

Meriliikenteen vihreä siirtymä – ennakoivaa yhteistyötä ja sääntelyä kestäväen tulevaisuuden rakentamiseksi



GYROSCOPE-hankkeen politiikka- ja toimenpidesuosituks

Gyroscope-konsortio 12/2025

Meriliikenteen osuus globaaleista ilmastopäästöistä kasvaa huolestuttavaa vauhtia. Jotta kansainväliset nollapäästötavoitteet voidaan saavuttaa, on ensiarvoisen tärkeää siirtyä nopeasti vihreisiin käyttövoimiin ja mahdollistaa uusimman teknologian täysimääräinen hyödyntäminen. Tämä tapahtuu toteuttamalla rohkeita, mutta harkittuja toimia liittyen sääntelyyn, markkinoihin, sekä teknologioiden kehittämiseen ja käyttöönottoon. Nämä suositukset on suunnattu laajalle ja kansainvälisestikin vaikutusvaltaiselle toimijajoukolle, poliittisista päättäjistä viranomaisiin, merenkulun kaupallisiin toimijoihin ja TKI-sektoriin. Ne pohjaavat GYROSCOPE-hankkeessa tarkasteltuihin tutkimuskysymyksiin ja saatuihin tuloksiin.



1

Vihreää siirtymää on tehtävä ennakoiden ja vuorovaikutteisesti

Siirtymän mahdollistamiseksi meriliikenteen energiapaletti tulee laajenemaan. Uudet käyttövoimat edellyttävät muutoksia aluskantaan, satamien infrastruktuuriin sekä tapoihin toimittaa ja säilöä polttoaineita. Lisäksi tarvitaan markkinan vihreää siirtymää ohjaavaa kansainvälistä ja kansallista sääntelyä. Myös käyttövoimien ympäristöriskit puhuttavat: kuormitusta ei pitäisi siirtää ilmasta mereen tai rannoille.

Muutos on hidasta siirtymän systeemisen luonteen takia. Varustamot epäröivät alusinvestointien kanssa vailla varmuutta tulevaisuuden käyttövoimista ja niihin liittyvästä sääntelystä. Varovainen kysynnän kasvu hidastaa tarjonnan kehittymistä, mikä puolestaan nostaa toimijoiden kokemaa siirtymäriskiä muun muassa infrainvestointien kannattavuuden ja käyttövoimien saatavuuden osalta. Vaikeus arvioida sääntelyn etenemistä ja suuntaa sekä poliittisen ilmapiirin muutosnopeus aiheuttavat toimialalle epävarmuutta.

Askelmerkkejä

1. Uusien ratkaisujen käyttöönotto edellyttää niiden kysynnän ja tarjonnan tukemista vakaan sääntelyn keinoin. Koska isojen infrainvestointien takaisinmaksuajat ovat pitkiä, toimijoille on taattava hyvä investointinäköymä pitkällä aikavälillä.
2. Innovaatioiden kehittämisessä tarvitaan paradigman muutos: monialaisia kehitystiimejä, joissa insinöörit keskustelevalle jo suunnitteluvaiheessa luonnon- ja ihmistieteilijöiden sekä lainoppineiden kanssa – unohtamatta ratkaisujen loppukäyttäjiä. Näin voidaan välttää harha-askelia, hallita riskejä ja kehittää tarvittavia standardeja ja sääntelyä ennakkoivasti.
3. Ympäristö- ja kestävyysvaikutusten arviointiin tulee sisällyttää ratkaisujen elinkaaren aikaiset vaikutukset ilmastoon, ekosysteemeihin ja ihmiseen. Käytön häiriötilanteisiin liittyvät riskit – mukaan lukien riskien hallinnan aiheuttamat lisäkustannukset – tulee huomioida.
4. Päästövähennysratkaisuja, jotka mahdollistavat jatkamisen fossiilisilla polttoaineilla, tulisi välttää. Kuitenkin esimerkiksi monipolttoainemoottorit pienentävät siirtymän ensivaiheen taloudellisia ja sosiaalisia riskejä ja siten voivat tukea kestäväää siirtymää. Myös kansallinen omavaraisuus polttoaineiden tuotannossa on merkittävä resilienssitekijä.
5. Satamien tulee varautua alusten sähköistämiseen sekä mahdollistaa vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelu. Päätökset jakeluvaikeimien osalta tulee tehdä läpinäkyvästi yhteistyössä satamaa käyttävien varustamoiden kanssa.
6. Ennakointi ja skenaarioanalyysi parantavat toimijoiden kykyä varautua erilaisiin tulevaisuuden kehityskulkuihin ja arvioida niihin liittyviä mahdollisuuksia ja riskejä. Vaihtoehtoiset skenaariot avaavat toimijoille uusia päätöksentekohorisontteja, joiden puitteissa voidaan kokeilla teknologioiden, sääntelyn ja markkinoiden muutosten vaikutuksia kansallisessa ja globaalissa kontekstissa.



2

Teknologinen kehitys tulee valjastaa vihreän siirtymän vauhdittamiseen

Merenkulun vihreä siirtymä ei nojaa vain uusiin käyttövoimiin, vaan myös siihen, että energiatehokasta ja turvallista operointia edistävät digitaaliset alustaratkaisut toimivat luotettavasti. Perustuessaan ajantasaiseen tiedon siirtoon ja käsittelyyn sekä tekoälyyn, ratkaisut vaativat uudenlaista kyberturvallisuus- ja vastuunäkökulmien huomioimista. Järjestelmien käyttäminen ei olekaan siksi pelkästään teknologinen kysymys, vaan vaatii myös uudenlaista osaamista, koulutusta ja uusien yhteisten pelisääntöjen luomista.

Aluksilla olevien laitteistojen autonomisuusasteen kasvaessa syntyy myös uudenlaisia lainsäädännöllisiä haasteita: kuka kantaa vastuun, jos tekoäly tekee virheen? Autonomisten järjestelmien vastuukysymykset liittyvät vahvasti myös kyberturvallisuuteen ja järjestelmien kansainväliseen yhteensopivuuteen. Ilman selkeitä ja sitovia sääntelykehyksiä investointien suunnittelu ja teknologian käyttöönotto hidastuvat, mikä voi osaltaan jarruttaa siirtymää.

Askelmerkkejä

1. Meriliikenteen automatisaatiokehitystä kannattaa tukea, sillä se tarjoaa suoran polun päästövähennyksiin energiatehokkuuden maksimoinnin ja operoinnin optimoinnin kautta. Mahdollistaessaan toimimisen maista käsin, automatisaatio tarjoaa myös tulevaisuuden ratkaisua alalla vallitsevaan miehistöpulaan ja tasa-arvoistaa mahdollisuuksia työskennellä alalla.
2. Uusi teknologia tuottaa hyötyjä vain oikein käytettynä. Digitalisaation ja automatisaation myötä muuttuviin työntekijöiden toimenkuviiin ja tästä kumpuaviin uusiin osaamistarpeisiin on kiinnitettävä huomiota koulutus-suunnittelussa ja -resursoinnissa.
3. Jotta digitalisaatio ja automatisaatio saadaan tukemaan merenkulun vihreää siirtymää, poliittisen päätöksenteon ja sääntelyn tulee edistää tehokkaita tietoliikenneyhteyksiä, tietoturvaa, aineistojen saatavuutta, prosessien läpinäkyvyyttä ja toimijoiden välistä yhteistyötä.
4. Automatisaatioon liittyy uudenlaisia lainsäädännöllisiä vastuukysymyksiä, erityisesti ihmisen ja koneen päätöksenteon rajapinnassa. Tarvitaan sääntelyä, joka määrittelee selkeästi ihmisen ja koneen vastuut ja oikeudet eri tilanteissa.



3

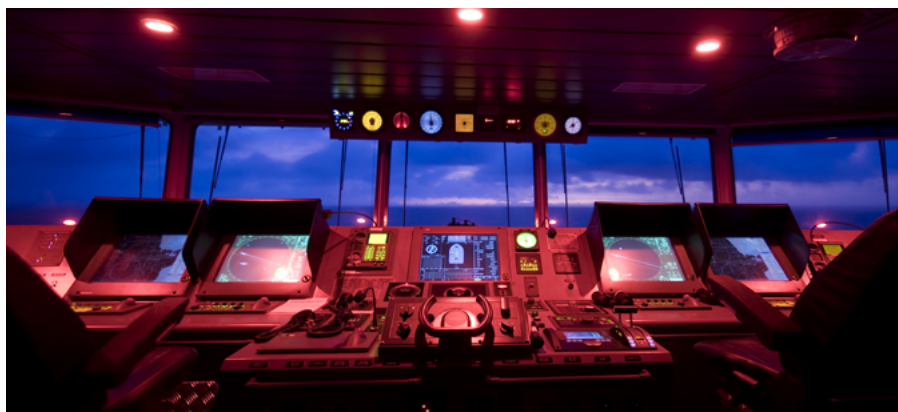
Markkinapainetta kohti kestävää vihreää siirtymää on lisättävä kohdennetulla sääntelyllä

Merenkulun päästövähennystavoitteet törmäävät edelleen fossiilitalouden logiikkaan juurtuneeseen sääntelyyn. Tulevaisuuden meriliikenne on kuitenkin muodoiltaan ja teknologioiltaan nykyistä moninaisempaa. Olosuhdetekijät (reitti, alue, käyttövoiman saatavuus reitillä, jne.) vaikuttavat siihen, millaiset ratkaisut ovat kussakin tapauksessa toimivia ja mahdollisia.

Vaikka kansainväliset toimijat, kuten IMO, ovat asettaneet päästövähennystavoitteita, kattavat globaalit standardit vaihtoehtoisten käyttövoimien turvalliselle käytölle ovat vasta kehittymässä. Polttoaineet kuten ammoniakki (myrkyllinen), vety (erittäin syttyvä) ja metanoli (myrkyllinen) aiheuttavat merkittäviä turvallisuus- ja toiminnallisia riskejä. Selkeiden ja velvoittavien sääntöjen puute vaikeuttaa investointien suunnittelua ja lisää sekä varustamoiden että operaattoreiden kokemaa riskiä.

Askelmerkkejä

1. Merenkulun vihreää siirtymää tulee ohjata sääntelyn ja taloudellisten kannusteiden yhdistelmällä, joka toisaalta edellyttää, toisaalta houkuttelee toimijoita investoimaan vihreän siirtymän ratkaisuihin.
2. Suomen on jatkettava vaikuttamista IMO:n piirissä juridisesti sitovan globaalin päästömaksujärjestelmän käyttöönoton puolesta Net-Zero Frameworkin osana.
3. Suomen on jatkettava aktiivista vaikuttamista IMO:ssa meriliikenteen globaalien teknologisten standardien aikaansaamiseksi vaihtoehtoisten polttoaineiden turvalliselle käsittelylle ja käytölle.
4. Sääntelyn keinoin tulisi varmistaa biodiversiteettinäkökulman selkeä integroituminen osaksi merenkulun vihreän siirtymän toteuttamista, jotta ilmapäästöjen vähennystoimet eivät aiheuta haittaa ekosysteemeille.
5. Merikuljetusten moninaiset elinkaaripäästöt, päästöjen vaikutukset ja eri toimijoiden mahdollisuudet vaikuttaa päästöihin on saatava paremmin näkyviin. Tätä varten on kehitettävä kansainvälisesti yhtenevä mittaristo. Läpinäkyvyys lisää asiakkaiden tietoisuutta tavoista vaikuttaa päästöihin ja kasvattaa halukkuutta maksaa vähäpäästöisyydestä.





GYROSCOPE

GYROSCOPE-hanke (2023-2025) tutki merialan vihreää siirtymää tukevien ratkaisujen tarjoamia mahdollisuuksia ja niihin liittyviä riskejä. Hanke pyrki luomaan moniulotteisen ja systeemisen kuvan kestävästä siirtymästä kohti vähähiilistä merilogistiikkaa soveltamalla sidosryhmiä osallistavia prosesseja ja nykyaikaisia riskianalyysimenetelmiä sekä pohtimalla vaihtoehtoisia tapoja kestävästä siirtymän toteuttamiseen. Hankkeelle on myönnetty Euroopan unionin elpymisvälinerahoitusta (NextGenerationEU) Suomen Akatemian kautta.

Lisää aiheesta:

Altarriba ym. (2025):

[Comparing fuels and emission reduction technologies for sustainable shipping: A sustainability index weighting life cycle emissions and costs.](#)

Journal of Cleaner Production 495.

de Jong ym. (2025):

[Trade-offs and synergies in the management of environmental pressures: a case study on ship noise mitigation.](#)

Marine Pollution Bulletin 218.

Farokhi ym. (2026):

Identifying Critical Risk Influencing Factors for Autonomous Ship Navigation in Winter Conditions.

Discover Sustainability (In press).

Janasik ym. (2025):

[Cruel utopia of the seas? Multiple risks challenge the singular hydrogen hype in Finnish maritime logistics.](#)

Energy Research & Social Science 129.

Knudsen ym. (2023):

[Defining 'Future Generations': Epistemic Considerations on Conceptualizing a Future-Oriented Domain in Policy and Law-Making.](#)

Journal of Futures Studies 28(2): 3-19.

Linnekoski (2025):

[Uncertainties and risks in the adoption of new fuels in Finnish maritime logistics.](#)

Master's thesis, University of Helsinki.

Monroe (2025):

[Regulation as a Constraint and Enabler of Sustainability Transition to Alternative Maritime Fuels.](#)

Master's thesis, University of Helsinki.

Vikkula ym. (2025):

[Compilation and standardization of oil toxicity data on early life stages of fish to support population-level oil spill impact modelling.](#)

Aquatic Toxicology 286.

Hankkeen täydellinen julkaisulista:

sites.utu.fi/gyroscope/publications/



Euroopan unionin rahoittama –
NextGenerationEU