

Uusi ejektoripohjainen hiilidioksidin talteenotto-menetelmä

BioCO₂-projektin loppuseminaari -
30. elokuuta 2018, Jyväskylä

Kristian Melin

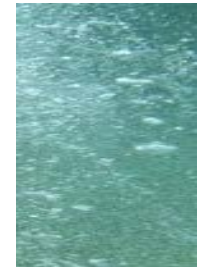
Esityksen sisältö

- Haasteet CO₂ erotuksessa
- Mitä uutta ejektorimenetelmässä on ?
- Erityisvaatimukset CO₂ erotuksessa biokaasusta
- CO₂:sen erotukseen biokaasusta ejektorin avulla
 - Menetelmä
 - Edut
 - Vertailu muihin prosesseihin
- Muut sovelluskohteet
- Johtopäätökset ja jatkosuunnitelmat



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Haasteet CO₂ erotuksessa



amiini

vesi

Kalium tai natrium
karbonaatin vesiliuos



Korroosio



CO₂
pitoinen
kaasu

Osa
amiinista
hajoaa

CO₂
pitoinen
kaasu

CO₂ pitoinen
kaasu

Amiinijäämiä
erotetussa CO₂:sessa

Aminin regenerointi
vaatii höyryä, jota ei
aina ole saatavilla

Kaasu pitää
komprimoida, joka vaatii
huomattavasti sähköä

Usein käytetään kaasun
liukenemista nopeuttavia
kalliita tai haitallisia
lisäaineita.

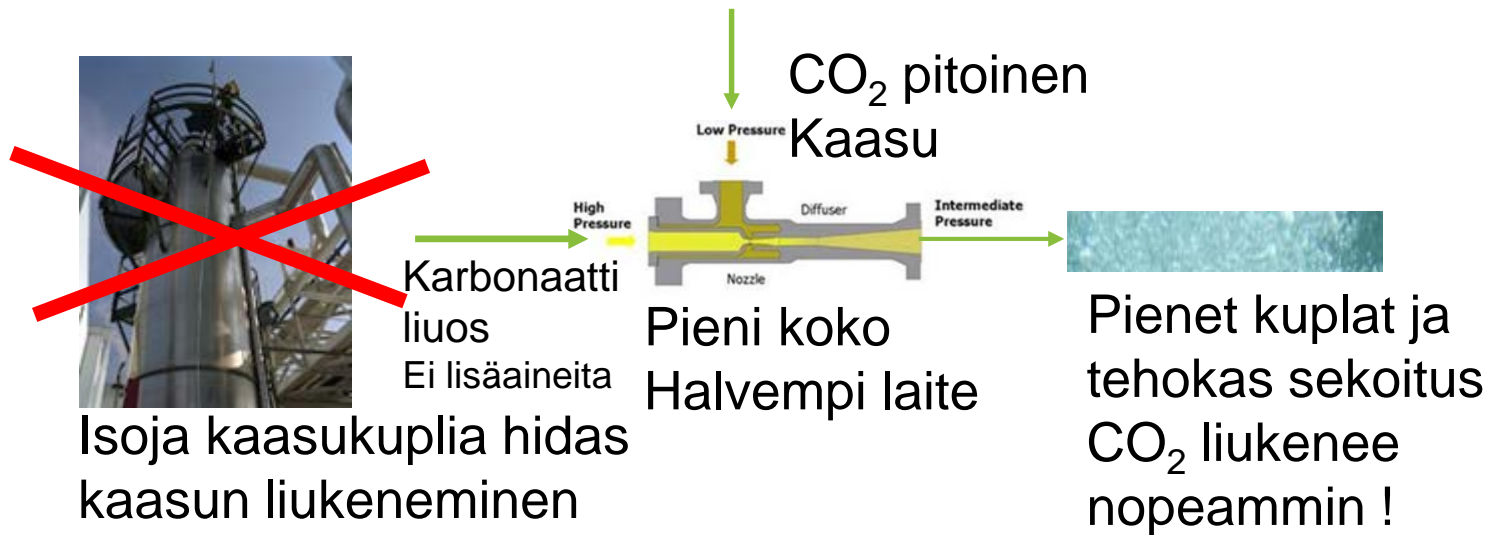
Pienessä mittakaavassa prosessien investointikustannus on usein liian iso!

Onko saatu CO₂:sta riittävän puhdasta, jatkokäyttöä varten?

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



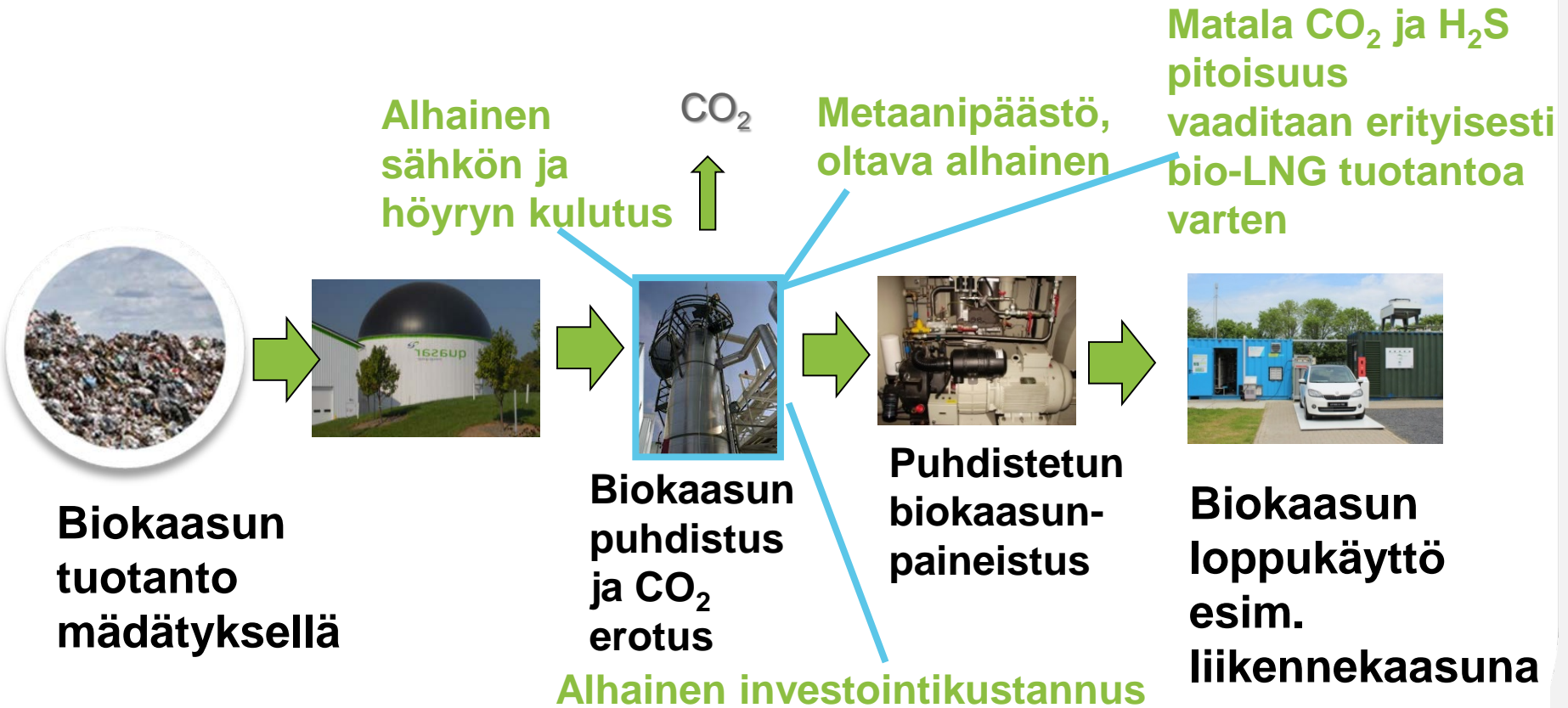
Mitä uutta menetelmässä on ?



- Vastaava ilmiö kuin WETEND yrityksen kehittämällä Trumpjet teknologissa
- Kaasun tehokas sekoitus ja nopea reaktion virtaavaan paperimassaliuokseen, ennen paperikoneen perälaatikkaa,
- Aikaisemmin isossa säiliössä tehtyä reaktiota voitiin nopeuttaa!
 - käytetty menestyksekkäästi sadoissa eri kohteissa ympäri maailmaa

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Erityisvaatimukset CO₂:sen erotukselle biokaasusta **BioCO₂**



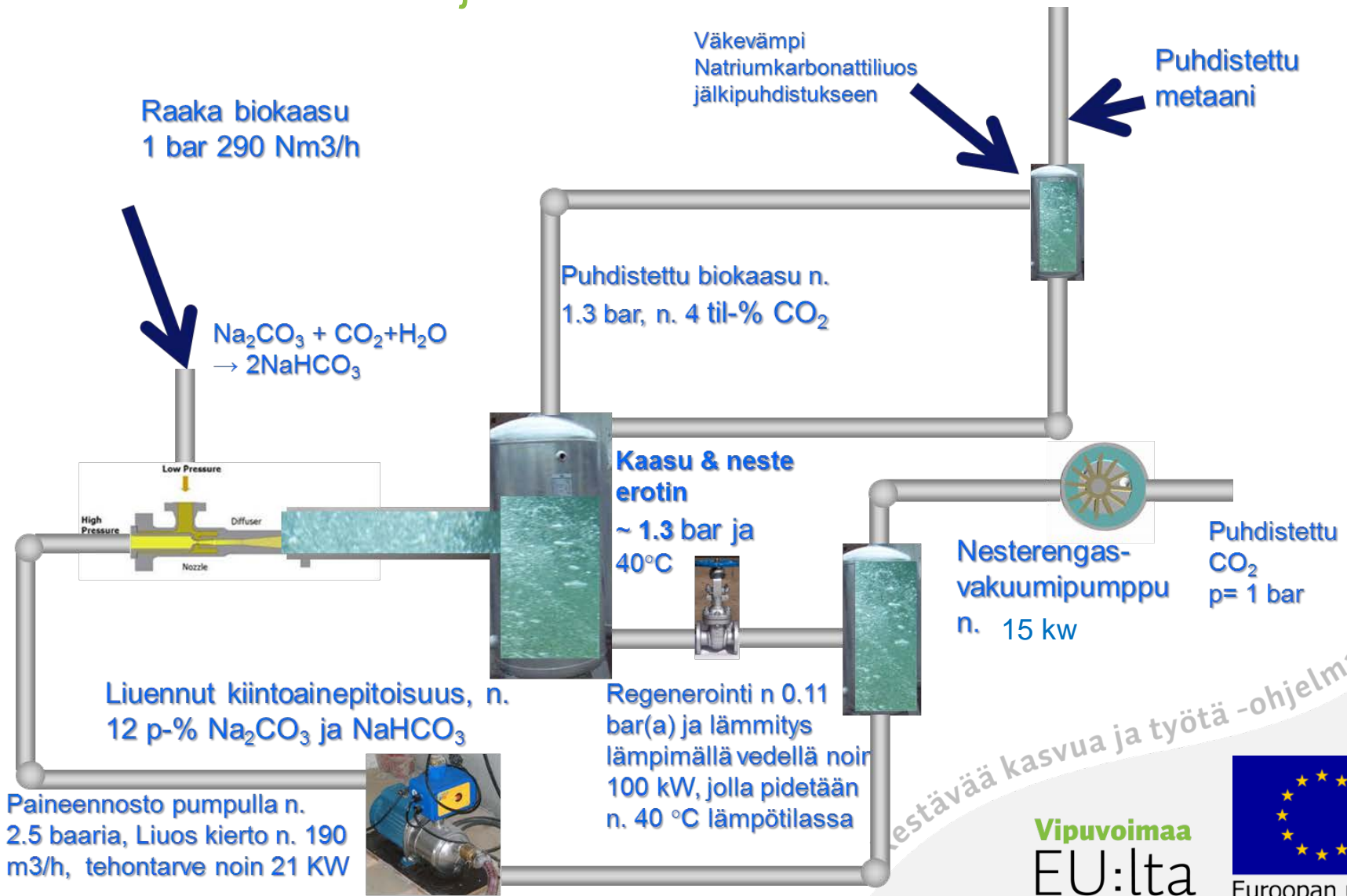
Kestävää kasvua

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

CO₂ talteenotto biokaasusta ejektoriprosessilla ja muutamia avainlukuja



Kestävä kasvua ja työtä -ohjelma

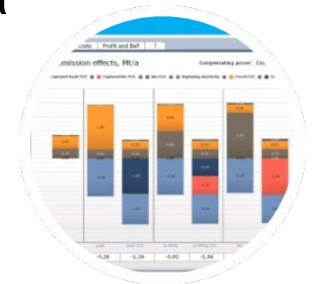
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Uuden talteenotto-prosessin edut

- Sekä hiilidioksidi ja rikkivety liukenevat nopeammin karbonaatti liuokseen ja reagoivat edelleen karbonaattiliuoksen kanssa, jolloin kyky sitoa näitä aineita on paljon suurempi verrattuna veteen!
 - esim. hiilidioksidia sitoutuu helposti 20 kertaa enemmän kuin veteen
- Hiilidioksidi saadaan talteen puhtaana ei esim. ilman seassa
- Laskelmien perusteella:
 - Voidaan tuottaa melkein CO₂:sta vapaata kaasua sisältävää kaasua
 - metaania menee vain vähän CO₂:sen mukana
 - nykyistä alhaisemmat investointikustannukset,
 - karbonaattiliuos voidaan regeneroida vakuumissa ilman lämpötilan nostoa
 - sähkönkulutus on alhainen
- Liuosta voidaan käyttää neutralointiaineena biokaasuprosessissa, jolloin kaikkea liuosta ei tarvitse regeneroida
 - Toimii jopa 80 °C:ssa!



Vertailu biometaanin puhtauteen ja metaanihäviöihin verrattuna olemassa oleviin prosesseihin

Technology	Process	The concentration of methane after the process	Methane losses
Pressure swing adsorption (PSA)	CO ₂ adsorption under pressure on activated carbon	> 96 %	2 - 4 %
Waterscrubber	Dissolution of CO ₂ in water under high pressure	> 96 %	1 - 3 %
Chemical absorption - aminescrubber	The chemical reaction of CO ₂ with MEA (monoethanoleamine)	> 99 %	< 0,1 %
Physical absorption - solution using Seloxol®, Rectisol®, Purisol®	Dissolution of CO ₂ in solvent under high pressure	> 96 %	about 2 %
Membraneseparation	Different molecules of the gas permeation rate	> 95 %	about 2 %
Cryogenicseparation	Conditions of aggregation, depending on the temperature	> 99 %	-

- Laskelmien mukaan metaanin pitoisuus > 96 % ja tasapainolaskelmien mukaan jälkipuhdistuksella voidaan saavuttaa 100 ppm CO₂, (lähes 50 ppm:ää, joka on vaatimus LNG tuotannossa).
- Metaani häviö CO₂:sen laskelmien mukaan ('metaani slip') vain 0.5 %

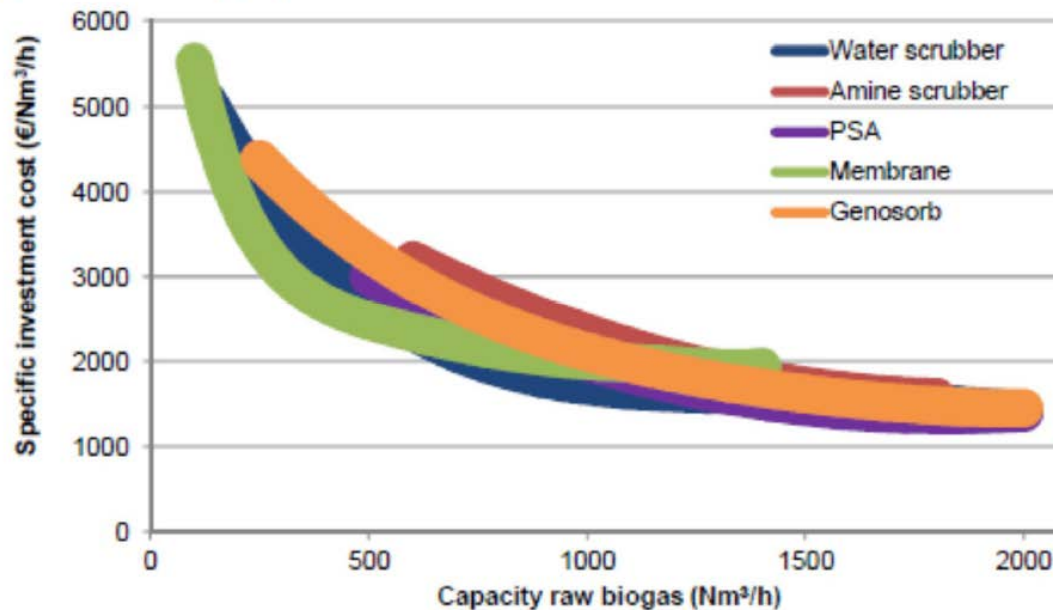
23.03.2017 Leif Åkers

Lähde: SGC, Åkers(2017)

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vertailu Investointikustannukseen suhteen

The specific investment cost as a function of raw biogas throughput.



- Alustava investointikustannusarvio noin 2000-3000 eur/Nm₃/h raaka biokaasua kohden, noin 300 Nm³/h kapasiteetille,
 - tässä vaiheessa sitä on vaikea arvioida tarkasti

23.03.2017 Leif Åkers

Lähde: SGC, Åkers (2017)

Source: SGC



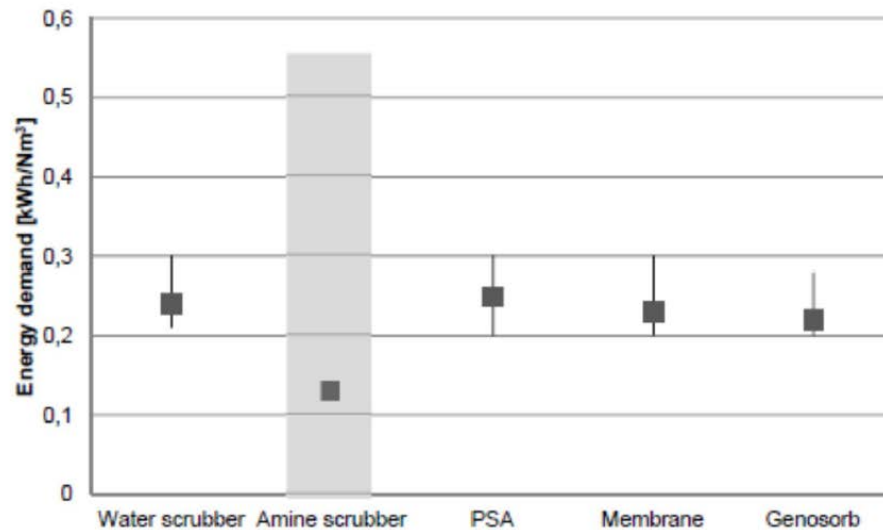
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Vertailu energiakulutuksen suhteen

The energy demand of the different biogas upgrading technologies.



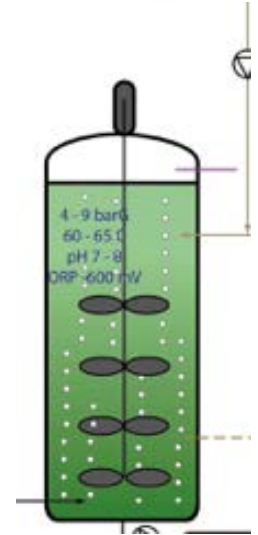
Lähde: SGC, Åkers(2017)

- Alhainen tehon tarve ~ 0.13 kWh/Nm₃ biokaasua,
 - koska ei tarvita biokaasun paineistukseen ennen puhdistusta
- Regenerointi ilman lämpötilan nostoa, noin 0,36 kWh/Nm³ alle 50 °C lämpöä tarvitaan kompensoimaan veden haihtumisen energiatarve

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Muut sovelluskohteet

- Myös biologisesta metanoinnin kaasu, joka sisältää vain muutamia prosentteja hiilidioksidia voidaan erottaa hiilidioksidi
- ennen termisessä metanoinnissa voidaan erottaa biokaasusta rikkivety, jolloin kaasu ei deaktivoi termisen metanoinnin katalyyttiä.
- Ejektorilla voidaan liuottaa nopeammin vety ja CO₂ biologista nesteeseen, nopeuttaen biologista metanointia
 - ilman kokeellista työtä on vaikea arvioida tarkasti, paljonko biologisen metanointi nopeutuu ja paljonko se vaikuttaa kustannuksiin.
- Ejektorilla myös paineistaa kaasua käyttäen hyväksi nestettä, höyryä tai toista kaasua, välttämällä investoinneiltaan kalliimman kompressorin käyttö



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Johtopäätökset ja jatkosuunnitelmat

- Laskelmien varmistus vaatii kokeellista työtä, joka tehdään käynnistyneessä Business Finlandin rahoittamassa BioMet-hankkeessa 2018-2020
 - Demonstrointi tehdään ensin laboratorion kokoluokassa ja sitten hieman isommassa kokoluokassa !
 - Varsinkin koko prosessin nopeuden määrittäminen kaasumaisesta hiilidioksidista bikarbonaatiksi ja regenerointi bikarbonaatista hiilidioksidiksi vaatii kokeita,
 - nämä vaikuttavat vaadittuihin laitekokoisiin ja investointikustannuksiin
 - Lisäksi mitataan saavutettu biokaasun CO₂ pitoisuus eri natriumkarbonaattiliuoksen pitoisuuksilla
 - Ja saavutettu liuoksen regenerointiaste eri paineissa ja lämpötiloissa
- Talteenottomenetelmää sovellutusta muissa CO₂ talteenoton kohteissa esim. voimalaitosten savukaasujen talteenottoon kannattasi tutkia.



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

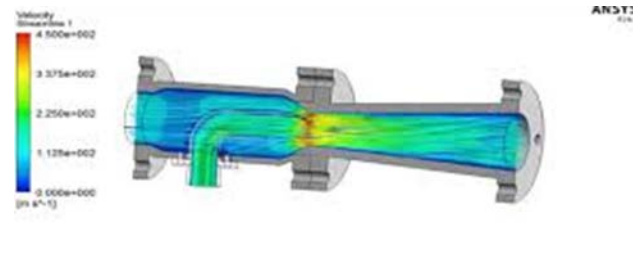
Kiitos mielenkiinnosta!



Yhteystiedot:

Kristian.Melin@vtt.fi

Puh: 040-3575489



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma