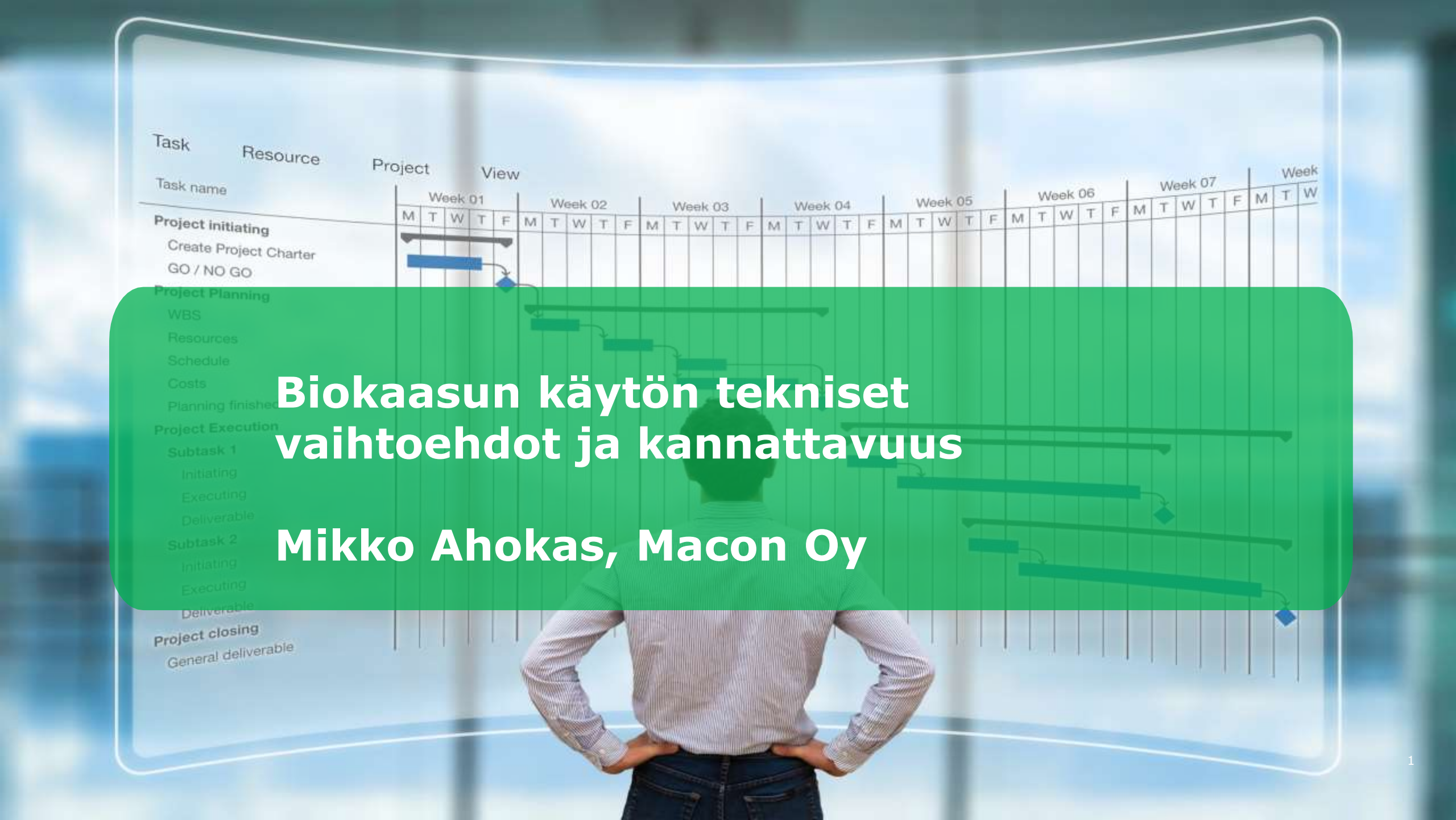


Biokaasun käytön tekniset vaihtoehdot ja kannattavuus

Mikko Ahokas, Macon Oy

Arvoketju (tuotanto), yli 10 GWH

- Biokaasun puhdistus ja paineistus
- CBG Kaasuvarasto
- Nesteytys
- LBG varasto

Arvoketju (logistiikka)

- LBG logistiikka
- CBG logistiikka

Arvoketju (loppukäyttö Teollisuus (oma tontti)

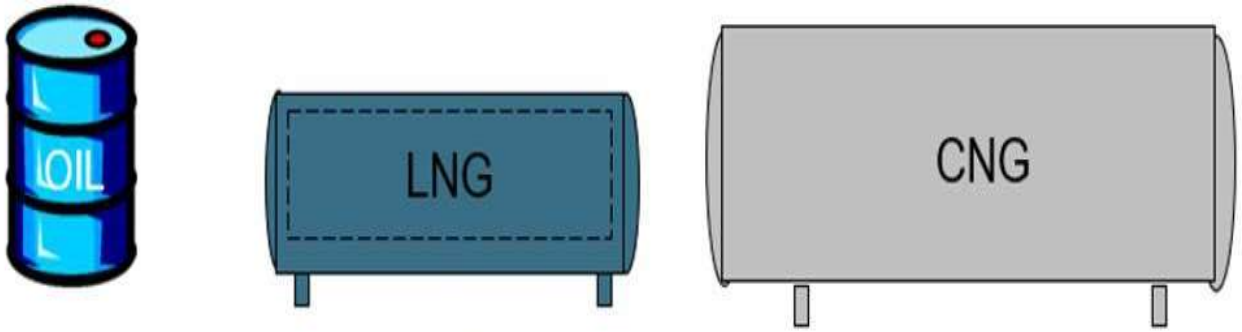
- LBG Varasto
- LBG Höyrystin
- Kaasupoltin
- Tankkausasema

macon

Maakaasun eri säilytysmuotoja verrattuna öljyyn

Biometaani

➢ Puhdistettu biokaasu
➢ Metaani CH4
➢ 1 m3 metaania vastaa
➢ 1 l kevyttä PÖ, joka sisältää
➢ 10 kWh energiaa
➢ 1 m3 metaania painaa 0,72 kg normaalipaineessa (1 bar) ja +0◦C:ssa.
➢ 1 kg metaania vastaa energiasisällöltään 1,56 litraa bensiiniä ja 1,39 litraa dieseliä
➢ CBG (144 kg/m3)
➢ LBG (400 kg/m3)



ÖLJY

Tiheys 0,85 kg/l
Lämpöarvo 11,9 kWh/kg

159 litraa
1600 kWh

LNG

Tiheys 0,42 kg/l
Lämpöarvo 13,7 kWh/kg
280 litraa netto

310 litraa

280 litraa netto
1600 kWh

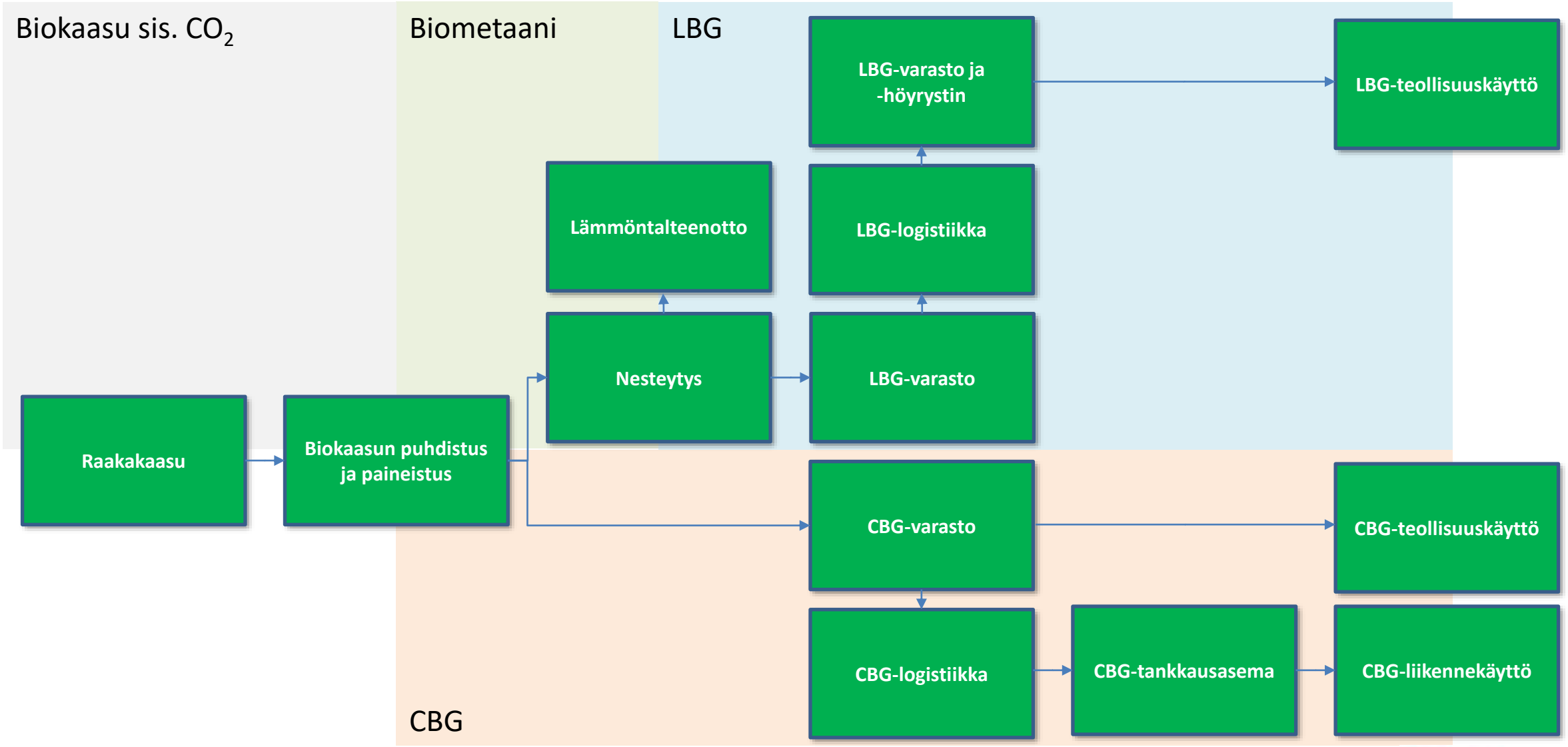
CBG-kontit 250 bar

Tiheys 0,73 kg/m^3
Lämpöarvo 10 kWh/m^3

640 litraa
1600 kWh

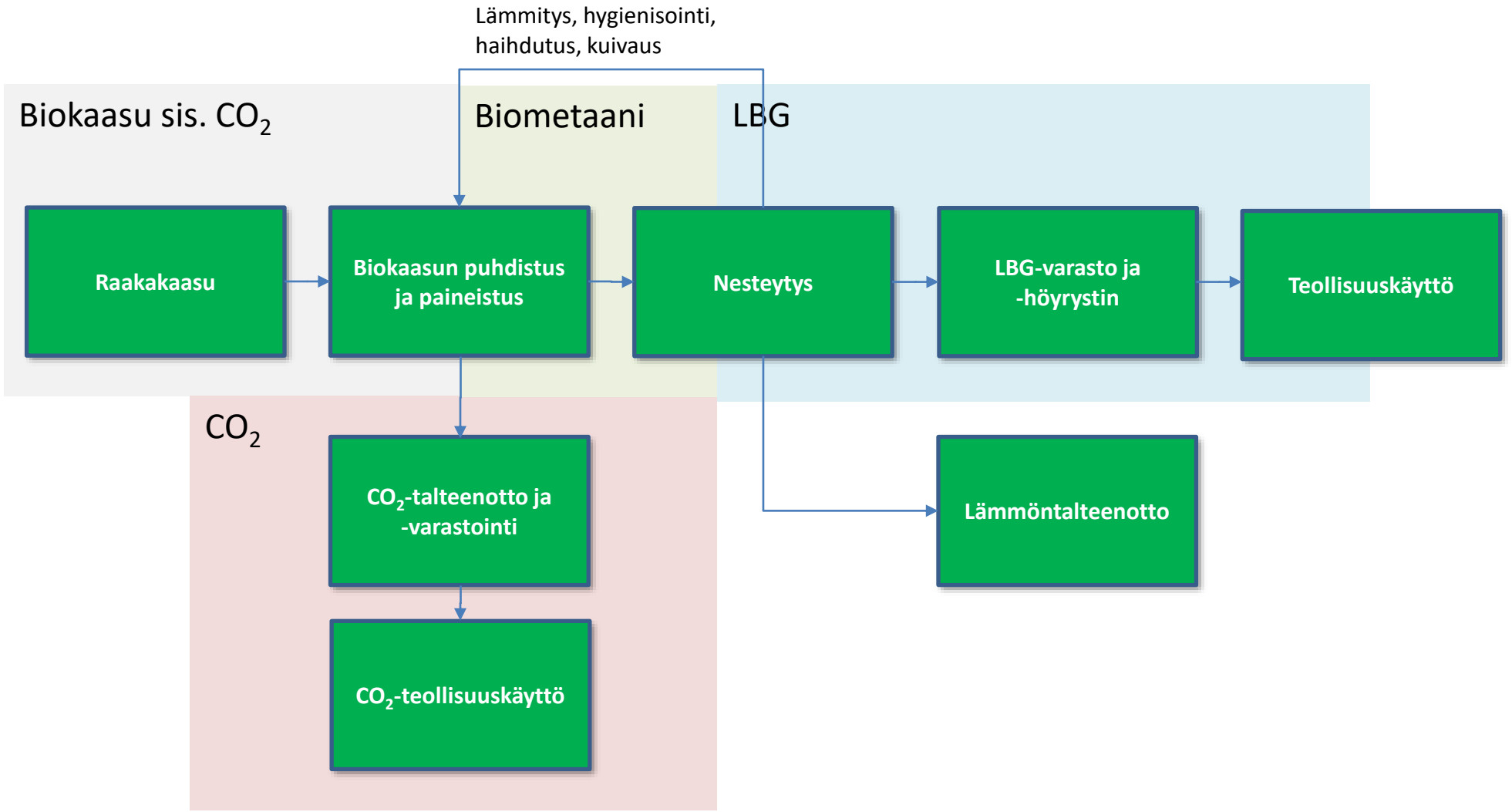
macon

ERILLISSELVITYS 1. BIOKAASUN TUOTTAMINEN JA JALOSTAMINEN KESKITETYSSÄ ISOSSA LAITOKSESSA



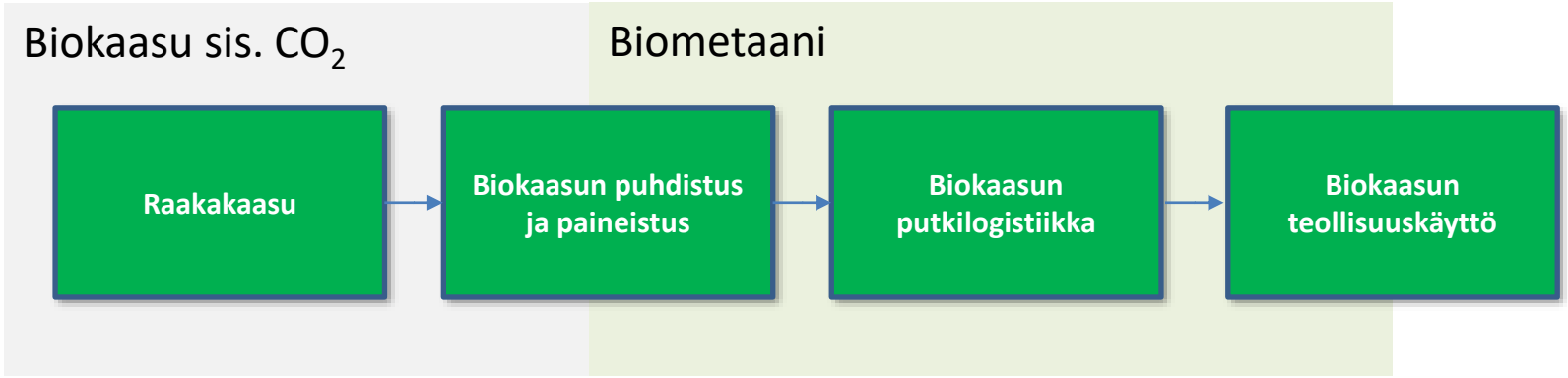
macmacon

ERILLISSELVITYS 2. BIOKAASUN TUOTANTO TEOLLISUUSLAITOKSEN YHTEYDESSÄ



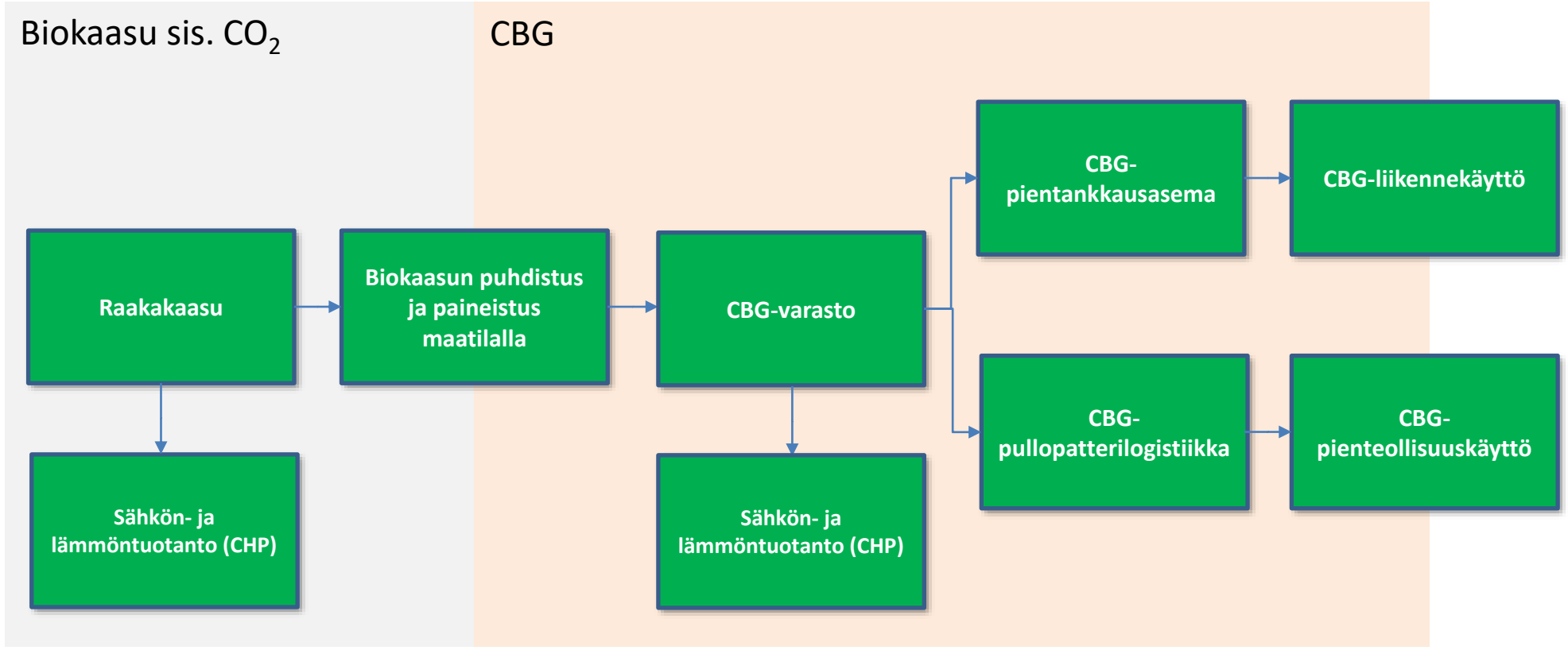
macon

ERILLISSELVITYS 3. BIOKAASUN TUOTANTO TEOLLISUUDEN TARPEISIIN PUTKILOGISTIIKALLA



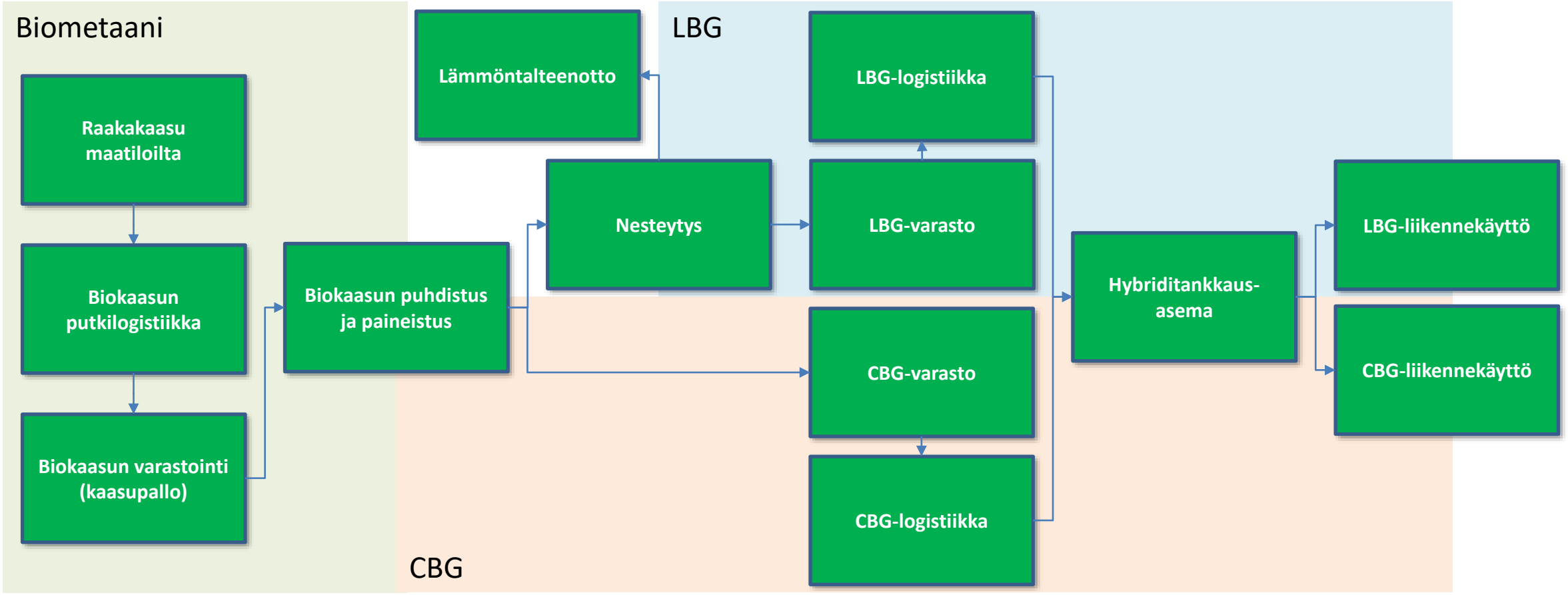
macmacon

ERILLISSELVITYS 4. BIOKAASUN TUOTANTO MAATALOUDEN TARPEISIIN



macon

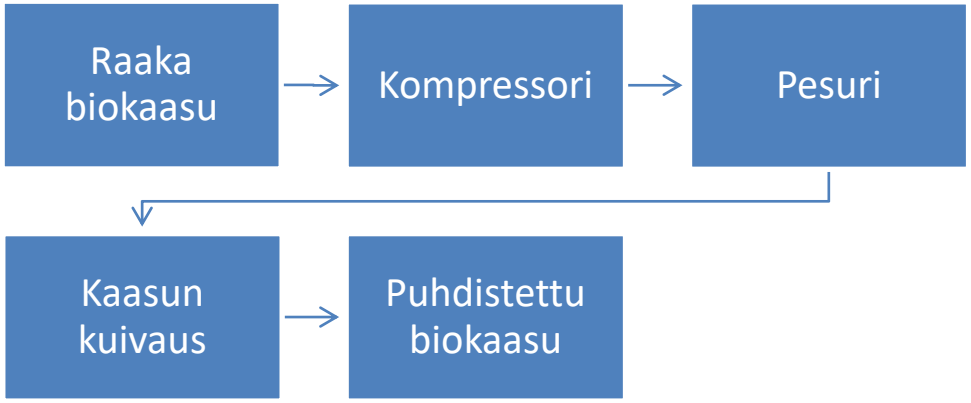
ERILLISSELVITYS 5. BIOKAASU MAATILOILTA PUTKILOGISTIIKALLA LAITOKSEEN JA LIIKENNEASEMALLE



macon

Biokaasun puhdistus ja paineistus

1.Vesiabsorptio



Kuva: Metener

Kuva: Sarlin

Lista potentiaalisista laitetoimittajista

Metener
Sarlin (Greenlane)
Airco Process Technology

Kuvaus teknologiasta

Biokaasun jalostuslaitteisto on yleensä koottu eristettyyn konttiin. Toiminta on täysin automatisoitu, jossa on myös etävalvonta- ja hallintaominaisuudet. Ex-tilan laitteistot on osastoitu. Kontti varustellaan kaasunvuotoilmaisimin ja palovaroittimin.

Menetelmä perustuu kaasun paineelliseen vesipesuun, jossa biokaasun sisältämä hiilidioksidi ja rikkivety liukenevat pesurissa veteen, kun taas metaania ei juuri liukene. Kaasun muut epäpuhtaudet poistetaan kuivauksessa adsorentin läpi. Käsittelyn lopputuotekaasun rikkivetypitoisuus on tasolla 0.1 ppm ja käsittely poistaa myös valtaosan siloksaaneista. Käsittelyn lopputuote täyttää kansainväliset liikennepolttoaineen vaatimukset.

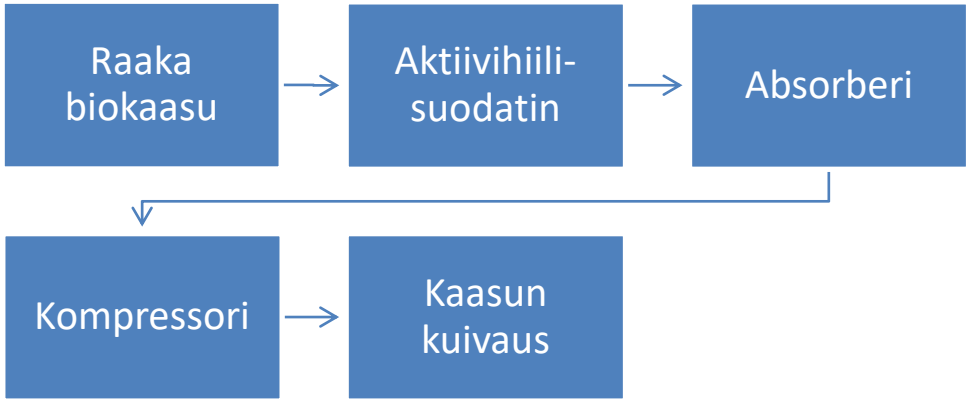
Käsittelyssä muodostuu jätevettä noin 10 l/Nm³

Kuva: Havainnollistettu prosessikuvaus. Sarlin (Greenline)

macon

Biokaasun puhdistus ja paineistus

2.Aktiivihiiliadsorptio + amiinipesu



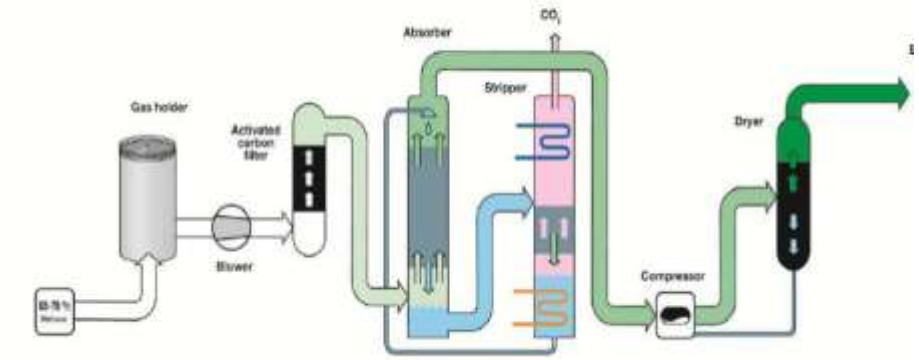
Kuva: NGV Global

Kuva: Purac

Kuvaus teknologiasta

Biokaasun jalostuslaitteisto on yleensä koottu eristettyyn konttiin. Prosessi perustuu kaasun rikkivedyn poistoon aktiivihiilisuodatuksessa ja hiilidioksidin kemialliseen absorptioon absorptiotornissa (amiiniliuos) sekä hiilidioksidin strippaukseen. Prosessi poistaa myös siloksaanit ja rikkivedyn alle 0,5 ppm:n tasolle. Kaasusta erotettu hiilidioksidi voidaan myös hyödyntää.

Prosessiin on myös mahdollisuus yhdistää lämmöntalteenotto, jota voidaan hyödyntää mm. mädätyslaitoksen jätemassan lämmitykseen. Lämmön hyödyntämisellä voidaan alentaa jonkin verran prosessin käyttökustannuksia.



Kuva: Amiiniprosessiin perustuvan jalostuslaitoksen (Capure™) periaatekuva

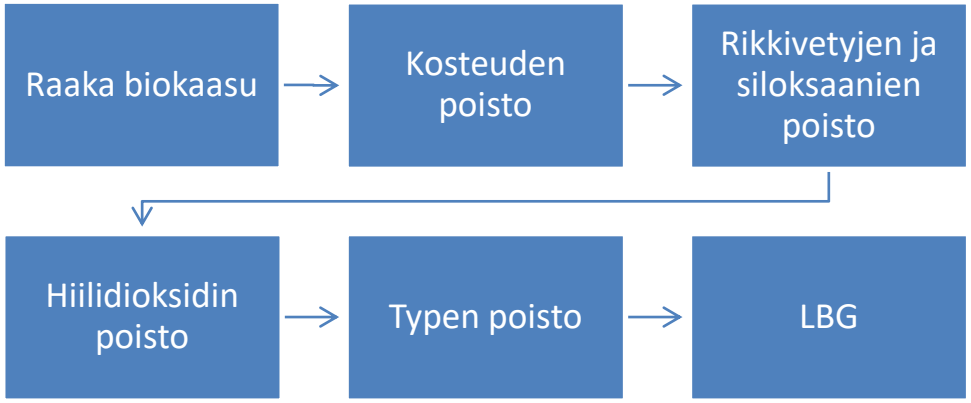
Lista potentiaalisista laitetoimittajista

Purac Puregas (CApure ™)
NGV Global

macon

Biokaasun puhdistus ja paineistus

3.Kryotekniikka (kaasun jäähdytys)



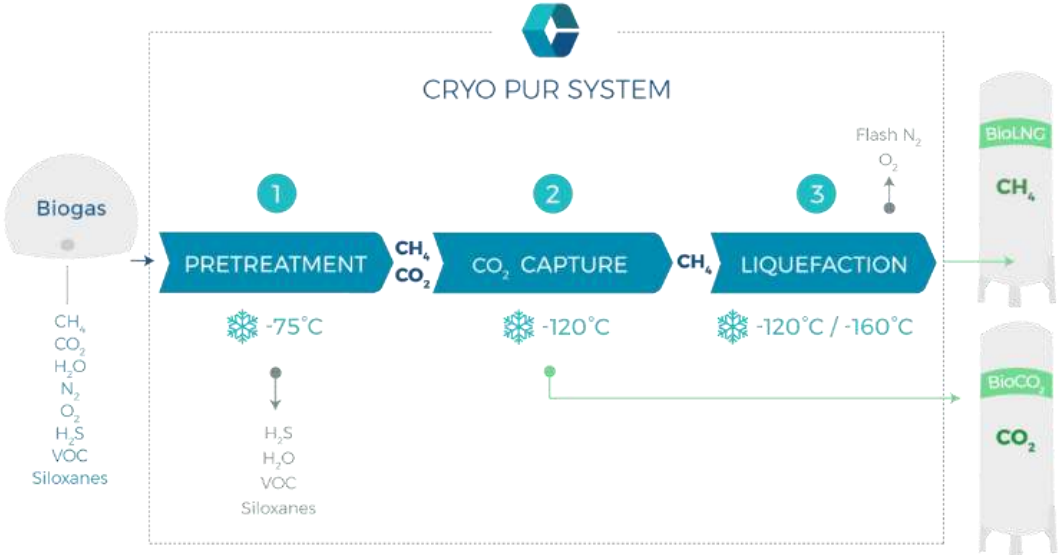
Kuvaus teknologiasta

Biokaasun jalostuslaitteisto perustuu kryotekniikkaan eli kaasun jäähdytykseen. Prosessi perustuu käsiteltävän kaasun jäähdyttämiseen useissa eri vaiheisa. Kussakin vaiheessa epäpuhtaudet poistuvat niille ominaisissa nesteytymislämpötiloissa. Prosessi on monimutkainen ja sisältää runsaasti jäähdytettyjä tuotesäiliöitä. Lisäksi teknologialla on rajalliset referenssit.

.

Lista potentiaalisista laitetoimittajista

Cryo Pur

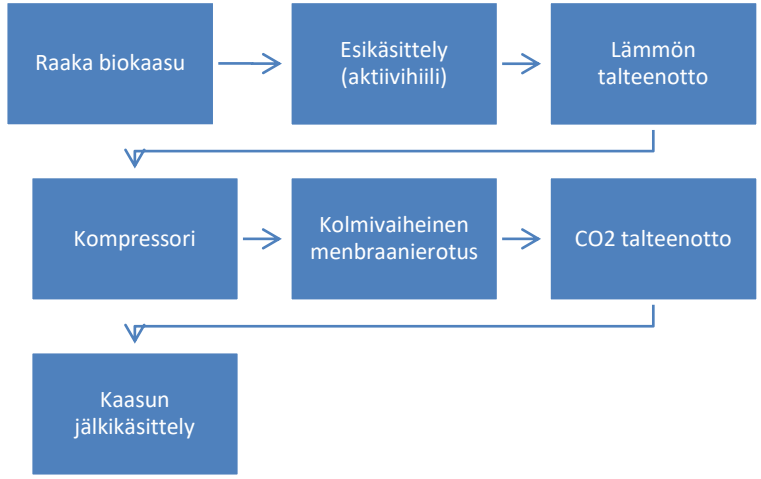


Kuva: Havainnollistava kuva Cryo Pur- prosessista

macon

Biokaasun puhdistus ja paineistus

5.Membraanitekniikka

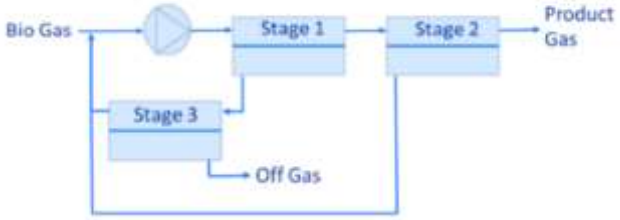


Kuvaus teknologiasta

Teknologia perustuu paine-eroon menbraanien välillä. Käyttämällä membraaneja saavutetaan korkein mahdollinen metanolisaanto. Membraani mahdollistaa hiilidioksidin talteenoton.
Ennen komprimointia biokaasusta täytyy poistaa rikkivety ja muut epäpuhtaudet, jotka voivat vahingoittaa membraania. Epäpuhtaudet poistetaan aktiivihiilikäsittelyllä. Kosteus poistetaan erillisellä jäähdytyksellä, josta on mahdollisuus erilliseen lämmöntalteenottoon. Lämmöntalteenotto parantaa laitteiston kannattavuutta.

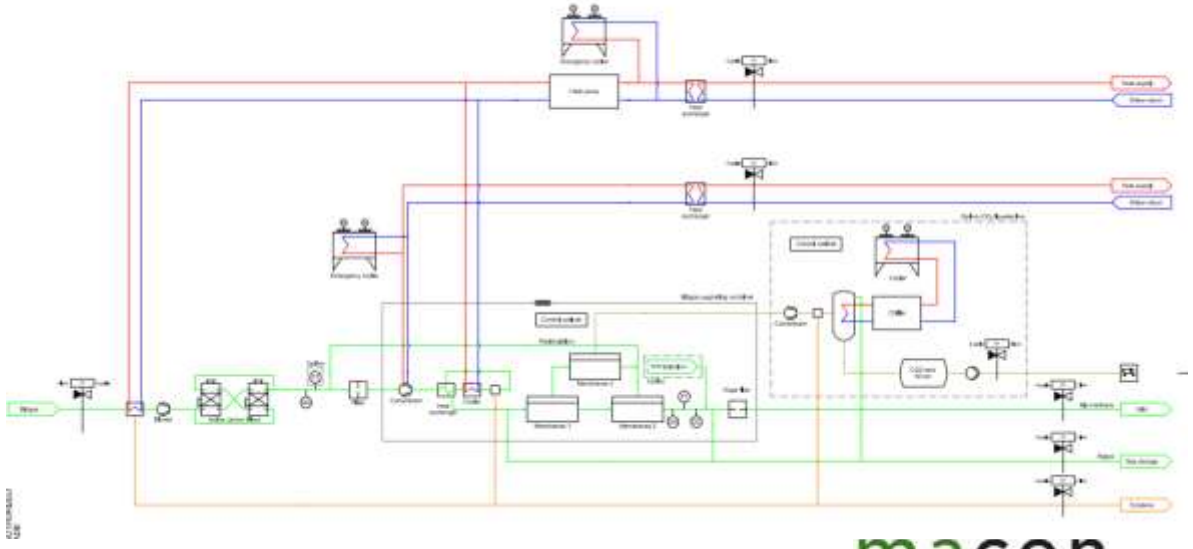
Lista potentiaalisista laitetoimittajista

Bright Biomethane



Kuva: Patentoitu (Bright Biomethane) 3- vaiheinen membraanierotus

Kuva: Patentoitu (Bright Biomethane) jalostuslaitos, Waalwijk (850 Nm3/tunnissa)

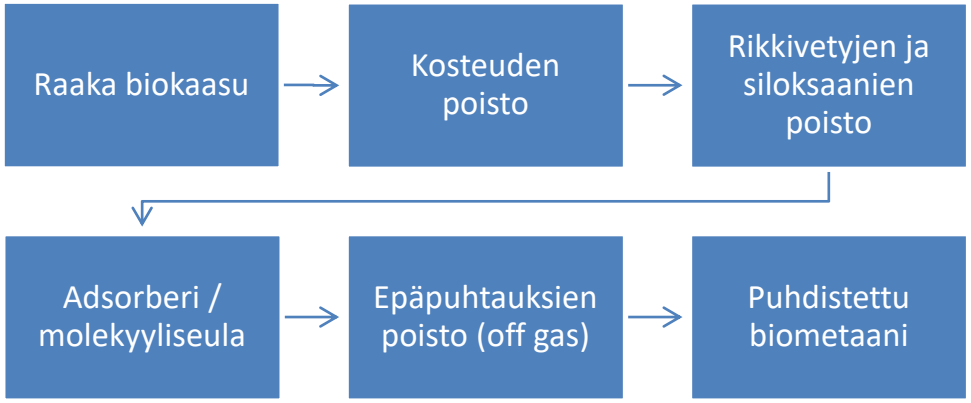


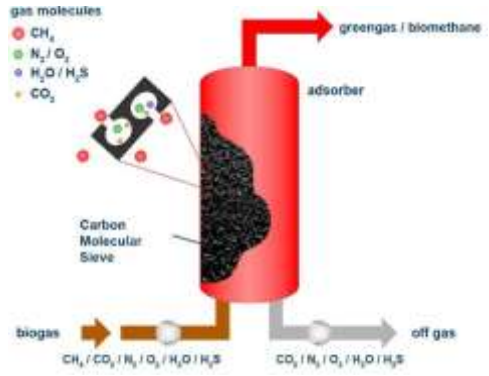
Kuva: Prosessikaavio Bright Biomethane prosessista

macon

Biokaasun puhdistus ja paineistus

6.PSA (Pressure Swing Adsorption)





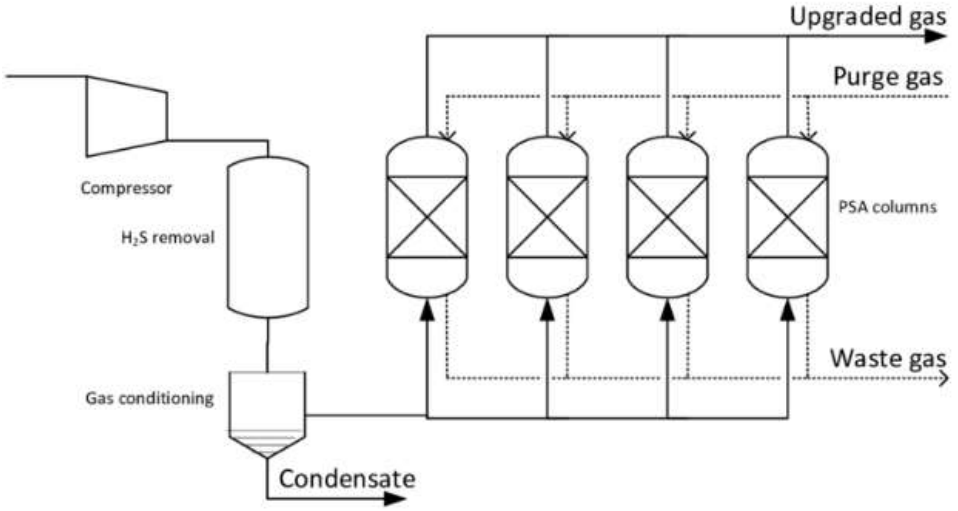
Kuva: Bioenergy Consult

Kuvaus teknologiasta

PSA – teknologiassa käytetään adsoptiomateriaalina yleensä aktiivihiiltä tai zeoliittejä, joihin epäpuhtaudet sidotaan korkeassa paineessa. Adsorptiomateriaali regeneroidaan painetta alentaen. PSA edellyttää rikkivedyn ja veden poistoa etukäteen, sillä niitä ei ole mahdollista regeneroida materiaalista.

Lista potentiaalisista laitetoimittajista

GAZPACK
Mahler AGS Biogas
Schmack
Carbotech
Cms-psa

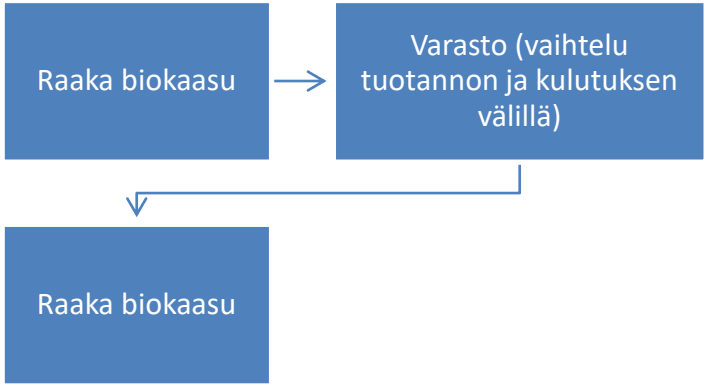


Kuva: Prosessikuvaus PSA – teknologiasta.

macon

Biokaasun varastointi

Kuvaus teknologiasta



Sopivan biokaasun varastointijärjestelmän valinta edistää merkittävästi biokaasulaitoksen tehokkuutta ja turvallisuutta. Biokaasun varastointiin on kaksi perussyytä: varastointi myöhempää paikan päällä tapahtuvaa käyttöä varten ja varastointi ennen ja/tai sen jälkeen kuljetuksen ulkopuolella sijaitseviin jakelupisteisiin tai -järjestelmiin. Biokaasun varastointijärjestelmä kompensoi myös biokaasun tuotannon ja kulutuksen vaihtelut sekä lämpötilaan liittyvät tilavuuden muutokset. Biokaasun varastointijärjestelmiä on kaksi luokkaa: Sisäiset biokaasun varastosäiliöt on integroitu anaerobiseen mädätysreaktoriin, kun taas ulkoiset biokaasuvarastot on erotettu reaktorista muodostaen biokaasulaitoksen autonomisia komponentteja. Yksinkertaisimmat ja edullisimmat varastointijärjestelmät paikan päällä ja biokaasun välivarastointiin ovat matalapainejärjestelmät. Keski- ja korkeapainevarastointijärjestelmien energia-, turvallisuus- ja puhdistusvaatimukset tekevät niistä kalliita ja vaativat huoltotoimenpiteitä.. Tällaisia lisäkustannuksia voidaan perustella parhaiten biometaanilla eli CBG:llä, jolla on korkeampi energiasisältö ja siten arvokkaampi polttoaine kuin raaka biokaasu. Biokaasuvarastojen koko voi vaihdella 20 m3 aina 10 000 m3 tilavuuteen. Biokaasuvarasto koostuu säänkestävästä ulkokalvosta, sekä kahdesta sisäkalvosta. Kaasu varastoidaan kahden sisämembraanin väliin.

Biokaasuvarasto koostuu säänkestävästä ulkokalvosta, sekä kahdesta sisäkalvosta. Kaasu varastoidaan kahden sisämembraanin väliin. Ulkoinen biokaasuvarasto perustetaan betonialustalle. Biokaasupallo varustellaan yleensä pinnanmittauksella, tarkastuslasilla. Puhaltimella (joka ylläpitää paineen pallon ulkopuolella, kaasuputket, sekä lauhdeputket. Kaasuvarastoon kuuluu myös ylipaineventtiili mahdollisten häiriötilanteiden varalle. Ylipaineventtiilistä vapautuva kaasu johdetaan erilliselle soihtupolttimelle.

Lista potentiaalisista laitetoimittajista

Biokaasuvarastoja tarjoavat useat eri yritykset:

Esimerkkejä yrityksistä:

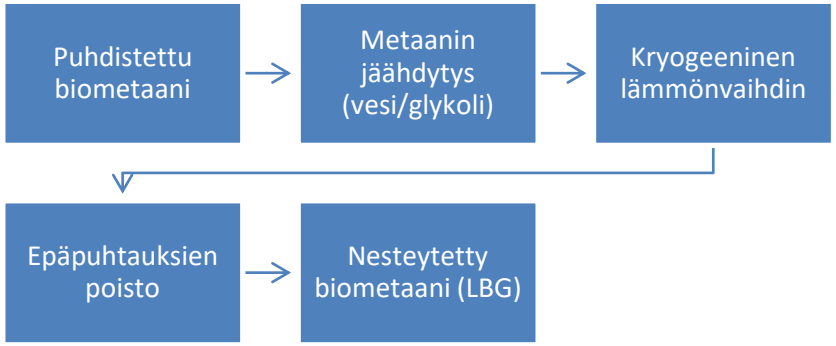
PlanET Biogas Global

Utile

AgriKomp GmbH

Biokaasun nesteytys

Kuvaus teknologiasta



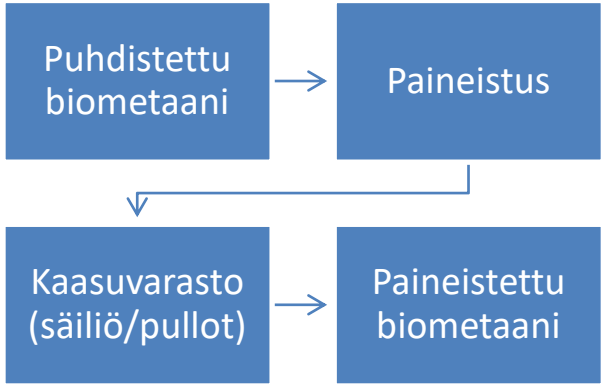
Laitoksen toiminnan tarkoitus on biometaanin jatkuva nesteytys Bio-LNG:ksi. Stirlingin tekninen ratkaisu ei tarvitse jäähdytystä avoimen kierron nestemäisen typen nesteyttämistä käyttämällä. Mikronesteytys tarjoaa hyvän joustavuuden ja tehokkuuden. Stirling toimittaa ratkaisun, jossa ei käytetä nesteytettyjä 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 molekyyliseuloja.
Biometaani nesteytys
Paineistettu biometaani 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.

Biokaasun nesteytysjärjestelmiä tarjoavat yritykset:

Stirling cryogenics
Värtsilä
Sarlin

CBG varastointi

Kuvaus teknologiasta



Puhdisettua 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 energiasisältö 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.

Esim. Norjalainen UMOE-kaasukontti (laajasti Gasumilla käytössä, ADR hyväksytty.

- Ominaisuudet:
- Max. Paine 250 bar
- Kaasua yhdessä kontissa 3400 kg (n. 45 MWh
- Runkomateriaali galvanoidusta raudasta, kehikko merialumiini.
- Kaasupullot 9 kpl – komposiitti.
- Pystytään liikuttamaan kolme konttia samanaikaisesti.

Lista potentiaalisista laitetoimittajista

Biokaasuvarastoja tarjoavat useat eri yritykset:

Esimerkkejä yrityksistä:

UMOE Komposiitti

EcoProtech Oy (Calvera)

Biovoima

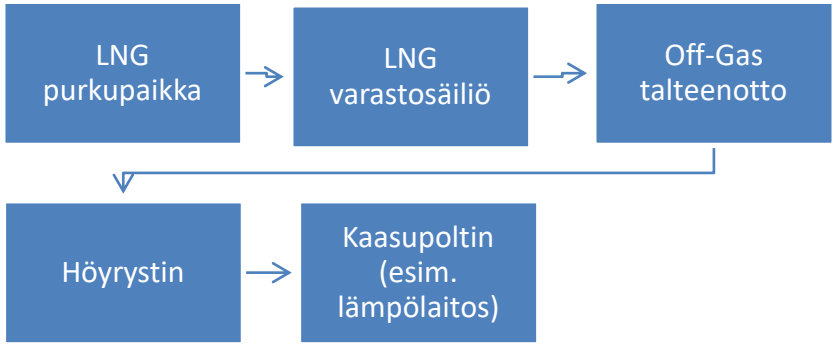
Holders (Kiina)

Kuva: Biovoima type 1 koukkukontti

Kuva: UMOE komposiittikontti

LBG varastointi ja käyttö teollisuuden kohteeseen

Kuvaus teknologiasta



LNG:tä voidaan varastoida sille suunnitelluissa varastosäiliöissä. Varastosäiliön koko voi vaihdella lämmönkulutuksesta riippuen esim. 89 m3 ja 200m3. Alle 90m3 säiliö vaatii ns. ilmoitusmenettelyn (kevyempi menettely) kun taas 200m3 vaatii ns. toimintaperiaateasiakirjan (huomattavasti enemmän suunnittelua). LBG:n varastointi on haasteellisempaa kun CBG varastointi, johtuen 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 lämmetä. Säiliön käyttöönotto tapahtuu esim. jäähdyttämällä säiliö nestemäisellä typellä, jolka jälkeen käyttö voidaan aloittaa uudelleen. Jos LNG:n varastointimäärä ylittää 100m3, on sille haettava ympäristölupa.

Lista potentiaalisista laitetoimittajista

Biokaasuvarastoja tarjoavat useat eri yritykset:

Esimerkkejä yrityksistä:

Chemet S.A
Enric Gas
Cryocan
Chart
Transte

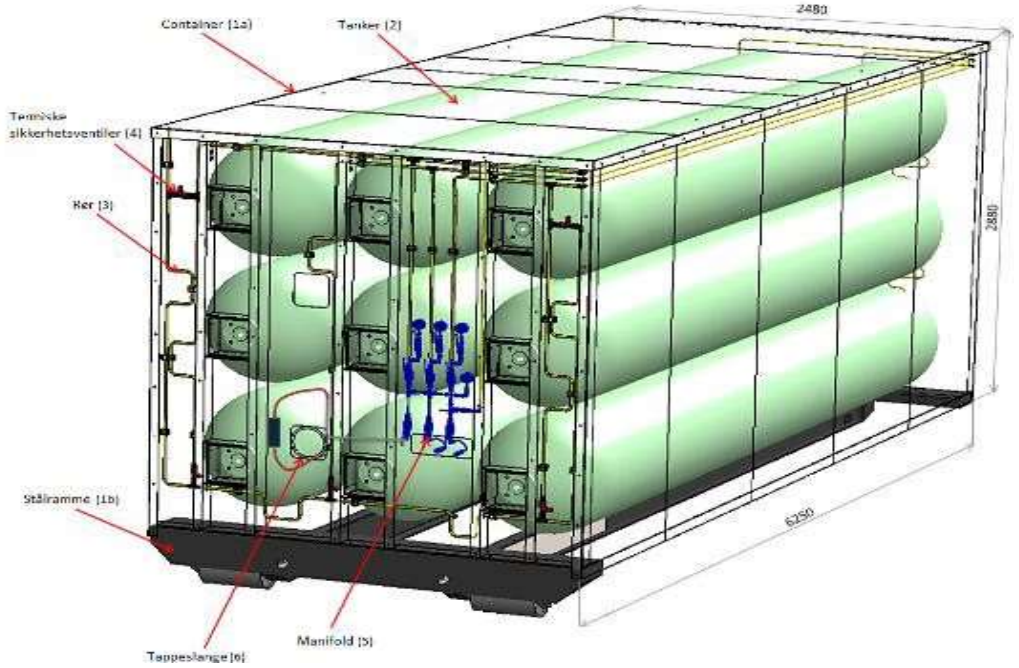
Kuva: Pystymallinen LBG säiliö Cryocan

Kuva: Chemet S.A LBG kontit

Kuva: Enric Gas (Kiina) LBG kontit

LOGISTIIKKA

- Norjalainen UMOE-kaasukontti esim. laajasti Gasumilla käytössä, ADR-hyväksytty
- Max paine 250 bar
- Kaasua 3 400 kg yhdessä kontissa (n. 45 MWh)
- Runkomateriaali galvanoitu rauta, kehikko merialumiini
- Kaasupullot 9 kpl – Komposiitti
- Jaettu kolmeen (3 x 3) erilliseen osastoon, voidaan erottaa kuljetuksen ajaksi
- Vesitilavuus yhteensä 14 850l
- Pystytään liikuttamaan kolmea konttia samanaikaisesti rekalla



macon

Biokaasun konttilogistiikka

Kustannus
5,70 €/MWh eli 0,077 €/kg

Määritelmä
Biometaani paineistetaan kontteihin, joissa biometaani siirretään turvallisesti ja taloudellisesti käyttökohteeseen. Kontti palautuu tyhjänä paineistuslaitokselle.

Tekniset tiedot

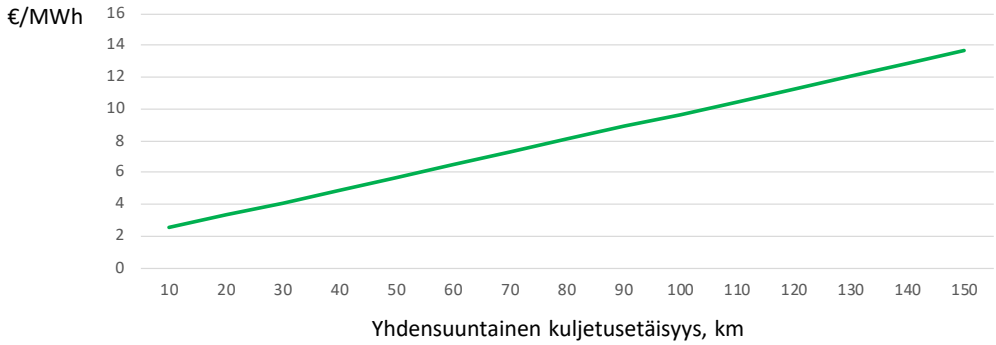
Ominaisuus	Arvo	Mittayksikkö
Suurin käyttöpaine	250	bar
Tilavuus	14 850	l
Kaasumäärä	3 150	kg (15°C)

Laskennan lähtöarvot

Suorite	Arvo	Mittayksikkö
Biometaanin energiatiheys	0,0135	MWh/kg
Kaasumäärä kontissa	3150	kg
Kaasumäärä kontissa	43	MWh
Kontin nouto	10	min
Kuljetuksen keskinopeus	65	km/h
Kontin kytkentä saapuessa	10	min
Etäisyys yhteen suuntaan	50	km
Kuljetuksen hinta	90	€/h
Kärrylisä	20	€/h

Kuva: biovoima.com

Etäisyyden vaikutus kustannuksiin



Johtopäätökset
Nesteytyksessä tapahtuvaa höyrystymis- tai muuta mahdollista hävikkiä ei ole huomioitu. Logistiikan mahdollisia tukia ei ole huomioitua.

macmacon

LNG/LBG kohde - lämpökohde

- Kohteen polttoaineenkäyttö on voi olla hyvin katkonaista ja ajoittuu voimakkaasti lämmityskaudelle.
- Kohteen kulutusprofiili selvitettävä, jotta tehontarpeen mitoitusarvona voisi käyttää kahta eri vaihtoehtoa.

Vaihtoehto 1

- Muutos polttimoille 2MW, 4MW, 6MW kaasulle
- Kohteeseen sijoitettaisiin 89m3 LNG säiliö ja höyrystimet
- Laitos menisi luvituksessa ilmoitetuksi laitokseksi LNG osalta (kevyempi menettely)
- Varastosäiliötä tankattaisiin maksimikulutuksen aikana (7 MWh) n. 3 vuorokauden välein

Vaihtoehto 2

- Muutos kaikkiin polttimoihin kaasulle
- Kohteeseen sijoitettaisiin 200m3 LNG säiliö ja höyrystimet
- Laitos menisi luvituksessa Toimintaperiaateasiakirja-laitokseksi. Tämä vaatii huomattavan määrän enemmän suunnittelua
- Varastosäiliötä tankattaisiin maksimikulutuksen aikana (14 MWh) n. 3 vuorokauden välein

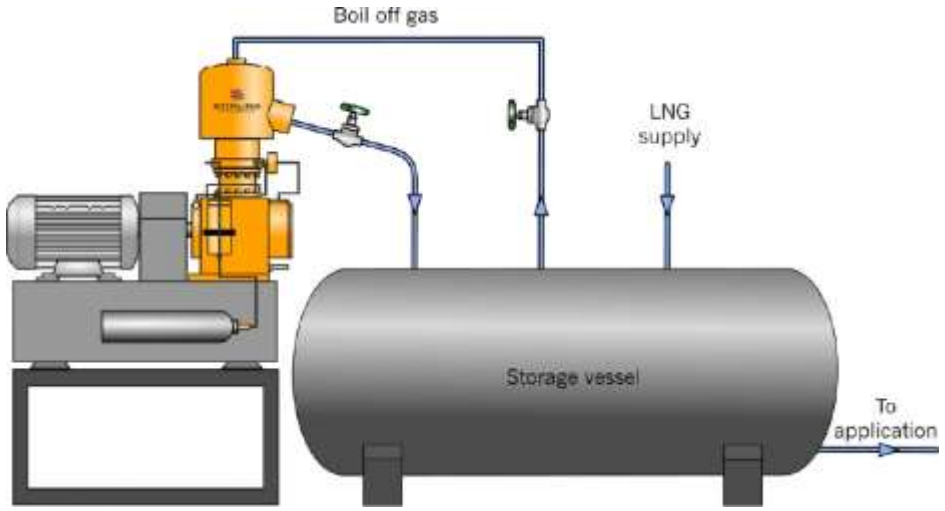
LNG kohde

LNG säiliön sijoituksessa huomioon otettavia asioita

LNG:n varastointi tulee aina haasteelliseksi, johtuen LNG/LBG:lle ominaiselle BOG- kaasulle (Boil- off gas). Tämä pystytään hallitsemaan teknisellä ratkaisulla lisäämällä LNG- terminaalin yhteyteen pieni uudelleen nesteytys pumppu. Tällöin LNG/LBG pysyy jatkuvasti kylmänä, eikä BOG:ia pääse muodostumaan.

Jos säiliö on pitkiä aikoja poissa käytöstä, voidaan säiliö myös tyhjentää LNG:stä ja antaa sen lämmetä. Uudelleen käyttöönotto tapahtuu esim. jäähdyttämällä säiliö nestemäisellä typellä, jonka jälkeen LNG:n käyttö voidaan aloittaa uudelleen.

Jos LNG:n varastointimäärä ylittää 100m3,
on sille haettava ympäristölupa.
Mikäli varastointimäärä
ylittää 90m3, tulee suunnittelussa huomioida vaatimus
Toimintaperiaateasiakirja- laitoksen tuomasta merkittävästä lisäsuunnittelutarpeesta.



Periaatekuva LNG:n uudelleen nesteytysratkaisusta

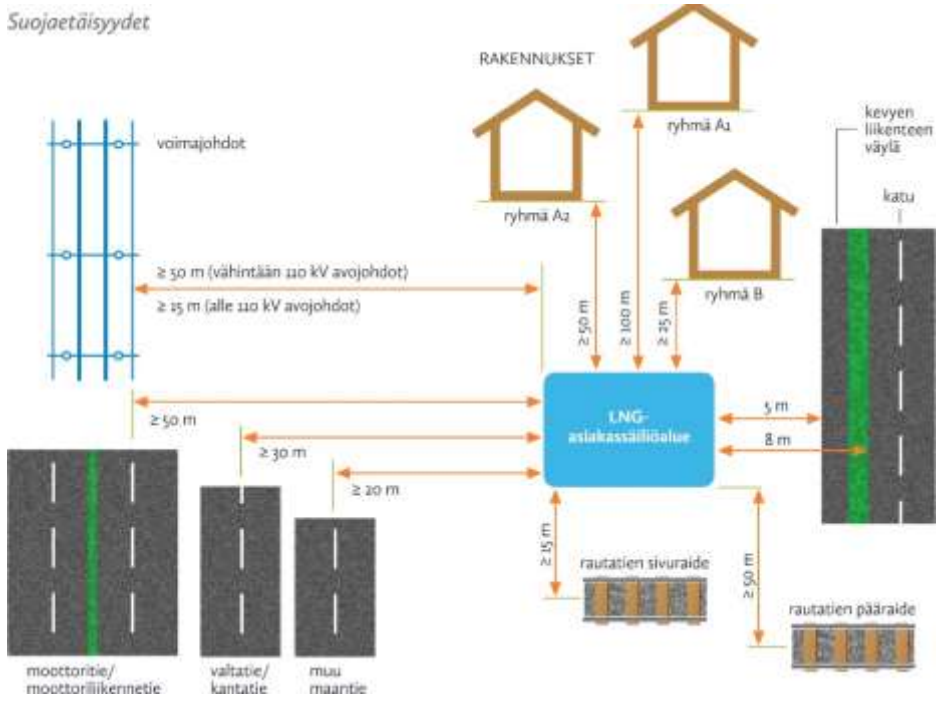
macon

LNG/LBG kohde

Etäisyystarkastelu

Kohde	Etäisyys kohteeseen	Vaaditaan
Rautatien sivuaide	35m	15m
Kevyenliikenteen väylä	15m	5m
Katu	20m	8m
Ryhmän A1 rakennus	100m	100m

Etäisyystarkastelussa on otettava huomioon ohjeistuksesta mm. suojaetäisyys A1 luokan rakennukseen (majoitushuoneistot, kokoontumishuoneistot asuinhuoneistot (kerrostalo)).



macon

LBNG kaasunjakeluasema

- Vaihtoehto 1: Terminaali 80m3 säiliöllä hankintakustannukset, perustuu budjettitarjouksiin

Kohteet:	Kpl	Hinta	Hinta yhteensä	Huomioitavaa
Luvitus	1	10 000,00 €	10 000,00 €	Lupahakemukset, viranomaiskatselmukset
Suunnittelu	1	40 000,00 €	40 000,00 €	Laitesijoittelut, putkistosuunnittelu, sähkösuunnitttelu, Hazop, Hazid
Prosessilaatta ja valuma-allas	1	70 000,00 €	70 000,00 €	Betonilaatta, n.10X20m reunavahvistettu laatta + sepelitäyttöinen valuma-allas
LNG asiakasterminaali	1	582 600,00 €	582 600,00 €	Terminaalin hinta 89m3 säiliöllä
Bog- kompressori	1	112 500,00 €	112 500,00 €	Kompressori (85k€), jäähdytyslaitteisto(15k€), buffer säiliö(12,5k€)
Aseman asennukset	1	30 000,00 €	30 000,00 €	Mekaaninen urakointi, SIA työt
Käyttöönotto/tarkastukset	1	20 000,00 €	20 000,00 €	Valvontakirjat, kenttäkoestukset, testaukset
		Yhteensä:	865 100,00 €	

- Vaihtoehto 2: Terminaali 200m3 säiliöllä hankintakustannukset, perustuu budjettitarjouksiin

Kohteet:	Kpl	Hinta	Hinta yhteensä	Huomioitavaa
Luvitus	1	20 000,00 €	20 000,00 €	Lupahakemukset, viranomaiskatselmukset
Suunnittelu	1	80 000,00 €	120 000,00 €	Laitesijoittelut, putkistosuunnittelu, sähkösuunnitttelu, Hazop, Hazid
Prosessilaatta ja valuma-allas	1	70 000,00 €	70 000,00 €	Betonilaatta, n.10X20m reunavahvistettu laatta + sepelitäyttöinen valuma-allas
LNG asiakasterminaali	1	821 000,00 €	821 000,00 €	Terminaalin hinta 200m3 säiliöllä
Bog- kompressori	1	112 500,00 €	112 500,00 €	Kompressori (85k€), jäähdytyslaitteisto(15k€), buffer säiliö(12,5k€)
Aseman asennukset	1	30 000,00 €	30 000,00 €	Mekaaninen urakointi, SIA työt
Käyttöönotto/tarkastukset	1	20 000,00 €	20 000,00 €	Valvontakirjat, kenttäkoestukset, testaukset
		Yhteensä:	1 193 500,00 €	

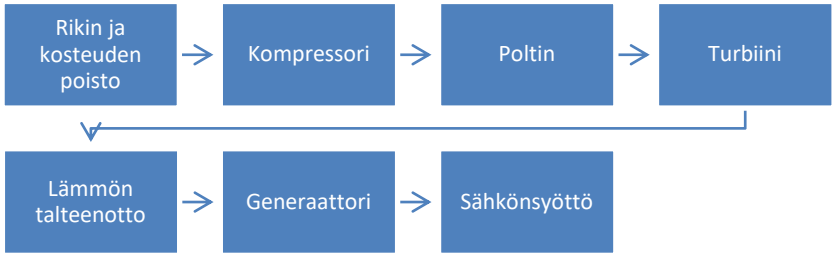
- Terminaalin huoltokustannukset, ei sisällä päivystystä

Kohteet:	Huomioitavaa
Viikkotarkastus	Viikottainen tarkastuskierros, laitetoimittajan määrittelelmä
12kk huolto	Laiteiston täyshuolto, turvalaitehuollot
Hinta-arvio	36000€/vuosi

macon

Yhdistetty kaasun- ja lämmöntuotanto (mikroturbiini)

Kuvaus mikroturbiini teknologiasta



Perinteisten kaasumoottoreiden rinnalle on vaihtoehtana myös mikrokaasuturbiinilaitokset joita on saatavana sekä biometaani että biokaasua hyödyntävinä yksiköinä. Laitteisto voidaan asentaa kaikkiin avaimet käteen –periaatteella, jossa laitos tuottaa samanaikaista sähkö- ja lämpöenergiaa erittäin alhaisilla melu-, tärinä- ja päästötasoilla. Esim. 100 kWel sähkötehollaan ja noin 200 kWh lämpöteholla voidaan saavuttaa erittäin korkea kokonaishyötysuhde, noin 90 %:iin asti, kattaen samalla laajan tehoalueen modulaarisen asennuksen mahdollisuuksien kautta. Tärkeimmät sovelluskohteet ovat teollisia tai siviilisovelluksia, kuten: elintarviketeollisuus, kuivausprosessi yleensä (uunit, tiilitehtaat, maalaamot jne.), kemian- ja petrokemian tehtaat, teollisuuspesulat,, jätevedenpuhdistamot, vanhainkodit, sairaalat , uima-altaat, hotellit, vapaa-ajankeskukset, kerrostalot jne.)..

Roottorijärjestelmä koostuu nopeasta generaattorista sekä kompressori- ja turbiinipyöristä, jotka kaikki ovat samalla akselilla, joka on moottorin ainoa pyörivä osa. Järjestelmän alhainen monimutkaisuus yhdessä hyvin todistettujen öljyvoideltujen laakereiden kanssa edistää korkeaa luotettavuutta ja vähäistä huoltoa.

Mikroturbiineja tarjoavat useat eri yritykset:

2G Energy
Ansaldo Energia
Capstone
Jnkenergy
Adicomp
Sarlin

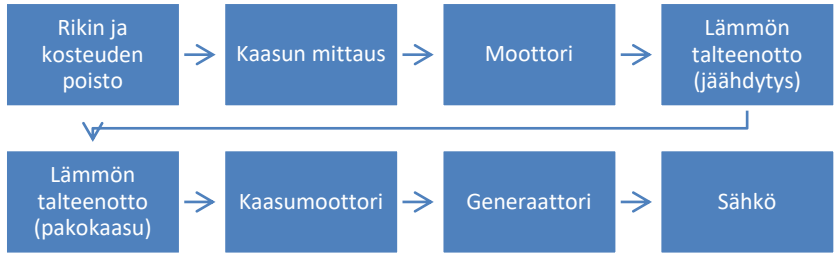
Model	Fuels	Power Output[1]	Electrical Efficiency	Exhaust Mass Flow		Exhaust Temperature		Net Heat Rate	
		kW	%	kg/s	lbm/s	C°	F°	MJ/kWh	btu/kWh
GASEOUS FUELS[2]									
C30	NG, P, LG, DG	30	26	0.31	0.69	275	530	13.8	13,100
C65	NG, P, LG, DG	65	29	0.49	1.08	309	588	12.4	11,800
C65 HZLC[3]	NG	65	29	0.50	1.09	325	617	12.9	12,200
C200R	NG, LPG, LG, DG	200	33	1.3	2.9	280	535	10.9	10,300
C200 HZLC[3]	NG	200	33	1.3	2.9	280	535	10.9	10,300
C200S	NG	200	33	1.3	2.9	280	535	10.9	11,000
C600S	NG, LPG, LG, DG	600	33	4.0	8.8	280	535	10.9	10,300
C800S	NG, LPG, LG, DG	800	33	5.3	11.7	280	535	10.9	10,300
C1000S	NG, LPG, LG, DG	1000	33	6.7	14.7	280	535	10.9	10,300
LIQUID FUELS[4]									
C30	D, A, K	29	25	0.31	0.69	275	530	14.4	13,700
C65	D, A, K	65	29	0.49	1.08	309	588	12.4	11,800
C200R	D	190	30	1.3	2.9	280	535	12	11,370
C600S	D	570	31	4.0	8.8	280	535	11.6	11,000
C800S	D	760	31	5.3	11.7	280	535	11.6	11,000
C1000S	D	950	31	6.7	14.7	280	535	11.6	11,000

Integrated Combined Heat and Power (ICHP) option available for the following microturbine systems: C65, C200S, C600S, C800S, C1000S
Additional Parasitic Loss for Low Pressure Natural Gas Systems: C30, C65, C200R, C200S, C600S, C800S, C1000S

macon

Yhdistetty kaasun- ja lämmöntuotanto (CHP)

Kuvaus CHP teknologiasta



Biokaasuvarastoja tarjoavat useat eri yritykset:

Yenbacher (Höyrytys Oy)
IET Energy
2G Energy
Catepillar
Clarke Energy
Filius
Tedom

Sekä olemassa oleviin että uusiin biokaasulaitoksiin on mahdollista liittää biokaasusta paikallista energiaa tuottava CHP-laitos. CHP-lyhenne tulee sanoista ”combined heat and power” eli yhdistetty lämpö ja sähkö. Hajautettu tuotanto on saavuttamassa entistä enemmän merkitystä kaikissa kehittyneissä maissa, joissa sen kehitystä ja leviämistä edistävät kannustinpolitiikat tarjoavat mielenkiintoisen ja lyhyen sijoituksen takaisinmaksuajan.

Kaasumoottorin hyötysuhdetta voidaan parantaa ottamalla myös pakokaasuista syntyvää hukkalämpöä talteen.

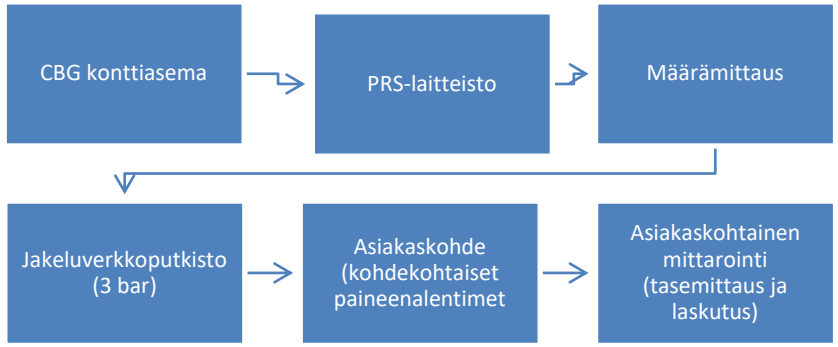
Esimerkki kustannuksesta:

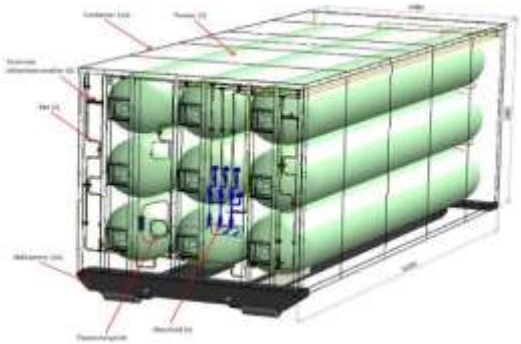
Biokaasua	127 Nm3/h
Sähköä	250 kW
Lämpöä	287 kW
Hyötysuhde	84,8%
Hinta	300 000€

macon

CBG Pienjakeluverkko asiakaskohteissa

Kuvaus teknologiasta



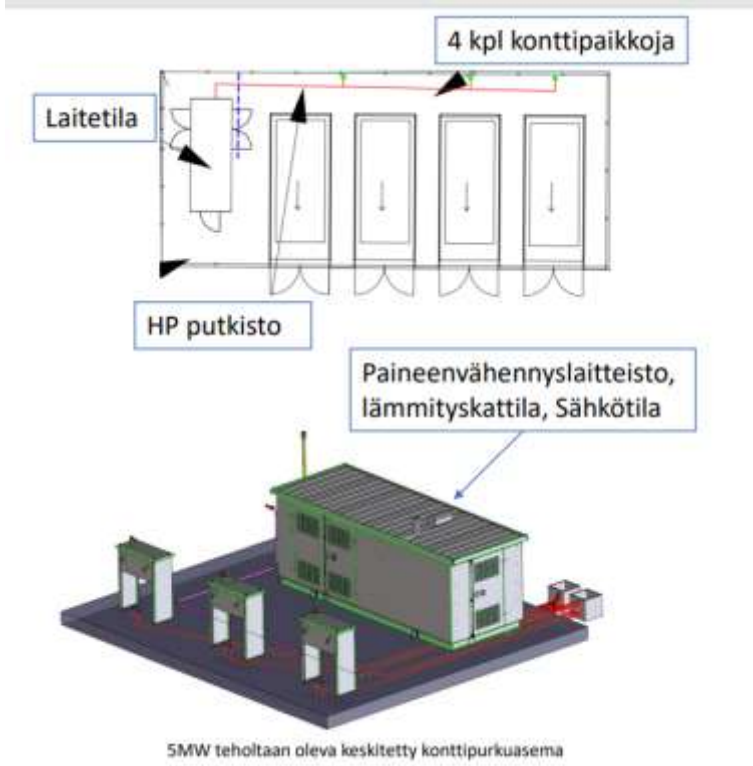


CBG:tä voidaan varastoida esim MEG- konteissa. Yleensä pienjakeluverkko sisältää 2-4 paineistettua kaasukontteja. Alue koostuu kontinpurkualueesta, PRS-laitteistosta (Pressure Reducing Station) sekä määrämittauslaitteistosta.
Jakeluverkkoputkisto voidaan rakentaa teollisuusalueelle. Asiakaskohteissa on kohdekohtaiset paineenalentimet (3,5 bar -→ 100 mbar). Lisäksi asiakaskohteessa on sulkuventtiilit. Laskutus ja tasemittaus tehdään asiakaskohtaisella mittaroinnilla. Useamman kontin ratkaisu mahdollistaa keskitetyn ja katkeamattoman kaasun syötön kaasuverkkoon.

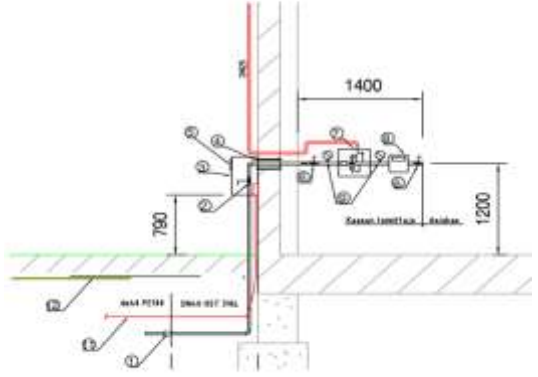
Lista potentiaalisista laitetoimittajista

Biokaasun pienjakeluverkkoa tarjoavat yritykset:

Viafin Gas



5MW teholtaan oleva keskitetty konttipurkuasema

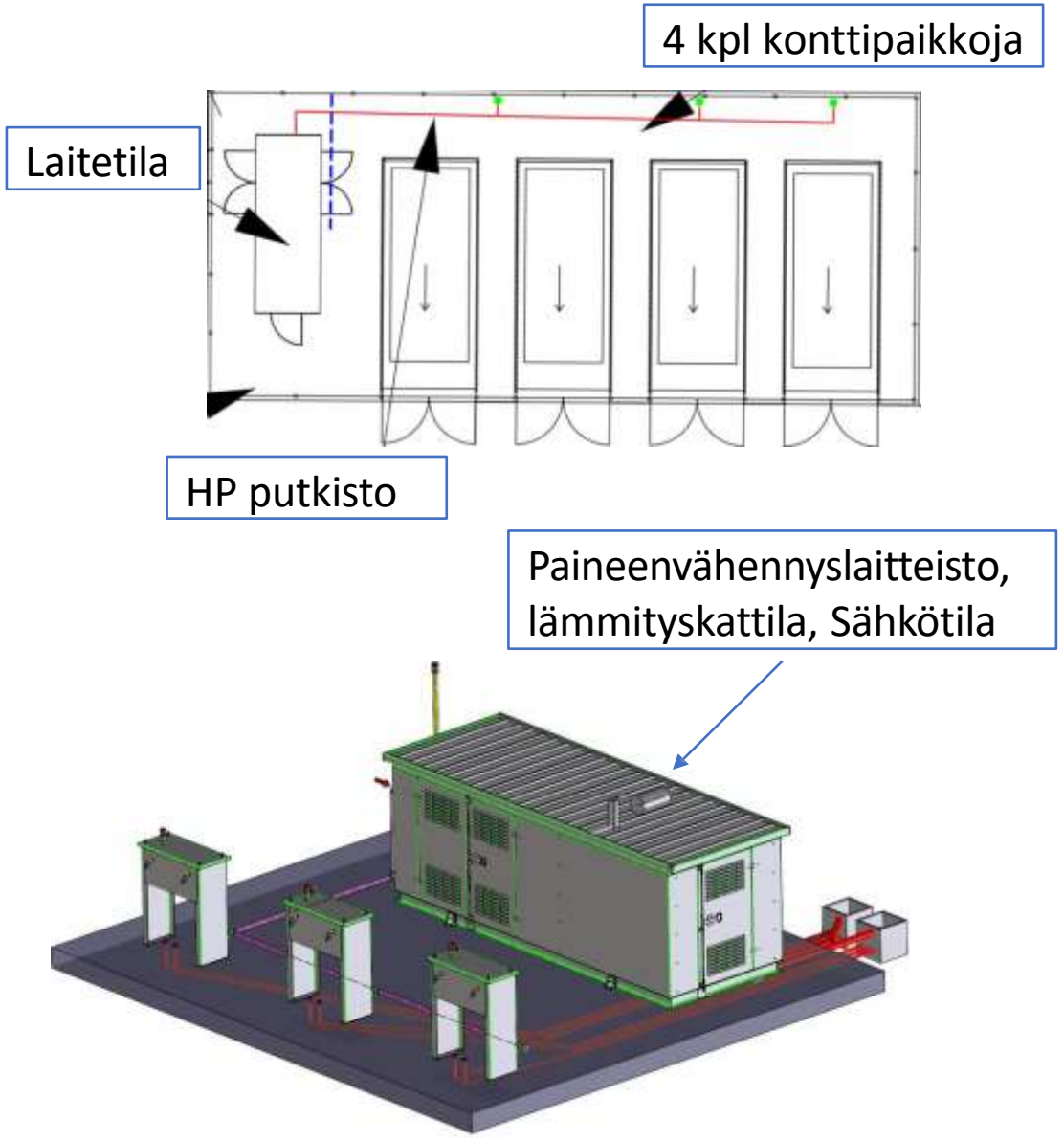


CBG Pienjakeluverkko

Pienjakeluverkko, jossa käytetään MEG- konteilla tuotavaa paineistettua kaasu, koostuu seuraavista komponenteista:

- Kontinpurkualue
- PRS- laitteisto (Pressure Reducing Station)
  - Paineen pudotus 250bar -> 3,5bar
  - Määrämittauslaitteisto
- Jakeluverkkoputkisto
- Asiakaskohteissa kohdekohtaiset paineenalentimet
  - Paineen pudotus 3,5bar -> 100mbar
  - Asiakaskohtainen mittarointi (tasemittaus + laskutus)

Mitoitusperiaatteena on käytetty maksimissaan 500Nm3/h kaasunkulutusta sekä kolmen - neljän konttipaikan omaavaa konttialuetta
Tämä ratkaisu mahdollistaa keskitetyn ja Katkeamattoman kaasun syötön kaasuverkkoon

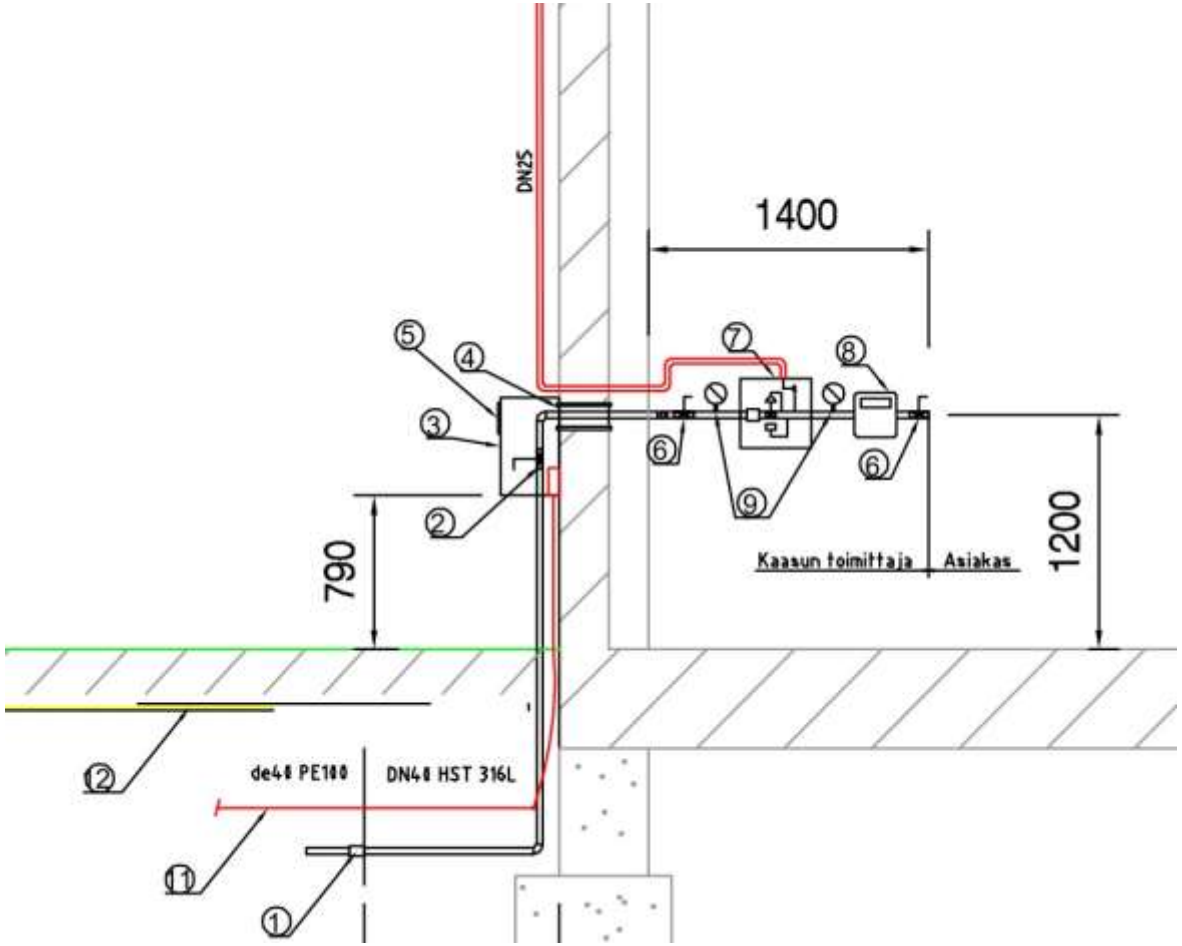


5MW teholtaan oleva keskitetty konttipurkuasema

macon

Asiakaskohtaiset jakelulaitteet

- Asiakastiloihin sijoitetaan: asiakaskohtainen kaasun paineenvähennyslaitteisto (7), määrämittari (8) ja sulkuventtiilit (6)
- Asiakkaan putkisto alkaa määrämittauksen jälkeen noin 100mbar paineessa
- Rakennuksen ulos on aina sijoitettava maakaasuasetuksen mukainen pääsulkuventtiili (2), mahdollista ilkivaltaa varten voidaan venttiili sijoittaa suojakaapin sisälle tarvittaessa (5)
- Muovista kaasuputkea ei saa tuoda maan pinnalle, jonka takia muovi- teräs muunnos tehdään juuri ennen nousuputkea maan alla (1)



Teollisuuskiinteistön biokaasujakelu

- Aseman ja putkiston hankintakustannukset

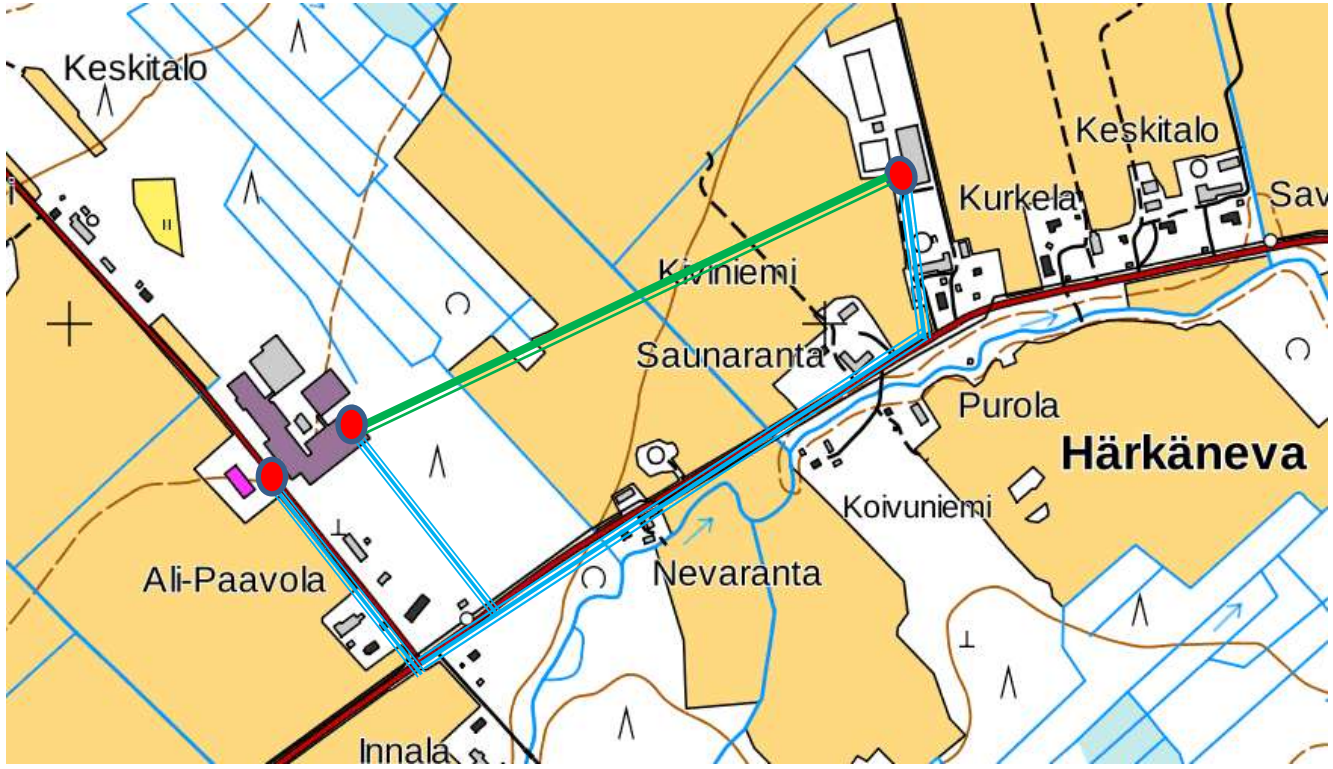
Kohteet:	Kpl	Hinta	Hinta yhteensä	Huomioitavaa
Luvitus	1	4 000,00 €	4 000,00 €	Lupahakemukset, viranomaiskatselmukset
Suunnittelu	1	15 000,00 €	15 000,00 €	Laitesijoittelut, putkistosuunnittelu, sähkösuunnitttelu, Hazop, Hazid
Konttipurkupaikka	1	50 000,00 €	50 000,00 €	Betonilaatta, n.10X20m reunavahvistettu laatta
Paineenalennuslaittesito	1	150 000,00 €	150 000,00 €	250->3,5bar, oletus 500 nm3/h
Kaasun jakeluputkisto	1600	150,00 €	240 000,00 €	150€/m, sisältäen maatyöt, putken asennuksen, merkintänauhan, merkintäpylväät
Aseman asennukset	1	30 000,00 €	30 000,00 €	Mekaaninen urakointi, SIA työt
Käyttöönotto/tarkastukset	1	10 000,00 €	10 000,00 €	Valvontakirjat, kenttäkoestukset, testaukset
Kontit	3	150 000,00 €	450 000,00 €	Mahdollista myös Leasata
Asiakasliittymälaitteet	1	6 000,00 €	6 000,00 €	PV-laitteet ja mittarointi
		Yhteensä:	949 000,00 €	

- Aseman ja putkiston huoltokustannukset

Kohteet:	Huomioitavaa
Viikkotarkastus	Viikottainen tarkastuskierros, laitetoimittajan määrittelelmä
6kk huolto	Puolivuotishuolto PRS laitteistolle, laitetoimittajan määrittelemä + sähköhuollot (ATEX tilat)
24kk huolto	Laiteiston täyshuolto, turvalaitehuollot
Hinta-arvio	11000€/vuosi

macon

Kaasuputki



- Putkelle on useampia linjausvaihtoehtoja, joista voidaan valita käytännöllisin vaihtoehto.
- Putken pituus noin **1200-1000** metriä tai **900** m, asemakaava-alueella peitesyvyys vähintään 0,8 metriä, muualla 1 m (suurin sallittu paine 4 bar). Viljelyalueella vähimmäispeitesyvyys on 1,2 m.
- Paine nostettava 2 baariin. Paineenkorotusasema 60 000 €.
- Putken sisähalkaisija 51,4 mm.
- Painehäviö noin 0,05 bar koko matkalta.
- Putki investointina noin 150 €/m, yhteensä noin 150 000 € (1000 m)
- Paineenalenninasema ja poltin yhteensä 40 000 €.
- **Putkisiirron investointikustannukset yhteensä 250 000 €.**
- Siirtoon sovelletaan maakaasuasetusta (551/2009). Edellyttää TUKESin luvan.

macon

Kaasupolttimet kohteissa 15-250kW

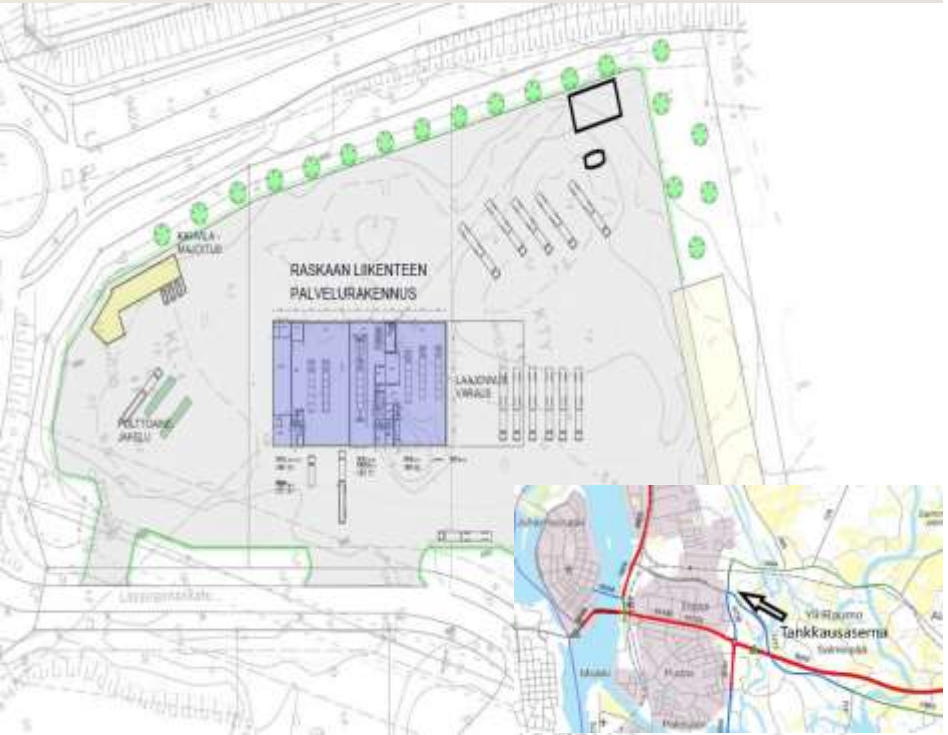
Pienkiinteistöjen käyttöön: lämminvesikattilat, höyrykattilat
Esim. Oilon BFG 1 H3 HC, verollinen hinta 1900 €, 15-65kW
https://shop.eu.oilon.com/tuote/oilon-bfg-1-h2-hc-5121090/
Esim. Oilon Biogas Burner BG400-2, Verollinen hinta 4600 €, 60-260kW
https://shop.eu.oilon.com/tuote/oilon-bg-400-2-5121094/

Kaasupolttimet kohteissa 200-1500kW

Pienkiinteistöjen käyttöön: hotellit, leipomot
Esim. Oilon GP-90 H, verollinen hinta 10800 €, 250-1500kW
https://shop.eu.oilon.com/tuote/oilon-gp-90-h/

CBG Biokaasun tankkausasema

Macon Oy



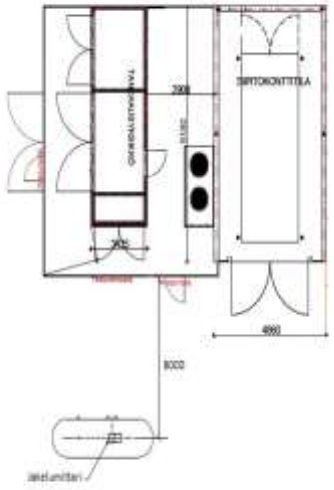
Paikallinen kulutus ja arvio tankkausmääristä
Alueilla, joissa on biokaasuasema, biokaasukäyttöisiä ajoneuvoja on noin 0.5% . Kaasun käyttö olisi 30 000 asukkaan alueella noin 0,75 GWh vuodessa.

Ohikulkuliikenne
Ohikulkuliikenne vaikuttaa paljon menekkiin 450 autoa vuorokaudessa. Ohikulkuliikenteestä syntyvän kaasun käytön arvoidaan olevan noin 0,3 GWh vuodessa.

Jakeluautot /CNG kuorma-autot
Yhden jakeluauton tarvitsema kaasun käyttö on noin 0,6 GWh vuodessa. Muutamalla paikallisella jakeluautolla käyttö moninkertaistuu.

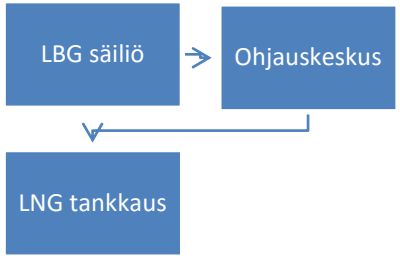
Tankkausmääräennuste
Tankkausmäärän oletetaan kasvavan maltillisesti, noin 11 % vuodessa. Kymmenen vuoden aikajaksolla se tarkoittaisi esim. 2 GWh:sta 5.5 GWh:n.

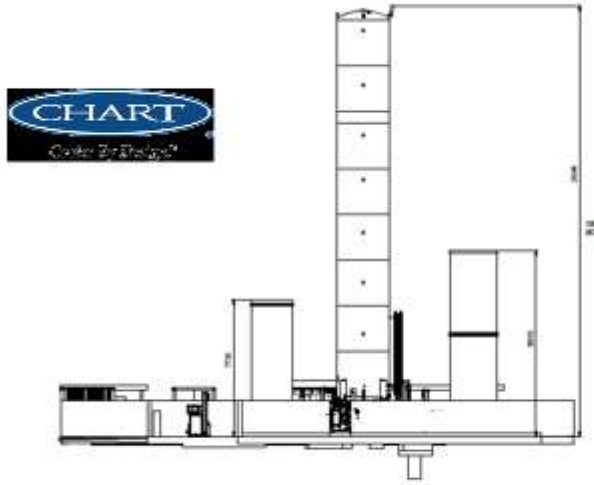
Aseman kannattavuuslaskelma.
Biokaasuseman kokonaisinvestointiarvio on noin 660 000 €. Maltillisen arvion mukaan tankkausaseman takaisinmaksuaika olisi tällöin 7.1-14 vuotta.

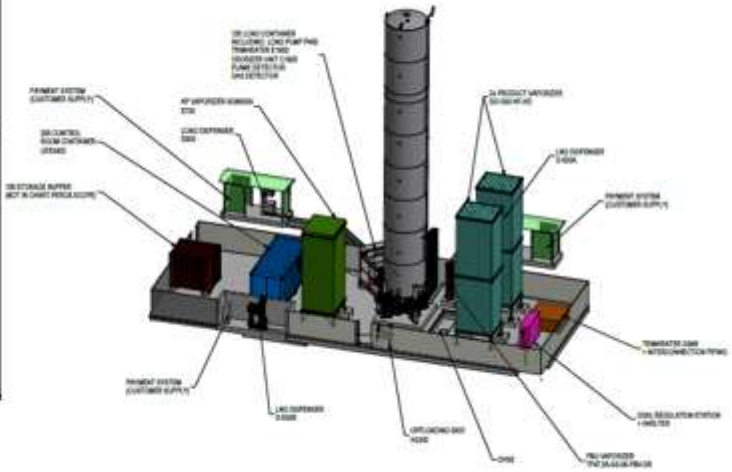


LBG Kaasunjakeluasema

Kuvaus teknologiasta







LBG asemat voivat olla yksittäisiä asemia, joka soveltuu vain nestemäisen metaanin tankkaukseen. Ratkaisu toteutetaan makaavalla LNG säiliöllä, johon on yhdistetty jakeluasema.
Asemaa suunnitellessa on huomioitava turvaetäisyydet lähimpään asutukseen.

Esimerkkejä yrityksistä:

CHART (Viafin Gas Oy)
Linde Engineering
Makeen
Lical
Rohe Solutions Oy
Nikkiso Cosmodyne
Cryolor
ADB Global
Cryostar
Cryonorm & Liqvis
Wega

Ominaisuudet:

Lämpötila: noin −160 °C
Tiheys nestemäisenä: 421 kg/m³
Tiheys kaasumaisena: 0,73 kg/m³
Lämpöarvo: 13,7 kWh/kg (esim. nestekaasu 12,8 kWh/kg ja öljy 11,8 kWh/kg)
Yksi tonni LNG:tä vastaa 1 370 m³ maakaasua
LNG höyrystyy välittömästi, mikäli sitä vuotaa ilmakehään. Höyrystynyt LNG-kaasu on ilmaa kevyempää, ainakin noin puolet ilman tiheydestä. Nestemäinen LNG muodostaa höyrystyessään jääkylmää kaasua, joka voi aiheuttaa pahoja palovamman kaltaisia paleltumia kuten myös LNG nestemäisenä ollessaan. Suljetussa tilassa (kuten putken osa tai kaasusäiliö) ollessaan, ilman kunnollisia varolaitteita, kuten varoventtiilejä, kaasu voi myös aiheuttaa rajun paineennousun ja tilan repeämisen. Mikäli LNG-säiliön eristeet vaurioituvat rupeaa LNG höyrystymään rajusti ja voi aiheuttaa voimakkaan paineennousun ja kylmän kaasumaisen maakaasun ulospurkautumisen. Kuten jäähdyttämällä nesteytetyillä kaasuilla yleensä, myös LNG:n kanssa kosketuksissa olevat eristämättömät putket ja varusteet jäähtyvät hyvin rajusti ja keräävät ilman kosteudesta ja hiilidioksidista jäätä ympärilleen. Näihin osiin tai näistä osista irrotettuihin jääkappaleisiin paljaalla iholla koskemisesta voi seurata palovamman kaltainen paleltuma.

Höyrystetyn/kaasumaisen LNG:n syttymis- ja räjähtämisominaisuudet vastaavat metaanin ominaisuuksia.

macon

LNG Tankausasema

Macon Oy

Nykytila
Monet kuljetusyhtiöt ovat siirtyneet käyttämään LNG:llä toimivia rekkoja mm. Posti

Paikallinen kulutus ja tankkausmäärät

Kokemusperäiseen arvioon perustuen tankkausmäärät nousevat viiden vuoden aikana 2 GWh:sta 16 GWh:n viidessä vuodessa.

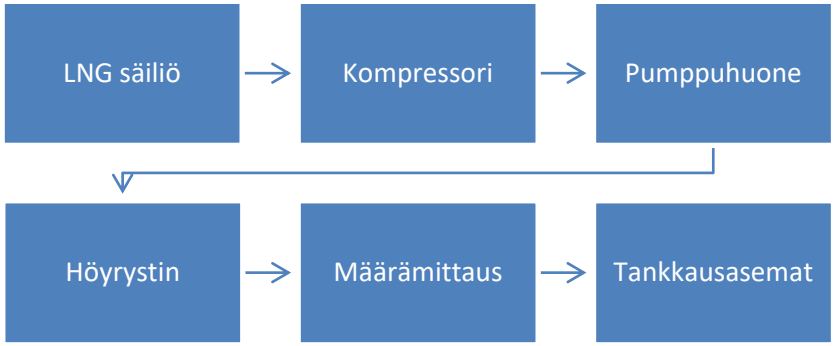
CNG/CBG
Asemaa on mahdollisuus laajentaa niin, että alueella on myös CNG tytärasema, jolloin alueen käyttövarmuus paranee merkittävästi (ei yhden aseman varassa). Asema mahdollistaa myös muut mahdolliset syöttötarpeet (4 bar) teollisuuteen.

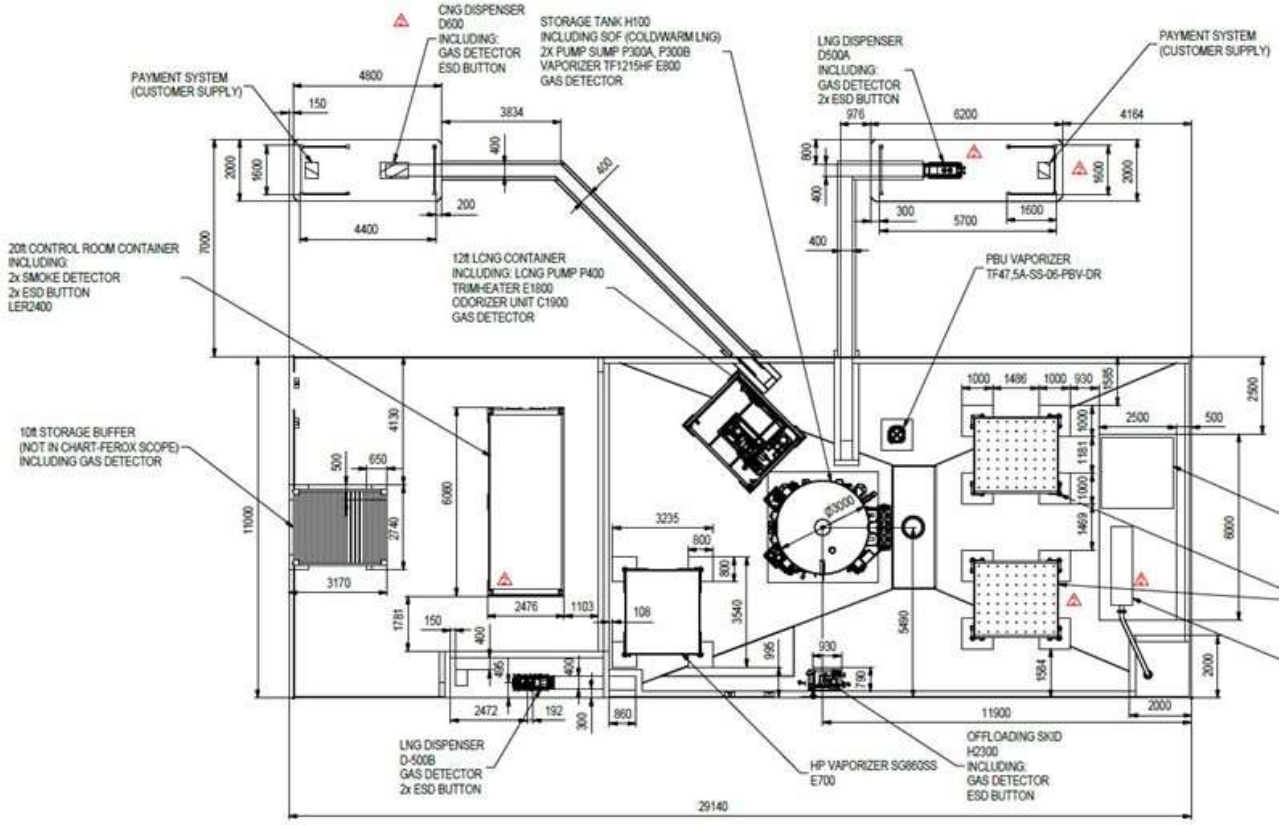
Aseman kannattavuuslaskelma

Biokaasuseman kokonaisinvestointiarvio on noin 1,6M€. Maltillisen arvion mukaan tankkausaseman takaisinmaksuaika on tällöin 12 vuotta.

LCNG –asema (hybridiasema)

Kuvaus teknologiasta



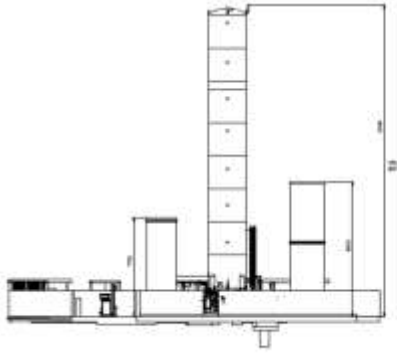


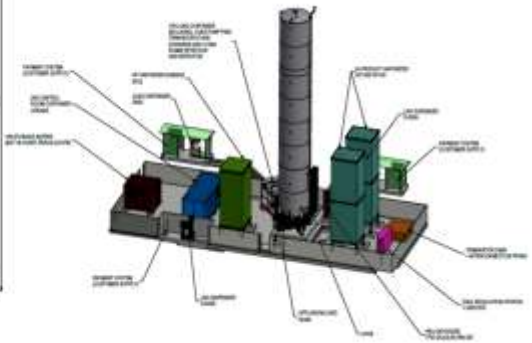
Hybridiasemalla voit tankata paineistettua maa-, biokaasua henkilöautoihin, jäteautoihin, busseihin sekä paineistetulla maakaasulla toimiviin HDV ajoneuvoihin.
Laitteisto:
Tankkauskatos
Kompressorikontti
Sähkötila
Kompressoritila
Bufferi
Pumppuhuone
Säiliöalue
LNG säiliö
LIN säiliö
LNG höyrystin
LNG>CNG höyrystin

Biokaasuvarastoja tarjoavat useat eri yritykset:

Esimerkkejä yrityksistä:

Viafin Gas Oy
Wega

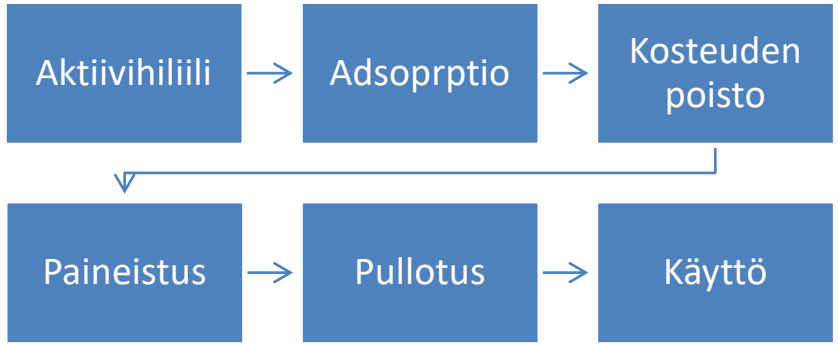


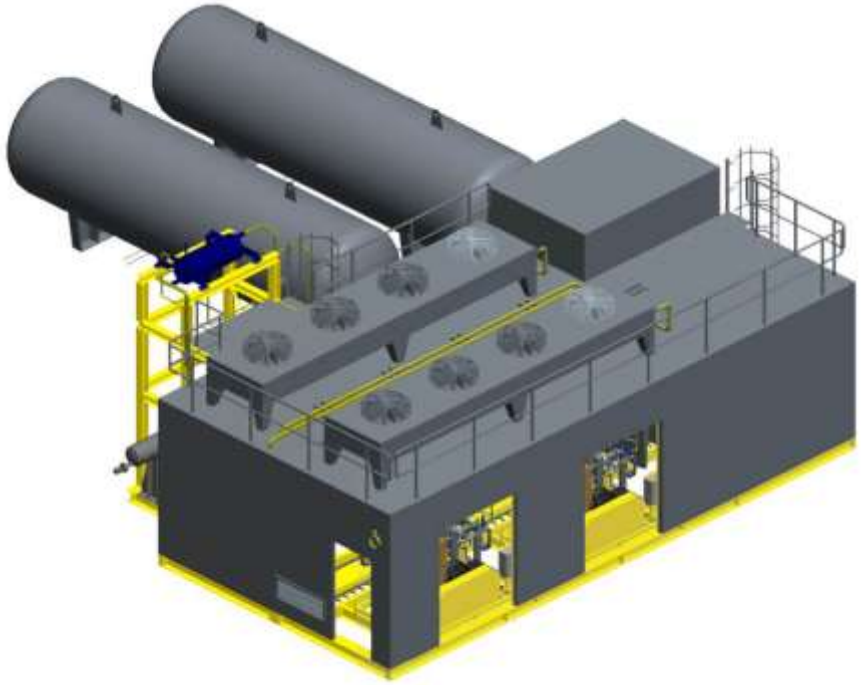


macon

Hiilidioksidin talteenotto

Kuvaus teknologiasta





Hiilidioksidin talteenotto on mahdollista biokaasun puhdistusprosessissa. Biokaasulaitoksen jalostuksessa syntyvän hiilidioksidin pitoisuus voi olla jopa 90%.
Tällä hetkellä ei ole markkinoilla laitoksia, jotka hyödyntäisivät hiilidioksidia tuotannosaan.

300 m3 / biokaasua tuottavan laitoksen CO2 pitoisuus voi olla 30-40%. Eli bometaanin lisäksi laitos tuottaisi noin 90 m3/h hiilidioksidia (162 kg /h)

Esim. Tornion panimon fermentoinnista voitaisiin tuottaa puhdasta hiilidioksidia noin 40 000kg

Hiilidioksidin hinta pullotettuna tehtaalla on noin 5€/kg
Tällöin laitteiston takaisinmaksuaika on alle 5v.

Hiilidioksidin talteenottolaitoksia tarjoavat
mm.
Scart
Bright Biomethane
Pentair
Bright Renewables

macon

Kiitos!

macon