

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Sähkölpolttoaineetko merenkulun tulevaisuuden energianlähteeksi?

Sari Repka, toukokuu 2022

Johdanto

Merenkulun täytyy korvata asteittain fossiilisia polttoaineita hiilineutraaleilla. Yksi vaihtoehto on biokaasu, mutta sen riittävyys merenkulkuun on kuitenkin suuri kysymysmerkki, koska käyttäjiä on muitakin ja tuotanto ja tuotantopotentiaali nykytietämyksen mukaan rajallinen. Sähkö itsessään tai sähkölpolttoaineet ovat toinen mahdollisuus. Tässä kootaan päivittyvää tietoa liittyen sähkölpolttoaineisiin merenkulun käyttövoimana. Tällä hetkellä niiden saatavuus on erittäin vähäistä ja hinta kallis, mutta kehitysprojekteja on maailmalla useita ja kun tuotanto saadaan käyntiin hinnat laskevat. Tästä huolimatta saadaan sanoa hyvästit raskaan polttoöljyn tapaisille halvoille hinnoille merenkulussa. Toisaalta uusien polttoaineiden tuotanto, siihen liittyvä infrastruktuuri ja alusten kehitys tarjoavat liiketoimintamahdollisuuksia.

Sähkölpolttoaineet

Sähköä voidaan käyttää suoraan akuissa voimanlähteenä, mutta se sopii lähinnä pienille aluksille ja lyhyille reiteille. Pidemmille matkoille tarvittaisiin suurempia akkuja, mutta niiden koon kasvaessa tehokkuus laskee nopeasti. Erilaisia sähkökäyttöisiä pieniä aluksia on jo maailmalla runsaasti.

Sähkölpolttoaineella tarkoitetaan vedestä ja hiilidioksidista sähkön avulla valmistettua synteettistä polttoainetta. Mikäli sähkö itsessään on hiilineutraalisti, kuten vesi-, aurinko- tuuli tai ydinvoimalla, tuotettua voidaan puhua hiilineutraaleista sähkölpolttoaineista. Sähkölpolttoaine on Power-To-Fuel (P2F) prosessin tuote. P2F taas on osa laajempaa P2X (Power-to-X) prosessiperhettä.

Sähkölpolttoaineen valmistukseen tarvittava ns. vihreä vety tuotetaan elektrolyytisesti päästöttömällä sähköenergialla. Sen hyötysuhde on 60–70 prosenttia, eli noin kolmannes käytetystä sähköstä menee hukkaan lämpönä. Jos tätä lämpöä otetaan talteen, se parantaa prosessin tehokkuutta (Kuva 1). Prosessi tuottaa myös suuren määrän happea.

Vetyä voidaan polttaa polttokennossa hyvällä hyötysuhteella ja vedyllä toimivista polttokennoista vapautuu sähköenergian lisäksi vain lämpöä ja puhdasta vettä. Norjassa on tilattu MS Hydra (Norled) matkustajalautta, joka toimii nesteytetyllä vihreällä vedyllä.

Vedyn varastointi on sen käytön pullonkaula, eikä se siksi sovellu esimerkiksi pitkille valtamerimatkoille. Vetyä on hankala varastoida, koska sen kiehumispiste on hyvin alhainen (-252,87 °C), eli sitä on käytännössä säilytettävä paineastiassa. Vety myös reagoi herkästi hapen ja halogeenien kanssa, ja esimerkiksi säiliöstään vuotanut vetykaasu voi räjähtää pienestäkin kipinästä. Vety tihkuu läpi metallisista säiliöistä ja haurastuttaa niitä. Vetysäiliöstä karkaa 25 % sisällöstä kuukaudessa. Myös nesteyttämiseen

tarvittava energia on peräti 33 % energiasisällöstä. Vedyn ilmastoa lämmittävä vaikutus on noin puolet metaanin vastaavasta. Jos vetytalous yleistyy, tämä on ongelma, joka tulee ratkaista.

Polttokennojen käyttö sähköntuottimina erilaisiin liikkuviin sovelluksiin on lisääntymässä niiden erittäin suuren energiatihedden takia (450 -700 Wh/kg). Tämä on jopa viisi kertaa enemmän kuin mitä akkuteknologialla on saavutettavissa. Korkea hinta ja tarvittavan infrastruktuurin puute kuitenkin rajoittavat yleistymistä. Sähköntuotannon hyötysuhde on 53 % ja 85 % kokonaishyötysuhteen, jos ylijäämälämpö saadaan hyötykäyttöön.



Lähde: Q Power, Keravan Energia, grafiikka: Petteri Juuti / Yle

Kuva 1. Vedyn tuottaminen elektrolyysillä.

Vedyn sijasta polttoaineena voidaan käyttää myös metaania, jolloin nesteytettynä siitä puhutaan LNG:nä, jota laivoilla on jo käytössä. Sitä voidaan tuottaa vedystä metanoimalla (kuva 2). P2X solutions –firman mukaan näin voidaan saavuttaa 50 %:n hyötysuhde. Metaanin lämpöarvo on 50 MJ/kg, ja sitä voidaan varastoida nesteenä 21,6 MJ/litra (HHV) –163 °C lämpötilassa.



Lähde: Q Power, Keravan Energia, grafiikka: Petteri Juuti / Yle

Kuva 2. Metaanin tuottaminen.

Metaanintuotannon ongelmana on se, että hiilidioksidin erottaminen ilmakehästä vaatii paljon energiaa. Tämä johtuu siitä, että ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on hyvin alhainen. Käytännön teknologiaa tähän ei ole vielä olemassa. Eräs ratkaisu on hiilidioksidin kierrättäminen säiliöissä metaanin tuotanto- ja polttoprosessissa. Tällöin varastointitehokkuus olisi siedettävät 55–59 %.

Myös metanoli soveltuu laivan polttoaineeksi. Metanolin valmistus on tunnettu kauan. Metanolia voidaan valmistaa useilla eri menetelmillä kuten maakaasusta syntetisoimalla. Metanolin valmistus maakaasusta eli metaanista on mahdollista ja muunnoksen hyötysuhde on tyypillisesti korkea, noin 60–70 prosenttia, mutta yli 80 prosentin hyötysuhteeseenkin on päästy.

Maersk-varustamo on päätenyt metanoliin tulevaisuuden polttoaineena ja kehittää siihen liittyvää tekniikkaa ja hiilineutraalia synteettisen metanolin tuotantoa. Metanolin käyttö, käsittely ja jakelu muistuttaa läheisesti bensiinin vastaavia prosesseja. Sen oktaaniluku on moottoribensiiniä suurempi, mutta energiatiheys pienempi. Metanolin energiatiheys on 19,7 MJ/kg ja bensiinin 40 MJ/kg. Pelkän metanolin käyttö polttoaineena mahdollistaa korkean puristussuhteen ottomoottorissa ja sen ansiosta myös korkean hyötysuhteen. Ottomoottorin hyötysuhdetta voidaan kohottaa myös pakokaasun takaisinkierrätyksen avulla, kun takaisinkierrätystä käytetään ottomoottorissa osittain tai kokonaan tavanomaisen virtauksen rajoituksen sijasta. Metanolipolttoaineella pakokaasun takaisinkierrätys onnistuu paremmin kuin bensiinillä.

Kuinka siirtymä voidaan saada aikaan?

Sähkölaittoainetta voidaan käyttää nykyisissä moottoreissa. Ainakin toistaiseksi sähköpolttoaineet ovat ilman tukia aivan liian kalliita bensiinin korvaajiksi, mutta tilanne on muuttumassa erityisesti tuulisähkön halpenemisen vuoksi. Samalla sähköpolttoaine voi olla osaratkaisuna tuuli- ja aurinkosähkön varastointiin, sillä vetyä voidaan käyttää energiavarastona. Tämä on erityisesti tarpeen tuuli- ja aurinkovoimaa käytettäessä, sillä sääolosuhteet vaikuttavat energiantuotannon määrään.

GTK:n julkaiseman raportin mukaan Suomen merikuljetuksiin tarvittaisiin 58,77 TWh vetytuotantoa.

[Raportti "Assessment of the scope of tasks to completely phase out fossil fuels in Finland" 18_2022.pdf \(gtk.fi\)](#)