, josta tankkausasemille tuleva osuus on arvioitu olevan noin 10 000 MWh CBG:tä ja 10 000 MWh LBG:tä. Myyntihinnaksi on arvioitu 1,129 €/kg (alv 0%).

Tankkausaseman kannattavuus on riippuvainen tankattavien ajoneuvojen määrästä. Kannattavuusrajaksi on laskettu oheisen taulukon mukaiset käyttäjämäärät.

Laitteiston operatiiviset kulut koostuvat pääasiassa huoltoku- luista.

Tankkausasemat

1 tankkausasema	2	GWh
-----------------	---	-----

Taulukko. Ajoneuvojen minimimäärät

Ajoneuvoja	kpl	kg
Jätepakkari	2	164 000
Jakeluauto	5	75 000
Pakettiauto	5	20 000
Henkilöauto (ammattiliik.)	10	30 000
Henkilöauto (yksityinen)	10	1 000
Yhteensä		299 000

LIITTEET

Liite 1. Selvitys biokaasun teknisistä käyttömahdollisuuksista ja taloudellisuudesta (excel)

Liite 2. Verotuksen ja lainsäädännön muutosten vaikutusten arviointi

Liite 3. Biokaasun käytön tekniset vaihtoehdot ja kannattavuus

LÄHTEET

- Budjettitarjoukset, luottamuksellisia:
 - Biovoima Oy
 - Bright Biomethane
 - Calvera
 - Chart Industries
 - Chemet S.A
 - Jahotec Oy
 - Metener Oy
 - Sarlin Oy
 - Shijiazhuang Enric Gas Equipment Co., Ltd.
 - Stirling Cryogenics
 - Suomen Biovoima Oy
 - Umoe Advanced Composites
 - Wärtsilä Oy
- Energiategollisuus ry, Kaukolämmön keskihinta
- Gasum Oy, LBG hinta/kg
- Rambol Oy, Biometaanin lämpöarvo
- Stormossen Oy/Ab, Biometaanin tiheys
- Viafin Gas, OPEX
- Viafin Gas, CAPEX