

Vetyselvitys Pohjois-Savon ja Pieksämäen alueille

Esitys – 3.12.2024

Wega x Navitas
Pohjois-Savon Energia Masterplan



Vetytalous



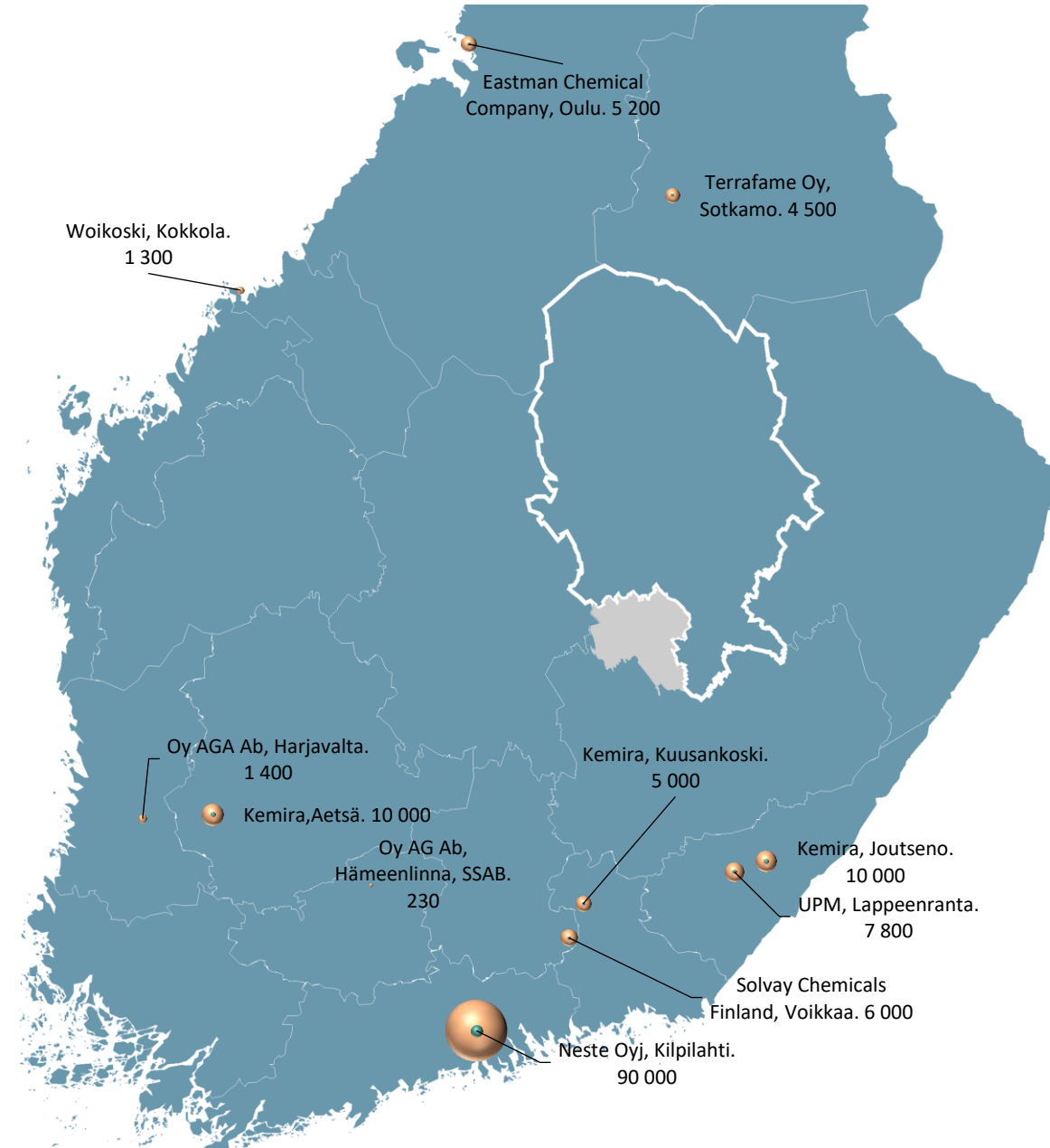
Vetytalous yleisesti

- Vihreän vedyn on ennustettu olevan tärkeä tekijä päästöjen vähentämisessä seuraavien vuosikymmenien aikana
- Markkinan odotetaan kasvavan merkittävästi seuraavan vuosikymmenen aikana, jos globaalit vetystrategiat toteutuvat edes osittain
- EU on julkaissut vetystrategian, jossa on suunnitelmana kasvattaa vedyntuotantokapasiteetti
 - 6 GW vuoteen 2025 mennessä ja edelleen
 - 40 GW (10 Mt vihreää vetyä) vuoteen 2030 mennessä
 - Lisäksi EU:n tavoitteena on tuoda 10 Mt vihreää vetyä EU:n ulkopuolelta
- Vuonna 2023 IEA arvioi, että vuonna 2050 elektrolyyserikapasiteetti olisi noin 450 GW, josta Euroopan osuus olisi noin 150 GW. Tällä hetkellä elektrolyyserikapasiteetti on alle 2 GW
- Suomessa on vetyhankkeita suunnitteilla, mutta suurin osa hankkeista on vielä esiselvitys/suunnitteluvaiheessa

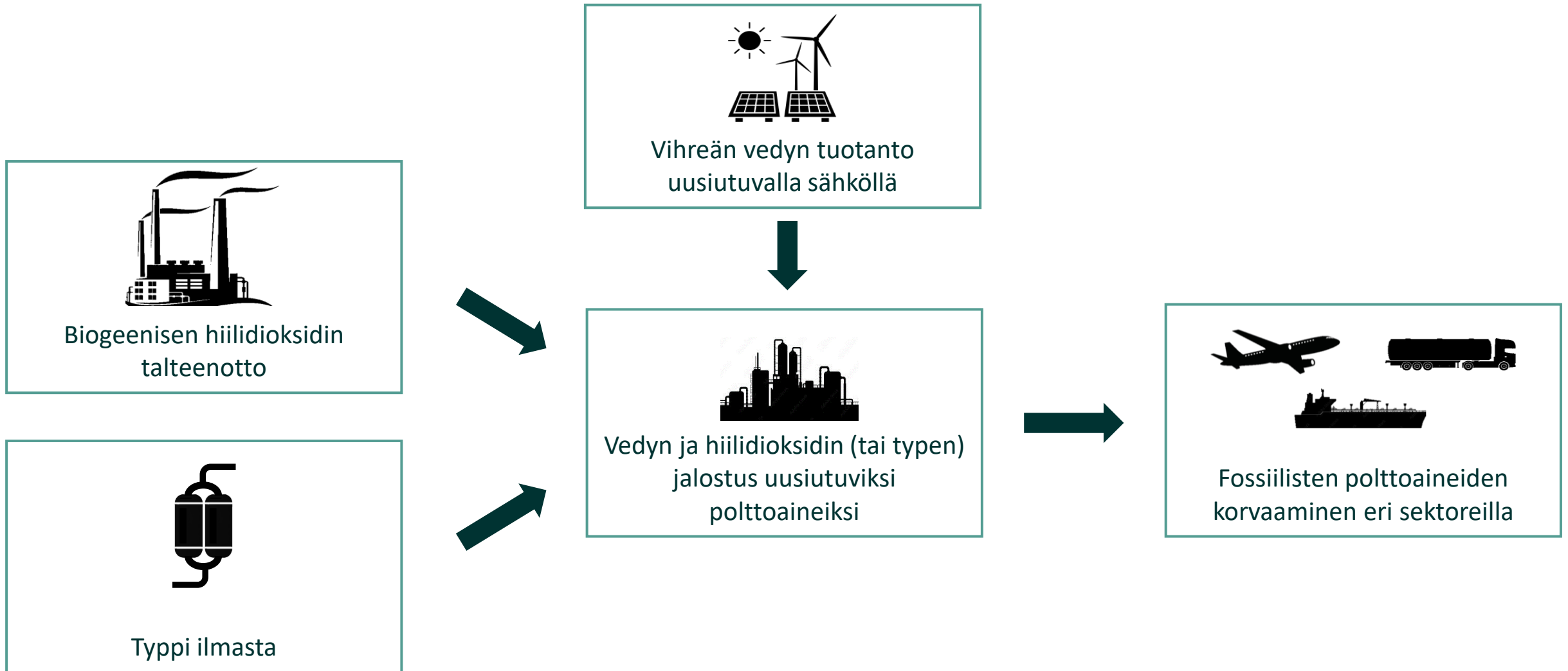
Nykyinen vedyn käyttö ja sivutuotevety

- Nykyinen vedyn käyttö teollisuudessa sekä fossiilisten polttoaineiden valmistuksessa, lisäksi sivutuotevetyä kemikaaliteollisuudesta
 - Suomessa tuotetaan n. 100 – 150 kt vetyä tällä hetkellä
 - Suurin osa tästä tuotannosta on harmaata vetyä, joka valmistetaan pääasiassa maakaasun höyryreformoinnilla
- Nykyinen käyttö voi hyödyntää vetyinfraa tulevaisuudessa, mutta ei riitä suurempaan investointiin
- Sivutuotevedyn sekä maakaasusta valmistettu vety ei ole kestävää esimerkiksi liikennepolttoaineiden tuotantoon, joten arvo ja maksukyky logistiikasta on huonompi kuin sähköstä elektrolyserillä jalostetulla vedyllä

Vedyn käyttö (ton/v)



Vetyjalosteiden arvoketju



Vety ja e-polttoaineet

Vety

- Käytetään kemianteollisuuden prosesseissa ja öljynjalostuksessa
- Tulevaisuudessa rajallisia mahdollisuuksia meri- ja tieliikenteessä
- Meriliikenteessä vetyä voidaan käyttää lyhyillä matkoilla

E-metaani

- Voi korvata maakaasua, jota käytetään laajasti energiantuotannossa, teollisuudessa, tieliikenteessä ja meriliikenteessä
- Voidaan nesteyttää varastoinnin ja kuljetuksen helpottamiseksi

E-ammoniakki

- Ammoniakki on keskeinen raaka-aine lannoitteiden tuotannossa
- 70 % maailman ammoniakkituotanto päättyy lannoitteisiin.
- E-ammoniakki on kasvattanut kiinnostusta meriliikenteen polttoaineena

E-metanoli

- Metanoli on keskeinen raaka-aine kemianteollisuudessa
- Vihreä metanoli on herättänyt mielenkiintoa erityisesti meriliikenteen polttoaineena

E-SAF

- Lentoliikenteen e-polttoaineet tulevat lisääntymään mandaattien kautta 2030-luvulla.
- E-SAF:in kustannustaso on kuitenkin merkittävästi korkeampi kuin muiden E-polttoaineiden
- E-SAF –tuotannon haasteena on matala kokonaishyötysuhde

Vetymarkkinat ja regulaatio



EU:n tavoitteet lisäävät kestävien polttoaineiden käyttöä vetyjalosteissa (RFNBO)

Meriliikenne

- FuelEU Maritime velvoittaa meriliikenteen vähentämään päästöjä vuodesta 2025 alkaen EU-alueella
- Velvoite kasvaa -2 % → -80 % vuoteen 2050 mennessä
- LNG polttoaineena ainakin 2030-luvun, e-polttoaineiden tarve kasvaa vuoden 2030 jälkeen
- Meriliikenteelle erillinen RFNBO-mandaatti 1,2 % vuonna 2030

Lentoliikenne

- Lentoliikenteelle jakeluvelvoite sekä kestäville biopolttoaineille (SAF), että erillinen e-SAF-velvoite vuodesta 2030 – RefuelEU Aviation
- Lentoliikenteen jakeluvelvoite e-SAF:ille 1,2 % vuonna 2030

Tieliikenne

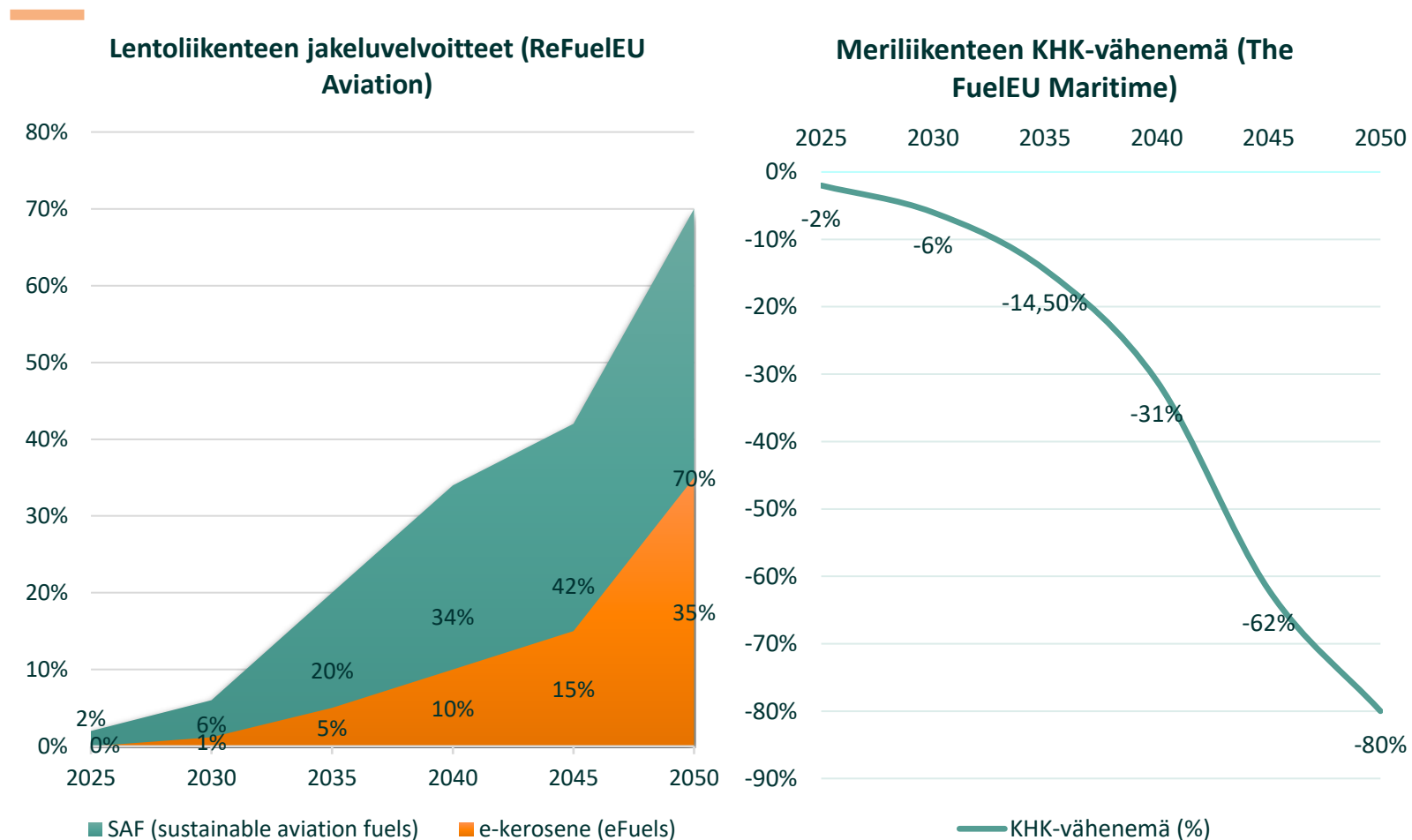
- Suomen hallitus on ehdottanut 4 %:n jakeluvelvoitetta e-polttoaineille vuonna 2030
- Tämä on merkittävästi korkeampi kuin EU-minimitaso

Muu teollisuus

- Teollisuuden vedystä 40% täytyy olla vihreää vetyä vuonna 2030
 - Tästä on pois suljettu öljynjalostuksessa käytetty vety
- Öljynjalostuksessa käytetty vety hyväksytään RFNBO-mandaatin täyttämiseen (1 % 2030)



Lento- ja meriliikenteen lainsäädäntö ohjaa kestäviin polttoaineisiin



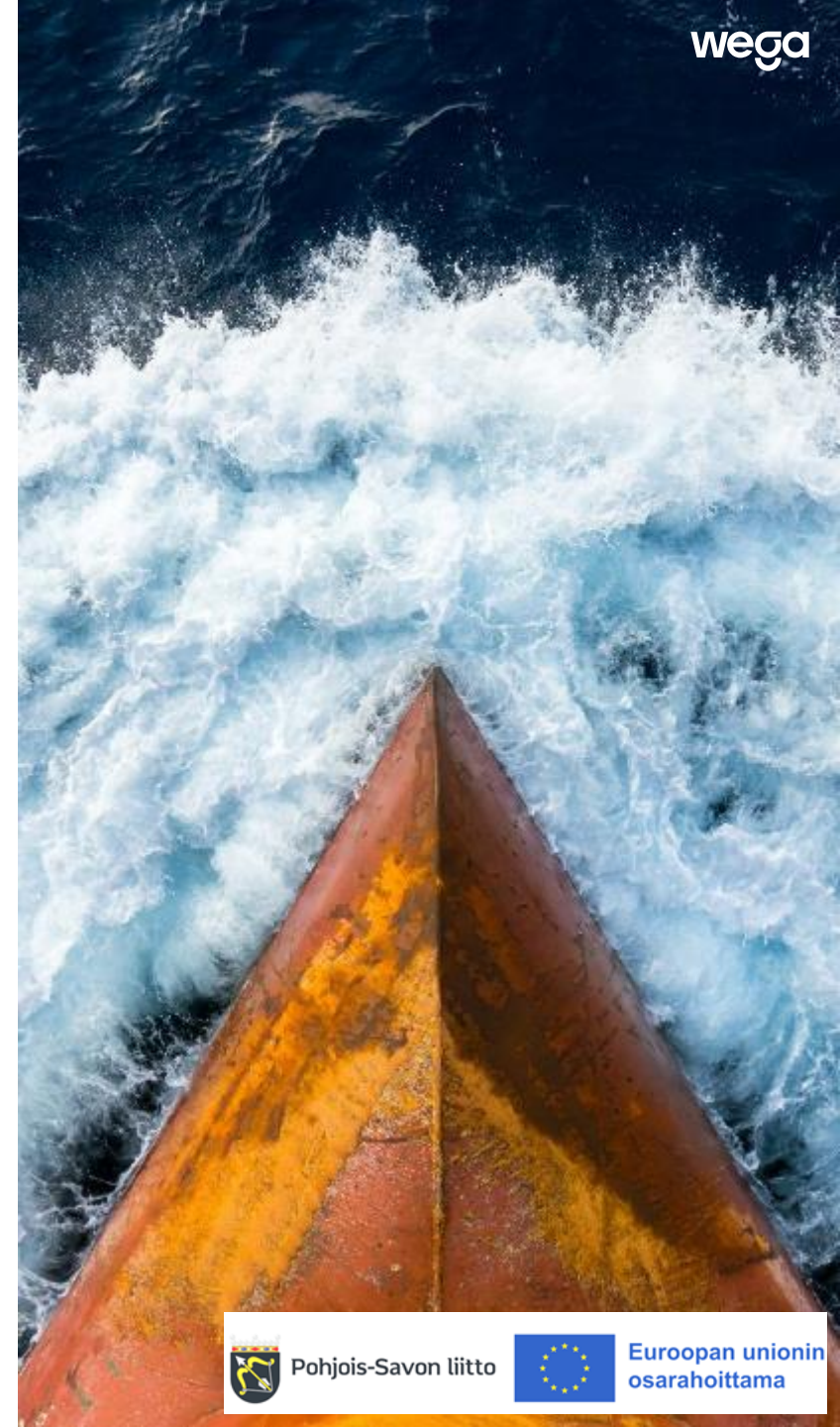
SAF = sustainable aviation fuels. Kestävät lentopolttoaineet (kestävät bio ja synteettiset polttoaineet)
 eFuels = sähköpolttoaineet (vety, synteettiset vetypolttoaineet). KHK = kasvihuonekaasu



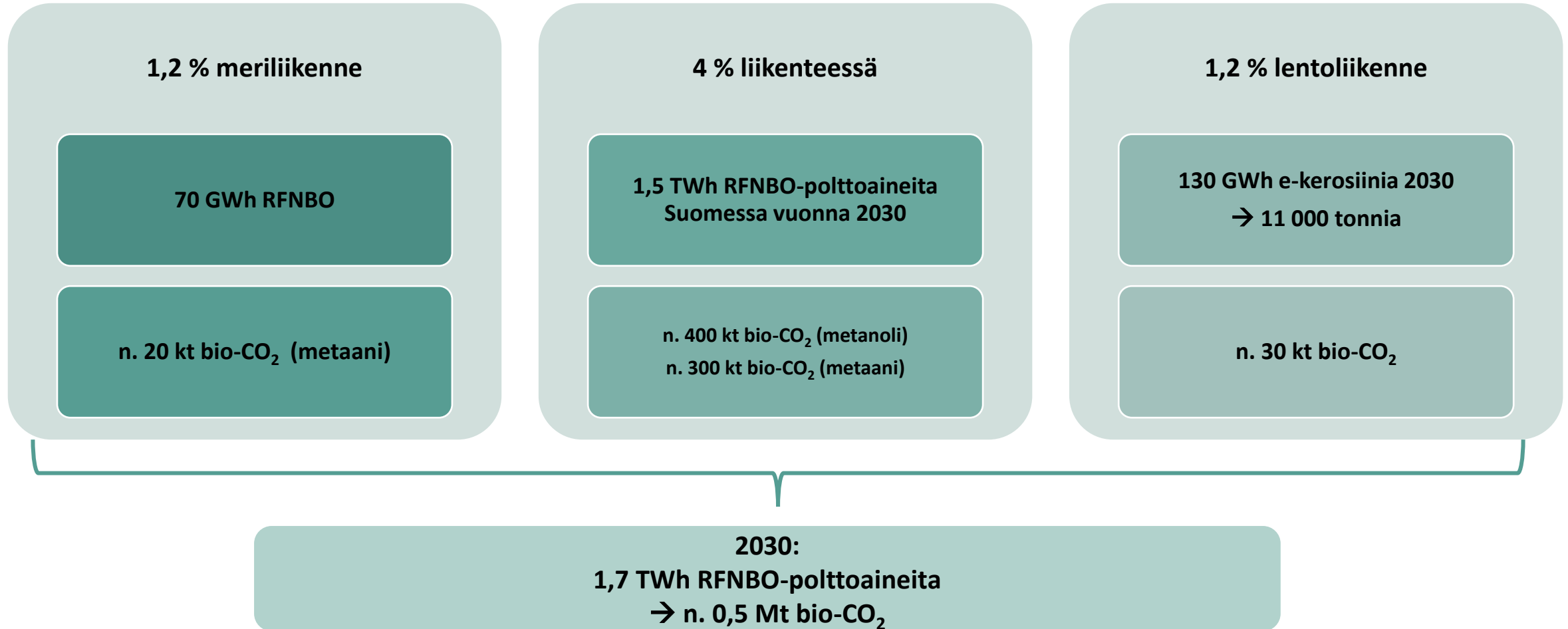
Pohjois-Savon liitto



Euroopan unionin
osarahoittama



Suomen tavoitteet vetyjalosteissa (RFNBO) 2030 → bio-CO₂ tarve kasvaa



Lentoliikenteen kulutus 10,5 TWh (EU 520)

Meriliikenteen 6 TWh (EU 400 TWh)

Tieliikenteen n. 40 TWh

Kerosiini 12 MWh/t, Metanoli 5,5 MWh/t, Metaani 13,7 MWh/t, Ammoniakki 5,2 MWh/t



Pohjois-Savon liitto



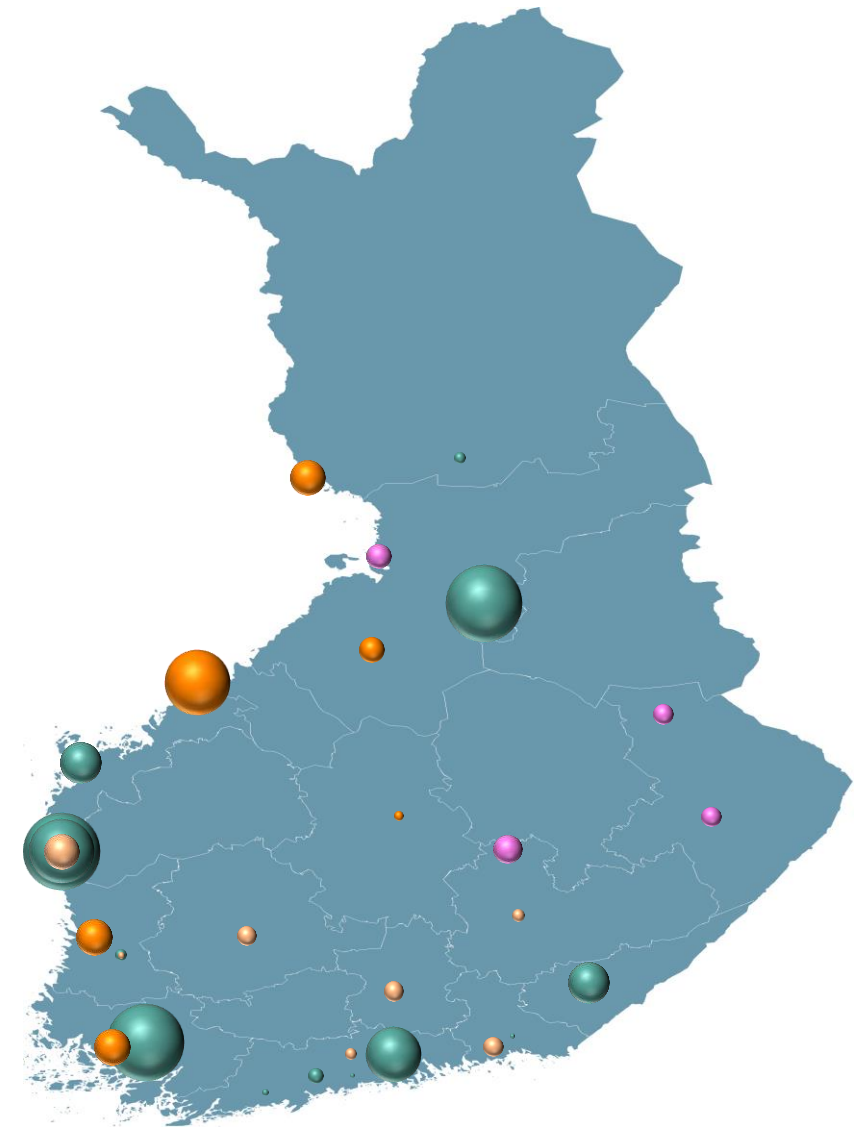
Euroopan unionin
osarahoittama

Suomessa on useita vireillä olevia vihreän vedyn hankkeita

- Suomen ensimmäinen vihreän vedyn hanke on valmistumassa Harjavaltaan 2024 lopussa
- Hankeselvityksiä on menossa useita kymmeniä, mutta hankkeet ovat esiselvitys/suunnitteluvaiheessa
- Suurin osa hankkeista tähtää vedystä jalostettujen polttoaineiden tuotantoon, joissa ominaisuudet ovat paremmat ja arvo korkeampi
- Metanoli ja metaanin tuotanto tarvitsevat hiilidioksidin lähteen
 - Kestävien polttoaineiden tuotannossa CO₂ pitää olla biogeenistä

RFNBO = Renewable Fuels of Non-Biological Origin (vihreä vety ja jalosteet)

Vedyn käyttö (ton/v)

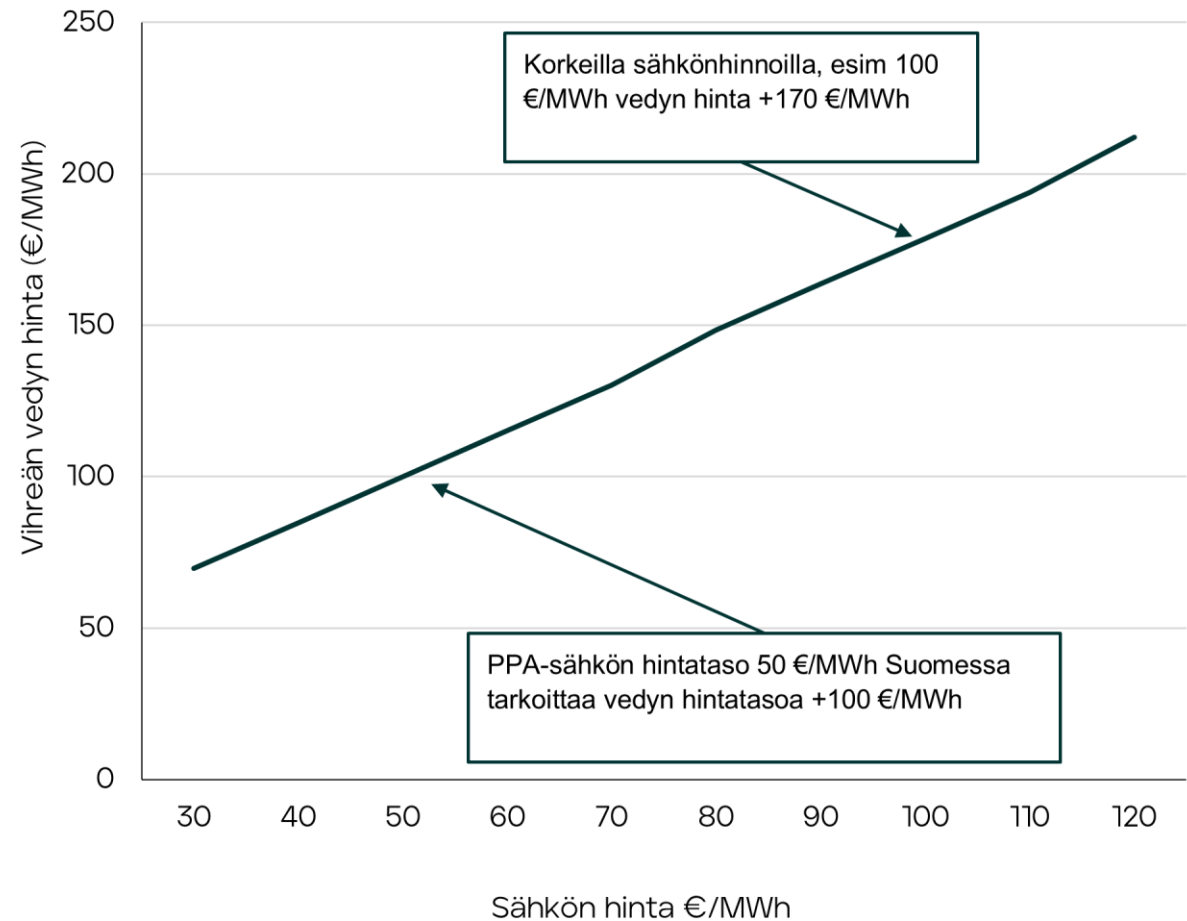


● Vetyhankkeet ● Ammoniikki
● Metanoli ● E-metaani



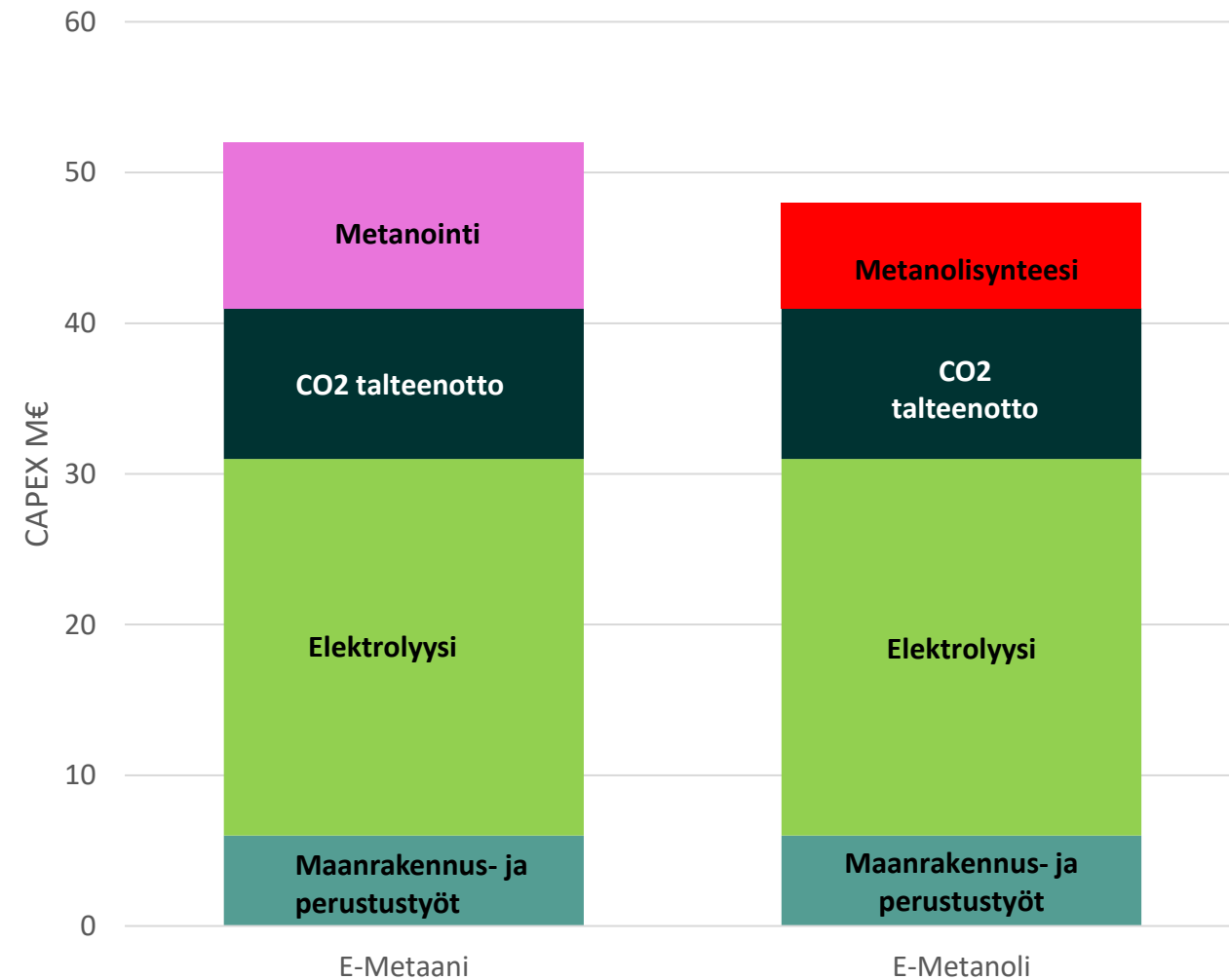
Vihreän vedyn hinta riippuu sähkön hinnasta

- Vedyn hinta on vahvasti riippuvainen sähkön hinnasta ja yli 80% OPEX-kustannuksista koostuu sähkön hinnasta
- Jos sähkön hinta 40-50 €/MWh (60-70 €/MWh sis. siirron)
 - Vedyn tuotantokustannus +100 €/MWh (+3 €/kg vetyä)
- Suomen sähkömarkkina on houkutteleva vihreän vedyn tuotantoon jos hintataso pysyy Euroopan alhaisimpina
- Vihreän vedyn hankkeet vaativat vielä suuria tukia ollakseen kannattavia harmaata maakaasusta tuotettua vetyä vastaan



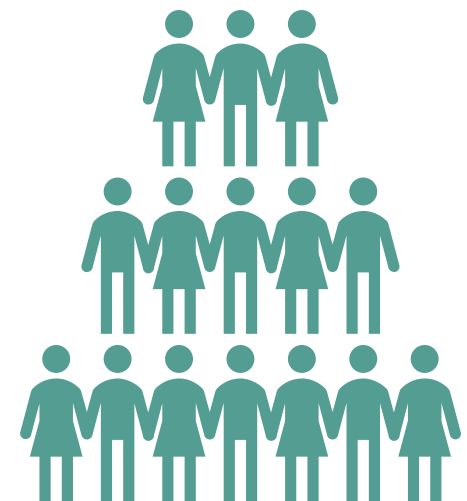
Vetyjalostusketjun investointikustannuksia hallitsee elektrolyseri

- Kuvaajaan on arvioitu investointikustannuksien jakautumista 20 MW elektrolyserin yhteyteen rakennettavan vetyjalostuslaitoksen osalta
- Kustannukset on arvioitu laitetoimittajien hintaindikaatioiden perusteella skaalattuna sekä kirjallisuuden perusteella
 - Todelliset investointikustannukset lasketaan tapauskohtaisesti



Vetytalous luo positiivisia työllisyysvaikutuksia alueille

- 20 MW:n vetylaitoksen sekä jatkojalostusyksikön rakentaminen voi synnyttää useita työpaikkoja
 - Rakentamisvaiheen aikana suorat ja välilliset työllisyysvaikutukset ovat arviolta noin 350 henkilötyövuotta
 - Hankkeen valmistumisen jälkeen pysyviä suoria työpaikkoja syntyy esimerkiksi laitoksen operoinnista ja kunnossapidosta ja epäsuoria esimerkiksi logistiikkaketjujen eri osista
 - Suoria ja epäsuoria työpaikkoja arvioidaan syntyvän yhteensä noin **40-50**
- Näiden lisäksi positiivisia työllisyysvaikutuksia voi syntyä lisäisen tuulivoiman/aurinkovoiman rakentamisesta

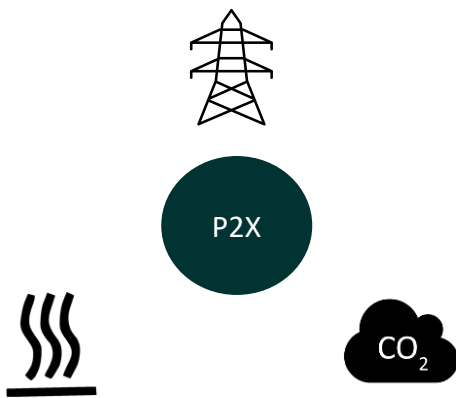


Pohjois-Savon vetyjaloste- potentiaali



Alueellisen vetyjalostetarkastelun perusteet

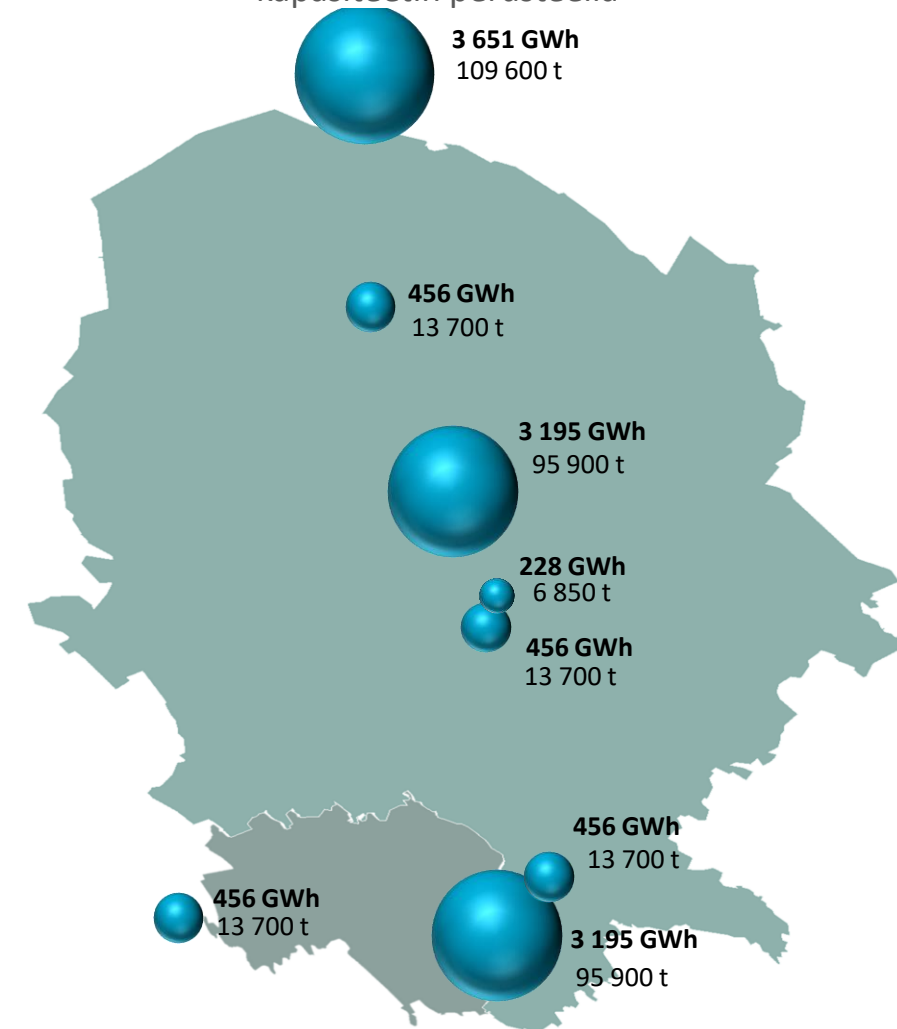
- Vetyjalosteiden potentiaalia tarkastellaan vedyn, metanolin, metaanin ja ammoniakin osalta
- Tarkastelu pohjautuu saatavilla olevaan sähkökapasiteettiin, hiilidioksidin saatavuuteen ja prosessilämpöjen hyödyntämiskapasiteettiin



Sähkön liityntäkapasiteettia on reilusti vedyn tuotantoon

- Sähköverkkoon voidaan liittyä joko suoraan kytkinlaitosten kautta tai voimajohtoliitynnällä
- Vedyn tuotantopotentiaalia arvioitiin ensin kytkinlaitoksilla vapaana olevan liityntäkapasiteetin pohjalta
- Kytkinlaitosten lisäksi myös voimajohdoissa on mahdollisesti vapaata kapasiteettia, mutta liityntämahdollisuus on tarkasteltava aina paikallisesti
- Kokonaispotentiaali on varsin teoreettinen ja siinä on monia haasteita
 - Syntyvä lämpö määrä on erittäin suuri
 - Mahdollisten lämmönkuluttajien ja teollisuusalueiden etäisyydet kytkinlaitoksista voi olla paikoittain pitkiä

Vedyn tuotantopotentiaali kytkinlaitosten kapasiteetin perusteella

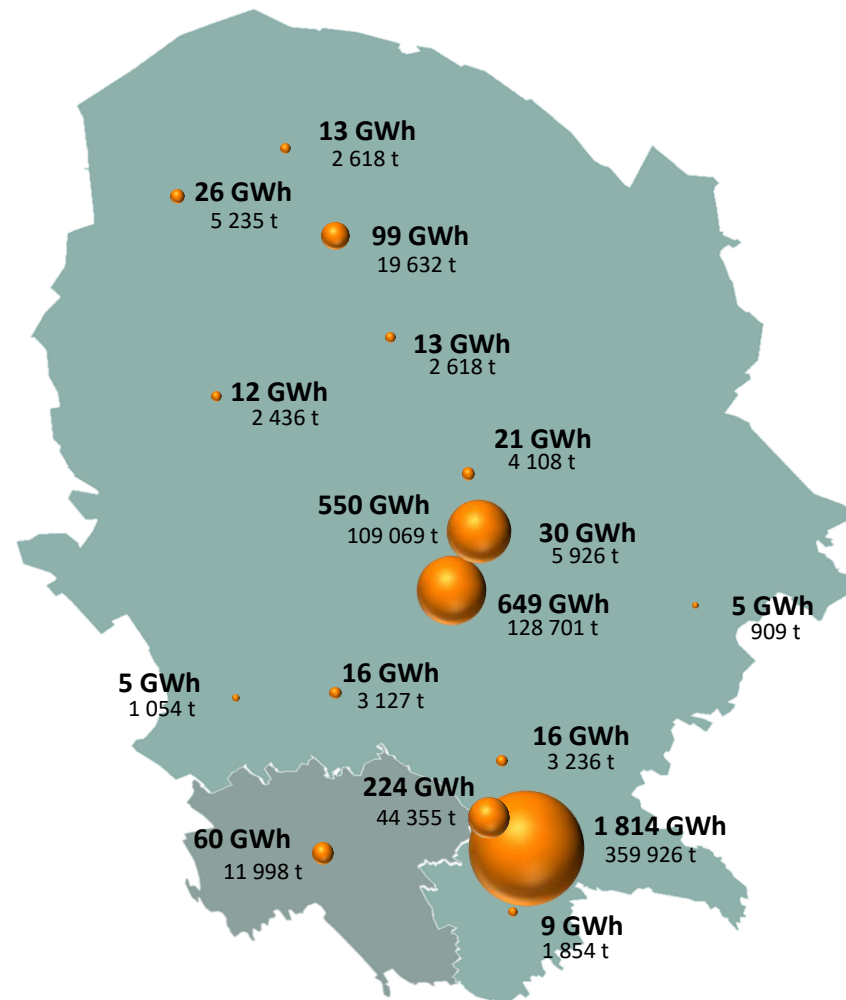


Kokonaispotentiaali 12 550 GWh

Suuret bio-CO₂ lähteet nostavat alueen potentiaalia

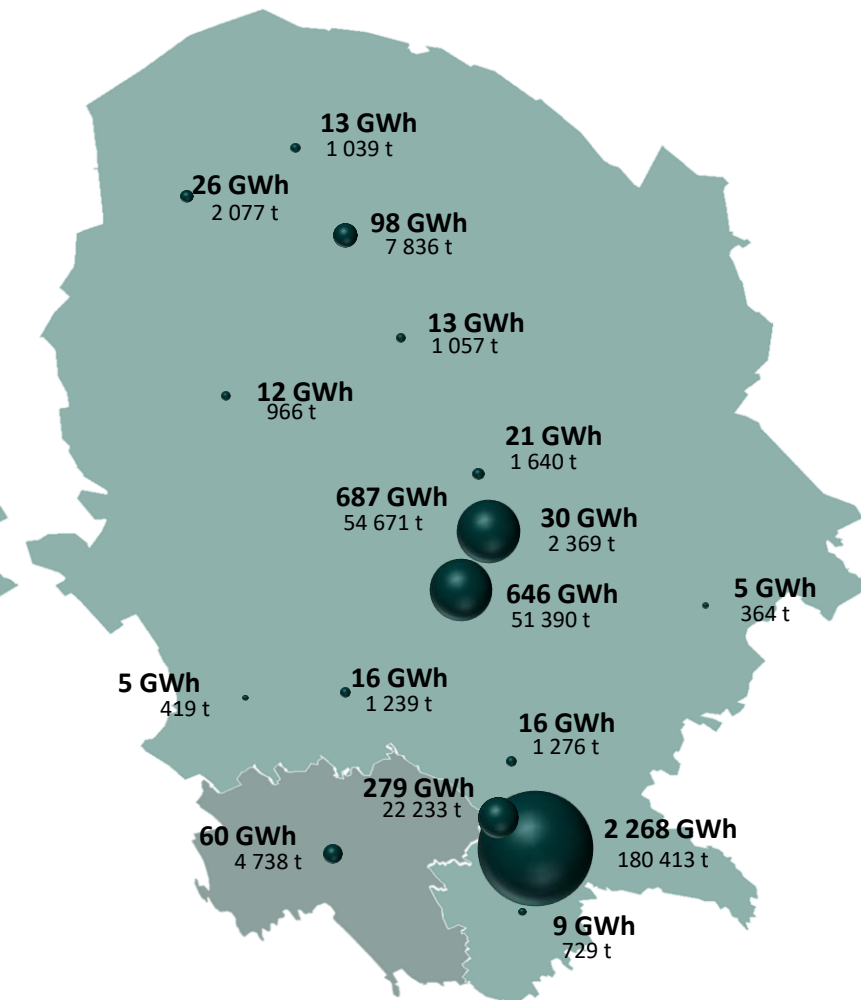
- CO₂ pohjaisten tuotteiden tuotantopotentiaali arvioitiin optimoimalla lämpöä tuottavia CO₂-lähteitä, siten, että lämmöntuotanto tapahtuu rinnakkain PtX-laitoksen kanssa
- Paperi- ja selluteollisuuden (Stora Enso, Mondi Powerflute) kohteissa potentiaali arvioitiin ilman lämpöoptimointia
- Lämpöoptimoinnin perusteella tuotantopotentiaalit ovat käytännössä yhtenevät, mutta pelkän CO₂-määrän perusteella metaania voidaan tuottaa enemmän

Metanolin tuotantopotentiaali



Kokonaispotentiaali 3560 GWh

Metaanin tuotantopotentiaali



Kokonaispotentiaali 4200 GWh

Potentiaalisimmat kohteet

Pieksämäki

Pieksämäki on n. 30 km etäisyydellä Huutokosken ja Kauppilan kytkinasemilta, joissa on reilusti liityntäkapasiteettia

Teollisuusalueet sijaitsevat hyvien raideyhteyksien ja kaukolämpöverkon varrella

SSE suunnittelee Pieksämäelle on puun kaasutukseen pohjautuvaa e-metanolin tuotantolaitosta

Varkaus

Varkaudessa sijaitsee alueen suurin biogeenisen CO₂ lähde eli Stora Enson tehdas, minkä lisäksi Leppävirralla sijaitsee Riikinvoiman ekovoimalaitos

Varkauden läheisyydessä Huutokosken kytkinlaitoksella on noin 700 MW sähkön liityntäkapasiteettia

Kuopio etelä

Kuopion jätekeskuksen ympäristö on erinomainen alue kehittää vetyyn liittyvää toimintaa

Alueella on paljon teollisuuskaavoitettuja tontteja, nykyisellään kolme sähköasemaa ja 400 kV Järvinlinja noin 7 km päässä

10 km päässä sijaitsee Kuopion Energian CHP laitos, joka tuottaa yli 400 kt biogeenista CO₂

Kuopio Sorsasalo

Kuopion Sorsasalossa toimii aallotuskartonkia valmistava Mondi Powerflute, jonka vuotuiset bio-CO₂ päästöt ovat noin 200 kt

Sorsasalossa on oma kytkinlaitos sähköliityntää varten, lyhyt matka Kuopion Energian kaukolämpöverkkoon ja lähes koko alue on T-kaavoitettu

CO₂ määrän jalostamiseksi e-metaaniksi tai e-metanoliksi tarvittaisiin 150-200 MW elektrolyyseritehoa

Iisalmi

Ylä-savon jätekeskuksen alue (Peltomäki) on tunnistettu potentiaaliseksi sijainniksi. Se sijaitsee aivan kytkinlaitoksen vieressä, jonka lisäksi sen läheisyyteen Rajamäelle on suunnitteilla 100 MW aurinkopuisto

Lisäksi Soinlahden teollisuusalueen asemakaava-alueella n. 27 ha rakentamatonta T-aluetta hyvällä sijainnilla

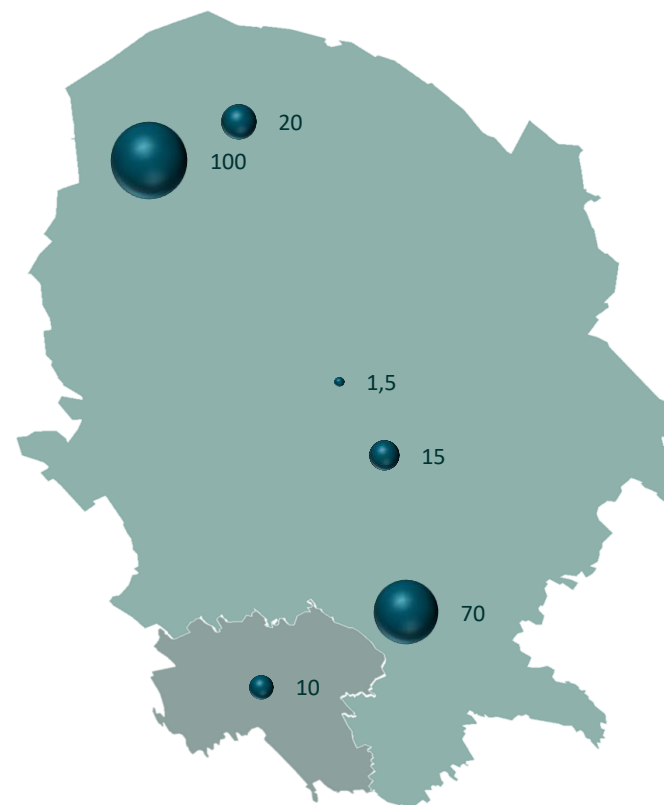


Biokaasulaitosten CO₂:sta jalostettu e-metaani lisääisi kaasuntuotantoa

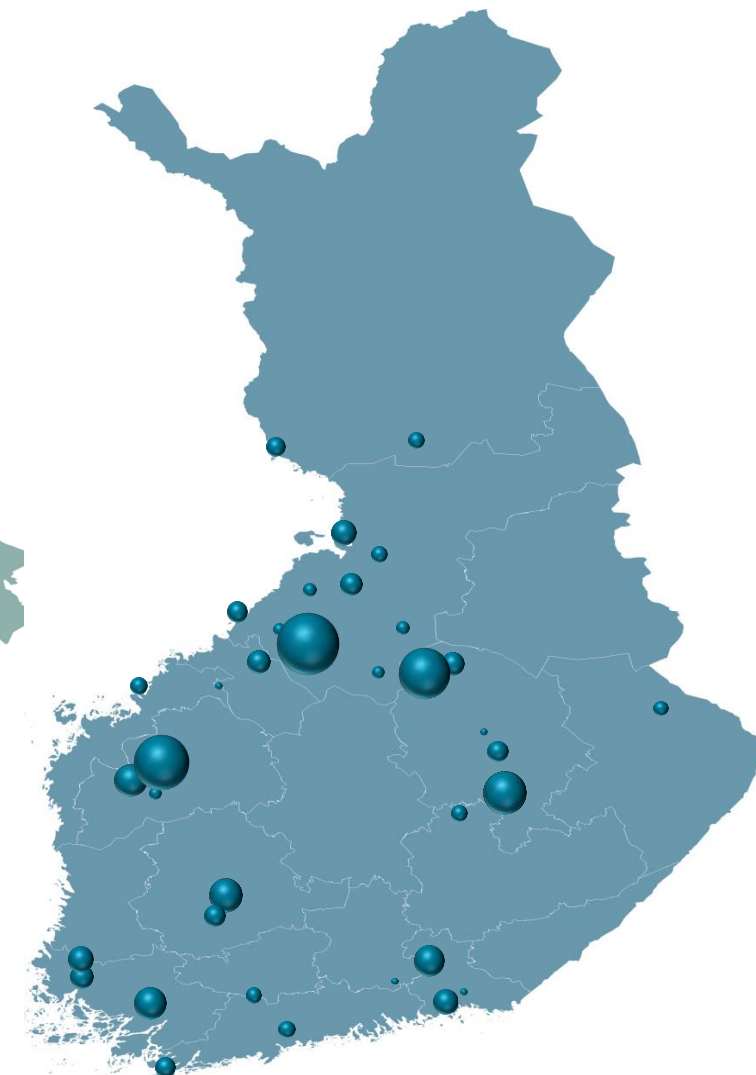
10 000 tn CO₂ → 50 GWh metaania

Paikkakunta	GWh	CO ₂ (tn)	E-metaani GWh
St1 - Kiuruvesi	100	15 500	77,5
Vieremä	20	3 000	15
St1 - Lapinlahti (Alapitkä)	1,5	250	1,25
Gasum - Kuopio	15	2 500	12,5
Riikinneva - Leppävirta	70	11 000	55
Biovoima / Pieksämäen Vesi - Pieksämäki	10	1 500	7,5
Kokonaispotentiaali	217	33 750	170

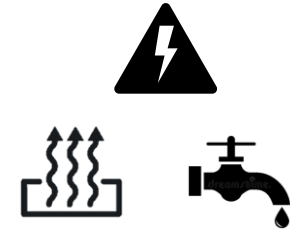
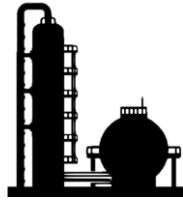
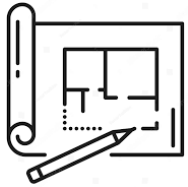
Biokaasuhankkeet Pohjois-Savo / Pieksämäki



Biokaasuhankkeet Suomessa



Paikallista osaamista löytyy projektin eri vaiheisiin



SWECO 

ANDRITZ

MRL MAANRAKENNUS
LESKINEN OY


RAKENNEASENNUS

 HÖGFORS
HögforsGST

 AFRY

 Sumitomo
SHI FW

MAANRAKENNUS
MARTIKAINEN OY

KURKO
KOPONEN
NOSTOPALVELUIDEN ASiantuntija

ECONOSTO OY

etteplan

ELCOLINE

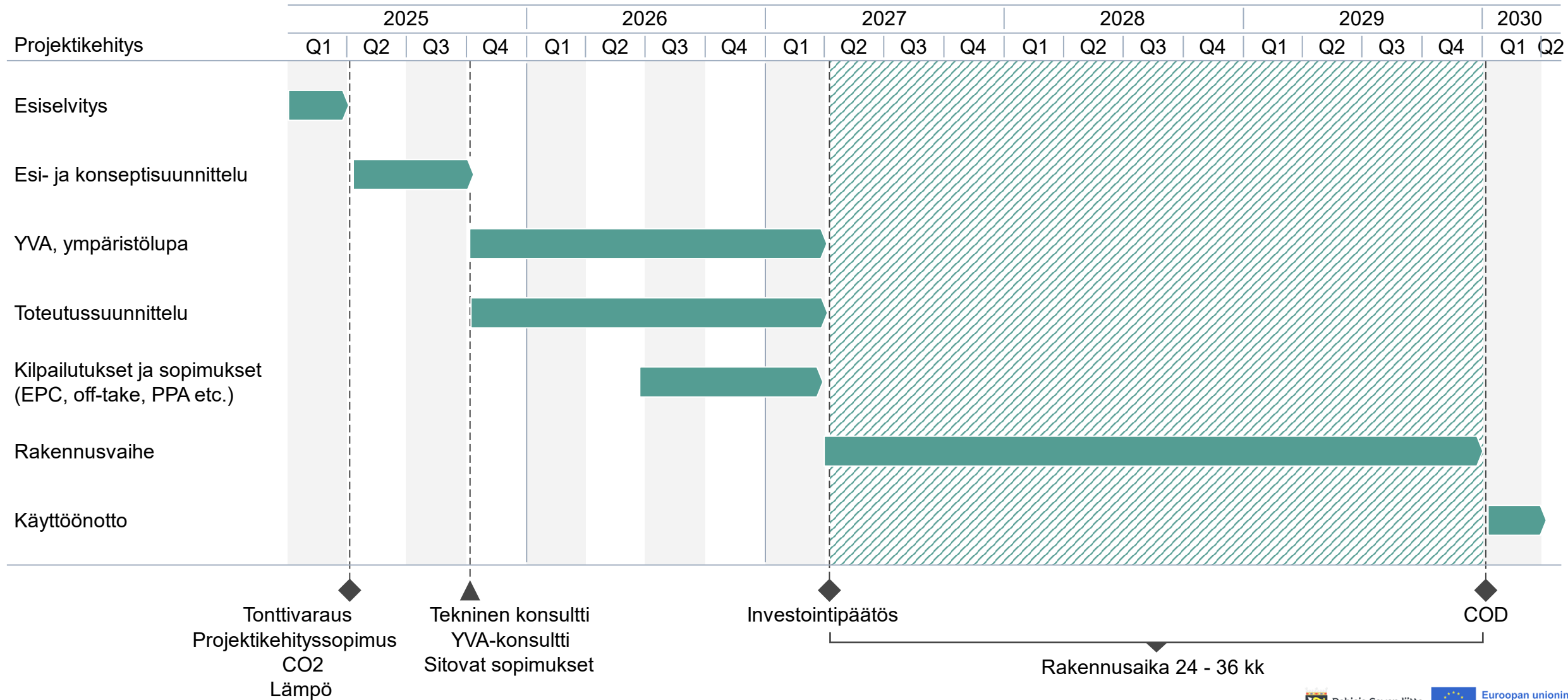
 BILFINGER

CONT
smart green solutions

ELPRO OY

 Savon
Automaatio

Vetyprojektin ylätason aikataulu – kehitys ja rakentaminen noin 5 vuotta



Vedyn ja jalosteiden käyttöpotentiaali

Vety

- Kouvola Voikkaa 6000 t/a (200 GWh)
- UPM Lappeenranta 7 800 t/a (260 GWh)
- Kuopio vetytankkausasema (Regulaatio vetytankkausasemia 2030) tonni/vetyä (700 bar) per päivä
- Vety voidaan myös muuttaa takaisin sähköksi polttokennon avulla (sähkömarkkinan volatilitteetti)

E-metaani

- E-metaanilla voidaan korvata LNG:tä (Hamina-Kotka LNG terminaali 30 000 m³)
- Tällä hetkellä 40 % tilatuista laivoista LNG-käyttöisiä.
- Kaasutankkaus raskaalle liikenteelle (Gasum, St1, Wegas)

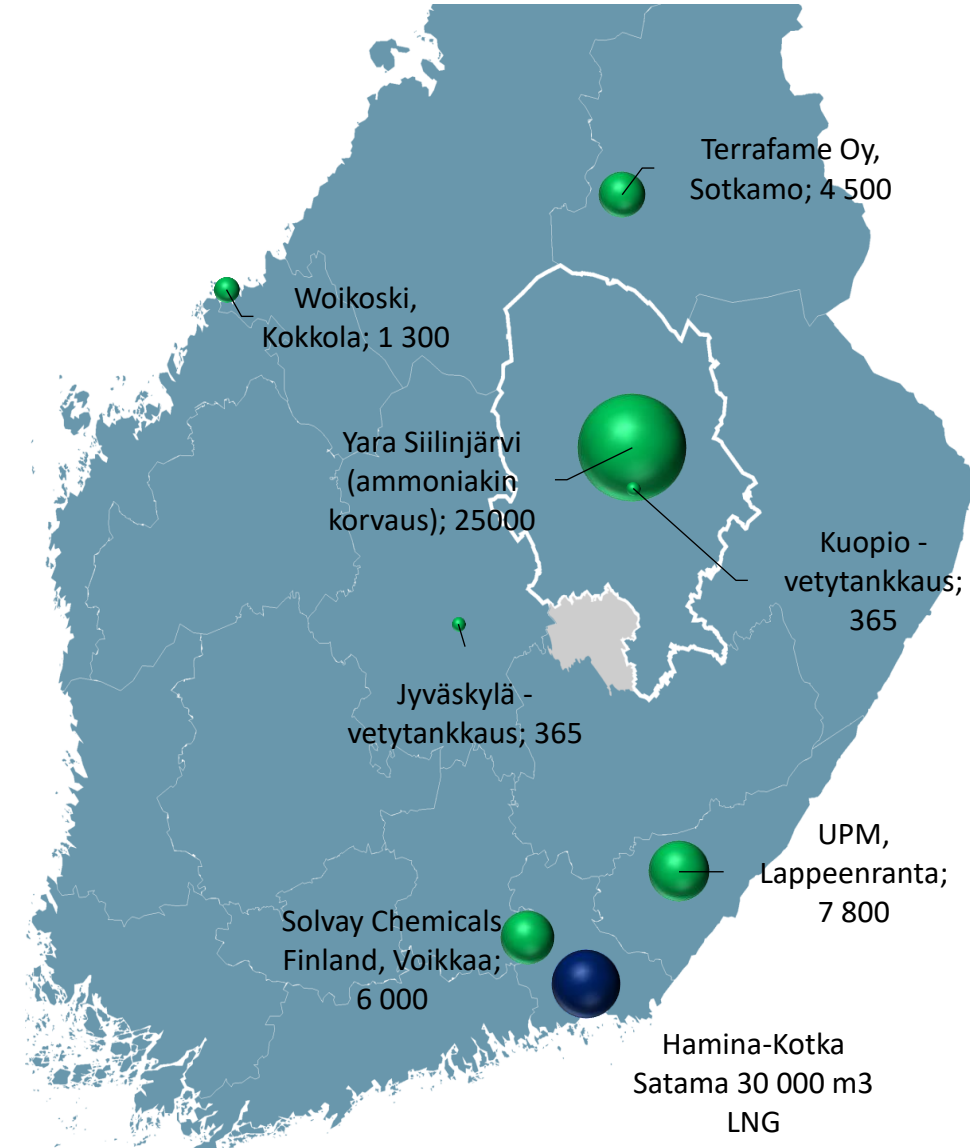
E-ammoniakki

- Lannoiteteollisuus: Yara Siilinjärvi 130 000 tonnia vuodessa
- Meriliikenteen potentiaali (Wärtsilä)

E-metanoli

- E-metanolin kuljetus satamaan (Hamina/Kotka)
- Päästövähennysvelvoitteet 2025 alkaen, Mandaatti 2028 alkaen
- Bunkerointi testattu, ammoniakkia edullisempaa logistisesti

Potentiaalisimmat käyttökohteet vety ja jalosteet (tonnia vetyä vuodessa)



Pohjois-Savon vetyputki

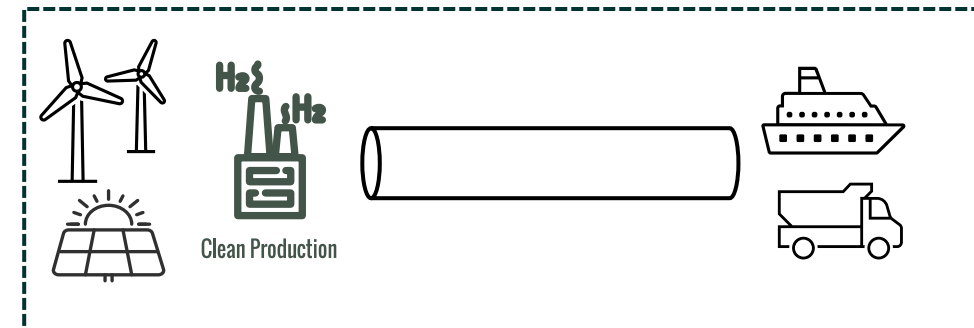


Taustaa - Nordic Hydrogen Route

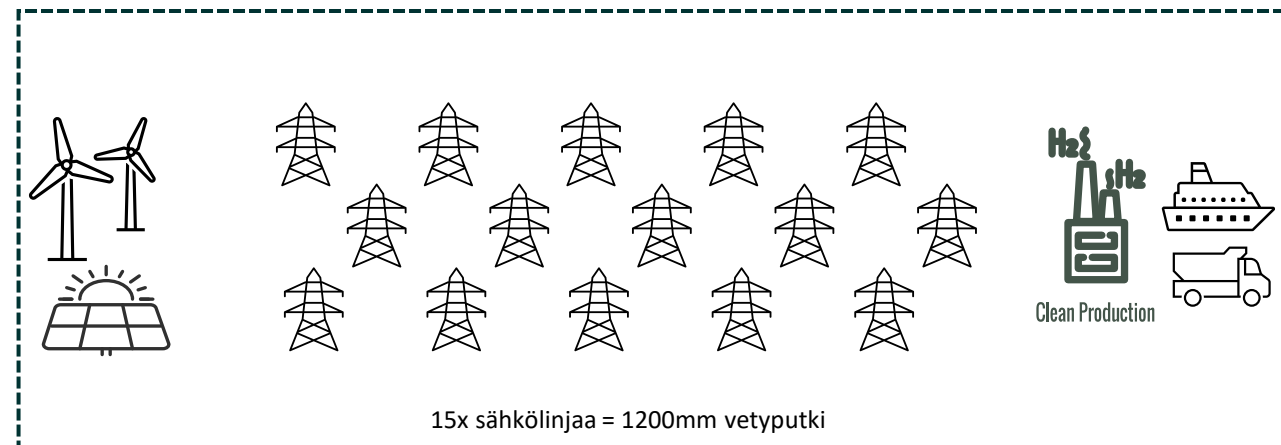
- Gasgrid suunnittelee kansallista vetyverkkoa sekä on mukana useissa rajat ylittävissä vetyputkiprojekteissa
 - EU:n yhteisen edun mukaisten hankkeiden statuksen (PCI)
 - Runkoverkko halkaisijalta 1,2 metrin ja kapasiteetilta 13 GW putkikoko
 - Vetyverkon varastokapasiteetin suuruusluokaksi arvioitu 100 GWh/1000 km
- Nordic Hydrogen Route:
 - Alustava investointikustannus 3,5 Miljardia euroa
 - Kokonaispituus 1000 km
 - Palvelisi potentiaalisesti 65 TWh kysyntää, jolloin vedyn siirtokustannus olisi **0,1-0,2 €/kg**
 - **Tämä vastaa 3-6 €/MWh**

- DN1200 vetyputki siirtää energiaa yhtä paljon kuin 15 kpl 400 kV sähkölinja
- CAPEX 10-50% kalliimpi kuin samankokoinen maakaasuputki
- Tyypillinen halkaisija 500 – 1200 mm
- Tyypillinen paine 50 – 80 bar

Siirto vetynä

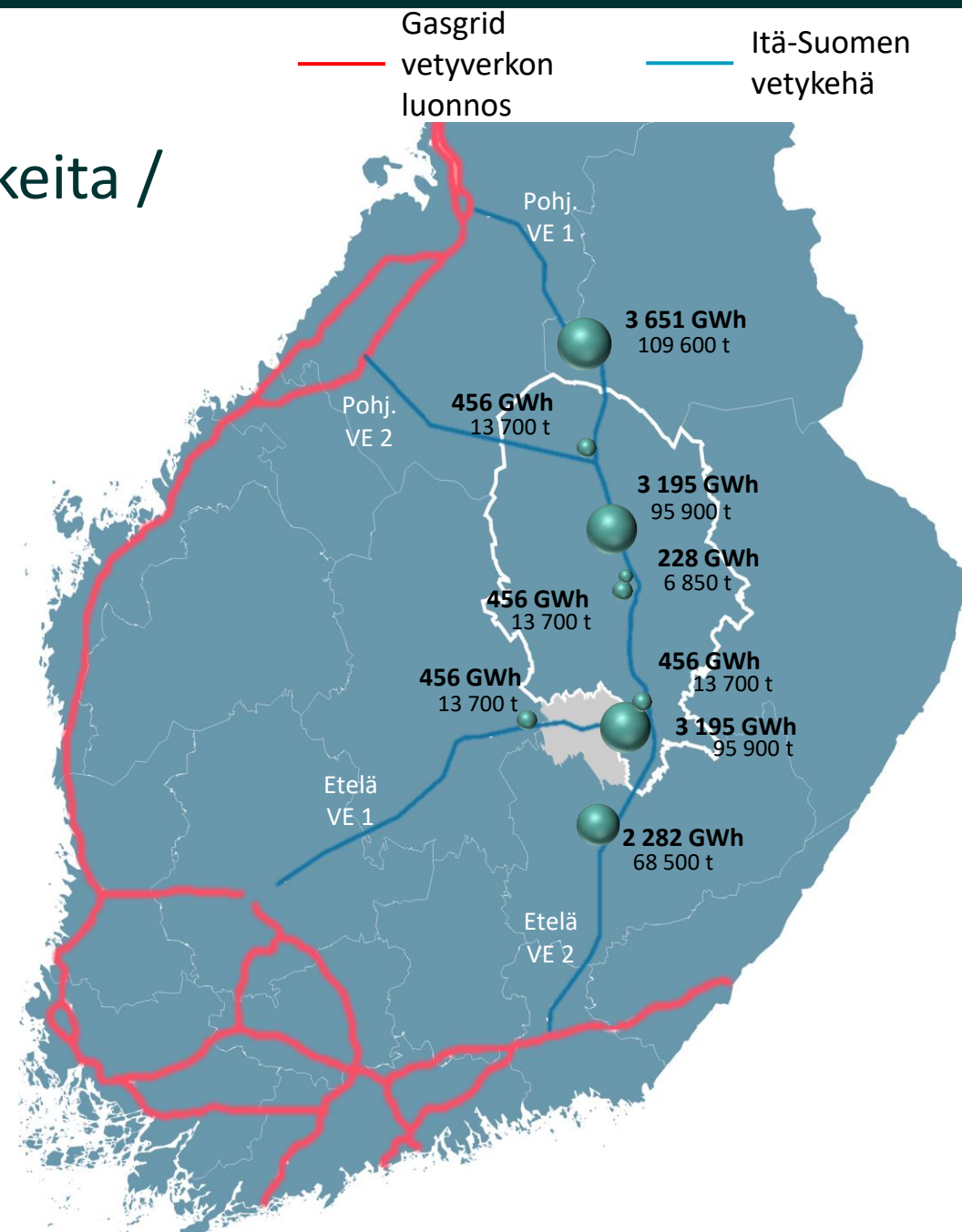


Siirto sähköinä



Itä-Suomen vetykehä tukisi vetyteollisuuden kehittymistä koko Suomeen - vaatii lisää hankkeita / kulutusta

- Pohjois-Savon alueella on useita kytkinlaitoksia, missä on vapaana olevaa liittymäkapasiteettia → voitaisiin hyödyntää vedyntuotantolaitoksissa
- Erityisesti Pohjois-Savon länsi- ja pohjoispuolella on suunnitteilla ja rakenteilla merkittäviä määriä uusiutuvan sähkön tuotantoa tuulivoiman muodossa
- Mahdollisen vetyputken reitti sijoittuisi Pohjois-Savossa pääosin valtatie 5 varteen, jonka läheisyydessä myös kytkinlaitokset sijaitsevat
 - Reitin varrella potentiaalia jopa noin 10 TWh (308 000 t) vedyntuotannolle
 - Pohjois-Savon naapurimaakunnissa vetyputken reitille on monia vaihtoehtoja ja niitä tulee tarkastella tapauskohtaisesti
 - Kartalle piirretyn reitin pituus Pohjois-Savon alueella on noin 250 km



Itä-Suomen vetykehä olisi sirompi kuin länsirannikon runkoputki

- Gasgridin vetyverkon oletuksena on käytetty DN 1200 putkea, mutta Itä-Suomeen näin isoa putkea ei tuotannon potentiaalin puolesta kannata rakentaa
- Putken lisäksi kustannuksia syntyy mm. kompressoriasemista



DN 500 vetyputki = 1,8 M€/km

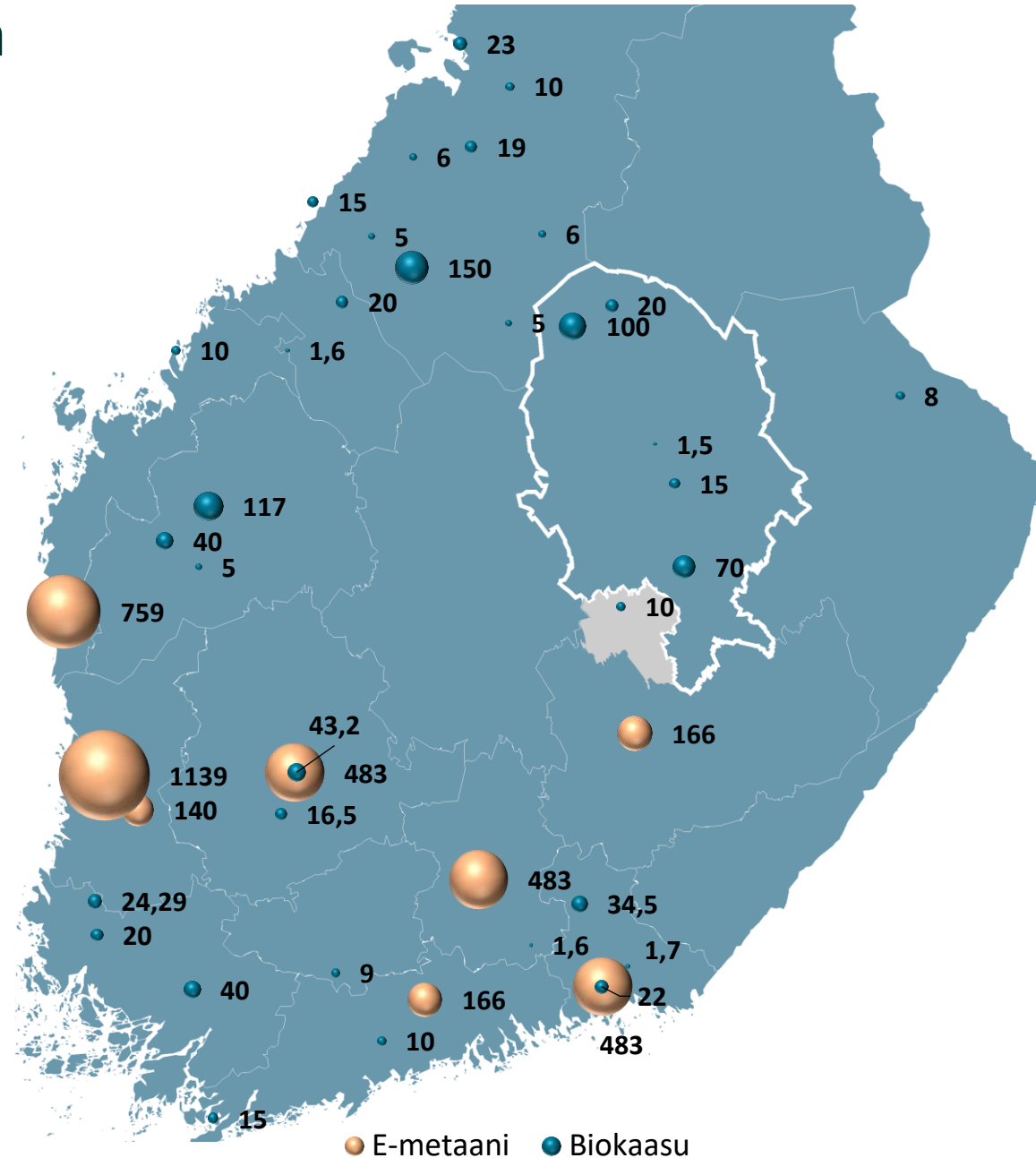


Putken kustannus Pohjois-
Savon alueella
450 M€

Lähde: <https://ehb.eu/files/downloads/EHB-2023-20-Nov-FINAL-design.pdf>

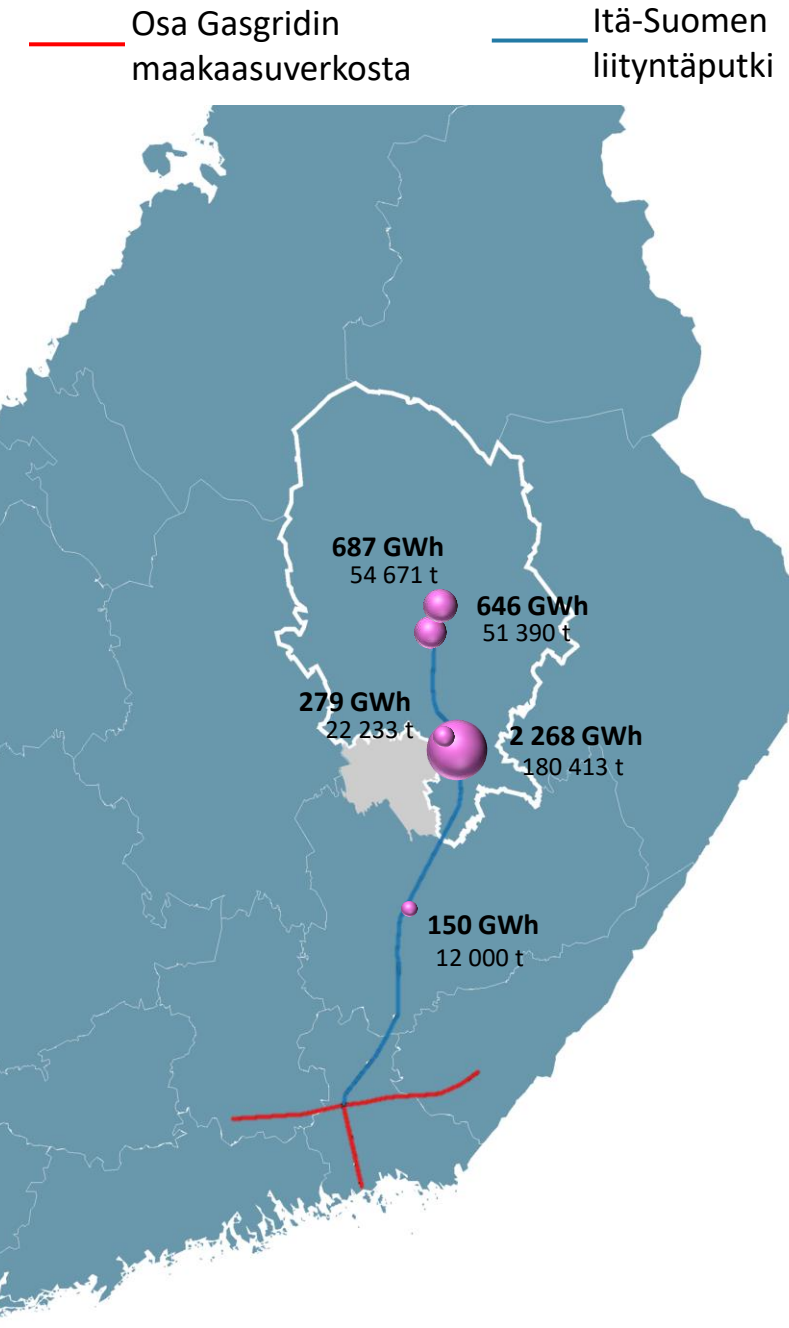
Bio- ja e-metaanihankkeita on suunnitteilla useita

- E-metaanihankkeiden painotus Länsi- ja Etelä-Suomessa
- Biokaasuhankkeita on enemmän, mutta kaasuntuotantokapasiteetti on pienempi kuin suunnitelluilla e-metaanihankkeilla
 - Suomessa paljon pieniä biokaasulaitoksia, suurempia vähemmän (Gasum, Wega, St1)
- Suurin Pohjois-Savon alueen biokaasukehittäjä St1:n ja Valion yhteisyritys Lantakaasu Kiuruvedellä
- Biokaasulaitoksien kaasupotentiaalia voisi kasvattaa CO₂-talteenotolla, jolloin voisi tuottaa e-metaania



Metaaniputken rakentaminen avaa uusia markkinoita

- Suurten bio-CO₂ lähteiden (Stora Enso, Mondi Powerflute ja Kuopion Energia) vuoksi Pohjois-Savossa on myös merkittävä e-metaanin tuotantopotentiaali
 - Potentiaali nykyisellä bio-CO₂ määrällä n. 4 TWh
 - Lisäksi Mikkeliin on suunnitteilla E-metaanin tuotantolaitos
- Suomen maakaasuverkko on sijoittunut tällä hetkellä Etelä-Suomeen, mutta metaaniputken rakentaminen Pohjois-Savosta voisi olla mahdollista
 - Putken pituus piirretyn reitin mukaan olisi n. 250 km
- Putken yhdistäminen maakaasuverkkoon luo mahdollisuuden kaasun virtuaaliseen nesteytykseen Haminan terminaalin kautta ja siten avata markkinat myös ulkomaille



Johtopäätökset

- Projektikehitys ja rakentaminen vievät noin viisi vuotta
- Suuremmat vetyhankkeet kannattaa sijoittaa lähelle suurimpia kaupunkeja, jotta hukkalämpöjä saadaan hyödynnettyä kaukolämpöverkossa
- Bio-CO₂:een pohjautuvien vetyjalosteiden (metaani, metanoli) kokoa rajoittaa CO₂:en saatavuus, jolloin kokonaisuutta optimoidaan myös bio-CO₂:n tuottajan kautta
- Vihreän vedyn sekä ammoniakin tuotantoa voidaan mitoittaa suuremmiksi, sillä CO₂-lähdettä ei tarvita
- Nykyinen vedyn käyttö Suomessa ei riitä infrastruktuurin investointien rakentamiseen
 - Putkihanke vaatii kestävän vedyn tuotannon lisääntymistä ja vetypotentiaalin tulisi edetä hankekehitykseen
 - Vetyinfrastruktuuria voi tukea huoltovarmuusnäkökulma, jos esimerkiksi vihreällä paikallisesti tuotetulla ammoniakilla korvattaisiin fossiilista
 - Vetyputkelle vaihtoehtoinen on metaaniputki, joka voisi ulottua Kouvolasta Kuopioon yhdistäen Etelä-Savon ja Pohjois-Savon potentiaalia nykyiseen maakaasuinfraan



wego