

MERI-CLEANTECH -virtuaalityöpaja 17.9.2021

Puhtaita teknologioita ja palveluita laivaliikenteeseen

Meriliikenteen päästövähennystavoitteet lisäävät cleantechiin liittyviä liiketoimintamahdollisuuksia

[MERICLEANTECH-hankkeen](#) ensimmäisessä työpajassa keskusteltiin puhtaiden ja vähäpäästöisten teknologioiden ja ratkaisujen kehittämisestä meriliikenteeseen. Uudet, tiukentuneet merenkulun ympäristösäännökset edellyttävät [cleantech-ratkaisujen](#) kehittämistä ja käyttöönottoa sekä laivanrakennuksessa että laivaliikennettä tukevissa palveluissa kaikkialla maailmassa.

MERI-CLEANTECH kokoaa kumppanuuksia merenkulun ympäristösääntelyn ratkaisujen ympärille Satakunnassa. Hanke tukee satakuntalaisia yrityksiä uusien tuotteiden ja palveluiden kehittämisessä, esimerkiksi yritysten osallistumista rahoitushakuihin innovaatioiden eteenpäin viemiseksi.

Ensimmäisessä työpajassa keskusteltiin laajasti eri ratkaisuista, joissa on kehittämispotentiaalia yritysten liiketoiminnassa. Teemakohtaisia keskusteluita ja laajempia työpajoja jatketaan edelleen tarpeen mukaan. Alustavasti keskusteltiin mahdollisuuksista cleantech-ratkaisuja testaavien hankkeiden kehittämiseen, mm. lyhyen matkan vesikuljetuksissa ja saaristoliikenteessä.

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen sääntelyn keskiössä

Tällä hetkellä hiilineutraaleiden käyttövoimien kehittäminen ja niihin liittyvät tekniset ratkaisut, infrastruktuuri ja palvelut ovat tärkeimmät kehityskohteet meriliikenteen päästöjen vähentämisessä.

Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO edellyttää nyt jo polttoaineiden energiatehokkuuden parantamista (esim. [Energy Efficiency measures](#)). Vuoden 2023 alusta voimaan tulevat [Energy Efficiency Existing Ship Index \(EEXI\)](#) ja [Annual operational carbon intensity indicator \(CII\)](#). Ne tulevat työllistämään varustamoja, koska ne vaikuttavat nykyisin käytössä oleviin aluksiin.

Kesällä 2021 julkaistu [EU:n vihreän kehityksen ohjelman](#) toteuttamista edistävä ”[FIT for 55](#)” eli [55-valmiuspaketti](#) tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2050 mennessä. Sen osana on [FuelEU Maritime](#) -



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



esitys, joka koskee uusiutuvien ja vähähiilisten polttoaineiden käyttöä meriliikenteessä. Se asettaa alusten kasvihuonekaasuintensiteetille rajoituksia EU:n alueella ja siten edellyttää lähivuosina pikaisia toimia laivaliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

Laivojen energiatehokkuuden parantaminen ei riitä kattamaan kasvihuonekaasujen päästövähennystarvetta. Kansainvälinen merenkulkujärjestö [IMO:n tavoite on vähentää laivaliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä 50% vuoteen 2050 mennessä](#) vuoden 2008 tasosta laskettuna. IMO pyrkii huomioimaan *well to wake* -päästöt eli polttoaineen koko elinkaaren aikaiset päästöt.

Siirtymä vaihtoehtoihin energialähteisiin meriliikenteessä

Lähivuosikymmeninä laivojen energianlähteinä käytetään erilaisia hiilineutraaleja ratkaisuja samalla kun fossiilisten polttoaineiden käytöstä vähitellen luovutaan. Energialähteet ja polttoaineet optimoidaan erilaisille alustyypeille, jotka kulkevat eri pituisia reittejä, koska universaalia kustannus- ja energiatehokasta ratkaisua ei toistaiseksi ole olemassa. Yleisesti ottaen laivaliikenteen polttoainekustannukset tulevat olemaan suuremmat kuin nykyisellä Marine Diesel Oil -polttoaineella (MDO). Tämä voi vaikuttaa siihen mitä ja miten halutaan kuljettaa. Reittien ja kulkunopeuksien optimoinnilla voidaan säästää polttoainekustannuksissa. Myös talviliikenteen vaatimukset tulee ottaa huomioon energianlähteiden valinnassa.

Vaihtoehtoisten energialähteiden suunnittelussa ja käyttöönotossa on huomioitava niiden käytettävyys ja käytön aikajänne. Osa teknologiasta on jo olemassa ja sille on infrastruktuuria, esimerkiksi [nesteytetty maakaasu \(LNG\)](#). Osalle teknologioista ei ole vielä kehitetty kustannustehokkaita ratkaisuja tai niillä ei ole laivaliikenteen edellyttämää tuotanto- ja jakeluinfrastruktuuria. Esimerkkinä on vedyn käyttöön pohjautuva polttokennoteknologia, jonka käyttöönottoon liittyviä suosituksia ja standardit [IMO](#) laatii.

Siirtymä fossiilisista polttoaineista täysin päästöttömiin energianlähteisiin tapahtuu vaiheittain lähivuosikymmenien aikana. Lisäksi siitä millaista konkreettista sääntelyä jatkossa tulee voimaan ei ole vielä varmuutta. Siten nyt suunniteltaessa hyötysuhteeltaan tehokasta laivaa, jonka käyttökustannukset ovat kilpailukykyisiä myös lähivuosikymmeninä, on tarkasteltava eri energianlähteiden vaihtoehtoja ja niiden yhdistelmiä.

Laivat kuluttavat runsaasti energiaa ja polttoainetta, mikä edellyttää, että sitä on saatavilla runsaasti edulliseen hintaan. Tämä suuruuden ekonomia sekä tarvittavan infrastruktuurin rakentaminen on haaste vaihtoehtoisten polttoaineiden ja energianlähteiden valinnassa, koska niiden tuotannon volyyymi on pienempää kuin fossiilisilla polttoaineilla. Vaihtoehtoisten polttoaineiden tuotanto ja jakelu on kannattavampaa hajautetummalla mallilla.

Vaihtoehtoisten energialähteiden teknologiaan ja infrastruktuuriin liittyvän kehittäminen mahdollistaa edelläkävijyyttä myös kansainvälisesti. Näin ollen Suomessa voitaisiin tuottaa ratkaisuja tai tuotteita, esimerkiksi polttoaineita tai niiden komponentteja, myös vientiin. Tilaisuutta ei kannata hukata vaan

mennä mukaan erilaisiin kansainvälisiin konsortioihin ja kehittämishankkeisiin, siitä huolimatta, että uudet ratkaisut ovat alkuvaiheessa todennäköisesti hintavia. Yhteistyö on avain kehittämiseen, esimerkkinä Suomeen perustettu [Vetyklusteri](#) ja sen [tavoitteet](#). Alkuvaiheessa julkinen tuki on tarpeen, ja myös hiilikaupasta tulevia varoja voisi osoittaa tähän kehitysohjelmaan.

Retrofitit ja resurssitehokkuus

Laivan elinkaari on keskimäärin 20-30 vuotta, joskus pidempikin. Monet nykyiset ja lähivuosina voimaan astuvat energiatehokkuus- ja päästövähennysvaatimukset vaikuttavat jo olemassa olevaan aluskantaan. On myös resurssitehokasta pyrkiä korjaamaan tai muuntamaan käytössä olevia aluksia vähäpäästöisemmiksi. Se kuitenkin edellyttää investointien tapauskohtaista hyöty-kustannussuhteen tarkastelua. Nykyisiin aluksiin, jotka on suunniteltu tiettyä käyttöä varten, ei yleensä ole mahdollista kannattavasti tehdä kovin kunnianhimoisia muutoksia. Toisaalta esimerkiksi vanhoihin saaristoliikenteeseen hankittuihin aluksiin on uusittu koko konehuone, mikä selvästi vähentää päästöjä. Myös päästöjä vähentäviä osittaisratkaisuja on tehty, vaikka MDO:sta ei kokonaan nykyisten alusten kohdalla voidakaan luopua. Esimerkiksi akkuja tai polttokennoja käytetään satama-alueilla tapahtuviin siirtymisiin. Myös kokonaisuus ratkaisee investointien kannattavuuden, sillä esimerkiksi painolastiveden puhdistusjärjestelmät ovat vain kuluerä, joka ei tuota varustamolle tai omistajalle taloudellista hyötyä.

Elinkaariajattelu vahvistuu laivanrakennuksessa. Esimerkiksi laivoissa käytetyt materiaalit kehittyvät jatkuvasti, samalla kun eri materiaalien kierrätysaste paranee.

Hiilen kierrosta irtautuvat polttoaineet

[Vetyyn perustuva energiantuotanto](#) on mahdollista toteuttaa täysin hiilettömästi. Edellytyksenä on, että vedyn tuotantoon käytetään hiilettömiä uusiutuvia energianlähteitä, esimerkiksi tuuli- tai aurinkovoimaa. [Tuulivoima Suomessa](#) on merkittävä hiilineutraali ja päästötön energianlähde. Satakunnassa on myös vaativiin jääolosuhteisiin suunniteltu [Tahkoluodon merituulipuisto](#). Tuulivoimaa sellaisenaan hyödynnetään jo [roottoripurjeissa](#) vähentämässä laivojen hiilidioksidipäästöjä. Roottoripurjeiden käyttö yhtenä laivan energianlähteenä lisääntynee uudisrakentamisessa.

Laivoissa vedyn varastointi on haaste, koska vety on säilytettävä nestemäisenä jäädytettynä n. -250 Celsius-asteeseen, mikä vaatii tilaa. Lisäksi nestemäisen vedyn jakelulle ja varastoinnille on rakennettava oma infrastruktuuri. Näin ollen vety ainakin alkuvaiheessa soveltuu enemmän lyhyen matkan alusliikenteeseen, esimerkiksi lauttaliikenteeseen. Esimerkiksi Norjassa lauttayhteyksissä on hyödynnetty nestemäistä vetyä. Näissä vedyn merkittävä kilpailija on akkuteknologia ja myös sähköinfrastruktuuri on jo olemassa. Polttokennoteknologian kehittyessä tulee uusia mahdollisuuksia myös laivaliikenteen sovelluksiin. Tällä hetkellä polttokennoteknologia on vielä kokeiluasteella.

[P2X Solutions Oy](#) suunnittelee Harjavaltaan Suomen ensimmäistä [vihreän vedyn tuotantolaitosta](#). Sitä on tarkoitus monistaa ja skaalata eteenpäin. Se tarjoaa mahdollisuuden suomalaiselle teknologian ja polttoaineen tuotannolle Itämeren alueella ja osana alueen yhteistyötä. Näin kehitetään kansainvälisesti

päästöttömiä ratkaisuja myös globaaleille toimijoille. Vedyn kuljettaminen pitkiä matkoja ei ole kannattavaa, joten sille luotaneen hajautettu tuotantojärjestelmä ainakin alkuvaiheessa ennen kuin rakennetaan putkistoja.

Sähkön hinta määrittää myös vedyn hintaa, koska sitä tarvitaan paljon vedyn tuottamiseen. Vain reilu viidennes käytetyn sähkön energiamäärästä on jäljellä vetypolttoaineessa. Kun puhtaan vedyn käyttöön liittyy haasteita, on hyvä myös tarkastella sen jatkojalosteiden tarjoamia vaihtoehtoja, koska ne voivat olla kokonaisuhyötysuhteeltaan tai varastoinnin ja infrastruktuurin kannalta käyttökelpoisempia laivaliikenteessä (esimerkiksi ammoniakki, metanoli tai synteettisesti tuotettu metaani). Nesteytetyn maakaasun (LNG) -infrastruktuuri on muunnettavissa ammoniakkin käyttöön.

[Ammoniakki](#) on lupaava polttoaine, kun sitä valmistetaan uusiutuvista energianlähteistä saadun hiilineutraalin sähkön avulla vety- ja typpikaasun seoksesta. Yksi sen merkittävimmistä ongelmista on kuitenkin myrkyllisyys sekä ihmisen että meriluonnon näkökulmasta. Kyse on myös infrastruktuurista, esimerkiksi ammoniakkaa voidaan käyttää vetyinfrastruktuurissa, jos vedystä tehdään ammoniakkaa.

Hiilen kiertoon perustuvat vähähiiliset ja hiilineutraalit energianlähteet

Käytännössä hiilen kiertoon perustuvia energianlähteitä käytetään vielä pitkään laivaliikenteessä. Ne ovat enenevässä määrin hyvin vähähiilisiä tai kokonaan hiilineutraaleja ratkaisuja, jotka eivät lisää ilmakehän hiilidioksidia.

Suomessa on panostettu paljon [nesteytettyyn maakaasuun eli metaaniin polttoaineena \(LNG\)](#). Nyt kun metaanipäästöt otetaan laskelmiin mukaan omalla kertoimellaan, se saattaa aiheuttaa ongelmia esimerkiksi kasvihuonekaasuintensiteetin raja-arvojen saavuttamisessa. Synteettiset ja biokaasut eivät toistaiseksi sisälly päästölaskelmiin, vaikka IMOssa on työryhmiä, joissa asiaa käsitellään. IMOssa asioiden käsittely on systemaattista mutta varsin hidasta, mikä on viivästyttänyt päästörajoitusten asettamista.

Bioraaka-aineista, esimerkiksi biojätteistä, tai metsäteollisuuden sivuvirroista, tuotetaan osana kiertotaloutta polttoaineena käytettävää biokaasua, jota nesteytettynä voidaan käyttää laivapolttoaineena. Se on osa hiilenkiertosysteemiä ja voi käyttää samaa infrastruktuuria kuin LNG ja synteettinen metaani. Biopolttoaineet voivat olla laivaliikenteessä täydentävä ratkaisu, mutta käytännössä niiden tuotanto on rajallista ja niillä on kysyntää muillakin sektoreilla kuin laivaliikenteessä. Biopolttoaineiden ympäristöystävällisyys on kyseenalaista siinä tapauksessa, että raaka-ainetta tuotetaan siten, että se aiheuttaa kilpailua maankäytöstä tai suoranaista luontokatoa.

Metanoli on myrkyllistä, mutta se on helposti valmistettava polttoaine ja sitä käytetään eri tyyppisissä polttoaineratkaisuissa. Metanoli on kuitenkin edelleen kytköksissä hiilenkiertosysteemiin, koska se vaatii hiiliyhdisteitä valmistuksessa (mm. maakaasu, hiilimonoksidi, biomassa). Samalla tavalla hiilen kiertoon ovat kytköksissä muutkin synteettiset polttoaineet, joita voi valmistaa hiilineutraalisti uusiutuvalla sähköllä ja esimerkiksi vedyn avulla. Laivaliikenteen tarvitsemien volyymien kannalta niiden ongelmana

on kallis hinta ja heikko hyötysuhde. Synteettinen kaasu on kalliimpaa kuin maakaasu, mutta tulevaisuudessa hiilineutraalin sähköntuotannon lisääntyessä, tuotantomenetelmien ja infrastruktuurin parantuaessa se voi olla paremmin hyödynnettävissä meriliikenteessä.

Biopolttoaineiden NO_x-päästöt

IMO:n [Marpol-sopimuksen VI -liitteessä](#) on [sääntö 18](#), jonka mukaan varustamon on huolehdittava siitä, että IMO:n polttoaineille säätämät NO_x-päästörajat eivät ylity. Pykälä ei kerro miten se tapahtuu. Varustamoiden kannalta tämä on ongelma. Luokituslaitosten mukaan varustamot saavat uuden laivan luovutuksen jälkeen hakea poikkeuslupaa, bunkrata haluttua polttoainetta ja suorittaa päästömittauksia. Jos NO_x päästörajat eivät ylity, laiva saa IAPP-sertifikaattiin maininnan, että se voi käyttää juuri ko. polttoainetta. Biopolttoaineille NO_x-raja on haastava, joskin biopolttoaineet voivat myös laskea NO_x -päästöjä, riippuen raaka-aineesta ja valmistustavasta. Tämä laadun vaihtelu on ongelma biopolttoaineissa pienissäkin erissä. Raskaan maantieliikenteen moottoreissa polttoaineen tasalaatuisuuden vaatimus on esimerkiksi hyvin korkea, sen sijaan laivamoottoreissa on hieman enemmän pelivaraa toistaiseksi polttoaineen tasalaatuisuudessa. Tämän tyyppinen karkea ja heikosti ohjattu sääntely, joka asettaa tiukkoja NO_x-päästörajoja, ei kuitenkaan kannusta varustamoita investoimaan uusiin aluksiin.

Maasähkö ja akut

Tavoitteena on, että Suomen suurimmissa satamissa [mahdollisuus maasähkön käyttöön vuonna 2030](#). Maasähköä on kehitetty jo pitkään, mutta puutteellisten kansainvälisten standardien vuoksi sen käyttöönotto räätälöidään tapauskohtaisesti. Esimerkiksi matkustajalaivojen säännöllisessä reittiliikenteessä se on monin paikoin käytössä. Myös akkuteknologian kehittyessä niiden käyttökelpoisuus lyhyillä matkoilla tai satama-alueilla tapahtuvassa operoinnissa on lisääntynyt. Esimerkiksi Norjassa akkuja käytetään lyhyen matkan reittiliikenteessä. Valtameriliikenteeseen ne eivät toistaiseksi sovellu, koska akkujen koko on liian iso. Myös akkujen kesto erityisesti talviolosuhteissa on kyseenalainen, toimintamatka voi lyhentyä merkittävästi.

Maasähkö ja akut vähentävät paitsi laivaliikenteen hiilidioksidipäästöjä, myös poistavat satamista ja niiden lähialueilta laivojen pakokaasupäästöjen aiheuttamia haittoja, mm. pienhiukkaspäästöjä. Se vaikuttaa siten positiivisesti lähialueiden ilmanlaatuun ja asukkaiden terveyteen.

Hiilen talteenotto

Hiilen talteenotto on uusi, vasta kehitysvaiheessa oleva ratkaisu, joka johtaisi jopa hiileneutraaliseen laivaliikenteeseen. Tämä edellyttää, että laivaa käytetään hiilineutraalilla polttoaineella. Hiilen talteenottoon liittyvä tekniikka on kehitysasteella, ja laivassa säilöminen ja kuljettaminen on erityinen ongelma. Esimerkiksi [decarbonICE](#)-projektin suunnitelmissa hiilidioksidi otetaan talteen ja jäädyytetään.