



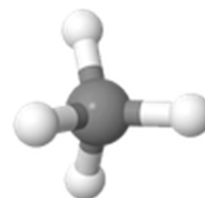
# Biometaanin jalostuksen ABC

Manu Hollmén ProAgria Länsi-Suomi

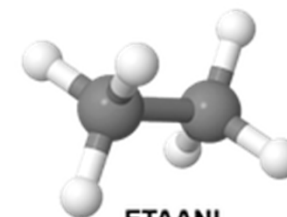
0400422658 [manu.hollmen@proagria.fi](mailto:manu.hollmen@proagria.fi)

# Biometaanin energiasisältö

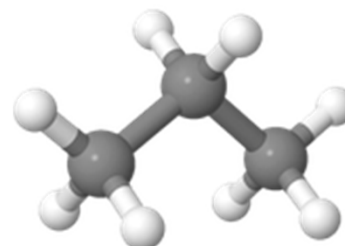
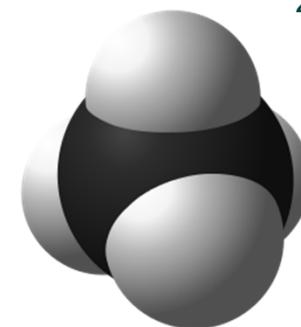
- Biokaasun metaani pitoisuus 45 – 70 %  
= 5 – 7 kWh per n-m<sup>3</sup>
- Metaanin lämpöarvo
  - n. 10 kWh per n-m<sup>3</sup>
  - 13,9 kWh per kg
  - 1 litra POK = 1 n-m<sup>3</sup> metaania
  - Paineistettuna 2 MWh per m<sup>3</sup>
  - Nesteytettynä n. 6 MWh per m<sup>3</sup>



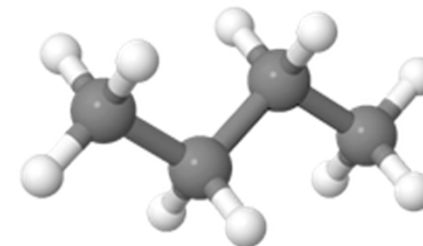
METAANI



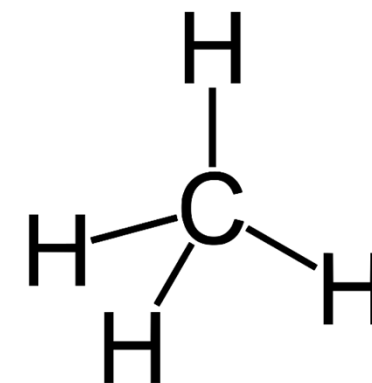
ETAANI



PROPAANI



BUTAANI



# Biometaanin laatu, kastepiste

Kosteuden osalta laatukriteerit ovat melkoinen sekamelska

- SFS kolme luokkaa kastepisteelle. -10, -20 ja -30 astetta 200 bar.
- Gasgridin verkko - 8 astetta verkon maksimi käyttöpaineessa ~ 70 bar
- ”Ruotsin standardi” 5 astetta alle ympäristön lämpötilan 24 h keskiarvona
- Tukes -30 astetta 200 bar, kiristymässä -40 asteeseen

Muissa maissa

- Ranska  $\leq -5$  astetta verkon maksimipaineessa
- Itävalta  $\leq -8$  astetta 40 bar
- Hollanti  $\leq -8$  astetta 70 bar
- Sveitsi & Saksa ei saa tiivistyä
- Tšekki  $\leq -10$  astetta, paine ??

# Gasgridin laatuvaatimukset

Ainesosa	Biometaani (jalostettu biokaasu)	Maakaasu
Metaani	95-98 %	85-98 %
Hiilidioksidi	0-3 %	< 2,5 %
Typpi	0-2 %	< 1 %
Happi	0-0,5 %	< 0,02 %
Rikkivety	Jälkiä	-
Siloksaanit	Jälkiä	-
Kosteus	Jälkiä	-
Halogenoidut hiilivedyt	Jälkiä	-
Raskaammat hiilivedyt	-	< 15 %

# Biokaasun jalostus biometaaniksi

## Kuivatun kaasun jalostuslaitteet

- Kalvosuodatus (Membraani)
- PSA (painevaihtelu)
- Kryo-jalostus

## Kostean kaasun jalostuslaitteet (kuivaus jalostuksen jälkeen)

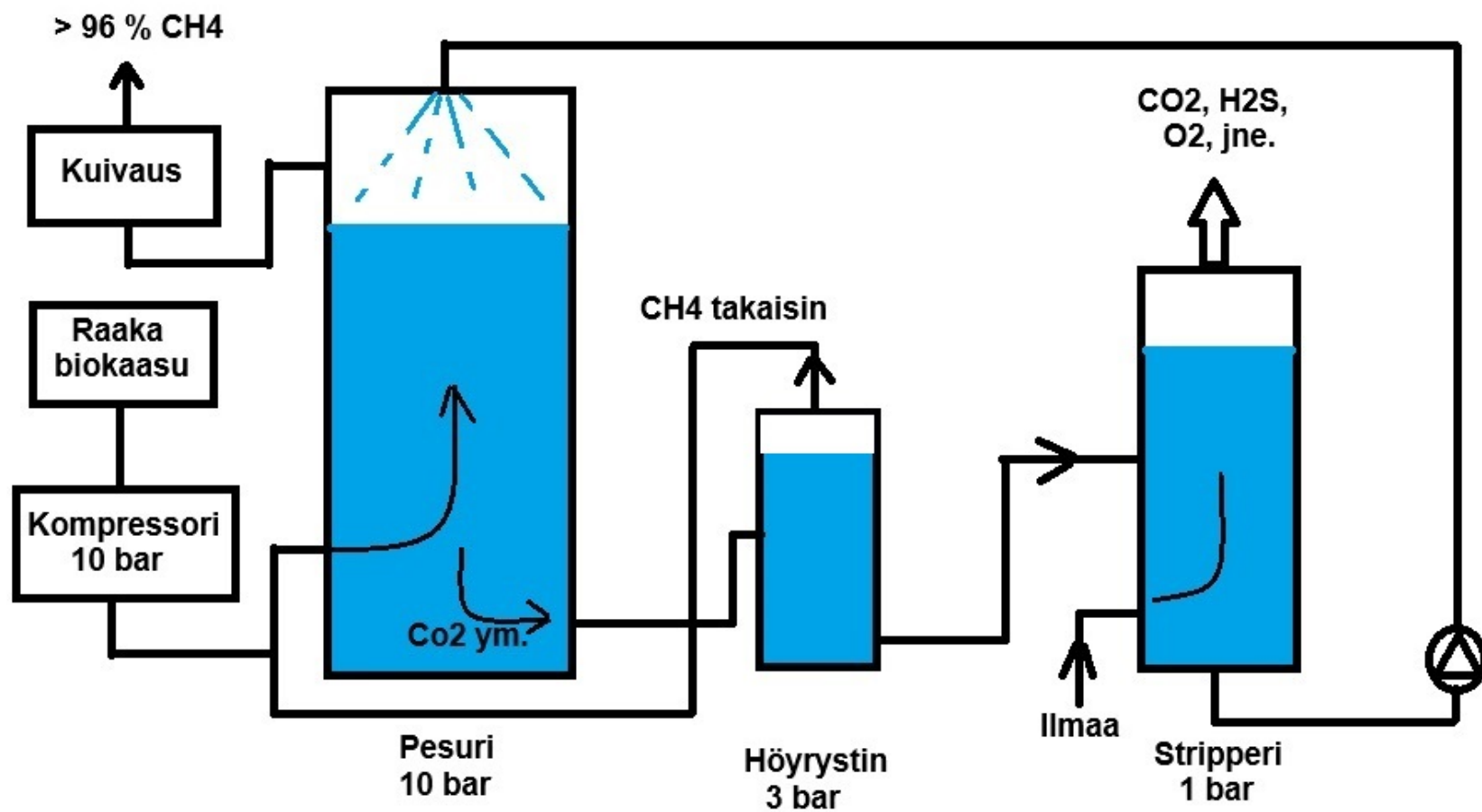
- Vesipesu
- Amiinipesu



# Vesi- ja Amiinijalostus

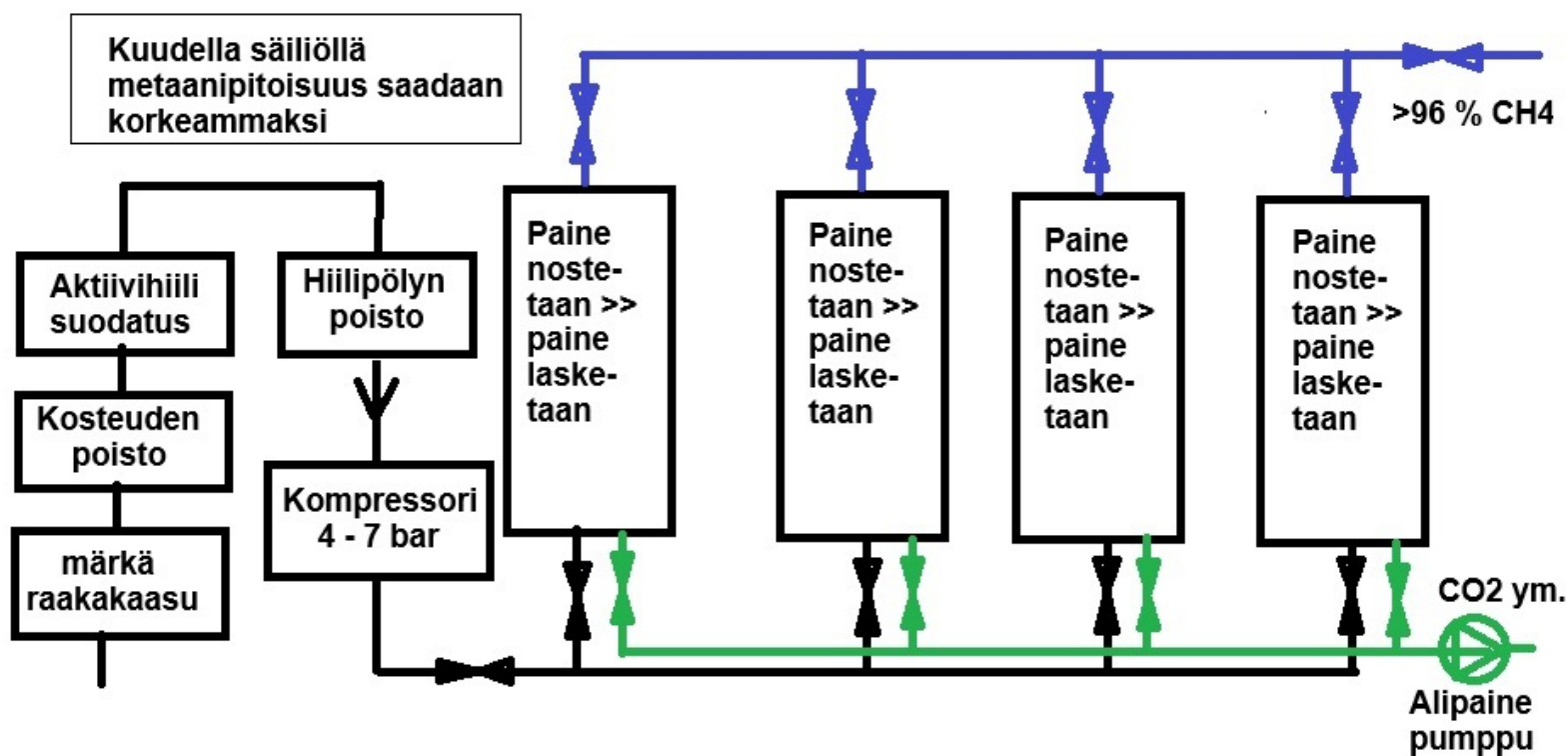
- Jalostus perustuu hiilidioksidin sitoutumiseen veteen / amiiniin
- CO<sub>2</sub> sitoutuu amiiniin 25 kertaa paremmin kuin veteen
- Sitoutuminen tapahtuu paineessa
- Höyrystimessä paineen alentuessa veteen /amiiniin sitoutunut metaani poistuu
- Stripperissä paineen edelleen laskiessa Co<sub>2</sub> vapautuu ja poistuu prosessista

Amiinit ovat orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat ammoniakkin (NH<sub>3</sub>) johdannaisia.



# PSA-jalostus

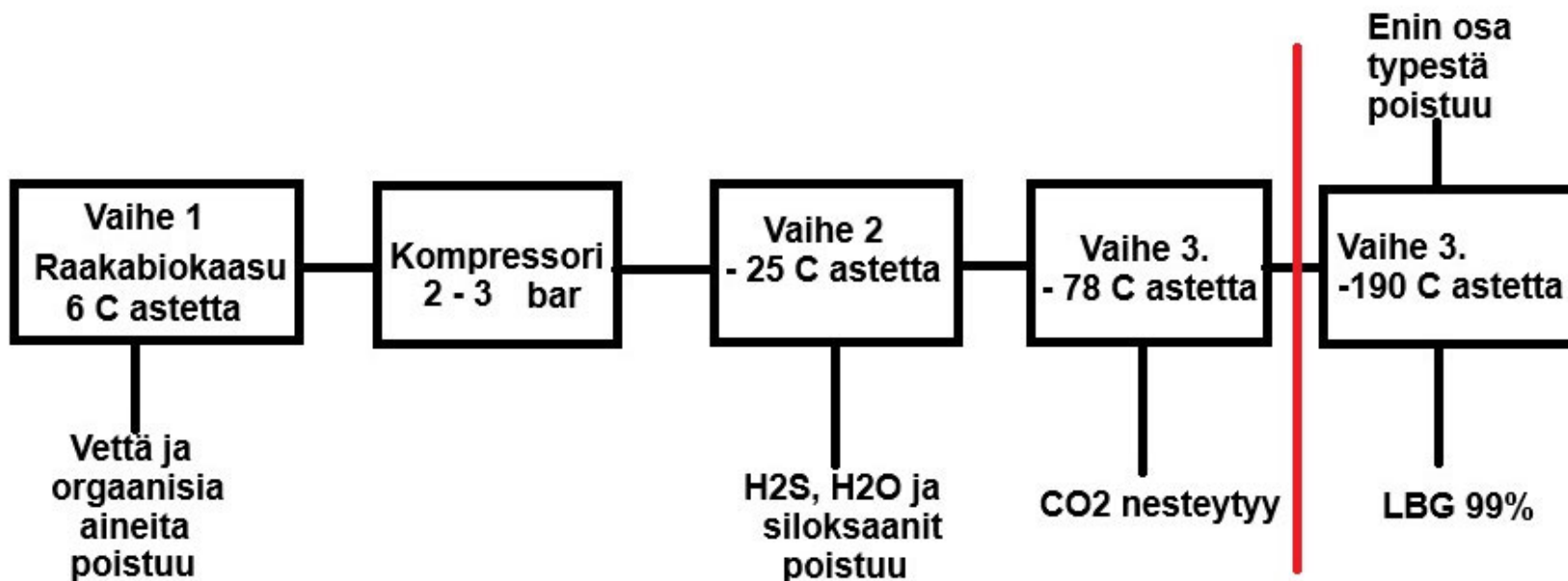
Kosteuden ja rikkivedyn poiston jälkeen säiliö kerrallaan paineistetaan, jolloin CO<sub>2</sub> ja epäpuhtaudet sitoutuvat aktiivihiiileen tai erityiseen molekyyliseulaan. Metaani poistetaan ylhäältä. Paineessa on yksi säiliö kerrallaan ja muissa säiliöissä paine lasketaan ja alipaineistamalla sidosaineeseen sitoutunut CO<sub>2</sub> ja muut epäpuhtaudet poistuvat.





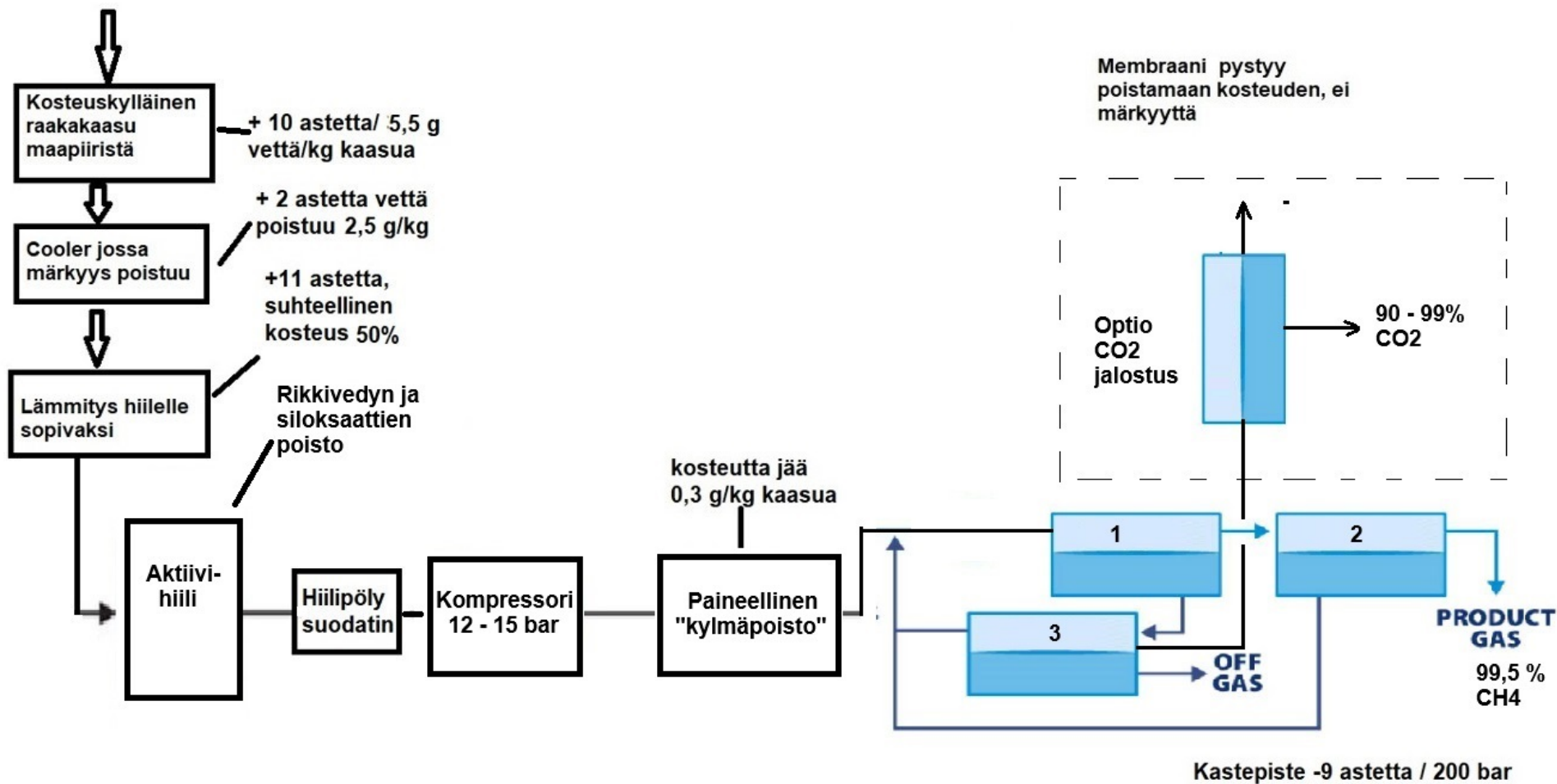
# KRYO- jalostus ("pakastus") >> LBG

Yksinkertaistettua vieläkin yksinkertaisempi kaavio...





# Membraani jalostus



# Membranaikalvo

Figure 3. Membrane gas upgrading

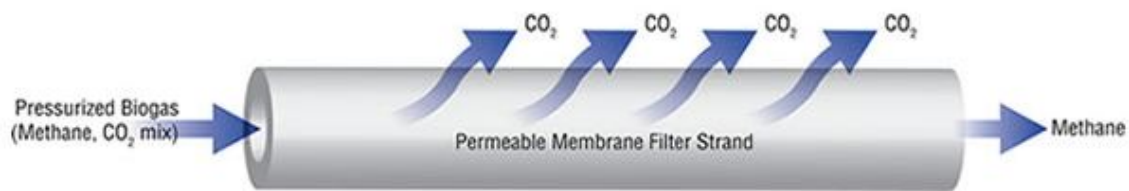
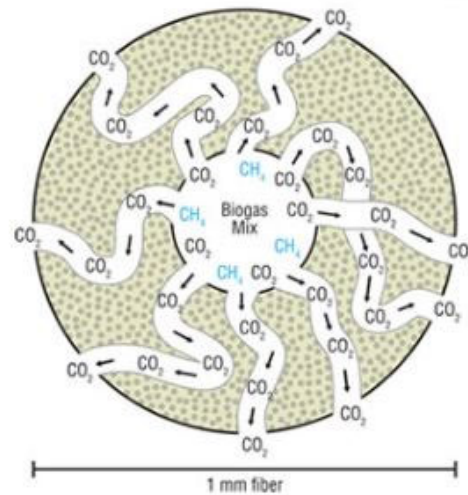
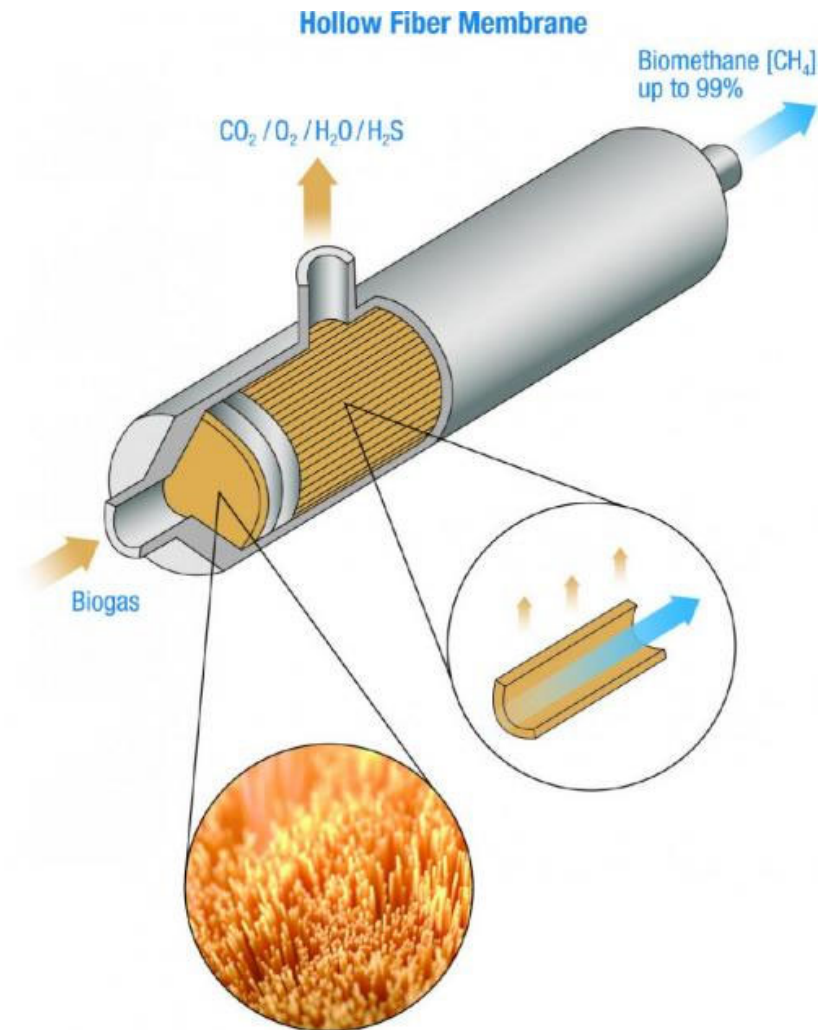


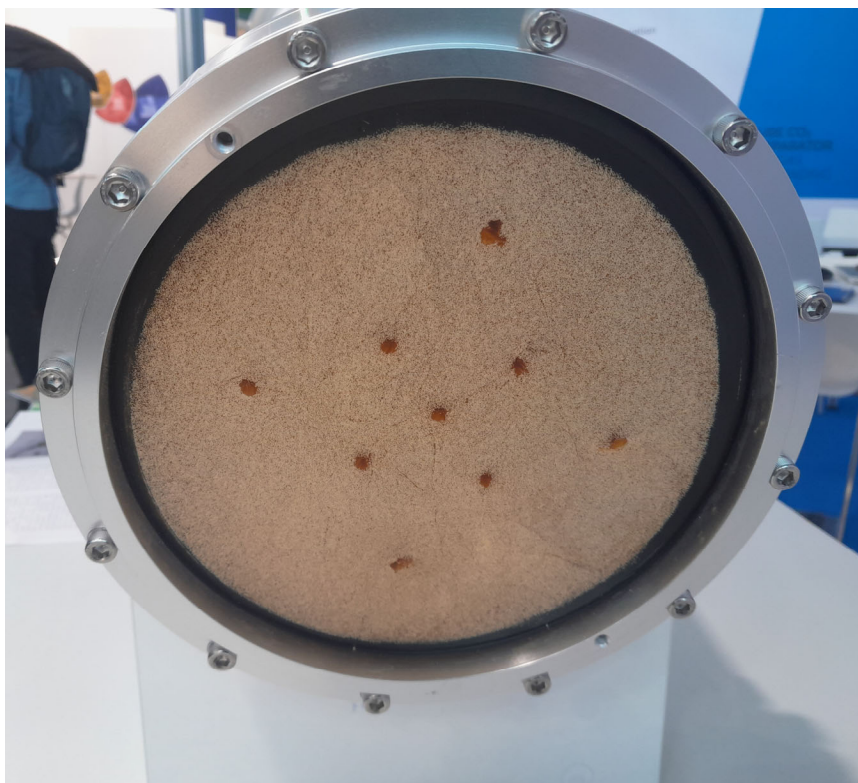
Figure 4. Membrane cross section



ProAgria



# Membraani suodatin



ProAgria

Evonik, Sepuran®





ProAgria

UBE, Japani

## Ja vielä kertausta...

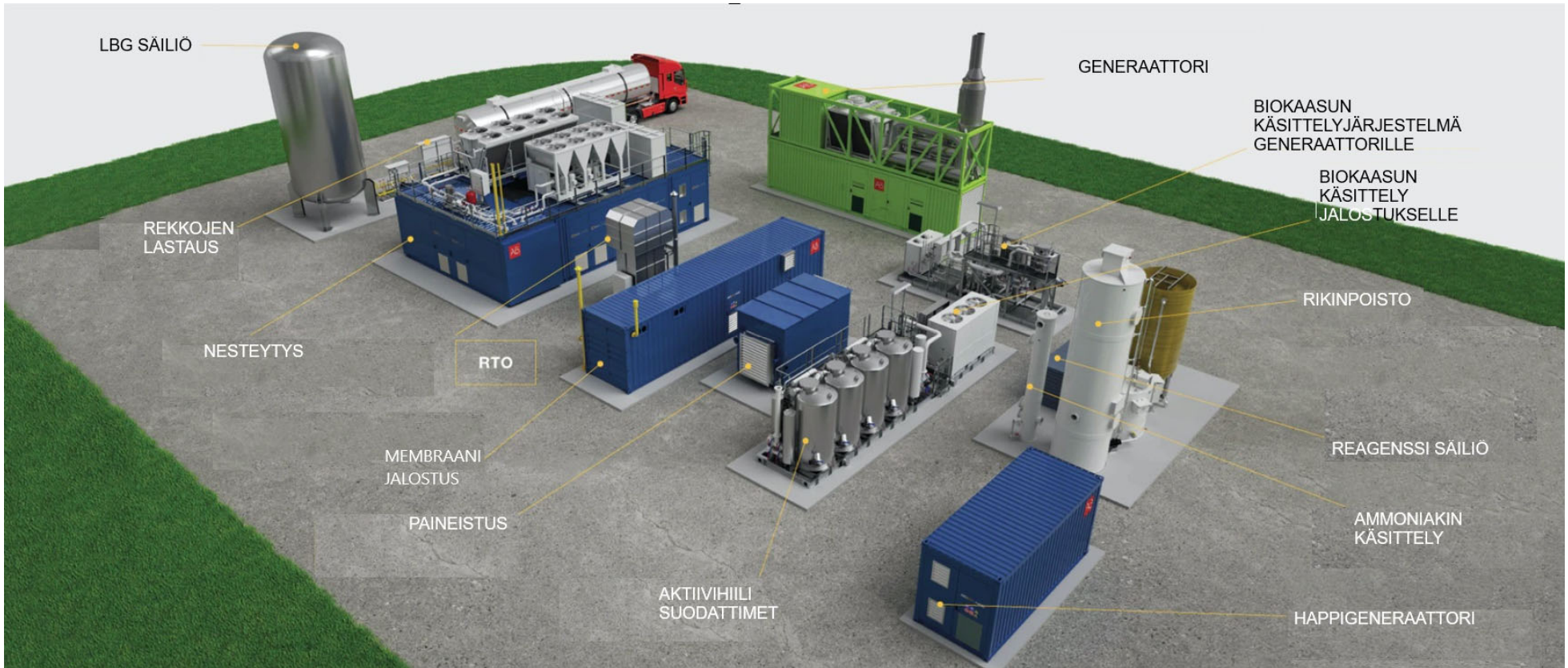
- Vesipesu ei tarvitse esikäsittelyä (kuivaus, aktiivihiili, pölynsuodatus)
- Kryo- ja amiinijalostuksessa korkein metaaniprosentti ja pienin typpiprosentti
- Membraaneita oltava riittävästi, jotta metaanihävikki saadaan riittävän pieneksi (1 kalvo 15 % hukkaa, 3 kalvoa 1-2 %)
- Membraanit poistavat vesihöyryä, mutta eivät vettä (vrt. kalvoasusteet)
- Membraanitekniikassa kaikki tyyppi ei poistu, koska metaani- ja typpimolekyylit ovat lähes saman kokoisia.
- PSA jalostuksessa tarvitaan kemikaaleja sidosaineen ajoittaiseen "huuhteluun"

# Huomioitavaa

- Jalostuksessa ilmaan päästettävässä off-kaasussa metaanin määrä ei saa ylittää 1 % (ympäristönsuojelu & talous)
- Mikäli määrä ylittyy, on off-kaasu poltettava, jotta metaani muuttuu hiilidioksidiksi
  - Haasteena on, miten poltto tapahtuu, koska kaasu sisältää hyvin vähän palavaa kaasua
- Off-kaasun mahdollisimman pieni metaanimäärä on myös tuotannon kannattavuuden kannalta oleellinen seikka
- Biometaanin kastepiste (kosteus) on seikka, johon tulee kiinnittää riittävästi huomiota
  - Vettä tiivistyy säiliöihin
  - Vahingoittaa siirtojärjestelmiä
  - On este toimituksille mm. maakaasuverkkoon
  - Tuottajansuoja asiakkaan suuntaan (ajoneuvot)



# LBG





Tässä kaikki tällä kertaa

Kiitos!