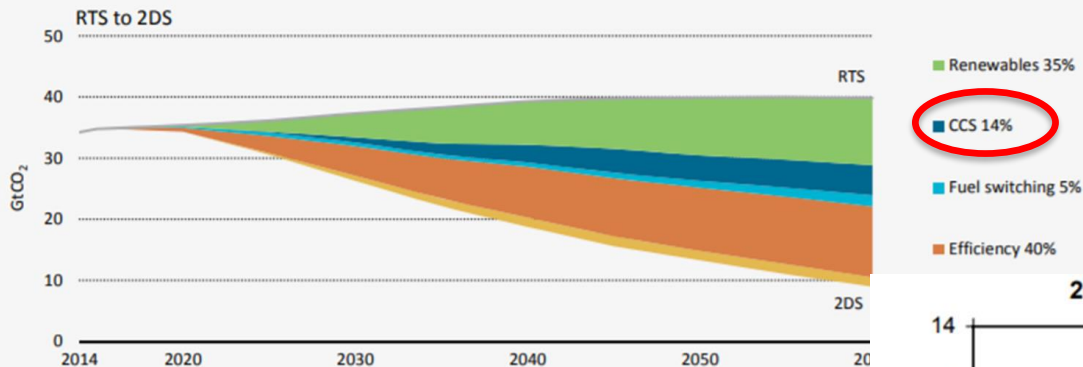


Hiilidioksidin hyötykäytön ilmastovaikutukset ja kustannukset

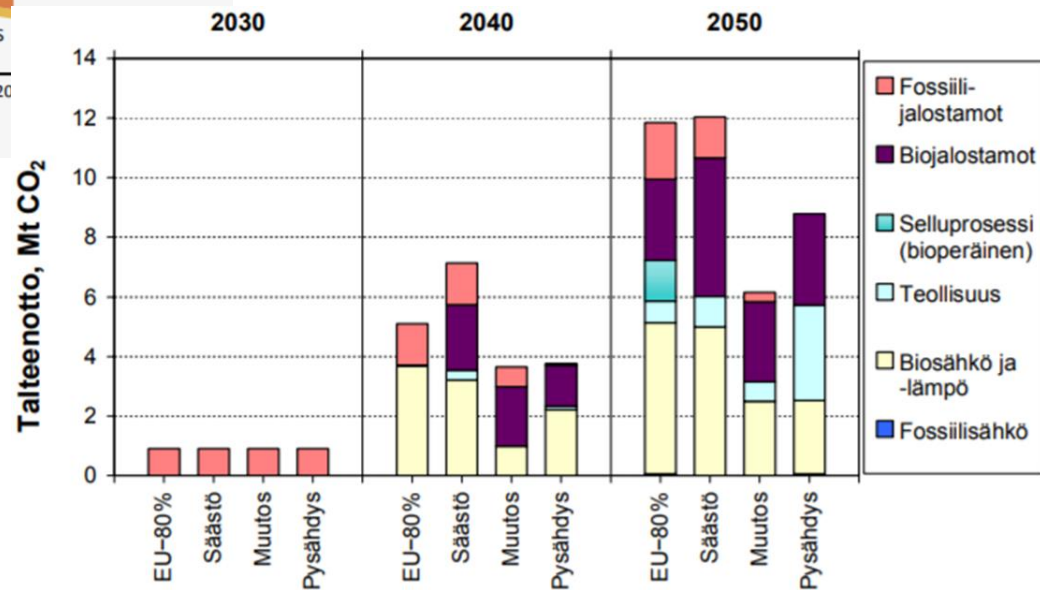
Eemeli Tsupari

12.8.2020 VTT – beyond the obvious

1.6. Global CO₂ emissions reductions by technology area: RTS to 2DS



Source: IEA ETP 2017



Source: Koljonen ym. 2019. Pitkän aikavälin kokonaispäästökehitys

Carbon Capture and Storage Program (CCSP)



- 1.1.2011 – 31.10.2016
 - Volume: 15 M€, Finnish public R&D and company funding
- Targets
 - Technological readiness for pilots and demonstrations ->
 - Strong scientific basis for development of CCS ->

→ Kiinnostus siirtynyt
CCU:n suuntaan



Economy of scale in the
case of **CCS**

> Mt CO₂ / year



Economy of scale in the
case of **CCU**

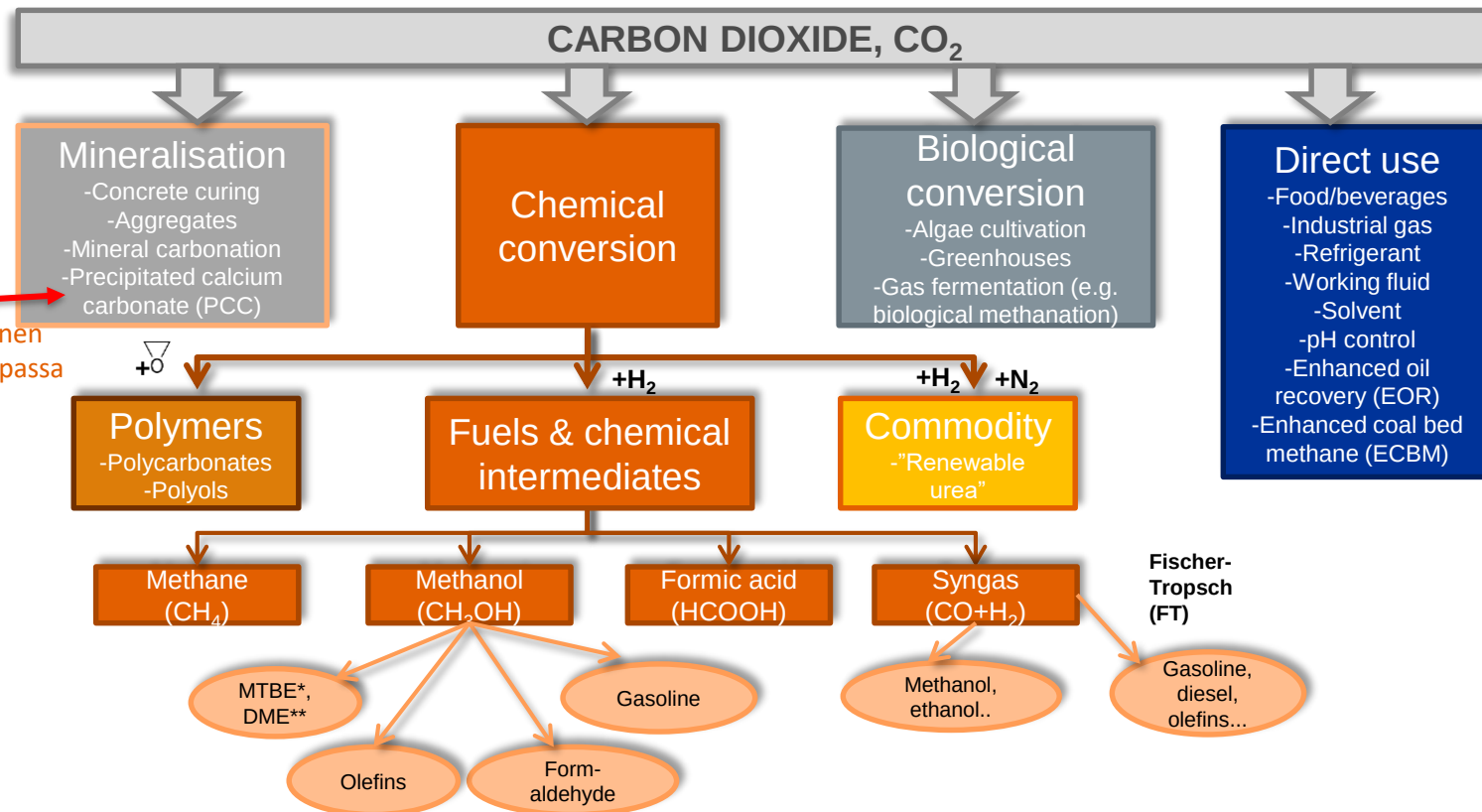
> 10 kt CO₂ / year
(limited by demand)

CCU:

- Riittävän suuria CO₂-lähteitä on ”jokaisella kylällä”
- Taloudellisesti kannattavissa kohteissa on valmiiksi korkea CO₂-pitoisuus ja/tai käyttökohde lähellä

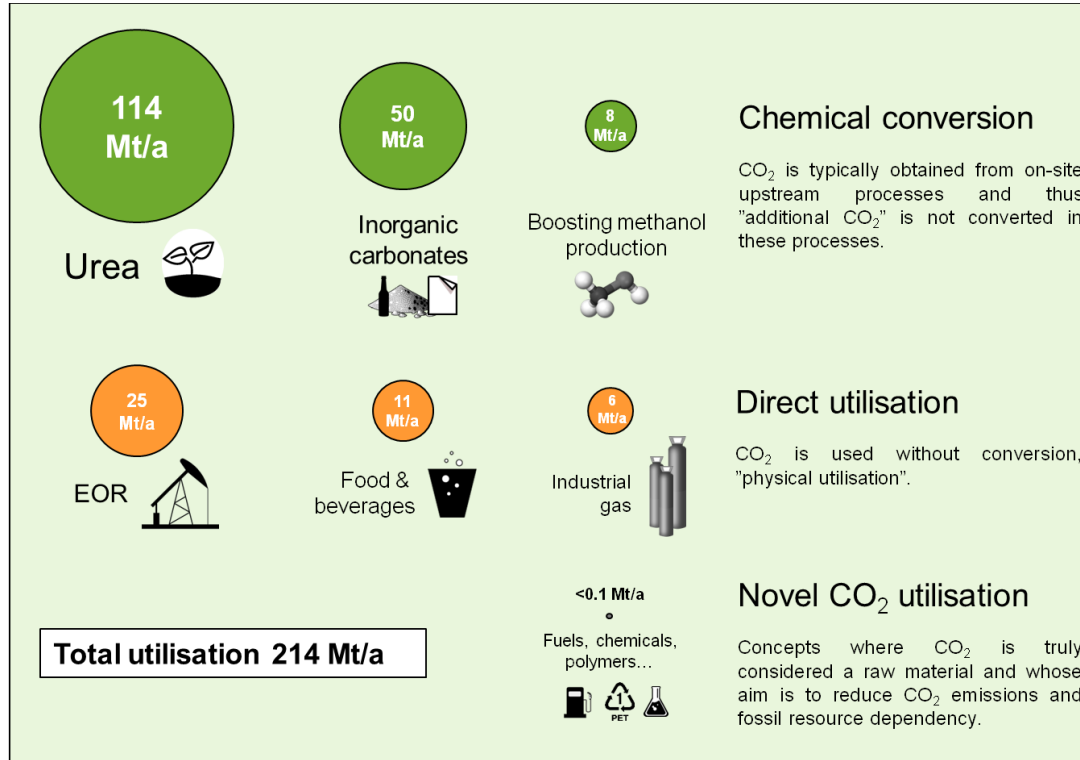
CO₂ utilisation

Jälleen
vähennyskelpoinen
EU:n päästökaupassa



NOTE: The diagram presents only the most important options for the near-term . There are other routes such electrochemical and photochemical routes and hundreds of other possible products.

Global CO₂ utilisation today



Data sources:

[1] Aresta M, Dibenedetto A, Angelini A (2013) The changing paradigm in CO₂ utilization. *Journal of CO₂ Utilization* 3:65–73. doi:10.1016/j.jcou.2013.08.001

[2] IHS (2013) Carbon dioxide. *Chemical Economics Handbook*. IHS, Englewood

[3] Global CCS Institute (2014) Status of CCS project database. <http://www.globalccsinstitute.com/projects/status-ccs-project-database>

PtX, P2X, PtFuels, sähköpolttoaineet...

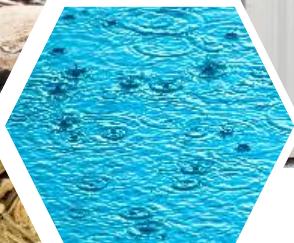
”Vetytaloutta nykyisellä jakelu- ja käyttöinfraalla”

POWER-TO-X

H₂ SOURCES



CO₂ SOURCES



CHEMICALS



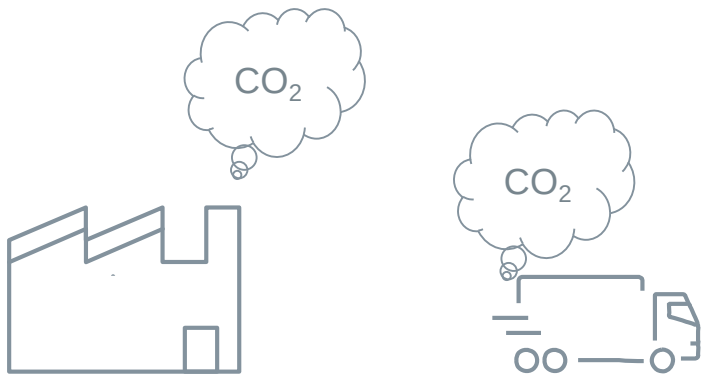
FUELS



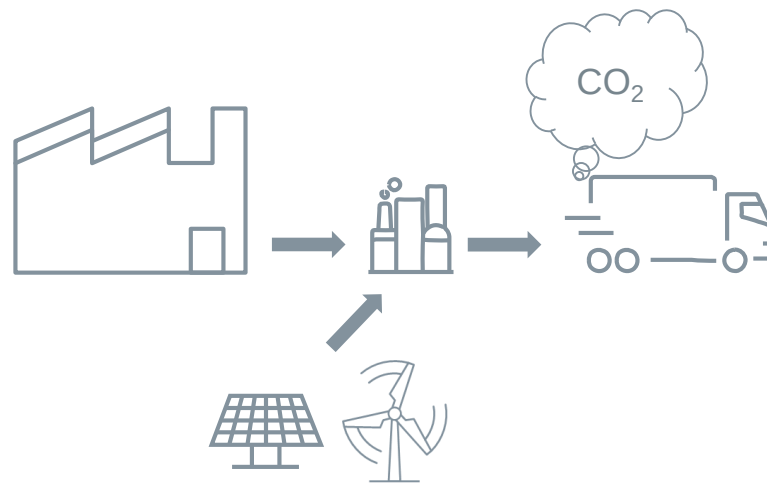
FISCHER-TROPSCH &
CO₂ METHANATION
SYNTHESIS REACTORS @VTT

Effective tool for climate change mitigation

Now:



With CCU:



CCU @VTT



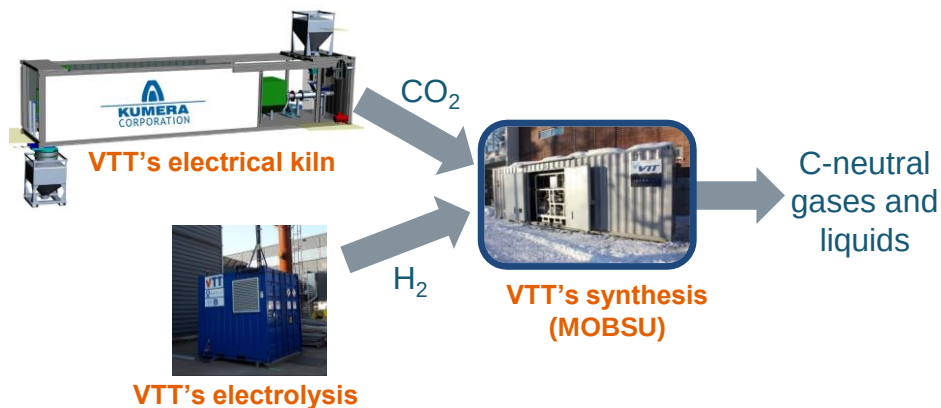
FUEL FROM AIR

Fuel sample #1

SOLETAIR

Decarbonate - Teollisuuden ilmastovaikutusten pienentäminen hiilineutraalin energian ja kiertotalouden keinoin

- CaCO_3 –käyttöön perustuvat prosessit ovat globaalisti **tärkein teollisuuden CO_2 -päästöjen lähde**
 - Sementtiteollisuus
 - Kalkkiteollisuus
 - Sellutehtaiden meesauunit
- $\text{CaCO}_3 + \text{lämpö} = \text{CaO} + \text{CO}_2$
 - CO_2 :n syntymistä ei voi välttää, mutta se on melko yksinkertaista ottaa talteen
- Tuottamalla lämpö sähkön avulla, vältetään nykyisin fossiilisista polttoaineista aiheutuvat päästöt. Samalla karbonaattiperäinen CO_2 vapautuu erittäin korkeassa pitoisuudessa



ANDRITZ

FINNSEMENTTI
A CRH COMPANY

SSAB

Nordkalk

KUMERA

KELIBER



UPM

CarbonReUse

WETEND
Technologies

ST1

INERATEC

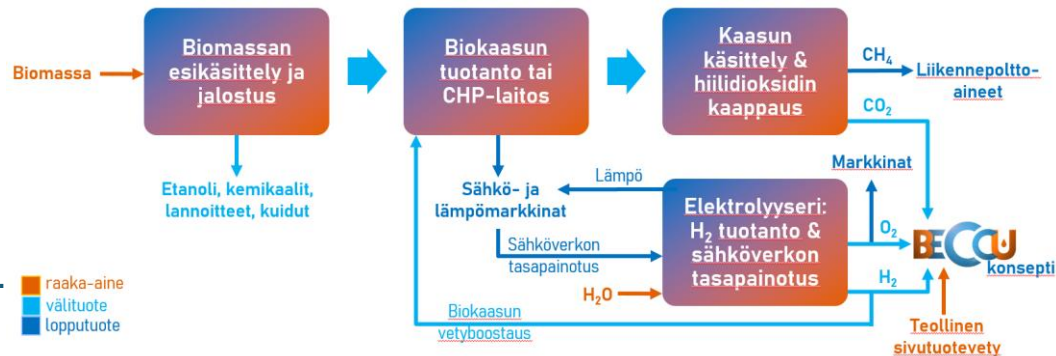
VTT's budget: 1.2 MEUR
Schedule: Oct/2019 – Oct/2021

BUSINESS
FINLAND

Erikoiskemikaaleja ja liikennepolttoaineita bioperäisestä hiilidioksidista ja vedystä

Päätavoitteet:

- Polyuretaaniin pohjautuvien lopputuotteiden valmistusprosessia demonstroidaan käyttämällä raaka-aineena eri tekniikoilla bioperäisestä lähteestä kaapattua hiilidioksidia ja joko uusiutuvalla energialla tuotettua vetyä tai teollisuuden sivutuottevetyä.
- Lisäksi hankkeessa kehitetään CCU-reittiin pohjautuvien liikennepolttoaineiden valmistusta (metaani ym.), tehdään laaja teknis-taloudellinen analyysi ja elinkaarilaskelmat sekä kehitetään valmiuksia teollisille demonstraatioille.



Valmet FORWARD

TOP ANALYTICA
www.topanalytica.com

METENER FINNFOAM®

MIRKA

NESTE

HELEN

KEMIAN TEOLLISUUS

KLEENER
POWER SOLUTIONS

KiILTO

PIRKANMAAN
JÄTEHUOLTO

CarbonReUse

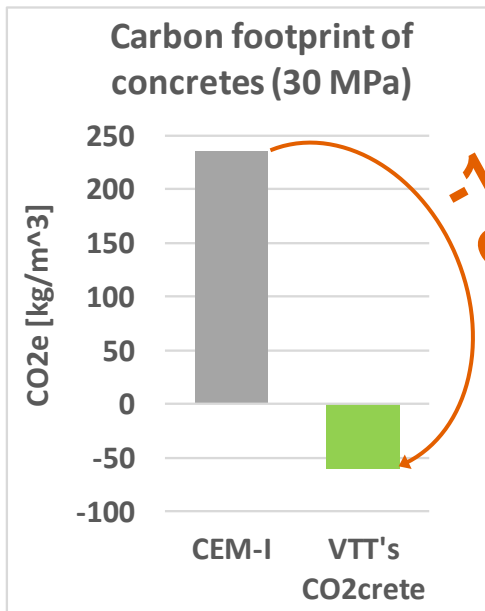
VTT:n budjetti: 2.035 MEUR
(koko co-innovation 4.835 MEUR)

Aikataulu: 01/2020 – 12/2021

BUSINESS
FINLAND

Lisätiedot: beccu.fi

VTT:n hiilinegatiivinen CO2crete



Kuva 1. Tavanomaisen (CEM-I) betonin ja VTT:n CO2crete-betonin hiilijalanjälki.

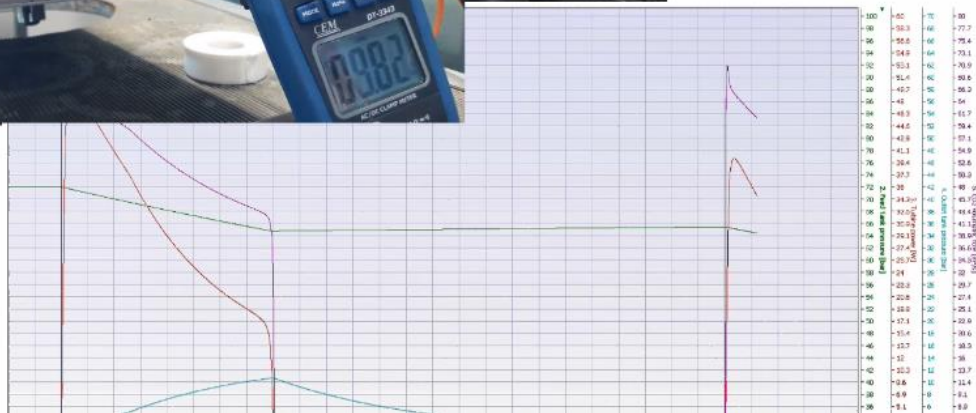
- Puristuslujuus: 30 MPa
- Hiilijalanjälki:
 - 60 kg CO₂e/m³ betonia
- CO₂:n sidonta: 80 kg/m³ betonia
- CO₂ massaprosentti: 3,8 m-%
- Koostumus: masuunikuona, viherlipeäsakka, kuorilentotuhka, vesi, hiilidioksidi (pullosta)
- Tiheys: 2100 kg/m³

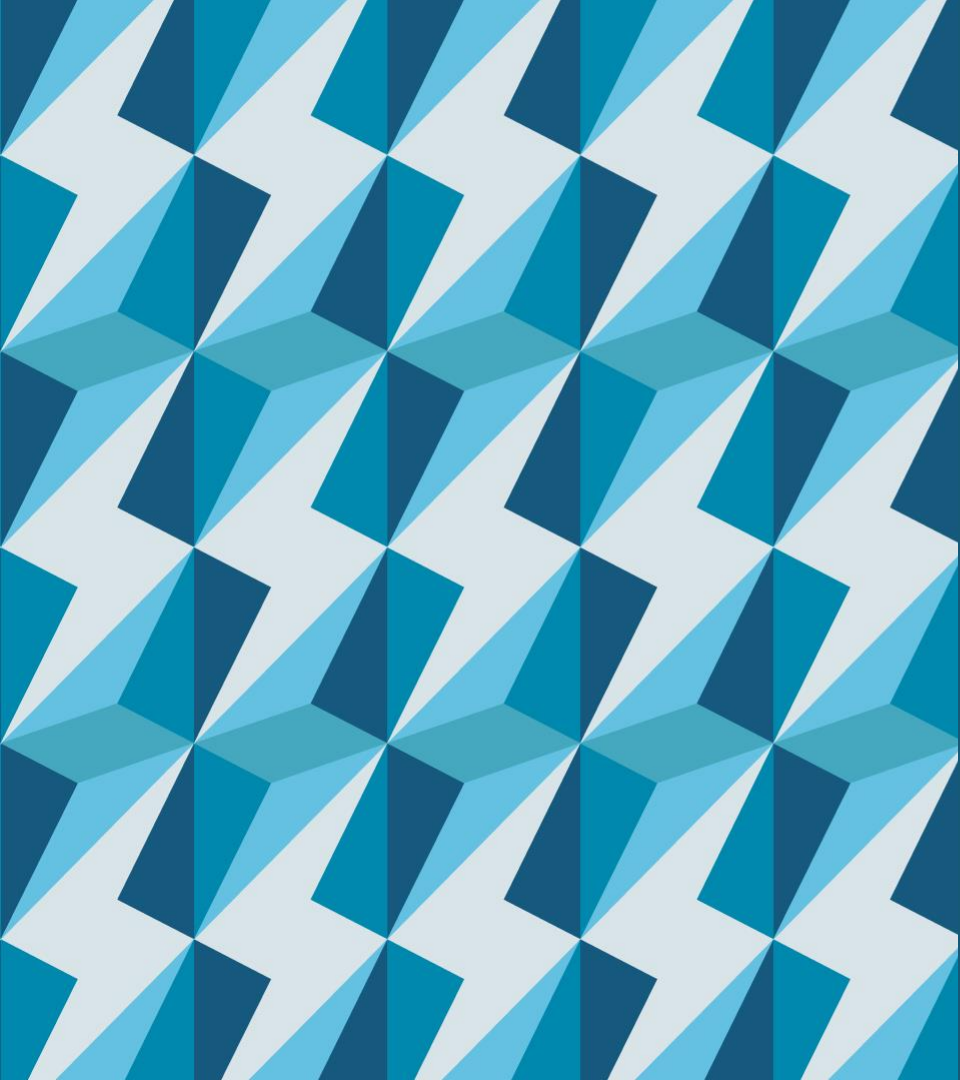


Kuva 2. VTT:n hiilinegatiivinen CO2crete. 5-kerroksinen 1500 m³:sta betonia rakennettu asuinrakennus säästäisi **440 tonnia** CO₂-päästöjä*, jos tavanomaisen betonin sijaan käytettäisiin VTT:n CO2crete-betonia.

*CO2crete hiilijalanjälki -60 kg CO₂e/m³ (perustuen laboratoriotuotantoon), tavanomaisen CEM-I betonin hiilijalanjälki 236 kg CO₂e/m³; vain valmistuksen karkeasti arvioitu päästö on huomioitu laskelmassa, LCA vaiheet A1-3.

Hukkalämmöistä sähköä - CO₂ työaineena





Other sources with high concentration

Steam methane reforming (SMR)



Miljoonien satsaus vetylaitokseen Porvoossa – laitosta ohjataan liki 2 000 kilometrin päästä

Uusi laitos tuottaa Nesteelle vetyä, jota jalostamo tarvitsee rikittömän dieselin valmistamiseen.

Polttoaineet 13.10.2016 klo 16.00



Kuva: Ronnie Holmberg / Yle



Biogas purification
(>10 000 CNG vehicles in
Finland)



Ethanol
(@ St1 Jokioinen)

Kustannukset

Existing markets

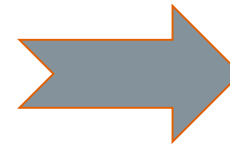
CO2 shortage threatens World Cup beer supply

Rory Smith, CNN • Published 20th June 2018



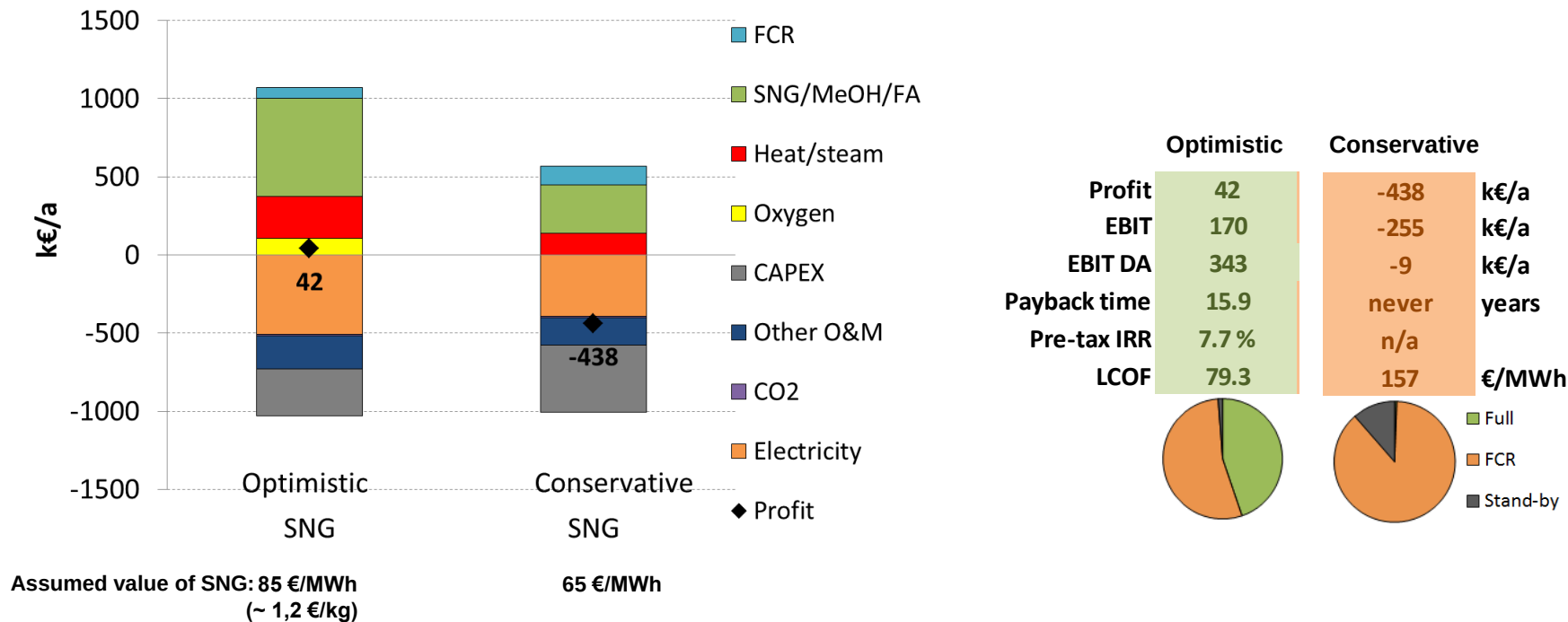
Market in Finland 2016:

	Value (1000 euro)	Amount (ton)
CO2	18 223	199 659



Average price
91 €/ton

SNG:n kannattavuus yhdessä case-tarkastelussa



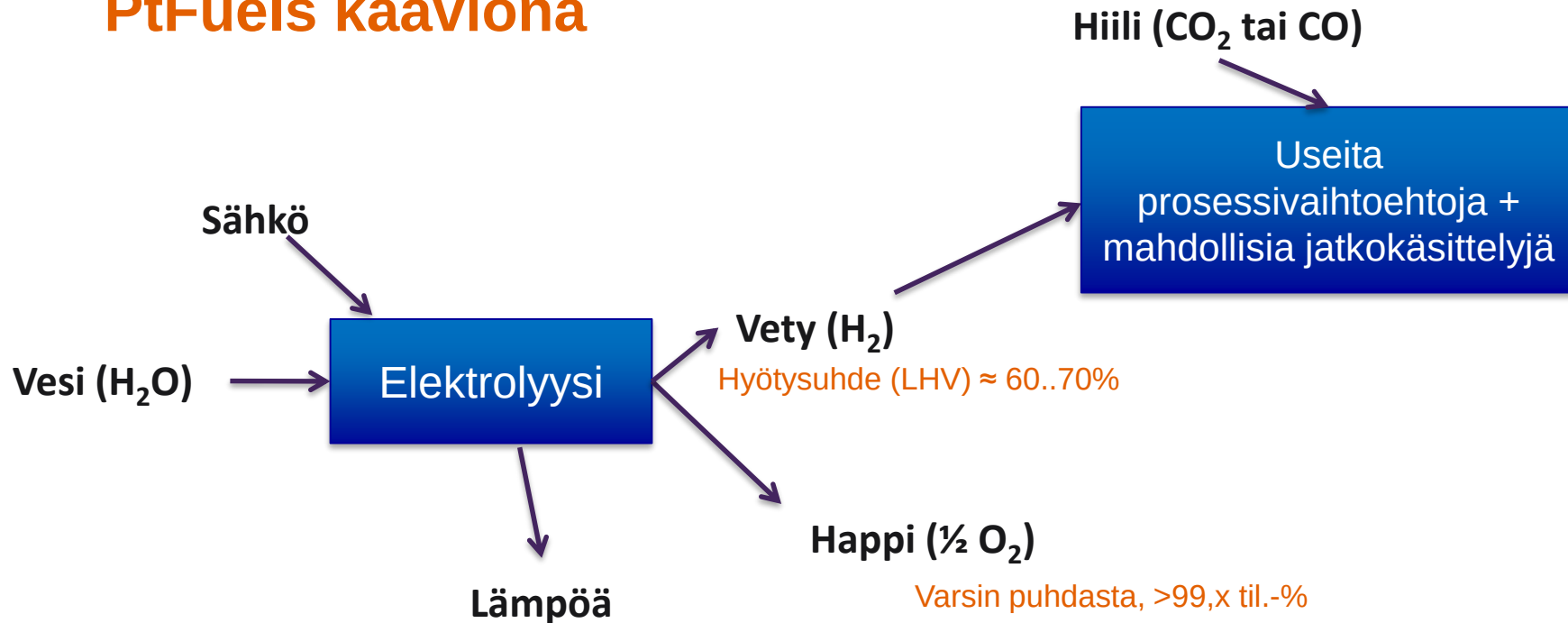
Lisää/tarkemmin PtX case-tarkasteluja

<http://www.neocarbonenergy.fi/>

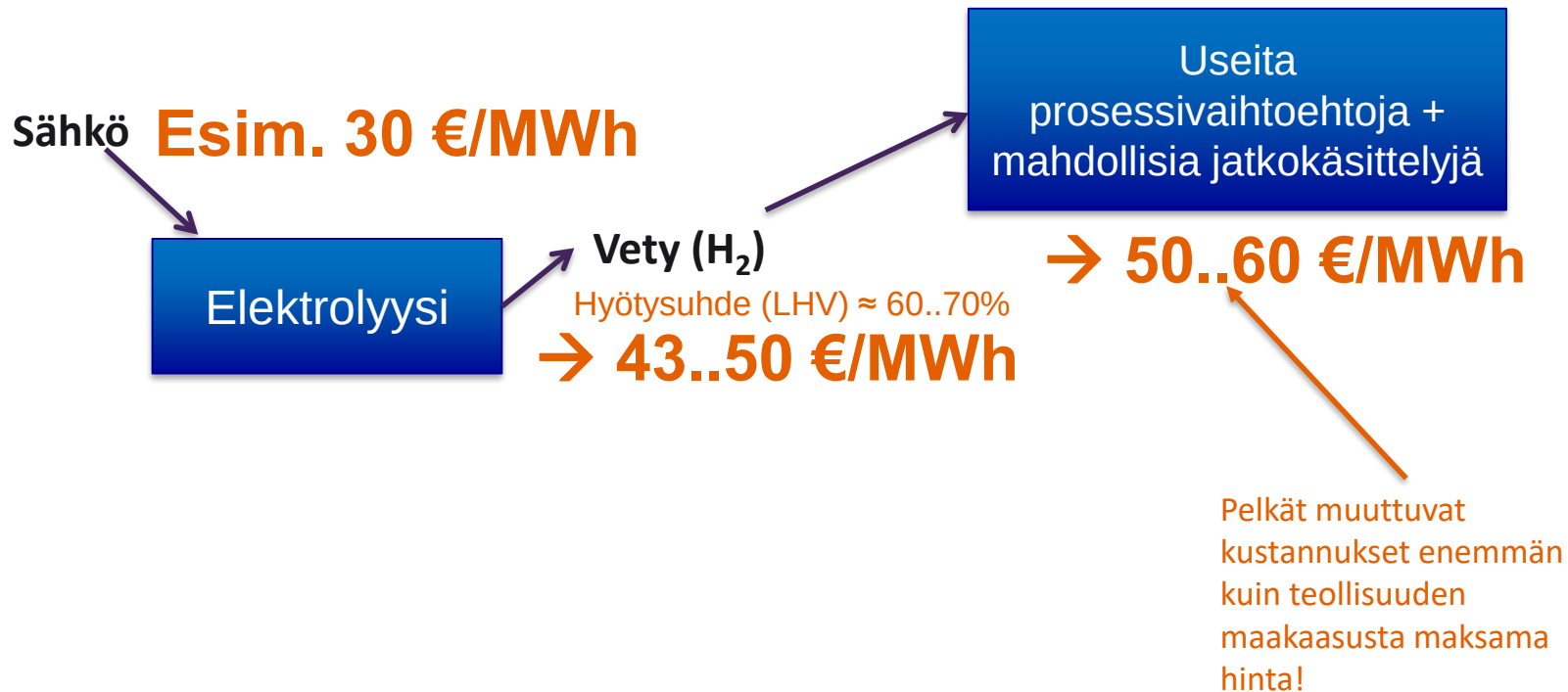
<https://projectsites.vtt.fi/sites/bioeconomyplus/>

[Eemelin väitöskirja](#)

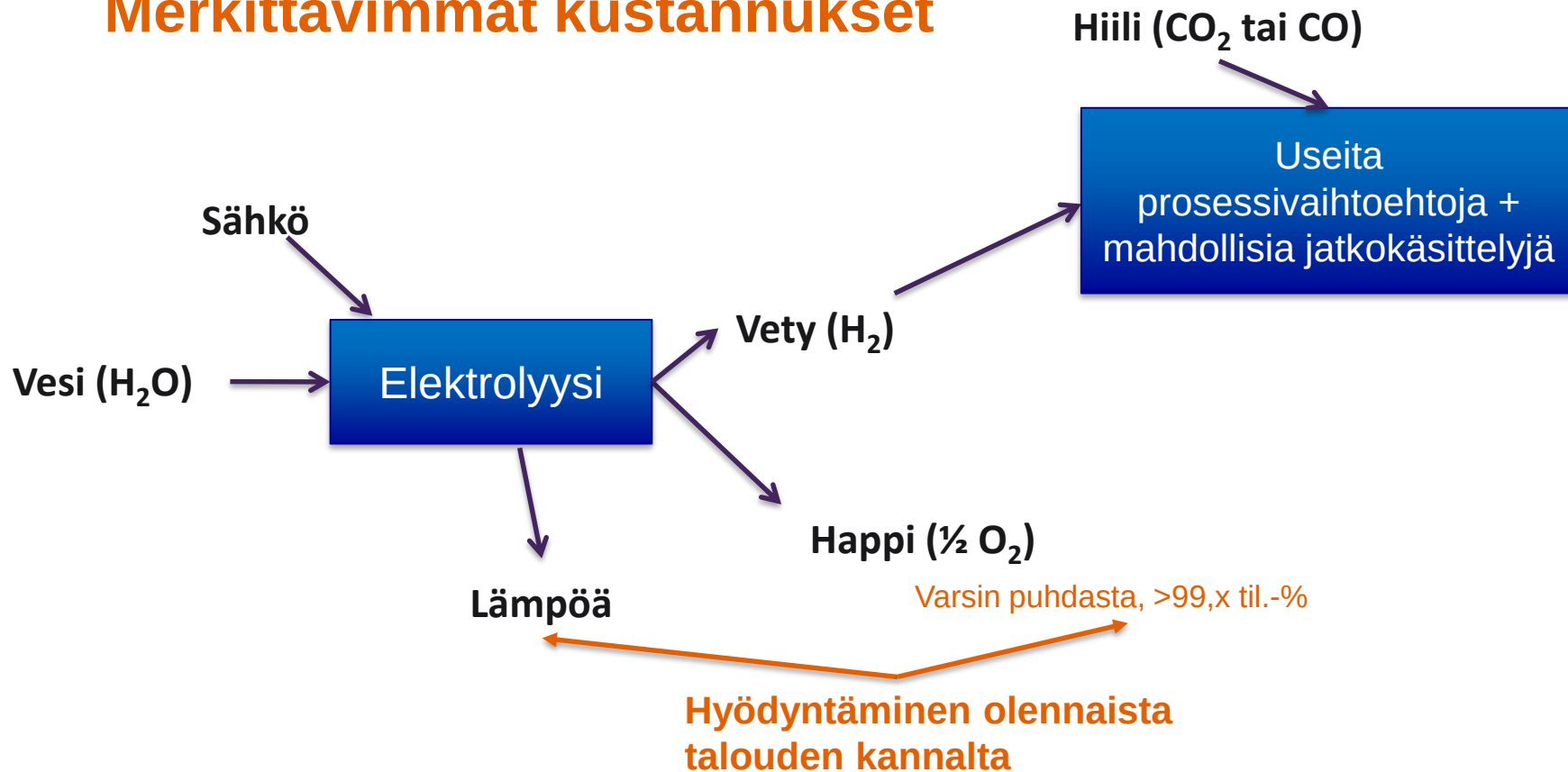
PtFuels kaaviona



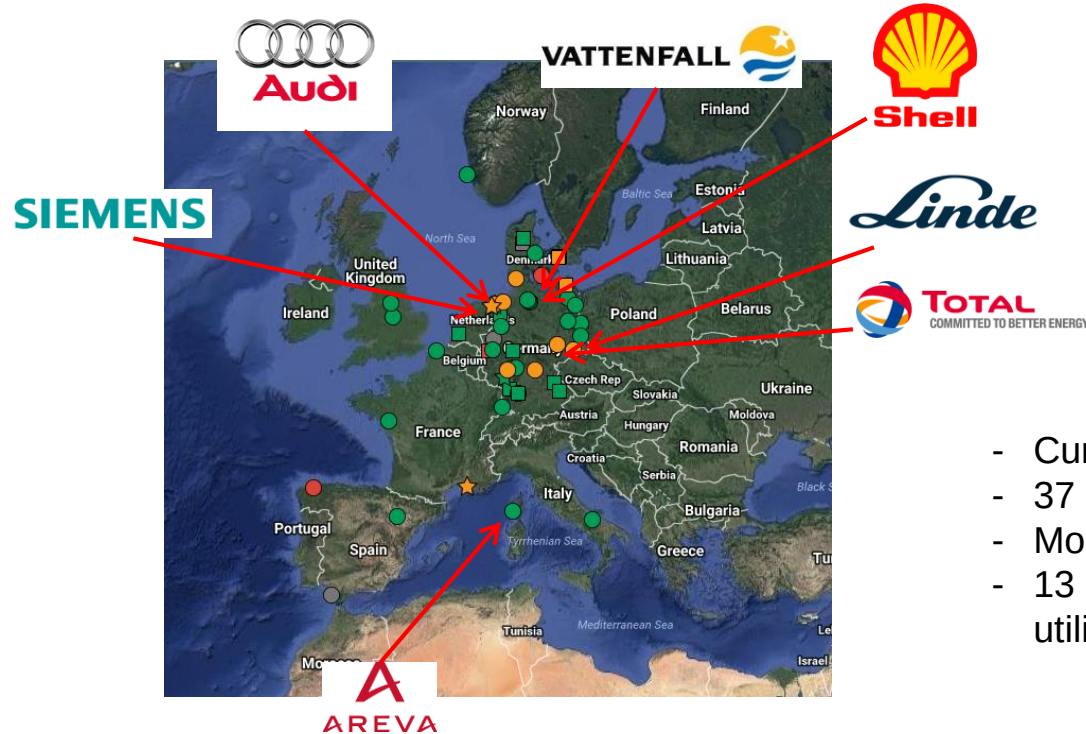
Merkittävimmät kustannukset



Merkittävimmät kustannukset



Power-to-X demonstration activities



- Currently 76 projects in Europe
- 37 in Germany
- Most projects H₂ only
- 13 projects with CO₂ capture and utilisation (CCU) to produce fuels

Yhteenveto

- CCU on tehokas ilmastonmuutoksen hillintäkeino, vaikka CO₂ olisi erotettu fossiilisesta lähteestä
- Sekä PtX:n ilmastovaikutusten että kannattavuuden osalta on tärkeää lisätä päästötöntä sähköntuotantoa **TODELLA PALJON**

Yhteystiedot

Eemeli Tsupari (D.Sc.)

Senior Scientist /VTT
Co-founder /CO₂Esto

+358 40 720 7363

eemeli.tsupari@vtt.fi

@EemeliTsupari

