



VTT

Vety ja polttokennot laivaliikenteessä

Jyrki Mikkola, VTT
14.5.2020

13/05/2020 VTT – beyond the obvious

Sisältö

- Polttokennot ja vety
- FLAGSHIPS
- MARANDA
- Mitä seuraavaksi?

VTT Polttokennot ja vety tiimi

- 20 vuoden kokemus vety-, polttokenno- ja elektrolyysiteknologioista
- 19 henkilöä: 7 tohtoria, 9 tutkijaa, 3 teknikkoa
- Työskentelemme suomalaisten ja eurooppalaisten yritysten kanssa
 - Toimeksiantoja ja yhteisrahoitteisia projekteja
- Tällä hetkellä koordinoimme kuutta EU-rahoitteista projektia ja olemme yhteensä mukana 14 Eu-projektissa
- www.vttresearch.com/fuelcells



Laivaliikenteen murros

- 2018, Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO asetti tavoitteen laivaliikenteen CO₂ päästöjen puolittamisesta 2050 mennessä (vuoden 2008 tasoon verrattuna)
- Lisäksi valtiot ja paikallisviranomaiset ovat asettaneet omia tavoitteitaan
 - Suomi on sitoutunut puolittamaan liikenteen päästöt 2030 mennessä
 - Norja sallii vain päästöttömien aluksien pääsyn vuonoihin jotka ovat UNESCO:n maailman perintökohteita 2026 vuodesta eteenpäin
- → Erittäin suuret vaikutukset laivaliikenteeseen jo lähivuosina
 - Laivojen pitkä elinkaari tekee laivaliikenteen osalta tavoitteista vielä haastavammat

Polttokenno vs. polttomoottori

- Erittäin alhaiset tai jopa nollopäästöt (CO_2 , SO_x , NO_x , pienhiukkaset, melu, haju, värinä) riippuen polttoaineesta
 - Päästöinä vettä ja lämpöä – hyödynnettävissä laivalla?
- Korkein hyötysuhde sähkön tuotannossa
 - Teknologia skaalautuu MW-luokkaan ilman häviöitä hyötysuhteessa
 - Mahdollisuus tuottaa sähkö ja lämpöä yhdessä
- Vähäinen huollon tarve
- Kotimaisen sähköntuotannon hyödyntäminen polttoaineen tuotannossa
- Polttoaineen hinta tulevaisuudessa (?)
 - Paikallinen tuotanto, sähkön hinta
 - Päästökauppa yms.
- Käyttäjä-/asiakaskokemus

Polttokenno vs. akku

- Polttokennojärjestelmään voi kuulua pieni akusto, joka tasaa tehopiikkejä

Polttokenno

- Korkeampi energiatiheys varsinkin suuremmissa järjestelmissä
 - Pienempi massa ja tilavuus
- Lautat, jokilaivat, risteilyalukset

Akku

- Korkeampi ”well-to-wake” hyötysuhde
- Investointikustannus
- → Pienemmät alukset lyhyillä reiteillä



FLAGSHIPS

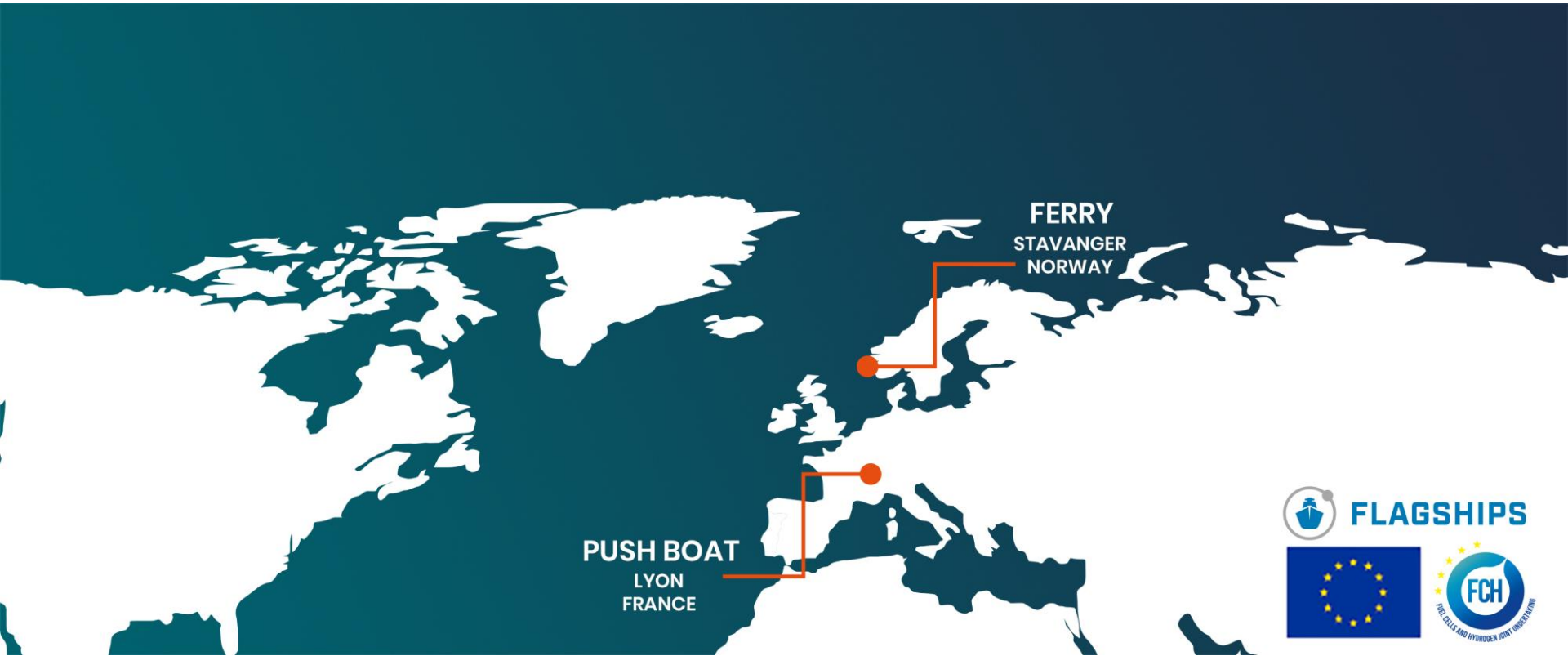
<https://flagships.eu/>

<https://www.linkedin.com/company/flagships-h2020-project/>



FUEL CELLS AND HYDROGEN
JOINT UNDERTAKING





PUSH BOAT
LYON
FRANCE

FERRY
STAVANGER
NORWAY



Projektissa otetaan käyttöön kaksi vetylaivaa, joiden avulla demonstroidaan vetyyn ja polttokennoihin perustuvan päästöttömän laivaliikenteen toteutettavuus ja kannattavuus

Alus 1: LYON

Työntöalus, joka operoi Rhône-joella, osana kaupungin tavarantoimitus- ja jätteenkäsittelyjärjestelmää

FEATURES

Projektin kokonaisbudjetti: 6.8 M€
Kesto: 4 vuotta, 2019-2022



Polttokennojen teho yhteensä 1 MW



Vetyä tuotetaan paikallisesti elektrolyysillä uusiutuvasta sähköstä

Alus 2: STAVANGER

Matkustaja- ja autolautta, joka operoi osana julkisen liikenteen verkkoa

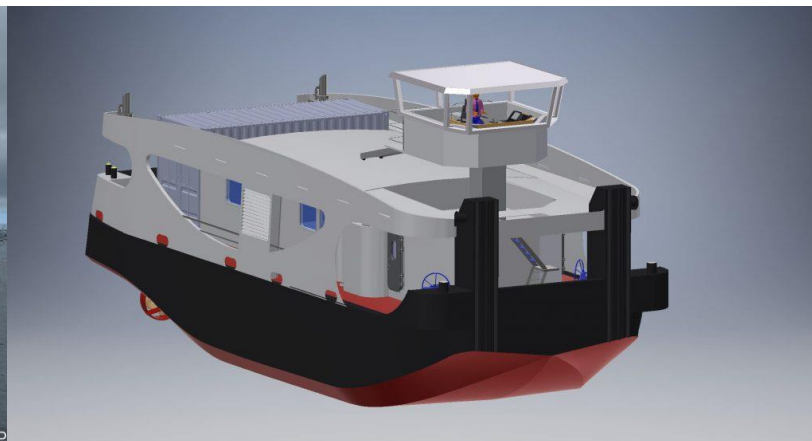


Vetyalukset



Matkustaja- ja autolautta

- Stavanger, Norja
- 600 kW polttokennoteho
- 200 matkustajaa, 60 autoa (6 rekkaa)



Työntöalus

- Lyon, Ranska
- 400 kW polttokennoteho

Stavanger demo

- Reitti: Judaberg-Helgøy (6 pysähdystä)
- Päivittäinen reitti: 260 km, 19 h (06:00 – 01:00)
- H₂ kulutus: ~500 kg/vrk
- H₂ varasto: paineistettu vety, 250 bar
- Tankkaus kerran vuorokaudessa
- Voimalinja
 - 3 x 200 kW PEM polttokennot
 - Akusto tasaamaan tehopiikkejä
 - Biodiesel varavoimana
- Luokitus: DNV-GL, Viranomainen: NMA
- CO₂ päästövähennys potentiaali 1430 tonnia/vuosi



<https://flagships.eu/2019/10/04/presenting-the-flagships-h2/>

Lyon demo

- Operointialue: Lyonin satama – Fulchironin telakka
- Päivittäinen operointiaika ~4h
- H₂ varasto: Paineistettu vety, 350 bar / 300 kg
- Tankkaus: Vetyvarastokontin vaihto, ~10 päivän välein
- Voimalinja
 - 2 x 200kW PEM polttokennot
 - Akusto tasaamaan tehopiikkejä
 - Diesel varavoimana
- CO₂ päästövähennys potentiaali 90 tonnia/vuosi



<https://flagships.eu/2020/04/03/using-river-power-in-river-boats-proves-the-value-clean-waterborne-operations/>

Projektin tavoitteet

- Nostaa päästöttömien vetyyn perustuvien ratkaisujen globaalia valmiustasoa meri- ja sisävesiliikenteessä
 - Kehittää ja ottaa käyttöön kaksi vetypolttokennoalusta kaupallisissa sovelluksissa
 - Operoida molempia vähintään 18 kuukautta päivittäisessä käytössä
 - Edistää H₂ tankkaus infrastruktuurin rakentamista ja käyttöönottoa
 - Kehittää ja vahvistaa polttokenno- ja vetyteknologioiden tuotantoketjua vesiliikenteessä
 - Selvittää vetyalusten luokituskäytäntöjä sekä edistää niiden selkiyttämistä

Aikataulu

Tekninen määrittely

Suunnittelu

Rakentaminen

Testaus ja hyväksyntä

2019-2020

2021-2022

Toiminta kaupallisessa käytössä

Missä mennään?

- Laivojen suunnitteluvaihe loppuillaan, turvatarkastelut (HAZID, FMEA jne.) menossa
- Stavangerin lautta jo rakenteilla telakalla
- Molemmat alukset valmiina käyttöön Q3/Q4 2021

Acknowledgements

The FLAGSHIPS project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking under grant agreement No 826215. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program and from Hydrogen Europe.



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



MARANDA

MARANDA

- *Marine application of a new fuel cell powertrain validated in demanding arctic conditions*
- 4-vuotinen EU-projekti, alkoi 2017
- 165 kW PEMFC järjestelmä asennetaan merentutkimusalus ARANDA:lle
 - Käyttötarkoitus: hiljainen operointi tutkimustoimintojen aikana, lyhyet siirtymät
 - Nykyiset diesel koneet aiheuttavat häiriöitä mittauksiin (melu, värinä, saasteet)
- VTT koordinoi hanketta
 - Partnerit: PowerCell, ABB, Swiss Hydrogen, OMB Saleri, PersEE, SYKE
- Projektissa tarkoituksena myös selvittää mitkä ovat lainsäädännön, luokituksen ja standardien nykytila ja puutteet liittyen polttokennojärjestelmän asennukseen ja operointiin laivalla



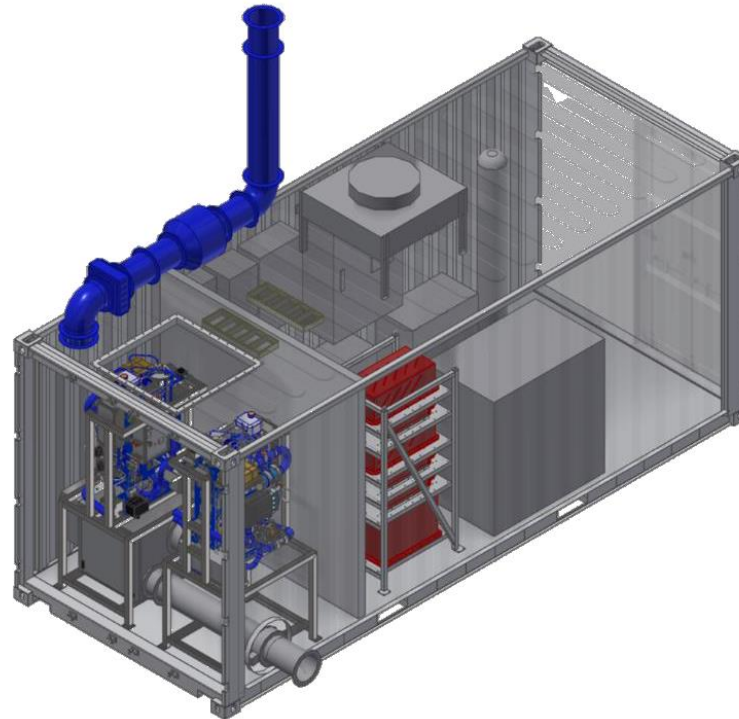
MARANDA

- Polttokennojärjestelmä asennetaan ARANDA:n kannalle
- Järjestelmä koostuu kahdesta kontista
 - Polttokennojärjestelmäkontti
 - Vetyvarastokontti



MARANDA

- Järjestelmäkontti
 - Polttokennotila (etuvasemmalla) sekä laitteistotila (takaoikealla)
- Polttokennotila
 - 2 x 85 kW(net) polttokennojärjestelmä (Swiss Hydrogen)
 - Ilmansisäänotto- ja puhdistusyksikkö
 - Ilmanvaihto (turvatoiminto)
- Laitteistotila
 - Korkeamman asteen automatiikka sekä turva-automatiikka (ABB/SH/VTT)
 - Tehoelektroniikka (ABB)



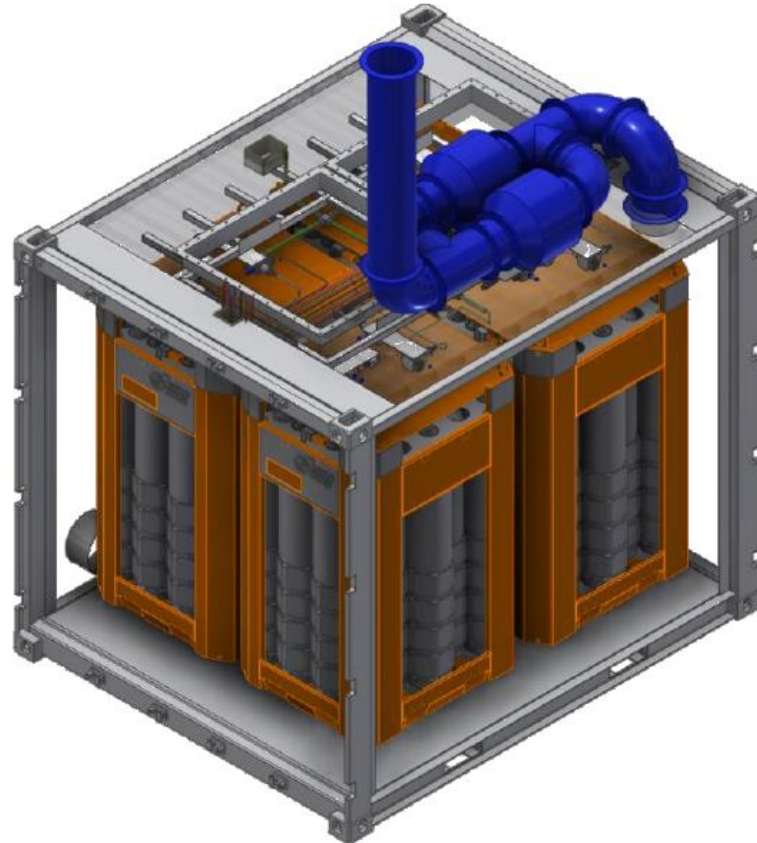
MARANDA

▪ Vetyvarastokontti

- Sisältää 4 paineistetun vedyn pullopatteria
- 18 pulloa joka patterissa
- 48 litraa per pullo
- 200 bars
- → 62 kg vetyä

• Passiivinen ja aktiivinen turvalaitteisto

- Redundantti ilmanvaihto
- Vety- ja palodetektorit
- Paloeristys ovissa, seinissä ja katossa
- Räjähdysluukut
- Vankka metallikehikko, joka kestää laivan liikkeestä aiheutuvan rasituksen



MARANDA

- Vastaava, yksi 85 kW järjestelmä on jo rakennettu ja tällä hetkellä testauksessa Kemiran tehtaalla Äetsässä.
- 165 kW järjestelmä ARANDA:a varten on parhaillaan rakenteilla ja tullaan ottamattaan käyttöön syksyn 2020 aikana maissa suoritettavan testauksen jälkeen



Acknowledgements

This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking under grant agreement No 735717. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and Hydrogen Europe and N.ERGHY



FUEL CELLS AND HYDROGEN
JOINT UNDERTAKING



Mitä seuraavaksi?

Mitä Suomessa voitaisiin tehdä päästötavoitteiden saavuttamiseksi?

- Esiselvitykset valituissa kohteissa (esim. Turun saaristo)
 - Käyttöprofiilin perusteella mitoitetaan polttokennojärjestelmä, vetysäiliöt, vedyn tuotanto, tankkauslogistiikka yms. + hinta-arvio
- Pilottiprojektit julkisella tuella kotimaisten yritysten kanssa
- Kansallisen regulaatio
 - Esim. yhdysreittiliikenteen kilpailutuksiin sitovat päästövähennystavoitteet (kuten esim. Norjassa)
- Kotimaisten markkinoiden ja toimijoiden kehittyminen
- Vientiteollisuudelle kasvua

Esim. Case Ahvenanmaa

- Smart Energy Åland -projekti
- Ahvenanmaalla halua lähteä ottamaan käyttöön teknologiaa lauttaliikenteessä
 - Esiselvityksiä tehty
- (Ylijäämä)tuulisähkön ja elektrolyysin avulla vetyä lautoille

Muita polttokennolaivaprojekteja maailmalta

- ELEKTRA, <https://www.e4ships.de/english/inland-shipping/elektra/>
- HySeasIII, <https://www.hyseas3.eu/>
- Pilot-E projektit Norjassa
 - Havila, <https://www.rechargenews.com/transition/world-s-first-liquid-hydrogen-fuel-cell-cruise-ship-planned-for-norway-s-fjords/2-1-749070>
 - SeaShuttle, <https://fuelcellsworks.com/news/samskip-leads-way-in-norway-with-seashuttle-hydrogen-fuel-cell-container-sh/>
 - ZeFF, <https://maritimecleantech.no/2019/01/15/zeff-towards-zero-emission-fast-ferries/>
- Water-Go-Round, <https://watergoround.com/>
- ShipFC, <https://shipfc.eu/>
- Nautilus

bey⁰nd

the obvious

Jyrki Mikkola
jyrki.mikkola@vtt.fi
+358 40 170 1744

www.vtt.fi