

# Biokaasusta erotetun hiilidioksidin talteenotto

Eemeli Tsupari, Juho Kauppinen, Juha Toukola ja  
Kirsikka Kiviranta VTT  
Olli-Petteri Boman, Reteres



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



# Sisältö



- Miksi hiilidioksidin hyötykäyttö on järkevää?
- Biokaasun jalostus CO<sub>2</sub>-lähteenä
- VTT:n CO<sub>2</sub>:n puhdistus- ja nesteytyskontti ("PuLi")
- PuLi-testit Mustankorkealla
- Kustannustarkastelu
- Yhteenveto



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

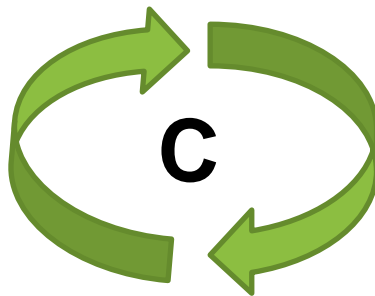


Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Hiilidioksidin erotus ja uudelleenkäyttö (CCU)

## Vaikeasti vältettävät CO<sub>2</sub>-lähteet

- Biologinen hajoaminen
- Kalkki- ja sementti
- Jätteenpoltto

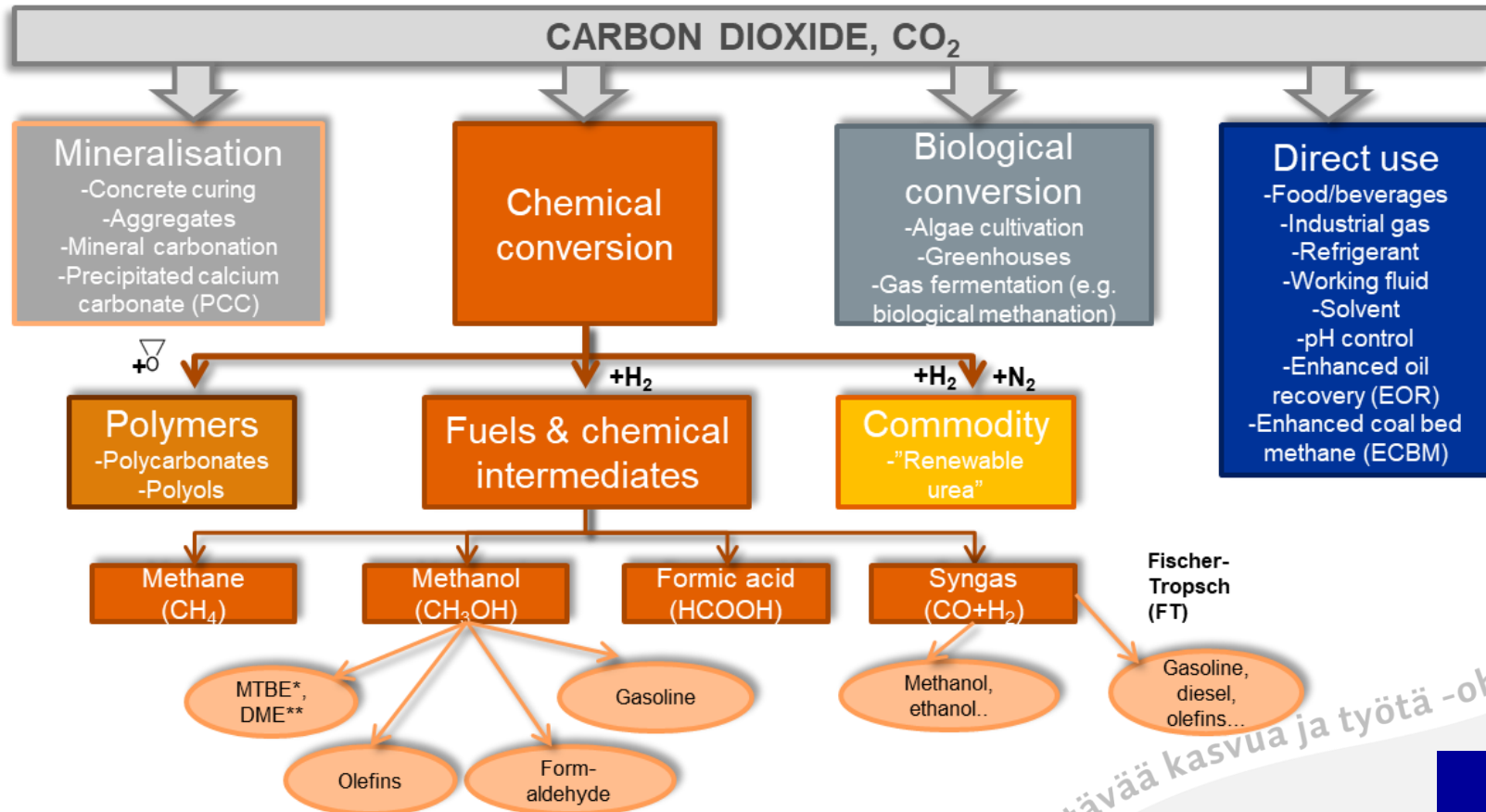


## Vaikeasti korvattavat hiilipitoiset tuotteet

- Muovit
- Kerosiini
- Teräkset
- jne.

CCU ei saa legitimoida CO<sub>2</sub>:n tuottamista ja esim. päästökauppa onkin linjakasta tämän kanssa. Päästöjä ei kuitenkaan pidä kaksoislaskea, eli CCU-tuotteet ovat hiilineutraaleja.

# Hiilidioksidille on paljon käyttökohteita ja -mahdollisuuksia



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# Maakaasun reformointi nykyisenä lähteenä Kaasukriisi ja elektrolyysit vähentävät tarjontaa pysyvästi?

**Hiilidioksidipula sulkee panimoita Euroopassa -  
Suomalaispanimon johtaja: "Tällaista tilannetta ei ole  
aiemmin ollut"**

28.9.2022 04:30 **ENERGIA** KAASU KANSANTALOUS TEOLLISUUS ELINTARVIKKEET

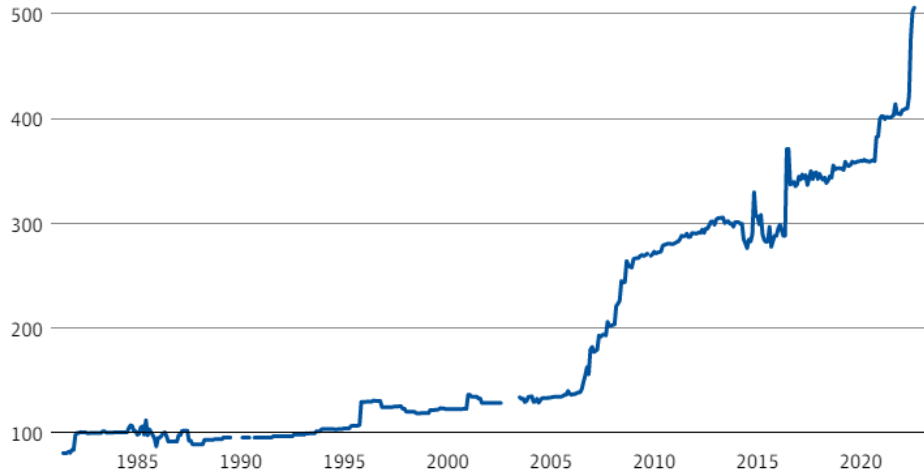


**Pulaa.** Hiilidioksidista on ollut Suomessa ajoittain pulaa. Kuvassa Lindén hiilidioksidilaitos.  
KUVA: LINDE

Energiakriisi on johtanut hiilidioksidipulaan, koska raaka-ainetta on niukasti tarjolla. Ilman kaasua virvoitusjuomat eivät valmistu. Saksassa panimoita on jo suljettu.

## Hinta pompannut tänä vuonna roimasti

Teollisesti valmistetun hiilidioksidin hintaindeksi (kausitasoittamaton)  
1982 = 100



LÄHDE: FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS

# Biokaasun puhdistus liikennekaasuksi on erinomainen CO<sub>2</sub> lähde CCU:hun

Pistelähteinä kuitenkin suhteellisen pieniä



## CO<sub>2</sub> POTENTIAL OF GASUM BIOGAS

All CO<sub>2</sub> in produced biogas: 114 000 tn/a

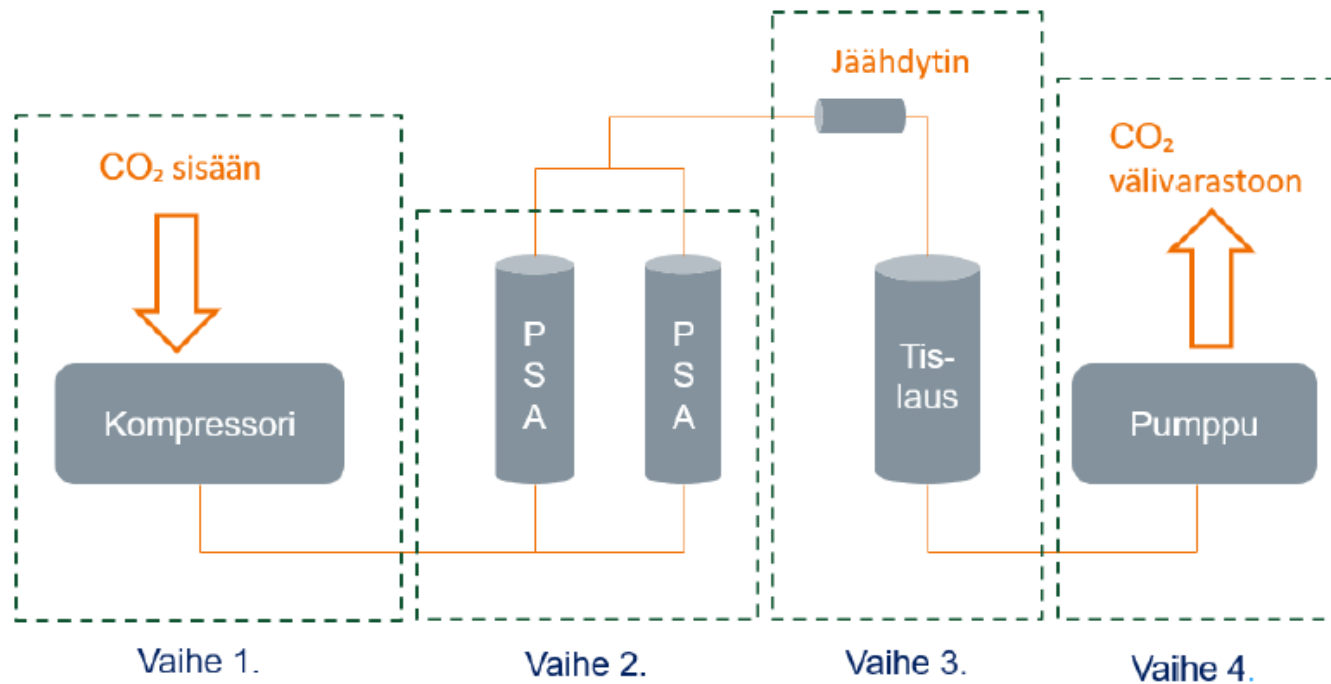
- 40 000 tn/a at > 95 % CO<sub>2</sub> conc.
- 64 000 tn/a at ~15 % CO<sub>2</sub> conc.
- 10 000 tn/a – no current CO<sub>2</sub> stream (no upgrading)

\*Note that potentials are indicative mximum potentials – actual production is depending on operation

- Gasum biogas plant
- Gasum upgrading plant
- Gasum biogas plant under construction

Lähde: [https://www.jamk.fi/sites/default/files/2023-01/Gasum\\_Hackathon\\_Biogenic\\_CO2\\_to\\_use\\_19122022.pdf](https://www.jamk.fi/sites/default/files/2023-01/Gasum_Hackathon_Biogenic_CO2_to_use_19122022.pdf)

# VTT's CO<sub>2</sub> purification and liquefaction unit ("PuLi") for small but good CO<sub>2</sub> sources



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

# Hiilidioksidin paineistuskokeet Mustankorkealla helmi- maaliskuussa 2023



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020





# Kokemuksia PuLi:n toiminnasta

- Kuivaimet toimivat
- Paine nousee
- Hiilidioksidi nesteytyy
- Kondenssi jäätyy
- Kaasuerotin ei toimi halutulla tavalla
- Käyttö manuaalista, hankala säädettävä jos kaasun syöttö epätasaista
- Kapasiteetti pieni. Saadaan suuremmaksi kun imua avarretaan.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Pitoisuuksia PuLi:n tuotekaasusta

	Ajon aikana	Seisova tilanne ja tislaukolonnin viilennys
H <sub>2</sub> O	alle 100 ppm	alle 100 ppm
CO <sub>2</sub>	95 - 98 %	noin 100 %
CH <sub>4</sub>	0.5 - 0.8 %	parhaimmillaan 0 %
O <sub>2</sub>	alle 0.1 %	0 %
N <sub>2</sub>	ei mitattu, mutta jotain	ei mitattu, mutta 0 %
Muuta	vähän	vähän



**HABA**

# Hiilidioksidin talteenoton kustannukset

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



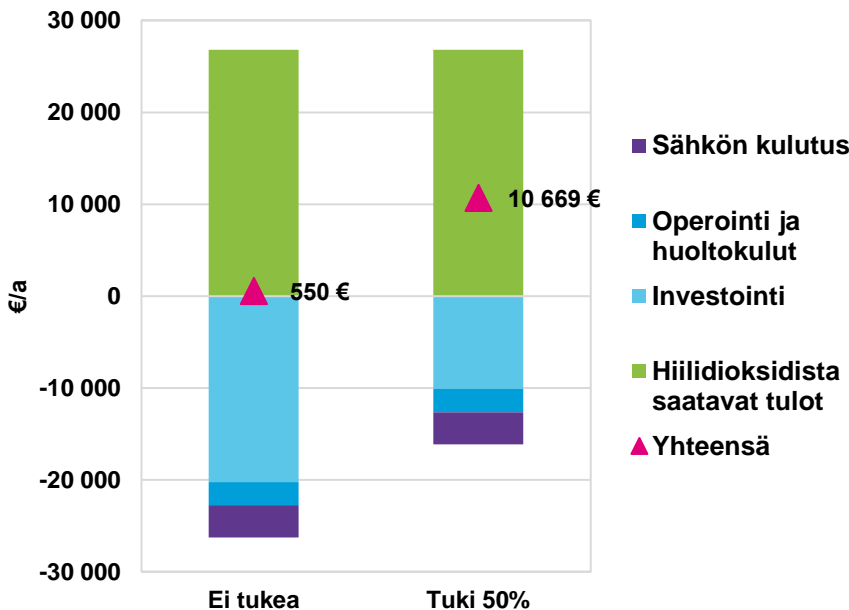
Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Maatilakokoluokka: kustannusjakauma

- Tuotetun hiilidioksidin myyntihinnan oletusarvona käytettiin Tilastokeskuksen julkaisemien lukujen vuoden 2021 keskihintaa
- Annettujen parametrien perusteella hiilidioksidin käsittelylaitteisto maatilakokoluokassa vaatii investointituen
  - Ilman tukea toiminta olisi rajallisesti kannattavaa: laskelmissa ei huomioida esimerkiksi hiilidioksidin myynnin logistiikkakuluja
- Käsittelylaitteiston investointikustannus on suurin yksittäinen kustannustekijä
  - Kustannukseen liittyy kuitenkin paljon epävarmuutta



Parametri	Arvo
Paineistettavan kaasun tuntivirtaama	32 kg/h
Tuotteistettavan hiilidioksidin määrä vuodessa	255 t/a
Investointikustannus (ilman tukea)	250 k€
Vuotuinen sähköntarve	40 MWh/a

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

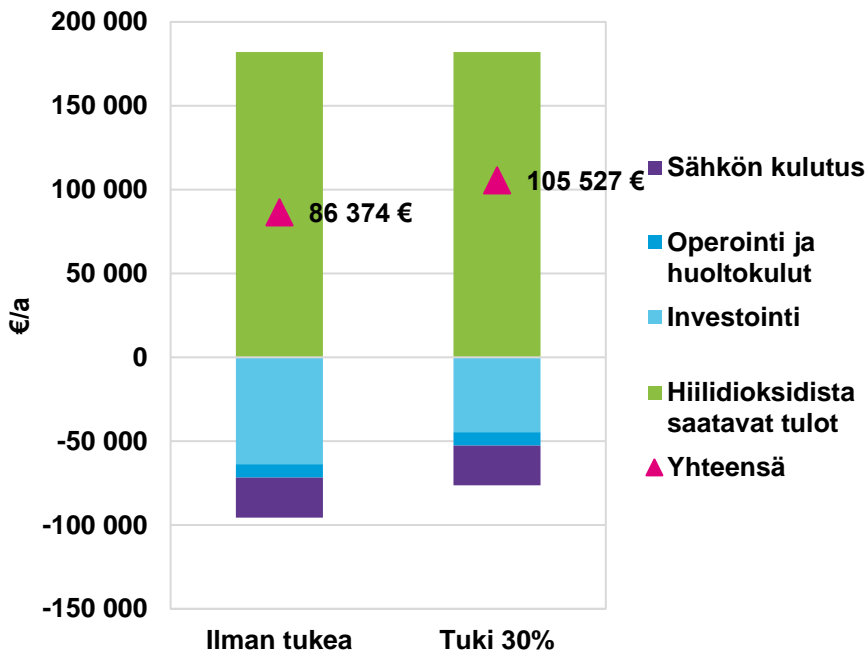
Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto

# Kunnallinen biokaasulaitos: kustannusjakauma

- Annettujen parametrien perusteella hiilidioksidin paineistus ja myynti olisi kannattavaa myös ilman investointitukea
  - Skaalaetujen ansiosta investointikustannus on pienempi suhteessa maatilakokoluokkaan
- Tuotannon tulojen tulisi kattaa myös mm. hiilidioksidin myynnin logistiikkakulut, laitteiston ylläpito ja laadunvalvonta
  - Nyt operointi- ja huoltokulujen oletettu olevan 8 k€/a



Parametri	Arvo
Paineistettavan kaasun tuntiviraama	217 kg/h
Tuotteistettavan hiilidioksidin määrä vuodessa	1 730 t/a
Investointikustannus (ilman tukea)	795 k€
Vuotuinen sähkötarve	270 MWh/a

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



# Yhteenveto

- Hiilidioksidille on paljon nykykäyttöä ja kasvava markkina
  - Lisäksi nykyinen tuotanto on vähenemässä?
- Biokaasun jalostus voi olla erinomainen mahdollisuus tuotteistaa myös CO<sub>2</sub> tai tehdä siitä lisää metaania
  - Biokaasulaitokset ovat usein kuitenkin verrattain pieniä
- Kokeet PuLi-kontilla osoittivat, että hiilidioksidi saadaan maltillisella investoinnilla paineistettua, kuivattua ja nesteytettyä pullopattereihin, mutta puhdistus vaatii monimutkaisemman ratkaisun
- Taloudellisesti kannattava talteenotto on hyvinkin mahdollinen suurimmilla biokaasulaitoksilla

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

