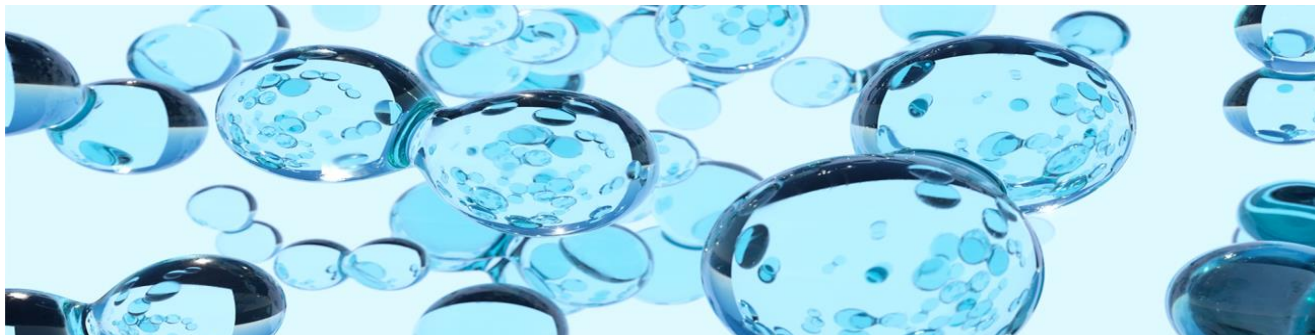




**VETY VALTAA JA VIHERTÄÄ EUROOPAN**

## ≡ Vety valtaa ja vihertää Euroopan

- Vihreän vedyn valmistus on yksinkertainen sähkökemiallinen reaktio.
- Sähköllä vesi hajotetaan vedyksi ja hapeksi = **elektrolyysi**, lisäksi syntyy paljon happea ja ylijäämälämpöä.
- Yhden vetykilon tuottamiseksi tarvitaan 10 litraa vettä ja noin 55 kilowattituntia sähköä.
- Vedystä voi jalostaa puhtaita sähköpolttoaineita korvaamaan fossiilisia polttoaineita.
- Polttoaineena vety on ihanteellinen: palaessa syntyy vain vesihöyryä, ei hiilidioksidia.
- Yksikertaisin **sähköpolttoaine** on metaani → valmistuksessa vety yhdistetään hiilidioksiidiin, joka on otettu ilmasta tai savupiipun päästä.
- Maakaasusta valmistettu vetykilo maksaa arviolta 1,5 euroa. Vihreä vety on vähintään monta kertaluokkaa kalliimpi.



## Vety



Vety (H) on hajuton, mauton, näkymätön kaasu

Palaessaan hapen kanssa vety muodostaa vettä. Samalla vapautuu paljon lämpöä.

Kilossa vetyä on lähes kolme kertaa enemmän energiaa kuin kilossa bensiiniä. 1 kg vetyä 119 MJ – 1kg bensiiniä 43 MJ

Vety on maailman kevein aine. Kuutio vetyä huoneenlämmössä painaa 90 grammaa, kuutio bensiiniä 750 kiloa.

Kilo kaasumaista vetyä vaatii paljon tilaa, lähes 11 kuutiota.

Kaasua voidaan pakata tiiviimmäksi paineistamalla tai nesteyttämällä. Kuutio vetykaasua painaa 90 g - kuutio nestevetyä painaa 70,8 kg.

Vety muuttuu kaasusta nesteeksi  $-253$  asteessa.

Vety syttyy herkästi. Sen tarvitsema aktivointienergia, kipinä, on kymmenesosa bensiinistä.

## ≡ Vety valtaa ja vihertää Euroopan

- **Harmaa vety:** tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla kuten maakaasulla
- **Turkoosi vety:** pyrolyysin avulla tuotettu vety, jonka sivutuotteena syntyy hiilimustaa
- **Sininen vety:** tuotetaan myös fossiilisilla polttoaineilla, mutta sen tuotannon seurauksena syntyneet hiilidioksidipäästöt otetaan talteen, varastoidaan ja hyödynnetään
- **Pinkki vety:** tuotetaan ilman CO<sub>2</sub>-päästöjä, uusiutuvilla tai ydinvoimalla
- **Musta vety:** Kivihiilestä ja öljystä valmistettua vetyä kutsutaan mustaksi.
  
- **Vihreä vety:** tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä kuten tuuli-, aurinkoenergia ja vesivoima



## Vety



Vety (H) on hajuton, mauton, näkymätön kaasu

Palaessaan hapen kanssa vety muodostaa vettä. Samalla vapautuu paljon lämpöä.

Kilossa vetyä on lähes kolme kertaa enemmän energiaa kuin kilossa bensiiniä. 1 kg vetyä 119 MJ – 1kg bensiiniä 43 MJ

Vety on maailman kevein aine. Kuutio vetyä huoneenlämmössä painaa 90 grammaa, kuutio bensiiniä 750 kiloa.

Kilo kaasumaista vetyä vaatii paljon tilaa, lähes 11 kuutiota.

Kaasua voidaan pakata tiiviimmäksi paineistamalla tai nesteyttämällä. Kuutio vetykaasua painaa 90 g - kuutio nestevetyä painaa 70,8 kg.

Vety muuttuu kaasusta nesteeksi –253 asteessa.

Vety syttyy herkästi. Sen tarvitsema aktiivointienergia, kipinä, on kymmenesosa bensiinistä.

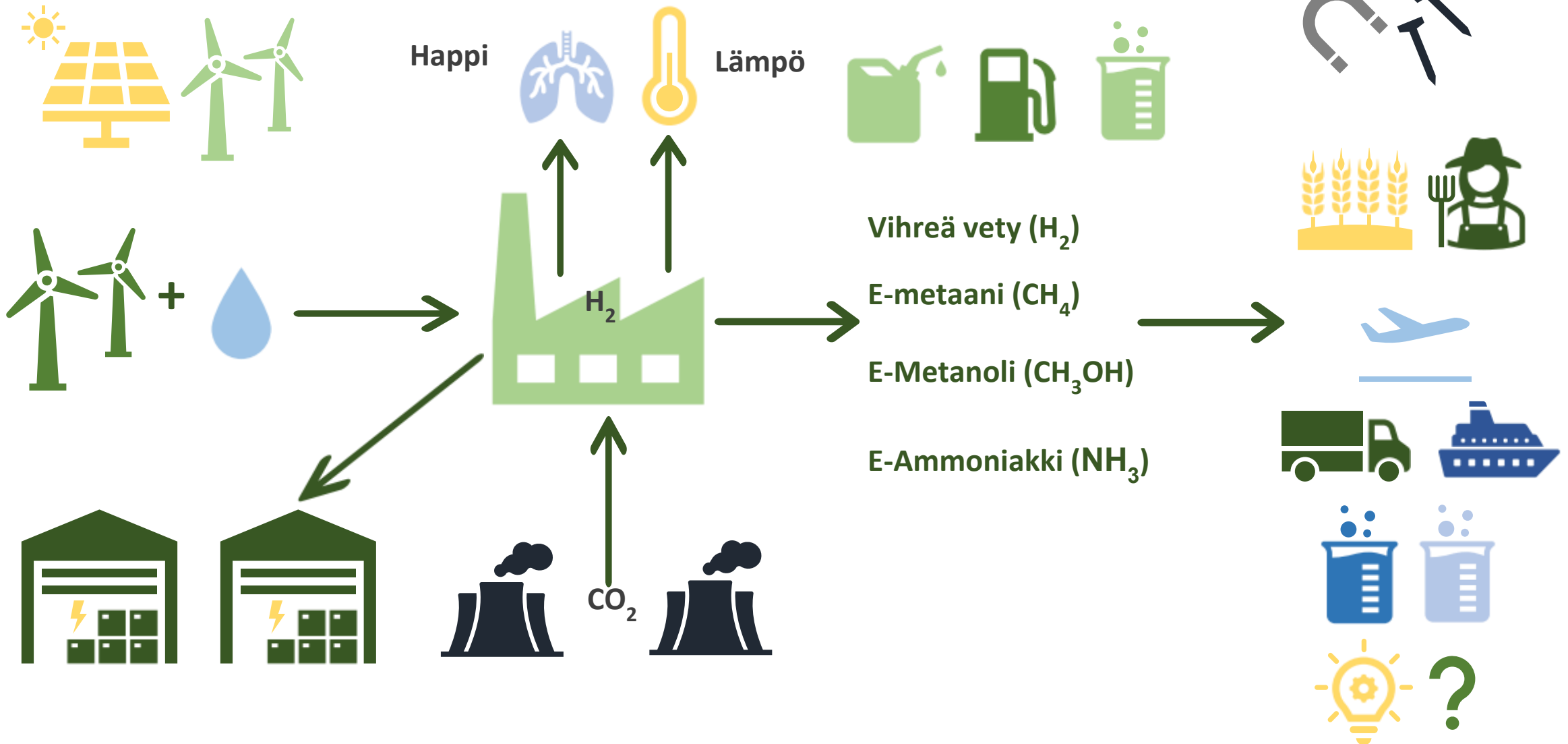
# Vihreä vety mahdollistaa energiamurroksen

## UUSIUTUVAN ENERGIAN VARASTOINTI

## SEKTORI-INTEGRAATIO

## UUSIUTUVAT SÄHKÖPOLTTOAINEET

## LUKUISAT LOPPUKÄYTTÄJÄT

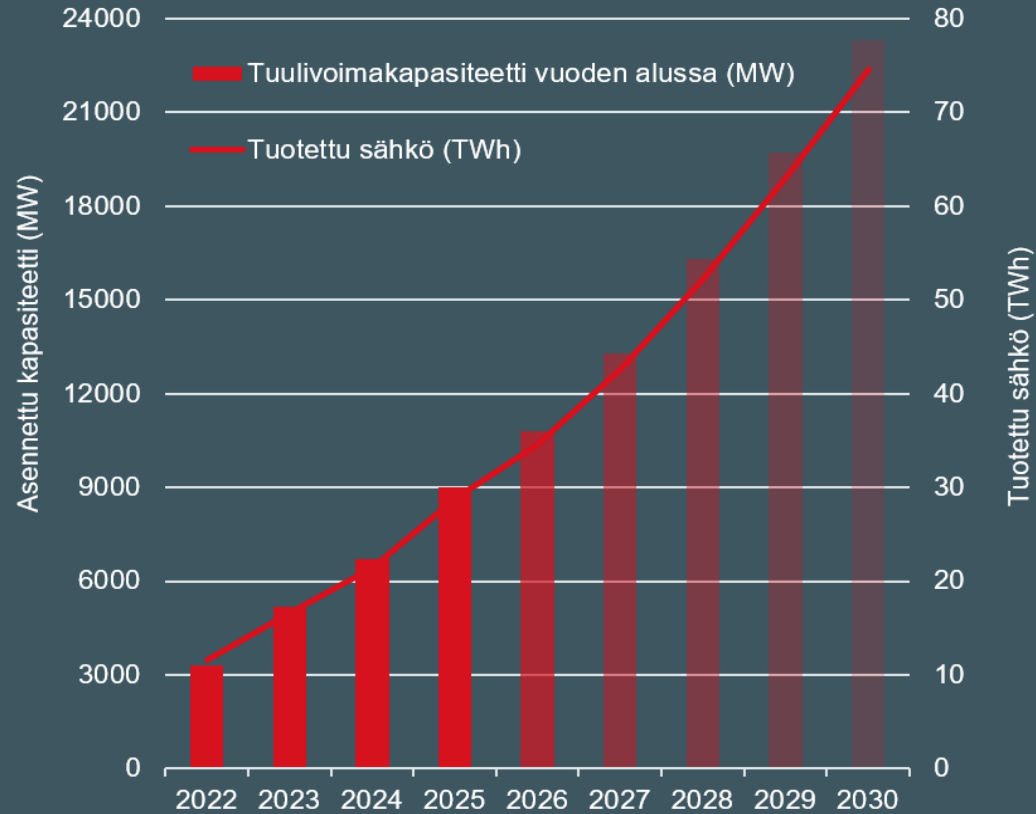


Tuulen, auringon ja vedyn avioliitto on välttämätön

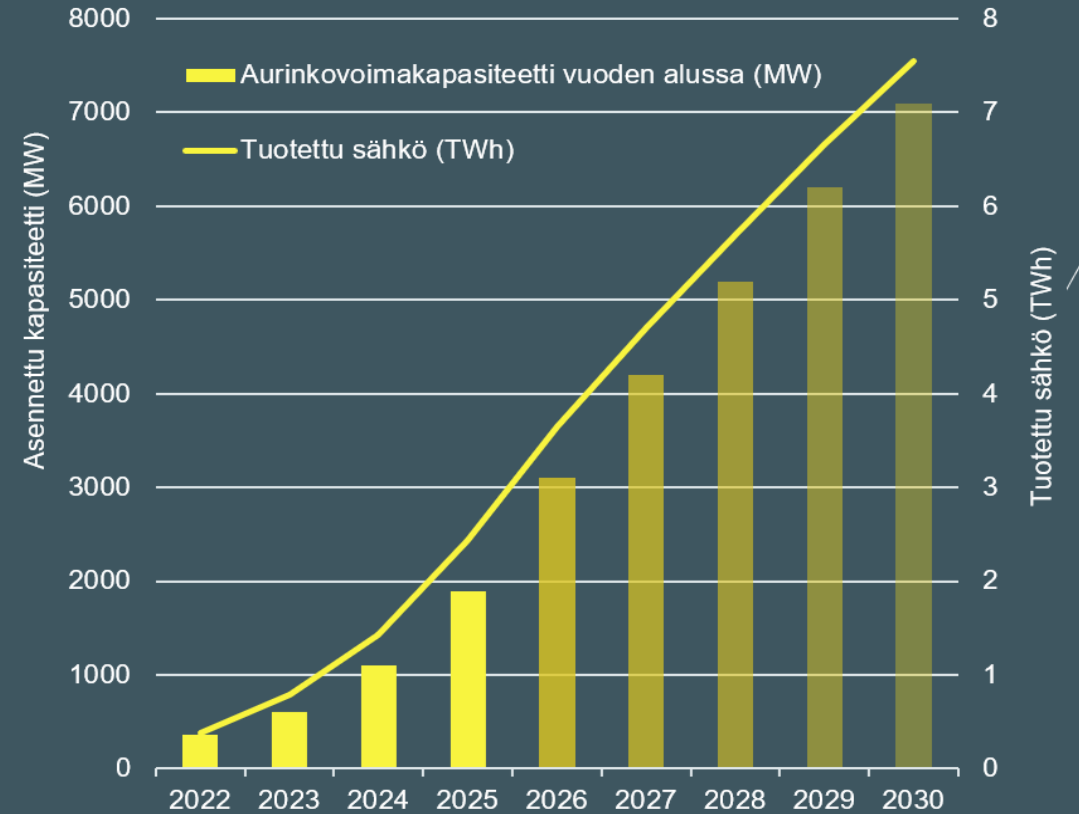


# Uusiutuvan energian kasvuvauhti kiihtyy

## Tuulivoimakapasiteetin kasvuennuste



## Aurinkovoimakapasiteetin kasvuennuste



Fingrid Best estimate skenaario H1/2023

FINGRID



# Case P2X Solutions, Harjavalta

- Suomen ensimmäinen teollisen mittakaavan vetylaitos.
- Raaka-aine, vesi, otetaan Kokemäenjoesta ja puhdistetaan.
- Sähkö ostetaan tuulivoimapuistosta. Sähköä kuluu vuodessa 150 GWh, mikä vastaa 7 500 sähkölämmitteisen omakotitalon kulutusta.
- Vetylaitoksen ytimessä ovat elektrolyysarit.
  - Ne ovat ohuita metallilevyjä sisältäviä laitteita, joissa vesi hajotetaan vedyksi ja hapeksi sähkön avulla. Elektrolyysereitä kytetään sarjaan 20 megawatin tehon saavuttamiseksi.
- Vetylaitoksen kaupallinen tuotanto käynnistyi helmikuussa 2025.



# Vedyn tulevaisuus

- Tulevaisuus:
  - Vetyä tuotetaan vuodessa jopa 150 terawattituntia, kymmenen suuren ydinvoimalan verran.
  - Vedystä ja teollisuuden hiilidioksidipäästöistä tuotetaan päästöttömiä liikenteen polttoaineita.
  - Suomesta viedään Eurooppaan miljardien eurojen arvosta hiilivapaita polttoaineita.
  - Vedyn jakelua varten on rakennettu uutta kaasuputkistoa ja tankkausasemia.
  - Suomesta on vedetty Eurooppaan merenalainen kaasuputki vedyn vientiä varten.
  - SSAB kehittää hiilivapaata terästä, vety korvaa hiilen rautamalmin pelkistyksessä.
  - Wärtsilä kehittää laivoihin vetymootoreita.
  - Maailman suurimpiin varustamoihin kuuluva Maersk on tilannut käyttöönsä metanolilla liikkuvia laivoja.
  - Autojen vetymootorit ovat käytössä mm. Hyundai, Toyota, BMW
  - Lentokoneet käyttävät vetyä,
    - Universal Hydrogen 40-paikkainen Dash 8-300 -matkustajakone lensi 2.3.2023 Washingtonin lähellä Yhdysvalloissa 15 minuuttia kestävä testilennon.
    - ZeroAvian 19-paikkaisella Dornier 228-lentokoneella tehtiin historiallinen lento tammikuussa 2023 Isossa-Britanniassa.
    - Eurooppalaisen Airbusin tavoitteena on tuoda markkinoille vetylentokoneet vuoteen 2035 mennessä.

## Vety

**Eurooppa käyttää vetyä jo nyt 10 Mt/v ja Suomi 150 000 t/v, mutta tämä on fossiilista vetyä → hiilidioksidipäästöjä.**

**50 % uusiutuvista laivoista tulee käyttämään metanolia.**

**Auto- ja lentokonevalmistus kehitty huimaa vauhtia vedyn suuntaan.**

**Rekat käyttävät vetyä joko polttomootoreissa tai polttokennoissa.**

**Öljy-, ammoniakki-, kemian- ja terästeollisuus ovat potentiaalisia vedyn käyttäjiä.**



# Vedyn tulevaisuus

- Tulevaisuus:
  - Suomen kilpailukyky:
    - halpa sähkö (maatuulivoima), Euroopan kolmanneksi halvin keskihinta
    - biogeeninen CO2 (bioCO2)
    - puhdas vesi (demineralisoituvesi)
    - vakaa sähköverkko
    - ennustettava ja vakaa yhteiskunta
    - osaaminen, hyvä koulutustaso
    - projektien johtaminen
- Haasteet:
  - luvitusasiat, → lupaprosessien ennakoitavuus
  - lopputuotteiden kysyntä → hinta
  - korkeat korot
  - inflaation kiihdytys → materiaalikustannukset
  - vaihteleva regulaatio (direktiivejä täsmennetään jälkikäteän asetuksilla, joiden sisältöä ei etukäteen tiedetä), esim. sementin valmistuksessa syntyvää hiilidioksidia ei voi käyttää vihreisiin tuotteisiin vuoden 2040 jälkeen)
  - lupamenettelyjen sujuvoittaminen ja nopeuttaminen
  - ennakoitavuus, johdonmukainen politiikka
  - sijoittajien riskinotto-kyky



## Vety

**Eurooppa käyttää vetyä jo nyt 10 Mt/v ja Suomi 150 000 t/v, mutta tämä on fossiilista vetyä → hiilidioksidipäästöjä.**

**50 % uusiutuvista laivoista tulee käyttämään metanolia.**

**Auto- ja lentokonevalmistus kehitty huimaa vauhtia vedyn suuntaan.**

**Rekat käyttävät vetyä joko polttomoottoreissa tai polttokennoissa.**

**Öljy-, ammoniakki-, kemian- ja terästeollisuus ovat potentiaalisia vedyn käyttäjiä.**

# Vedyn tulevaisuus

- Toyota ja vety:
  - Vetykäyttöinen polttokennoauto Mirai
    - Vety yhdistyy happeen, jolloin lopputuloksena syntyy sähköä, lämpöä ja puhdasta vettä → on itseasiassa sähköauto (erotuksena vain tapa säilyttää tai luoda sähköä autossa itsessään).
    - Vedyn tankkaus muutamassa minuutissa.
    - Kolme vetysäiliötä auton alla, yhteensä 5,6 kg vetyä, kulutus 0,79 – 0,89 kg/100 km, ajokantama 630 – 710 km.
    - Pariisin olympialaisissa oli 1500 polttokennopohjaista Mirai-taksia.
    - Suomessa yrityskäyttöön Jyväskylässä O.K. Auto Oy:n välityksellä.
    - Toyota Motor European, TOYOTA GAZOO Racingin ja Jyväskylän kaupungin muodostama Cefmof-säätiö (Central Finland Mobility Foundation) etsivät vedyn käyttökohteita.
      - keskeisessä roolissa Seppälänkankaan vetytankkausasemassa
    - Toyotan osittain omistama Caetano Bus toimittanut Jyväskylään vetykäyttöisiä paikallisliikenteen linja-autoja, ne hyödyntävät Toyotan polttokennoteknologiaa.





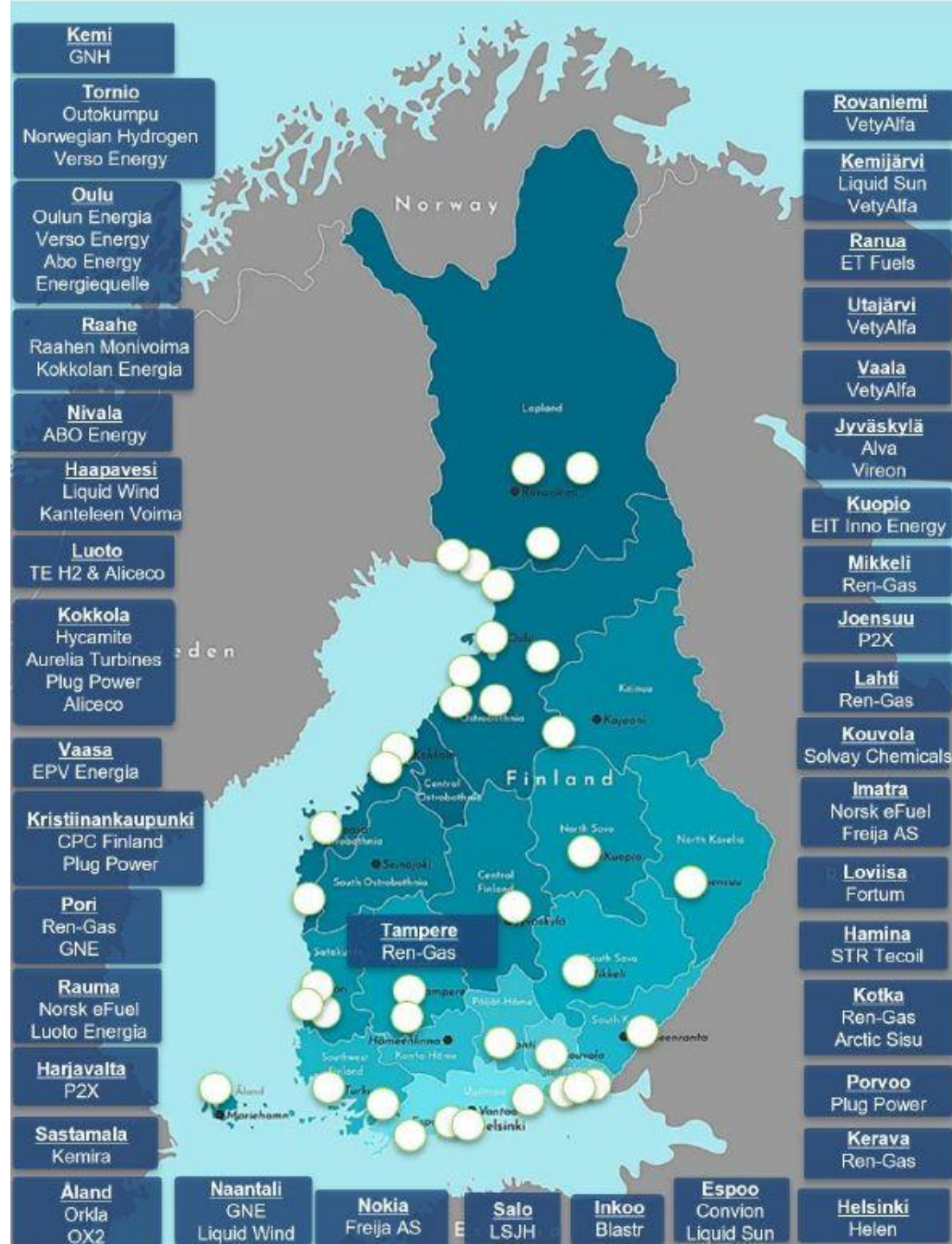


# Vedyn tulevaisuus

- valtionyhtiö Gasgrid haluaa vetää vetyputkistoa Suomesta Baltian kautta Keski-Eurooppaan
- Suomeen 1500 km vedyn siirtoverkkoa → YVA-vaihe aloitettu
  - 70 kunnan yli 14000 maanomistajan maiden kautta
  - putki niukkahilinen hiiliteräs, halkaisija vaihtelee 80 sentin ja 1,2 metrin välillä
  - yhden putken pituus 12–18 m, noin 100 000 hitsausliitosta, noin 300 km hitsaussaamaa
  - noin 1,2 metrin syvyyteen
  - venttiiliasemat 20 – 50 km välein, kompressoriasemat 200 – 500 km välein
  - vetyputki korvaa 14 kpl 400 kV sähköjohtoa



# Suunnitteilla olevat vetyhankkeet





Lähteet:

EK  
P2X Solutions Oy  
Suomen Kuvalehti  
Gasgrid



**Kiitos mielenkiinnosta!**



**Jorma Paananen**

[jorma.paananen@fimpec.com](mailto:jorma.paananen@fimpec.com)



[www.fimpec.com](http://www.fimpec.com)