

# Teollisuuden rooli osana hiilineutraalisuus- tavoitteita

TkT Ilkka Hannula  
Vuorimiesyhdistyksen syysseminaari  
11.11.2020



TEOLLINEN SEKTORI  
TUOTTAA GLOBAALISTI  
NOIN

$\frac{1}{4}$   
PÄÄSTÖISTÄ

$\frac{1}{4}$   
BKT:STA

$\frac{1}{4}$   
TYÖPAIKOISTA



15 Gt  
VUOTUISET KHK-  
PÄÄSTÖT

Suomen **kokonais**päästöt 0.05 Gt/v





**+2.2%**  
**VUOTUINEN  
KASVU**





**2.9 Gt/v**  
**Rauta**  
**& teräs**



**3.0 Gt/v**  
**Sementti**

**SEMENTTI- JA TERÄSTEOLLISUUS VASTAAVAT  
YHDESSÄ YLI 40% TEOLLISUUDEN PÄÄSTÖISTÄ**

## Laitoskohtaiset todennetut päästöt, tCO<sub>2</sub>

Toiminnanharjoittaja	Laitos	2018	Osuus päästöistä	Kumulatiivinen
SSAB Europe Oy	Raahen terästehtas	4025353	31 %	31 %
Neste Oyj	Porvoon jalostamo	2709561	21 %	51 %
Outokumpu Stainless Oy	Outokumpu Tornion tehta	705234	5 %	57 %
Borealis Polymers Oy	Borealis Polymers Oy:n tuotantolaitokset	548245	4 %	61 %
Finnsementti Oy	Paraisten sementtitehtas	542210	4 %	65 %
Finnsementti Oy	Lappeenrannan sementtitehtas	349199	3 %	68 %
Oy Aga Ab	Kilpilahden vetylaitos	264230	2 %	70 %
Sappi Finland Operations O	Kirkniemen paperitehtas	260607	2 %	72 %
Stora Enso Oulu Oy	Stora Enso Oulu Oy	260351	2 %	74 %
Stora Enso Veitsiluoto Oy	Stora Enso Veitsiluoto Oy	240315	1.8 %	76 %
Kotkamills Oy	Kotkan tehta	237768	1.8 %	77 %
Neste Oyj	Naantalin jalostamo	201435	1.5 %	79 %
Stora Enso Oyj	Imatran tehta	199593	1.5 %	80 %



# Laitoskohtaiset todennetut päästöt (tCO2)

## Pitkä häntä

Toiminnan harjoittaja	Laitos	2018	Osuus päästöistä
Mondi Powerflute Oy	Powerflute Oy	97187	0.7 %
Boliden Harjavalta Oy	Boliden Harjavalta Oy	95265	0.7 %
Stora Enso Oy	Anjalan tehtaot	94508	0.7 %
Nordkalk Oy Ab	Tytyrin kalkkitehdas	86584	0.7 %
Metsä Fibre Oy	Metsä Fibre, Rauman tehdas	83412	0.6 %
Metsä Board Oyj	Metsä Board Oyj Tako Board	77230	0.6 %
SSAB Europe Oy	Hämeenlinnan tehdas	77102	0.6 %
UPM-Kymmene Oyj	Kaipolan tehtaot	68332	0.5 %
Ovako Imatra Oy Ab	Imatran terästehdas	62907	0.5 %
Metsä Fibre Oy	Kemin tehdas	61557	0.5 %
Stora Enso Oyj	Varkauden tehtaot	60235	0.5 %
Nordkalk Oy Ab	Louhen kalkkitehdas	59986	0.5 %
Tervakoski Oy	Tervakosken tehtaot	56788	0.4 %
Stora Enso Oyj	Enocell Oy:n sellutehdas	55127	0.4 %
Nordkalk Oy Ab	Paraisten kalkkitehdas	52850	0.4 %
Paroc Oy Ab	Paraisten Kivivillatehdas	33739	0.3 %
Leca Finland Oy	Kuusankosken Leca-soratehdas	33197	0.3 %
Vapo Oy	Nurmon tehtaot	29687	0.2 %
Stora Enso Oyj	Storaenso Oyj, Sunilan tehdas	27479	0.2 %
Metsä Board Oyj	Metsä Board Joutseno	27246	0.2 %
Yara Suomi Oy	Yara Suomi Oy Siilinjärvi	22530	0.17 %
Evonik Silica Finland Oy	Taavetin tehdas	20992	0.16 %
Manga Terminal Oy	Tornion LNG-terminaali	19218	0.15 %
UPM-Kymmene Oyj	Rauman tehtaot	19195	0.15 %

Toiminnan harjoittaja	Laitos	2018	Osuus päästöistä
Porin Prosessivoima Oy	Porin tehdas	18244	0.14 %
Saint-Gobain Finland Oy	Gyproc kipsilevytehdas	15928	0.12 %
Metsä Tissue Oyj	Mäntän tehtaot	15483	0.12 %
Saint-Gobain Finland Oy	Hyvinkään lasivillatehdas	11832	0.09 %
Skangas Oy	Porin LNG-terminaali	11405	0.09 %
UPM-Kymmene Oyj	Pietarsaaren tehtaot	8100	0.06 %
Mondo Minerals B.V.	Sotkamon tehdas	7594	0.06 %
Pankakoski Mill Oy	Pankakosken kartonkitehdas	7550	0.06 %
Boliden Kokkola Oy	sinkkitehdas	7282	0.06 %
Hankkija Oy	Säkylän tehdas	6833	0.05 %
	Metsä Board Kemi Oy, Kemin kartonkitehdas	6567	0.05 %
Metsä Board Oyj	Metsä Board Kaskinen	5151	0.04 %
Wienerberger Oy Ab	Korian tiilitehdas	4534	0.03 %
Oy Essity Finland Ab	Nokian tehdas	4466	0.03 %
Keramia Oy	Mjösundin tiilitehdas	4211	0.03 %
Venator P&A Finland Oy	Titaanidioksiditehdas	3751	0.03 %
Mondo Minerals B.V.	Vuonoksen tehdas	2907	0.02 %
Saint-Gobain Finland Oy	Forssan lasivillatehdas	2760	0.02 %
Koskipower Oy	Järvelän levyteollisuus	1763	0.013 %
Kotkan Energia Oy	Karhulan kartonkitehdas	1599	0.012 %
Adven Oy	Äetsän tuotantolaitokset	568	0.004 %

# Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (Green Deal)

- Kokoelma politiikkatoimia joiden avulla Euroopan komissio aikoo tehdä Euroopasta ilmastoneutraalin vuonna 2050
- Komission ensimmäiset ilmastoaloitteet
  - Ehdotus *eurooppalaiseksi ilmastolaiksi*, ts. oikeudellisesti sitova tavoite *kasvihuonekaasujen nettopäästöjen saattamisesta nollatasolle* vuoteen 2050 mennessä.
  - Ehdotus kiristää EU:n päästövähennystavoitetta vähintään 55 %:iin vuoteen 2030 mennessä (1990 tasosta).



# Teollisuuspäästöjen rooli on keskeisessä asemassa hiilineutraaliustavoitteen saavuttamisessa

- **Sanna Marinin hallitusohjelma (VN 2019):** ”Hallitus toimii tavalla, jonka seurauksena Suomi on hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen. Tämä tehdään nopeuttamalla päästövähennystoimia ja vahvistamalla hiilinieluja.”
- **Hiilineutraali Suomi 2035 – Skenaariot ja vaikutusarviot (VTT, 2020):** ”Teollisuudessa keskeisiä vähäpäästöskenaarioiden vaikutuksia ovat sähköistyminen prosessilämmön tuotannossa ja fossiilisten polttoaineiden ja turpeen korvaaminen biopolttoaineillatoimia ja vahvistamalla hiilinieluja.”

# Toimialojen vähähiilitiekartat

- Rinteen ja Marinin hallitusten ohjelmissa linjaus toimialakohtaisten vähähiilisyystiekarttojen laatimisesta
- Tiekartan valmisteli yhteensä 13 toimialaa, TEM:n koordinoitessa kokonaisuutta.
- Tiekarttatyön tuloksia hyödynnetään hallituksen ilmasto- ja energiapolitiikan valmistelussa, TKI-panosten suuntaamisessa ja kestävän elvytyksen valmistelussa.
- Useat toimialat suunnittelevat tai valmistelevat tiekarttatyölle jatkoaskeleita, joihin kuuluvat erilaiset syventävät tarkastelut ja keinot tulosten jalkauttamiseksi.



# Tiekarttojen tuloksia

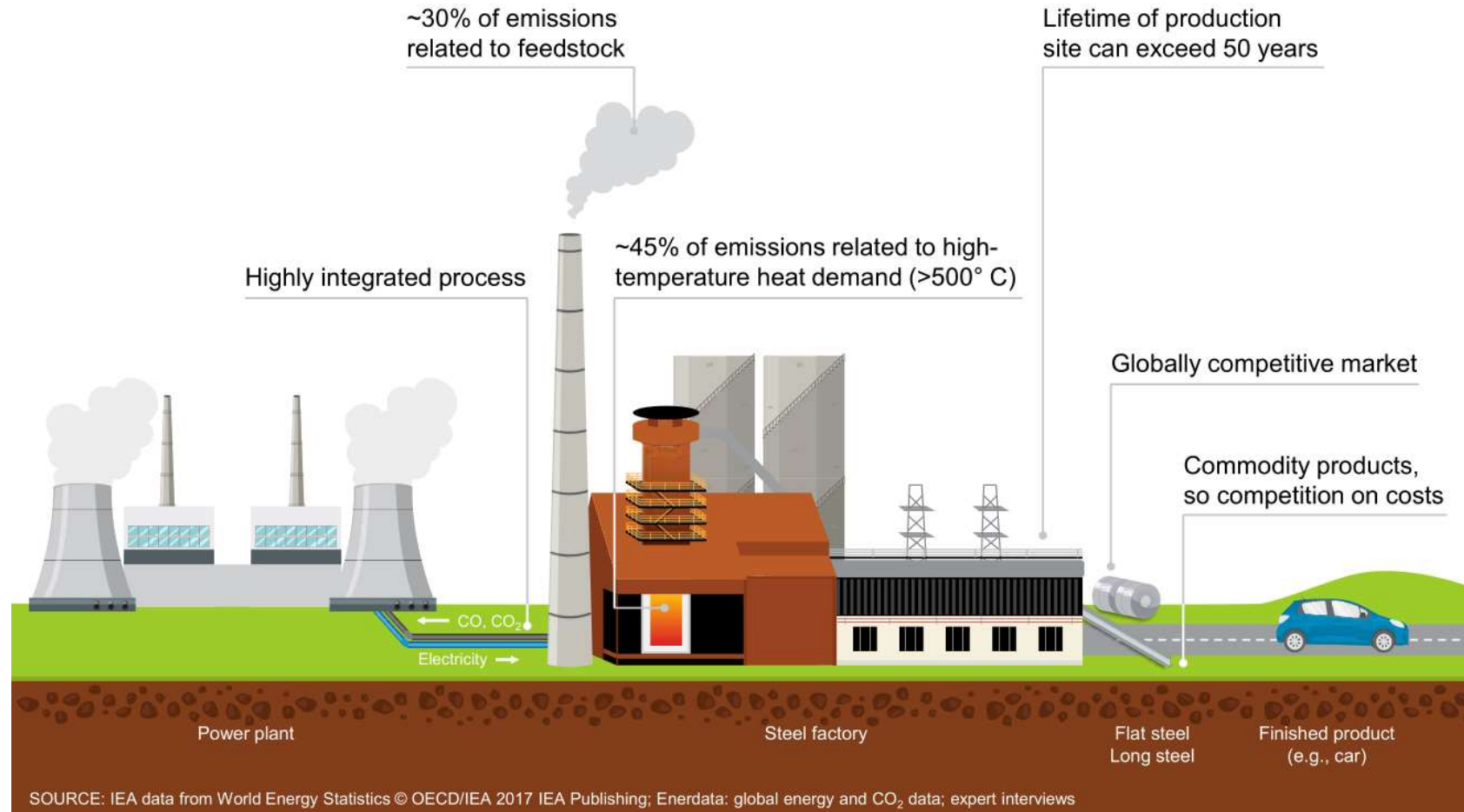
- Teollisuuden ja muun yhteiskunnan *sähköistäminen* mahdollistaa khk-päästöjen merkittävän vähentämisen usealla toimialalla.
  - > 100 % kasvu teollisuuden sähkönkulutuksessa ja
  - > yli 50 %:n kasvua Suomen sähkönkulutuksessa vuoteen 2050 mennessä.
- Tiekarttojen toteutuminen edellyttää merkittäviä investointeja.
  - Teollisuudessa investointisyklit ovat pitkiä,
  - osa investoinneista tapahtuu osana normaalia kehitystä
  - vähemmän kannattavat investoinnit edellyttävät yhteiskunnan tukea.
- Kasvava tarve TKI-panostuksille kattaen
  - perustutkimuksen,
  - pilotoinnin,
  - kaupallistamisen ja
  - uusien liiketoimintamallien kehittämisen.

# Teollisuuden päästöjä on vaikea vähentää. Miksi?



# Why are the steel, cement, ammonia, and ethylene sectors hard to abate?

Steel process example



Source: McKinsey (2018). Decarbonization of industrial sectors: the next frontier

# Ratkaisuja

## Päästöjen vähentäminen **raaka-aineista**

- Tarjontapuolen ratkaisut
  - Hiilidioksidin talteenotto
  - Raaka-aineen korvaaminen
- Kysyntäpuolen ratkaisut
  - Materiaalitehokkuus
  - Kierrätys ja uudelleen käyttö
  - Kysynnän vähentäminen

## Päästöjen vähentäminen **lämmöntuotannosta**

- Energiatehokkuus
- Polttoaineen vaihto
  - Biopolttoaineet
  - Kestävä vety
- Lämmön sähköistäminen (>500°C)
  - Täysi sähköistäminen
  - Hybridit (polttoaine + sähkö)



# Ratkaisuja

## Päästöjen vähentäminen **raaka-aineista**

- Tarjontapuolen ratkaisut
  - **Hiilidioksidin talteenotto**
  - Raaka-aineen korvaaminen
- Kysyntäpuolen ratkaisut
  - Materiaalitehokkuus
  - Kierrätys ja uudelleen käyttö
  - K...

**Fokusalueet 2020**

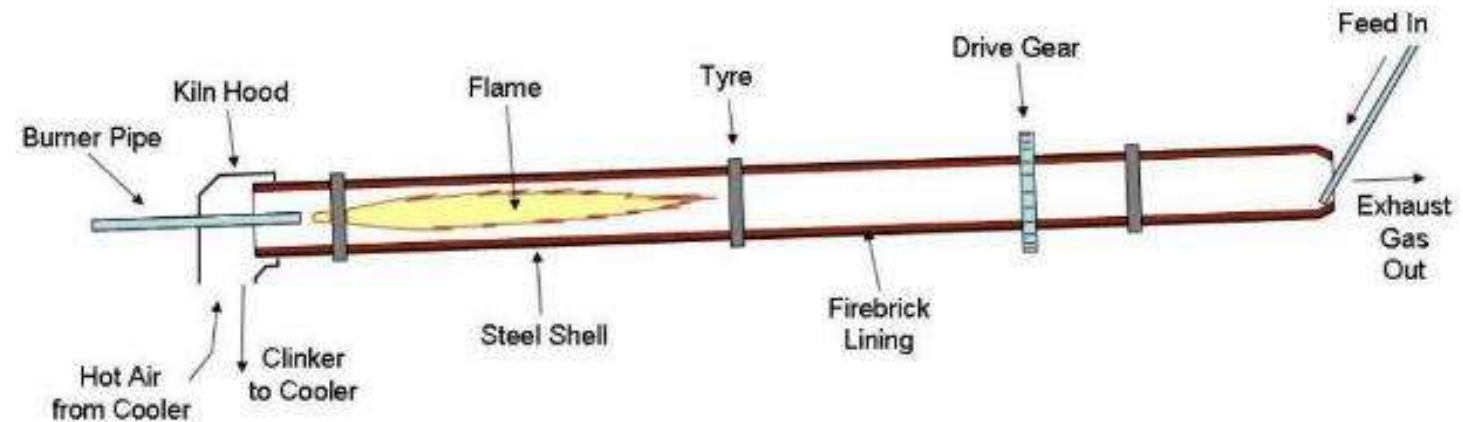
## Päästöjen vähentäminen **lämmöntuotannosta**

- Energiatehokkuus
- **Polttoaineen vaihto**
  - Biopolttoaineet
  - **Kestävä vety**
- Lämmön sähköistäminen (>500°C)
  - **Täysi sähköistäminen**
  - **Hybridit (polttoaine + sähkö)**

# Rumpu-uunit ovat merkittävä CO<sub>2</sub>:sen pistelähde

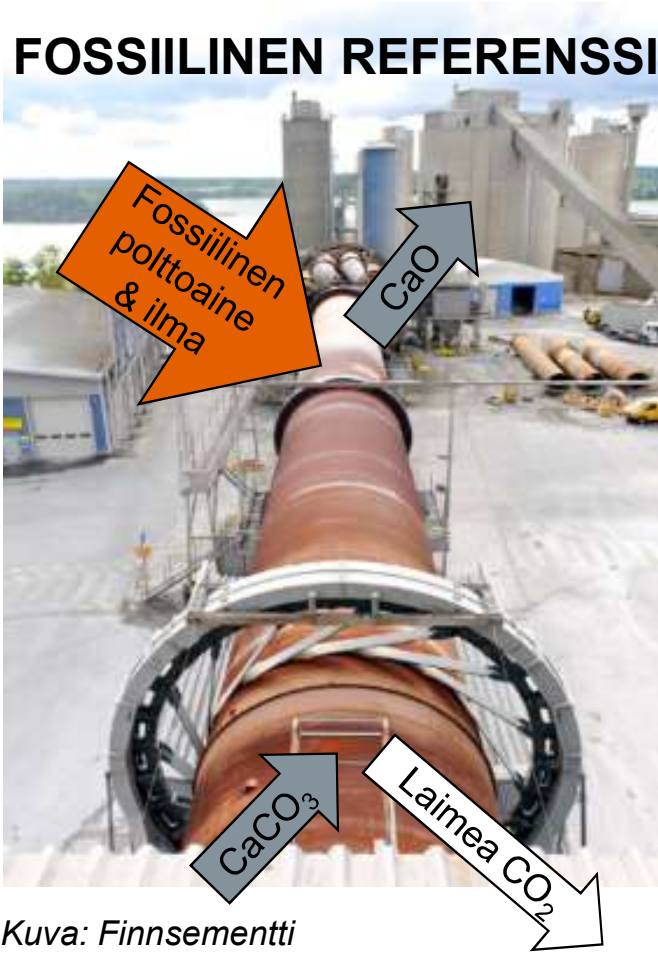
Rumpu-uuneissa tuotettavia materiaaleja

- Sementti ~ 3 GtCO<sub>2</sub>/v
- Kalkki ~ 0.5 GtCO<sub>2</sub>/v
- Rautamalmipelletit ~ 0.03 GtCO<sub>2</sub>/yr
- Asfaltti
- Metakaoliini
- Titaanidioksidi
- Alumiinioksidi
- Vermikuliitti
- Spodumeeni



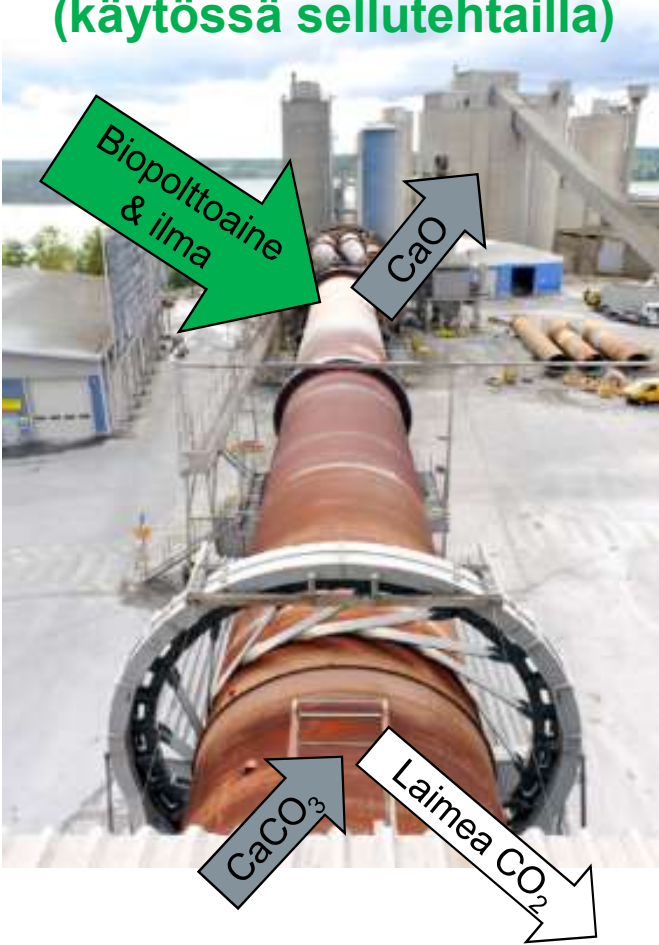
Kuva: Sementin valmistuksessa käytettävän vastavirta periaatteella toimivan rumpu-uunin pääosat (Wikimedia).

### FOSSIILINEN REFERENSSI

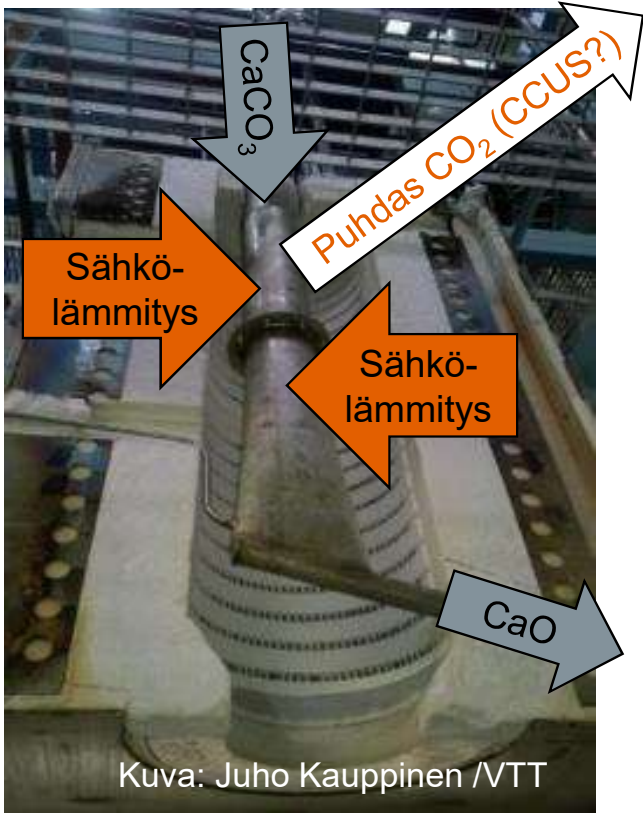


Kuva: Finnsementti

### UUSIUTUVA REFERENSSI (käytössä sellutehtailta)



### KEHITTEILLÄ



Kuva: Juho Kauppinen /VTT



Reference

# Polttoaineita teollisuuden päästöistä



Sähköisesti lämmitetty rumpu-uuni CaO:n ja CO<sub>2</sub>:n tuotantoon



PEM elektrolyseri (21 kW<sub>e</sub>)

CO<sub>2</sub>H<sub>2</sub>

Mobile synthesis unit (MOBSU)

Synteettisiä hiilivetyjä

# Power-to-X eli sähköpolttoaineet

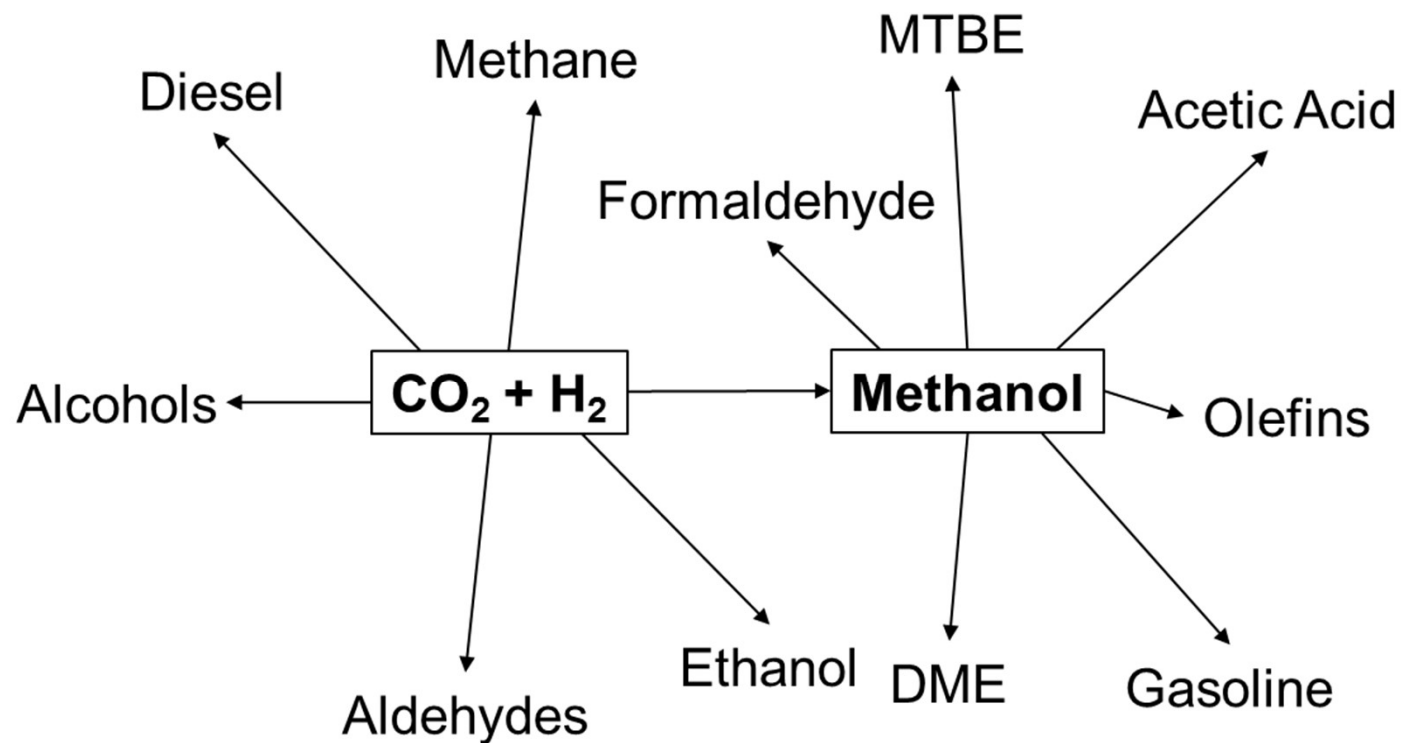


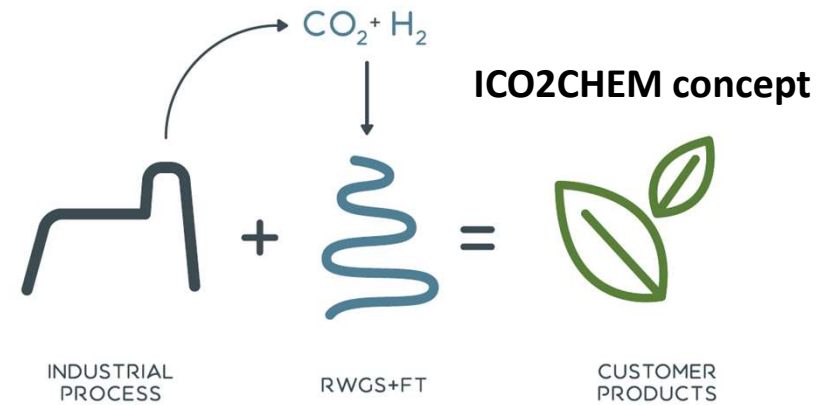
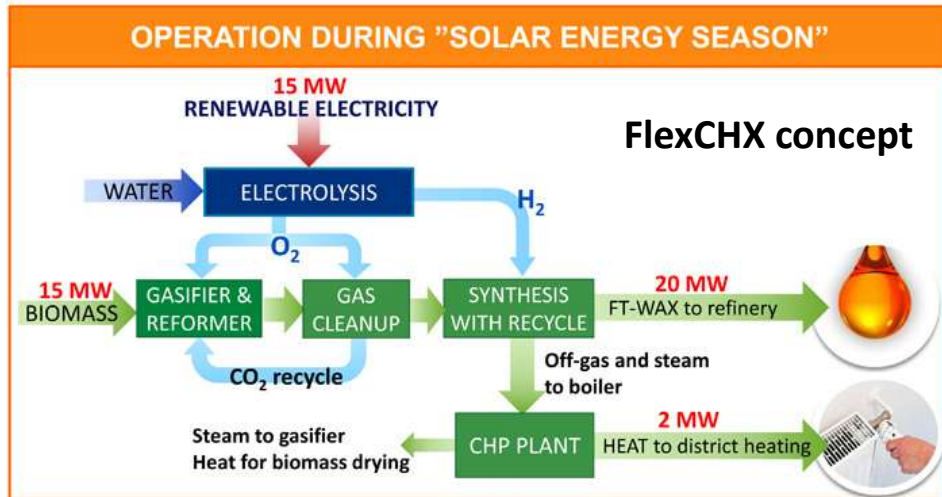
Figure modified from Spath & Dayton 2003, NREL/TP-510-34929

VTT – beyond the obvious

# VTT on mukana useissa aihepiirin tutkimushankkeissa



*Performance chemicals and transportation fuels from bio-CO<sub>2</sub> and hydrogen*





## Yhteenveto

- Tavoite hiilineutraalista Suomesta 2035 on niin kunnianhimoinen, että päästövähennyksiä tarvitaan jokaisella toimialalla.
- Yksittäisten investointien vaikutus päästökehitykseen on suuri, päästövähennykset eivät tapahdu lineaarisesti vaan portaittain.
- Hiilineutraaliustavoite edellyttää kohtuuhintaisen, puhtaan ja toimitusvarman sähkön saatavuutta.
- Puhtaat ratkaisut tarjoavat myös mahdollisuuksia teknologiaviennille ja uudelle liiketoiminnalle.

# bey<sup>0</sup>nd

the obvious