

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JYRKI VUOLA

Autonomisten laivojen kehityksen haasteet sääntelyn näkökulmasta

Konventioiden ja säädösten merkitys

MERENKULUN TUTKINTO-OHJELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Vuola, Jyrki: Autonomisten laivojen kehityksen haasteet sääntelyn näkökulmasta: Konventioiden ja säädösten merkitys
Opinnäytetyö, AMK
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), merenkulku
Toukokuu 2025
Sivumäärä: 36

Opinnäytetyössä tarkasteltiin autonomisten laivojen kehitykseen liittyviä säädännöllisiä haasteita. Työn tavoitteena oli selvittää, miten voimassa olevat IMO:n (International Maritime Organization) konventiot ja säädökset hidastavat autonomisten alusten käyttöönottoa sekä millaisia muutoksia niihin tulisi tehdä autonomisten alusten kehityksen edistämiseksi. Opinnäytetyö esitti vastuun työelämän tarpeelle ymmärtää paremmin sääntelyn aiheuttamia esteitä teknologian hyödyntämisessä meriliikenteessä. Keskeisinä käsitteinä työssä pidettiin autonomisia aluksia, säädäntöä ja merenkulkua.

Työ toteutettiin laadullisena tutkimuksena, jossa analysoitiin asiakirja-aineistoa ja aiempaa tutkimustietoa. Tutkimusaineisto kerättiin Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) yleissopimuksista ja muista aiheeseen liittyvistä tutkimusartikkeleista. Aineistoa tarkasteltiin yleisellä tasolla ja keskityttiin sääntelyn kohtiin, jotka muodostivat haasteita autonomisten alusten yleistymiselle. Työ eteni vaiheittain tutkimuksen taustoittamisesta säädännön analysointiin ja lopuksi kehitysehdotusten muodostamiseen. Johtopäätöksissä todettiin, että nykyinen merenkulun säädäntö ei kaikilta osin ole yhteensopiva autonomisen merenkulun vaatimusten kanssa, mikä hidasti uuden teknologian käyttöönottoa.

Opinnäytetyön tuotoksena syntyi analyysiraportti, jossa esitettiin nykyiset sääntelyesteet ja annettiin kehitysehdotuksia säädännön uudistamiseksi. Työelämä hyötyi opinnäytetyöstä saamalla selkeämmän kuvan sääntelyhaasteista ja kehitystarpeista. Raportti toimii kehitysmateriaalina merenkulun säädännöstä päättävälle taholle. Tarkastelun ulkopuolelle jäivät yksittäisten valtioiden kansalliset sääntelyratkaisut. Tulevaisuudessa analyysin avulla voidaan perehtyä autonomisten alusten aiheuttamaan onnettomuustutkintaan ja vastuujakautumaan liittyen.

Avainsanat: Autonomia, Kehitys, Merenkulku, Säädäntö, Teknologia

ABSTRACT

Vuola, Jyrki: Regulatory challenges in the development of autonomous ships: the role of conventions and regulations

Bachelor's thesis

Maritime engineering

Degree program

May 2025

Number of pages: 36

The thesis examined the challenges associated with the development of autonomous ships. The aim of the thesis was to find out how the existing IMO (International Maritime Organization) conventions and regulations are slowing down the introduction of autonomous ships and what changes should be made to them to promote the development of autonomous ships. The thesis addressed the need for industry to better understand the regulatory barriers to the use of technology in maritime transport. The key concepts used in the thesis were autonomous vessels, regulation and shipping.

The work was carried out as a qualitative study, analyzing documentary material and previous research data. The research material was collected from International Maritime Organization (IMO) conventions and other relevant research articles. The material was examined at a general level, focusing on the areas of regulation that posed challenges to the uptake of autonomous ships. The work proceeded in stages, from background research to analysis of the legislation and finally to the formulation of proposals for development. The conclusions concluded that the current maritime legislation is not fully compatible with the requirements of autonomous shipping, which slowed down the introduction of the new technology.

The output of the thesis was an analysis report, which presented the current regulatory barriers and made suggestions for the reform of the legislation. Working life benefited from the thesis by gaining a clearer picture of regulatory challenges and development needs. The report will serve as development material for maritime policy makers. The national regulatory solutions of individual countries were excluded from the analysis. In the future, the analysis will help to address the issue of accident investigation and liability sharing in relation to autonomous ships.

Keywords: Autonomy, Development, Legislation, Technology, Shipping.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TUTKIMUS.....	6
2.1 Tutkimuksen tausta	6
2.2 Tutkimusongelmat ja tavoitteet.....	7
3 AUTONOMISET ALUKSET	7
3.1 Merenkulun autonomia.....	7
3.2 Autonomisten laivojen kehityksen historia ja nykytila	10
3.3 Autonomian teknologiset haasteet	11
4 AUTONOMISET ALUKSET JA NIIDEN SÄÄDÖKSET	12
4.1 Kansainvälinen merenkulku järjestö ja MASS-projekti	12
4.2 IMO:n keskeiset konventiot ja kansallisten säädösten rooli.....	13
4.3 Säädosprosessin hitaus teknologia kehitykseen verraten	16
5 TUTKIMUSOTE JA TUTKIMUSMENETELMÄ.....	17
5.1 Tutkimusote.....	17
5.2 Dokumenttianalyysi	18
6 TUTKIMUS.....	19
6.1 Nykyisen sääntelyn hidastava vaikutus autonomisten laivojen yleistymiseen	19
6.2 Konventioiden merkitys autonomisten laivojen kehityksessä	26
6.3 Mitä autonomisten alusten kehitys tarvitsee voimassa olevilta säännöiltä ja konventioilta	28
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	30
7.1 Tutkimuksen keskeiset löydökset.....	30
7.2 Tutkimuksen luotettavuus ja mahdollinen jatkotutkimus	31
7.3 Tutkimuksen eettiset näkökohdat	32
LÄHTEET.....	35

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastelen autonomisten alusten kehityksen esteitä kansainvälisen merenkulun sääntelyn näkökulmasta. Aihe on ajankohtainen, sillä teknologian kehittyessä kansainvälinen merenkulun säädäntö tulee puutoamaan sen vauhdista ja sen seurauksena hidastamaan automaation kehitystä merenkulussa. Nykyisen kansainvälisen säädännön pohjana pidetään miehitettyä merenkulkua ja siksi nykyinen säädäntö ei sellaisenaan ole käytävissä autonomisia aluksia säädeltäessä.

Opinnäytetyössäni selvitän, millaisia esteitä autonomiset alukset ja niiden kehitys kohtaavat nykyisessä säädännössä. Osoitan työssäni myös millaisia muutoksia niiden kehitys tarvitsee vallitsevalta säädännöltä, jotta autonomiset alukset voisivat toimia turvallisesti osana kansainvälistä meriliikennettä.

Työni tavoitteena on tuottaa analyysi siitä, millaisia muutoksia nykyisiin kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventioihin ja yleissopimukseen tarvitaan, jotta autonomisten alusten kehitys olisi mahdollista. Tutkimustuloksesta on hyötyä alan toimijoille kuten varustamoille, laitevalmistajille ja säädännöstä vastaaville tahoille. Tutkimuksen aikana hyödynnän aiemmin opinnoissani saamia taitojani, kuten kykyä ymmärtää virallisia säädöksiä, soveltaa niitä sekä hahmottaa laajempia kokonaisuuksia ymmärryksen kautta.

Työssäni käytän pääasiallisina lähteinä Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) tieteellisiä artikkeleita ja säädöskokoelmia, jotka käsittelevät autonomisten alusten sääntelyä. Lähteet ovat ajantasaisia ja huolellisesti valittuja tiedon oikeellisuuden varmistamiseksi. Työ toteutetaan kvalitatiivisella menetelmällä, dokumenttianalyysillä, joka mahdollistaa säädännön ja konventioiden tarkastelun vertailemalla niitä autonomisten alusten ja niiden kehityksen tarpeiden kanssa.

Tutkimustyöni rajaan koskemaan vain nykyisen sääntelyn asiakohtia, jotka aiheuttavat esteen autonomisille aluksille, eikä työssä käsitellä esimerkiksi yksityiskohtaisia teknisiä ratkaisuja kuten alusten operatiivisia järjestelmiä. Työaihe syntyy kiinnostuksestani merenkulun tulevaisuuteen sekä halusta ymmärtää, millaisia muutoksia säädäntöön tarvitaan, jotta uusi teknologia voisi toimia käytännössä. Henkilökohtaisena motivaattorina työn toteuttamiseen vaikuttaa halu uskoa täysin automatisoidun aluksen yleistymiseen ja sen mahdollistamiseksi halu ymmärtää paremmin teknologian tarpeet säädännöltä on suuri. ”Autonominen merenkulku on merenkulun tulevaisuus” (Rolls Royce, 2016).

2 TUTKIMUS

2.1 Tutkimuksen tausta

Merenkulku on muutostilassa, teknologian kehityksen mahdollistaessa yhä pidemmälle viedyn automaation avulla osittain ja tai jopa täysin miehittämättömän aluksen. Autonomiset alukset ovat nousseet viime vuosina esiin osana merenkulun digitalisaatiota ja kestäväen kehityksen tavoitteita. Niiden avulla pyritään parantamaan merenkulun turvallisuutta, logistisia toimintoja sekä vähentämään ympäristökuormitusta (IMO, 2021.) Täysin autonominen alus voi operoida ilman ihmisiä aluksella, joko etäohjauksella tai itsenäisesti tekoälyyn perustuvien järjestelmien avulla. Miehittämättömien alusten kohdalla tutkitaan konventioita ja säännöskohtia, jotka käsittelevät turvallista merenkulkua.

Alusten yleistymiseksi on ymmärrettävä nykyisen säädännön tila ja sen aiheuttamat epävarmuudet kehitystyössä (Bureau Veritas, 2024). Tällainen teknologinen kehitys asettaa kuitenkin haasteita nykyiselle lainsäädännölle ja merenkulun konventioille, jotka perustuvat pitkälti 1900-luvun lopun turvallisuusnäkökulmiin sekä miehitettyyn merenkulkuun. Ongelmaksi nousee paitsi oikeudellinen epäselvyys, automaation yhdenvertaisuuden määrittäminen ja

turvallisuuden sekä riskienhallinnan kysymykset (Bureau Veritas, 2020.) Huomionarvoista aiheesta on myös sen vaikutukset työmarkkinoille sekä merimiehen ammatin roolin merenkulussa.

2.2 Tutkimusongelmat ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventioiden ja säädösten merkitystä autonomisten laivojen kehityksessä sekä osoittaa niistä kohdat, jotka ovat esteenä tälle kehitykselle. Tutkimustyön tavoitteena on muodostaa näkemys siitä, miten nämä nykyiset konventiot ja säädökset muodostavat haasteen autonomisten alusten kehitykselle sekä miten niitä tulisi kehittää kehitykselle myönteisemmäksi. Työssä analysoidaan säädännön näkökulmasta Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventioita ja säädäntöä, jotka ovat haasteena autonomisten alusten kehitykselle. Tutkimustyön aikana selvitetään vastaukset seuraaviin tutkimuskysymyksiin.

1. Miten nykyinen säädäntö hidastaa automatisoitujen laivojen yleistymistä ja miten konventioiden rooli näkyy näiden alusten kehityksessä?
2. Miten konventioiden rooli vaikuttaa alusten kehitykseen?
3. Mitä tämä kehitys tarvitsee vallitsevalta säädännöltä, ja konventioilta jotta autonomiset alukset olisivat kannattava vaihtoehto tulevaisuuden merenkululle.

3 AUTONOMISET ALUKSET

3.1 Merenkulun autonomia

Professori Eric Van Hooydonk kirjoitti tutkimustyössään ”The law of unmanned merchant shipping” ”vaikutus merenkulkualalle, jos merimiesten tekemä työ korvataan tietokoneilla ja maissa sijaitsevilla alusten operaattoreilla on yhtä

suuri kuin teräsrakenteiden ja höyryvoiman käyttöönotto 1800-luvulla.” (Hooydonk, 2014, s. 423). Suomen Hallituksen esityksen (HE 225/2018) mukaan meriliikenteen automatisoitumisen todetaan olevan monivaiheinen prosessi mutta jatkuvasti kehittyvä automaatio ja sen sensoritekniikka tulevat tuomaan autonomiset alukset osaksi kaupallista merenkulkua. Näiden alusten yleistyminen edellyttää kuitenkin koko merenkulun järjestelmän kehittämistä niiden teknologian tuomat mahdollisuudet ja esteet huomioiden.

Merenkulun autonomiasta puhuttaessa on tarpeellista perehtyä näiden alusten luokittelujärjestelmään. Kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO) on kehittänyt luokittelumenetelmän autonomisille aluksille, jonka avulla voidaan määrittellä automaation määrää aluksella. Tällä luokittelumenetelmällä se toteutti osana omaa MASS-hankettaan säädännön kartoituksen, jonka tarkoituksena oli tarkastella jo voimassa olevia keinoja autonomisten alusten kehityksen tukemiseksi ja tarvittavien muutosta vaativien säädöskohtien löytämiseksi. (IMO, 2025.)

Tämä luokittelu jakautuu neljään eri autonomian tasoon, joissa autonomian määrän, tekoälyn operointi, aluksen toimintasäde ja miehitysaste vaihtelevat. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom in seuraavassa kaaviossa (taulukko 1) esittämät kohdat laiva-automaatiosta ja sen määrästä aluksella eivät automaattisesti kumoa toisiaan sillä tietyissä tapauksissa voisi alus toimia osittain itsenäisesti, vaikka se olisi miehitettynä.

Miehityksen rooli on vaikuttava luokkien 1–3 aluksille, jotka odottamattomissa tilanteissa kuten hätätilanteissa tarvitsevat apua. Näissä tilanteissa miehistö aluksella vain avustaisi maaoperaattoria. (Traficom, 2019.)

Autonomian tasolla taulukossa esitetään se kuinka automatisoidusta aluksesta on kyse. (taulukko 1). (Taulukko 2) Automaatiikka toimii miehistön tukena luokan 1–3 aluksilla kun luokan 4 aluksilla se vastaa aluksen toiminnoista ja operoinnista täysin itsenäisesti. (Traficom, 2019.)

Taulukko 1. Automaation tasot merenkulussa (Traficom, 2019).

Kuvaus:	Operaattorin tehtävät:
K1-Automaattitoiminnoilla sekä päätöksentekoa tukevilla toiminnoilla varusteltu alus	Operaattori on aluksella ja kontrolloi alusta sekä sen toimintoja
K2-Etäohjattava-alus miehistöllä	Operaattori kontrolloi alusta etänä maista. Aluksella oleva miehistö voi tarvittaessa ottaa aluksen hallintaan
K3-Etäohjattava-alus ilman miehistöä	Operaattori kontrolloi alusta etänä maista. Aluksella ei ole miehistöä.
K4-Täysin automatisoitu alus	Operaattorilla ei roolia tässä kategoriassa, alus operoi täysin itsenäisesti

Taulukossa 2 esitetään laivan automaatiotasot ja niiden hyödyntäminen osana sen operointia muuttuvissa tilanteissa. Häätätilanteessa laivalle voidaan hälyttää myös ulkopuolista apua, kuten MIRG-ryhmä. (Maritime Incident Response Group; Traficom, 2019.)

Taulukko 2. Automaatiotasot aluksen matkan eri vaiheissa (Traficom, 2019).

Taso	Satamanöveeraus	Rannikko- ja saaristonavigointi	Avomerinavigointi	Poikkeus-tilanteet
1	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu aluksen miehistön toimesta	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu aluksen miehistön toimesta	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu aluksen miehistön toimesta	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu aluksen miehistön toimesta + esim. MIRG
2	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu aluksen miehistön toimesta	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu aluksen miehistön toimesta	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu etäohjauksena maista	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu aluksen miehistön toimesta + esim. MIRG
3	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu etäohjauksena maista	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu etäohjauksena maista	Alus operoi autonomisesti	Operointi ja päätöksenteko tapahtuu etäohjauksena maista
4	Alus operoi autonomisesti	Alus operoi autonomisesti	Alus operoi autonomisesti	Alus operoi autonomisesti

3.2 Autonomisten laivojen kehityksen historia ja nykytila

Merenkulun tekniikan historia tukeutuu vahvasti automaation kehittymisen historiaan. Kehittynyt teknologia etenkin laivan operointiin liittyvä on vaikuttanut miehityksen määrään aluksilla 1960-lukuun verrattuna. Automaatiokehityksen edetessä ja tekoälyn oppiessa tarvittavan tilannetietoisuuden pystyy se suoriutumaan tehtävistä aluksen komentosillalla kuten navigoinnista ja aluksen operoinnista (Kuuliala, 2022). Autonomisia aluksia tukevaa teknologiaa ovat olleet kehittämässä vuorotellen sekä yhtä aikaa IMO, (Kansainvälinen merenkulkujärjestö), Euroopan Unioni, Yhdysvallat, Norja, Suomi, ja Japani, joka ensimmäisenä lanseerasi valtiollisen projektin vuonna 1983 kehittämään koneistoja sekä ohjelmia merenkulun eri toimintoihin. Tämän jälkeen on kehitystä alkanut nopeutuviissa määrin tapahtumaan maailmanlaajuisesti. (Eskola, 2018, s. 10).

Kaupallinen merenkulku on kulkemassa kohti samankaltaista teknologiakehitystä, jota on jo nähty muiden kuljetusvälineiden edustamilla sektoreilla kuten autoilun, raideliikenteen ja ilmailun aloilla. Tältä kehitykseltä merenkululla on odotukset meriteitse käytävän kaupankäynnin ja turvallisuuden lisäämisestä sekä ennen kaikkea sen tehostamisesta. Sen odotetaan pystyvän tekoälyyn, sensoridataan ja automaatioon pohjautuvalla operoinnillaan vähentämään ihmisten virheiden määrää, parantamaan aluksen käyttökustannuksia ja minimoimaan ympäristölle kohdistuvia haittatekijöitä. (Thombre, 2020, s. 64–83.)

Tekoälyn mahdollistamat uudenaikaiset autonomiset ohjausjärjestelmät tulevat muuttamaan merenkulkua alana ja sen henkilöstörakennetta radikaalisti. Sillä on mahdollisuus parantaa merenkulkua monella osa-alueella kuten kustannuksissa, turvallisuudessa sekä ympäristöystävällisyydessä. Tulevaisuudessa merenkulusta kiinnostuneille on avautumassa täysin uudenlainen uramahdollisuus toimia osana kaupallista merenkulkua suorittamalla alustoimintoja maalla sijaitsevista operaattorikeskuksista (Puolakka, M, 2021.)

3.3 Autonomian teknologiset haasteet

Autonomiset alukset tulevat olemaan osa tulevaisuuden merenkäyntiä - se on varmaa, mutta niiden ensiaskeleet tuovat mukanaan merkittäviä haasteita sekä huolenaiheita. Näiden uuden ajan alusten positiiviset vaikutukset kaupalliselle merenkululle ovat selkeät: turvallisen ja tehokkaamman operoinnin varmistaminen sekä merenkulun kiinnostavuuden lisääminen urapolkuna. On hyvä tarkastella positiivisia sekä negatiivisia vaikutuksia, joita teknologiset esteet tässä tapauksessa edustavat (Kokonaho & Tuomala, 2023.)

Siirtymä uudenajan täysin itsenäisiin, miehittämättömiin aluksiin tulee olemaan aikaa vievä prosessi. Näiden alusten operointiin liittyvien anturijärjestelmien toimintavarmuus ja tarkkuus ovat elintärkeitä turvallisuuden takaamiseksi ja onnettomuuksien välttämiseksi. Autonomista alusta rakennettaessa tulee pohdita ratkaisuja, miten alus muodostaa selkeän kokonaisuuden keräämästään datasta sen ympärillä tapahtuvista tilanteista. Odottamattomissa tilanteissa, kuten hätätilanteissa autonominen alus kykenisi ratkaisemaan tilanteen muodostamalla kokonais kuvan tilanteesta tekoälyn tilannetietoisuuden avulla, sillä näissä tapauksissa tulee sen pystyä reagoimaan nopeastikin muuttuviin tilanteisiin (Virtuemarine, 2024).

Automaation määrästä riippumatta se toimii lähtökohtaisesti miehistön apuvälineenä, paitsi luokan 4 aluksissa, jotka ovat täysin autonomisia. Tiedonsiirto aluksen ja maaoperaattorin välillä on yksi monista esteistä, joka vaativat ratkaisun ennen kuin nämä alukset näkevät päivänvalon maailmanlaajuisessa meriteitse tehtävässä kaupankäynnissä. Tekoälyn ohjaamalle alukselle suurena uhkana voidaan pitää kyberterrorismia, sillä rikolliset voisivat käyttää aluksia omiin tarkoituksiinsa, suorittamalla laittomuuksia sekä aiheuttamalla vaaratilanteita (Traficom, 2019.)

4 AUTONOMISET ALUKSET JA NIIDEN SÄÄDÖKSET

4.1 Kansainvälinen merenkulku järjestö ja MASS-projekti

Kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO) (International Maritime Organization) perustettiin vuonna 1958. Kansainvälisen merenkulkujärjestön tehtäviin organisaationa kohdistuvat etenkin merenkulun turvallisuuden ja kestävyyskannalta oleellisten päätösten ja konventioiden toimeenpano sekä ylläpito (Meriliitto, 2025.)

IMO:lla on ratkaiseva rooli merenkulun säädäntöä laadittaessa, mikä tekee siitä keskeisen vaikuttajan myös tutkittavan säädännön kehitystyössä. IMO on linjannut aikaisemmin, että nykyistä säädäntöä tulisi muokata kehitystä kannattavaan suuntaan, siksi se on aloittanut tutkimusprojektin asiaan liittyen, joka tunnetaan MASS-hankkeena (Wright, 2020, s. 189–190.) Tämä hanke muodostaa perustan tälle opinnäytetyölle, ja onkin siksi tärkeimmistä tietolähteistä.

MASS-hanke eli Maritime Autonomous Surface Ships on Kansainvälisen merenkulkujärjestön alla toimivan MSC:n (Maritime Safety Committee) lanseeraama säädäntöä kartoittava projekti. Sen tavoitteena on muodostaa ajantasainen sääntelykehys, joka ohjaa autonomisten alusten operointia ja kehitystyötä. MSC:n (Maritime Safety Committee) istunto kesäkuussa 2019 hyväksyi alustavat ohjeet merenkulun autonomisten alusten (MASS) kokeiluja varten. (IMO, 2025.) Näissä ohjeissa linjattiin, että kokeet tulisi suorittaa riittävän turvallisisissa olosuhteissa, jotka tarjoaisivat suojan kokeen suorittamiselle, ympäristölle ja mahdolliselle kokeeseen osallistuvalla henkilökunnalla. Turvallisen tilan takaamiseksi kokeiluihin liittyvä asianmukainen riskientunnistus tulisi suorittaa kokeen aikana ilmenevien fyysisten ja riskien vähentämiseksi niin alhaiselle tasolle kuin kokeen puitteissa olisi kohtuudella mahdollista. Kokeiden aikana tulisi myös huomioida kyberturvallisuus ja että käytettävä infrastruktuuri ja käyttöjärjestelmä kykenevät puolustautumaan riskitekijöitä vastaan. Kokeisiin osallistuvasta henkilökunnasta ohjeissa linjattiin, että niihin osallistuvilla

tulisi olla asianmukainen pätevyys suorittaa tehtävänsä kokeen aikana. (IMO, 2021).

Nykyisestä säädännöstä kartoitettiin vuonna 2021 voimassa olevia keinoja ja ratkaisuja, joita voitaisiin soveltaa aluksiin, jotka käyttäisivät eri asteista automaatiota. Järjestön tavoitteena on, että täysivaltainen sääntelykehys autonomisille aluksille tulisi voimaan tammikuussa 2032. (IMO, 2025.)

4.2 IMO:n keskeiset konventiot ja kansallisten säädösten rooli

Autonomisten alusten kannalta tässä työssä keskitytään neljään keskeisimpään Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventioon, joita ovat SOLAS, (Safety of Life at Sea), COLREG, (International Regulations for Preventing Collisions at Sea), MARPOL, (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) ja STCW, (Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers).

SOLAS, (Safety of Life at Sea) on merenkulun yleissopimus, jonka tavoitteena on määrittellä alusten rakentamista, varustamista ja käyttöä koskevat vähimmäisvaatimukset, jotka ovat yhteensopivia niiden turvallisuuden kanssa. Autonomisten alusten kohdalla yleissopimusta sovelletaan siltä osin kuin se on mahdollista. Se ei määrittele aluksen yleismääritelmää, joten yleissopimusta voidaan soveltaa autonomiseen merenkulkuun. (Ringbom ym. 2020, s. 57).

SOLAS määrittelee ensimmäisessä luvussaan (II-1) aluksen rakenteelliset vaatimukset, kuten koneiston asettelun, osastoinnin ja aluksen vakauttamiseen vaikuttavat tekijät. (IMO, 2025.) Autonomisten alusten rakenteen mukaillessa miehitetyn aluksen rakennetta eivät nämä rakenteelliset vaatimukset olisi este autonomisten alusten yleistymiselle. (Ringbom ym. 2020, s. 58).

Yleissopimuksen määräämä kohta koskien paloturvallisuutta luku (II-2) asettaa autonomisille aluksille haasteita mutta ei kuitenkaan estettä operoinnille. Se määrittelee, että aluksella tulisi olla koulutettu ja osaava miehistö, joka kykenisi ratkaisemaan paloturvallisuutta uhkaavat tilanteet. (Ringbom ym. 2020, s. 58–59). Autonomisten alusten kehitystyössä tulisi ratkaista miten

automatisoitu järjestelmä suorittaisi paloturvallisuutta koskevat operaatiot kuten alkusammutuksen, tilanteen hallinnan ja paloturvallisuuden ylläpidon.

Luvussa (II-3) käsitellään pelastautumisjärjestelmiä ja laitteita koskevia määräyksiä sekä näihin liittyviä huoltostandardeja. Matkustajaliikenteessä ope-roivien alusten kohdalla lähtökohtana pidetään matkustajan turvallisuuden ta-kaamista tilanteesta riippumatta oli alus miehitetty tai miehittämätön.

Luvussa määritellään aluksen jättötilanteessa osaavan miehistön rooli, joka on evakuoinnista vastaaminen ja pelastusveneiden laukaiseminen sekä käyttämi-nen. Miehittämättömälle alukselle on toistaiseksi vaikea noudattaa tätä mää-räystä ilman ulkopuolelta saapuvaa koulutettua pelastushenkilöstöä. (Ring-bom ym. 2020, s. 59).

Luvussa (II-4) määritellään aluksen navigointiin liittyvistä vaatimuksista. Auto-nomiset alukset eivät täyttäisi luvun vaatimuksia sillä niiden tekniikka ei ole riittävällä tasolla. Luvussa määritellään aluksen päällikön velvoitteista auttaa merihädässä olevia ihmisiä, jos on siihen itse kykenevä. Tämä asettaisi mie-hittämättömän aluksen etäoperaattorin aluksen päälliköksi ja samalla vastuu-seen merellä havaitsemistaan hätätilanteista ja velvoittaisi häntä myös toimi-maan hätätilanteessa vastuullisesti asianmukaisella tavalla. (Ringbom ym. 2020, s. 60).

COLREG (International Regulations for Preventing Collisions at Sea) eli me-renkulun liikennesäännöt. Törmäysten välttämiseksi meriliikenteessä Kansain-välinen merenkulkujärjestö (IMO) määritellyt viisiosaisen yleissopimuksen, joka määrittelee kansainväliset navigointisäännöt merillä. (IMO, 2025.) Sään-nöissä määritellään myös aluksen navigointiin käytettävistä laitteista kuten va-loista ja äänenantolaitteista. Poikkeukselliset sääolosuhteet ja laivaa koskevat tekniset rajoitukset voivat, jossain tapauksissa pakottaa säännöistä poikkea-misen vaaran välttämiseksi. (Ringbom ym. 2020, s. 63).

Säädännön kohdassa 5 edellytetään, että laivalla on oltava riittävä kuulo ja näköyhteys olosuhteiden mukaan, jotta törmäyksiltä ja läheltä piti -tilanteilta vältytään. Autonomiset alukset eivät täyttäisi näkö- ja kuuloarvioinnin vaati-musta käyttämänsä teknologian vuoksi.

Säädännön kohdassa 6 määritellään laivan turvallisesta operoinnista, jotta törmäyksen välttäminen olisi mahdollista. Autonomisia aluksia käsiteltäessä on huomioitava operoinnissa ilmenevä viive, joka voi olla seurasta komennon kierrättämisestä maaoperaattorilla tai käyttöjärjestelmän häiriötilasta. Tästä syystä ne eivät täyttäisi COLREG:in vaatimuksia toistaiseksi. (Ringbom ym. 2020, s. 63–64).

MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) on kansainvälinen yleissopimus, joka koskee alusten syystä riippumatonta meriympäristön pilaantumista. (IMO, 2025). Ympäristölle haitallista ovat aluksen toiminnallisista ja onnettomuuksista johtuvat seuraukset kuten esimerkiksi öljy ja kemikaalivuodot. Merkittävin osa merenkulun kasvihuonekaasupäästömäärästä aiheutuu hiilidioksidipäästöistä (CO₂), se aiheuttaa myös metaani- (CH₄) ja dityppioksidipäästöjä (N₂O). (Traficom, 2024.) Etäohjattujen ja tekoälyn ohjaamien aluksien kohdalla on ratkaistava toimet, joilla vähennetään kasvihuonekaasupäästöjä niiden operoinnin asettamissa rajoissa. Näiden alusten kehityksessä on mietittävä miten mahdolliset ympäristölle vaarallisen aineen vuodot voidaan minimoida.

STCW (Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers) on kansainvälinen merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva yleissopimus, jolla varmistetaan laadukas ja turvallinen merenkulku ympäri maailman. Ensimmäinen versio tästä yleissopimuksesta tuli käyttöön jo vuonna 1978. Sopimus on kokenut muutoksia ajan saatossa ja nykyinen versio tuli voimaan Manilassa vuonna 2010. (IMO, 2023).

Sopimusta voidaan soveltaa autonomisiin aluksiin vain tietyiltä osin kuten automaatioluokan 1–2 aluksiin, joissa miehistö olisi aluksella vahdinpidossa tai poissa komentosillalta. Luokan 3–4 alukset operoivat ilman aluksella olevaa miehistöä ja siksi sopimuksen kohdat koskien vahdinpitoa, koulutusta ja pätevyyskirjoja eivät koske sitä. (Traficom, 2019.)

SOLAS ja STCW antavat merenkululle ohjelinjat, joiden mukaan toimia osana turvallista merenkulkua, mutta ne myös antavat vastuuta niitä noudattaville

lippuvaltioille kuten esimerkiksi Suomelle. Suomen lakikirjan kohdat koskien kaupallista merenkulkua, miehitystasetta ja alusten turvallista operointia liittyvät Traficomien asetuksiin ja määräyksiin, joista vastaavat määräykset löytyvät SOLAS- sekä STCW-yleissopimuksessa. (Ringbom ym. 2020, s. 77).

Käsiteltävät Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventiot huomioon ottaen on täysin autonomisten alusten käyttöönotossa kuitenkin esteitä, joita säädösten avulla ei voida muuttaa, kuten suunnittelu ja rakentamisvaiheen kustannukset, teknologian kehitys ja tekoälyn kasvava rooli. Autonomian kehitys voi tulevaisuudessa mahdollistaa täysin itsenäisesti operoivan aluksen ilman miehistöä, jolla voi olla negatiivinen vaikutus alan työllisyysnäkyymiin. (Traficom, 2019.)

Merionnettomuuksia on tutkittu ja todettu niiden olleen usein inhimillisen virheen seurausta, autonomia vähentäisi näiden tutkimusten perusteella merionnettomuuksia, kun ihminen korvattaisiin automaatiolla. Merenkulussa kuitenkin mukautuminen haastavimpiinkin olosuhteisiin ratkaisun saavuttamiseksi voi olla välttämätöntä ja voidaankin kyseenalaistaa automaation kyky mukautua muuttuvaan tilanteeseen verrattuna koulutettuun ja osaavaan miehistöön. (Traficom 2019.)

4.3 Säädösprosessin hitaus teknologia kehitykseen verraten

Merenkulkualan teknologia ja tekniikka muuttuvat nykyään hyvin nopeasti. Tämän vuoksi tarvitaan uusia yleissopimuksia, mutta myös nykyiset on pidettävä ajan tasalla. Kansainvälinen merenkulkujärjestö (IMO) määrittelee konventioillaan merenkulun ohjesääntöjä mutta miten nämä konventiot tulevat täydelliseksi kokonaisuuksiksi, joilla ohjataan meriteitse käytävää liikennettä?

Järjestö koostuu neuvostosta ja viidestä pääkomiteasta, joita ovat (MSC) meriturvallisuuskomitea (Maritime Safety Committee), (MEPC) meriympäristön suojelukomitea (Marine Environment Protection Committee), (LEG) oikeudellinen komitea (The Legal Committee) ja teknisentyön komiteasta sekä

avustuskomitea. Jäsenvaltiot keskustelevat merenkulun kehityksestä näissä elimissä ja ne voivat nostaa esille näkemyksiään tarvittavista säädännön muutoksista. Komitea voi hyväksyä uuden yleissopimuksen mutta käytäntöön tulakseen se on kierrätettävä jäsenvaltioiden hallitusten hyväksyttävänä, joka on prosessin pisimpiä vaiheita. (IMO, 2025.)

Ensimmäisissä yleissopimuksissa muutokset tulivat voimaan vasta, kun tietty prosenttiosuus sopimusvaltioista, enemmistö, oli hyväksynyt ne. Tämä aiheutti päätännönteon hitautta ja siitä syystä tilanteen korjaamiseksi järjestö kehitti uuden muutosmenettelyn. Tätä menettelyä alettiin käyttää vuonna 1972 kansainvälisten yleissopimusten käytäntöön laittamiseksi. Menettelytapaa alettiin kutsua ”hiljaisen hyväksynnän menettelyksi”. Toisin kuin edeltäjänsä, joka odotti enemmistön sopijapuolista hyväksyvän yleissopimuksen, ”hiljainen hyväksyntä” menettelyllä yleissopimuksessa voitiin määritellä voimaantulon ajankohta, ellei tietty määrä sopijapuolia esittänyt vastalauseita asiasta määräaikaan mennessä. Tämä menettelytapa on nopeuttanut yleissopimusten muutosprosessia huomattavasti sillä nykyään muutokset tulevat voimaan 18–24 kuukauden ajanjaksolla. (IMO, 2025.)

5 TUTKIMUSOTE JA TUTKIMUSMENETELMÄ

5.1 Tutkimusote

Tutkimustyössä käytetään tapaustutkimuksen lähestymistapaa eli tarkastellaan nykyisen säädännön soveltuvuutta autonomisten alusten kehitystyössä ja käyttöönotossa. Tapaustutkimuksen avulla kehitystyön kohdetta käsitellään syvällisemmin sekä tuodaan esille uusia selkeitä ajatuksia kehitysehdotuksiksi. Se auttaa ymmärtämään paremmin monimutkaisia kokonaisuuksia kuten organisaatorakenteita ja säädäntöprosessia. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti, 2015.)

Tapaustutkimusta hyödyntämällä perehdytään Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) asettamiin säädöksiin merenkulussa, jotka ohjaavat ja määrittelevät maailmanlaajuisen merenkulun operointia ja turvallisuutta. Menetelmää käyttämällä esitetään säädännöstä kohdat, jotka ovat haasteena autonomisten alusten kehitykselle ja yleistymiselle.

Tutkimus toteutetaan kvalitatiivisella tutkimusotteella eli laadullisena tutkimuksena. Tämä tutkimusmenetelmä on empiirinen menetelmäsuuntaus, jossa tutkimusmateriaalia analysoimalla ymmärretään tutkimuskohteen laatua ja ominaisuuksia sekä merkitystä kokonaisvaltaisesti.

Opinnäytetyössä tämän laadullisen tutkimuksen tutkimusstrategia on tapaus-tutkimus. Tällä menetelmällä avataan tutkimusaiheen taustaa ja tarkoitusta sekä merkitystä sidosryhmille. Kvalitatiivisella tutkimusotteella tietoa tutkimuksen taustoittamiseksi kerätään Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) säädöksistä sekä yleissopimuksista kuten SOLAS, (Safety of Life at Sea), COLREG, (International Regulations for Preventing Collisions at Sea), MARPOL, (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) ja STCW, (Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers). Menetelmää käyttämällä saadaan vastaukset tutkimustyön kohteen kehitysehdotuksiksi.

Työssä analysoidaan autonomisten alusten soveltuvuutta nykyiseen säädäntöön sen näkökulmasta ja myös osoitetaan alusten soveltuvuusanalyysin avulla säädäntökohdat, jotka sellaisessa muodossaan estävät näiden alusten kehityksen ja yleistymisen. Näiden menetelmien avulla kerätään tarvittava tieto dokumenttianalyysin suorittamiseksi tutkimuskysymysten vastausten saamiseksi.

5.2 Dokumenttianalyysi

Dokumenttianalyysi tarkoittaa kirjallisen aineiston analysointia, jonka tavoitteena on taustoittaa tutkimusongelmaa sekä auttaa ymmärtämään käytettävää

tutkimusaineistoa laajemmin. Tutkimusmenetelmän tarkoitus on luoda järjestelmällisyyttä sekä selkeyttä tutkittavan aiheen ympärille ja sitä kautta luotettava lopputulos tutkimustyölle. Tämä menetelmä on toimiva, sitä käyttämällä voidaan käytettävästä aineistosta osoittaa tiedon oikeellisuus ja merkitys tutkimuksen kannalta. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti, 2015.)

Dokumenttianalyysin avulla analysoidaan merenkulun säädäntöä sekä konventioita nostamalla esiin tutkimuksen kannalta oleellista taustatietoa tutkimuksen tueksi.

Ennen analyysin toteuttamista ratkaistaan analysointiperusteet tutkittavalle materiaalille, jotka tukevat tutkimustyötä parhaiten.

Analyysin keskiössä ovat kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventiot ja säädökset kuten (SOLAS), (Safety of Life at Sea), (COLREG), (International Regulations for Preventing Collisions at Sea), (MARPOL), (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) ja (STCW), (Standards of Training, Certification, and Watchkeeping for Seafarers).

Tutkittavan aiheen ollessa futuristinen ja tutkimusmateriaalin sisältäessä säädöskirjallisuutta sekä aikaisempaa tutkimusmateriaalia on ollut selvää, että selkeän ja luotettavan johtopäätelmän saamiseksi tulee käytettävää tutkimusmateriaalia tarkastella kriittisellä tutkimusotteella ja analysoimalla sitä muun materiaalin avulla. Tässä tutkimustyössä dokumenttianalyysi on avainasemassa luotettavan lopputuloksen saavuttamiseksi.

6 TUTKIMUS

6.1 Nykyisen sääntelyn hidastava vaikutus autonomisten laivojen yleistymiseen

Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventioita yhdistävä tekijä on niiden lähtökohtainen oletus aluksella olevasta miehistöstä. (IMO, 2021).

Merenkulun tulevaisuus ja automaation kehitys kuitenkin ovat mahdollistamassa ilman miehistöä operoivan aluksen, joten nykyistä säädäntöä on tarkasteltava. Oletus aluksella olevasta fyysisestä miehistöstä on muovannut merenkulun sääntelyä inhimillisiin aisteihin pohjautuvan yleissopimuksen.

Autonomisten järjestelmien tekniset ominaisuudet eivät ole vielä täysin yhteensopivia näiden vaatimusten kanssa, mikä muodostaa ristiriitatilanteita säädännön ja näiden alusten kehityksen välille. (IMO, 2021.)

Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) yhtenä määrittelevämmistä konventioista voidaan pitää SOLAS-yleissopimusta. Sen lähtökohtana on ihmishengen turvaaminen merellä ja se määrittelee standardit turvalliselle merenkululle. (IMO, 2024.)

Standardeissa määritellään monista asioista turvalliseen merenkulkuun liittyen kuten alusten suunnittelusta, rakentamisesta, turvalaitteista, miehistön koulutuksesta ja hätätilannemenettelyistä. Alusten suunnittelusta ja rakentamisesta määritellään vaatimukset, joiden mukaan alusten rakenteiden tulisi kestää ankarimmatkin olosuhteet ja niiden tulisi säilyttää vakautensa näissä olosuhteissa. (IMO, 2024.)

Alusten paloturvallisuudesta konventio edellyttää, että ne tulee varustaa asianmukaisilla hälytys- ja ohjausjärjestelmillä, jotta miehistön nopea reagointi vaaratilanteen ilmetessä olisi mahdollista. Autonomisilla aluksilla sammutus- ja pelastustoimien suorittaminen perustuisi teknisiin järjestelmiin ja etäohjaukseen, nämä järjestelmät eivät kuitenkaan vastaa nykyisen sääntelyn vaatimuksia. SOLAS edellyttää, että aluksella tulee olla sen vähimmäismääräinen koulutettu miehistö, joka pystyy suorittamaan tehtävänsä tehokkaasti ja turvallisesti. Miehistön koulutuksen sisällöstä se määrittelee, että sen tulee sisältää hätätilanteissa toimimisen ja turvallisuusmenettelyn tuntemisen. (IMO, 2024.)

Tietyt SOLAS-yleissopimuksen määräykset aiheuttavat haasteita miehittämättömille aluksille, kuten turvallisuutta sekä vähimmäismiehitystä koskevat vaatimukset ja velvollisuus pelastaa ihmishenkiä merellä. (IMO, 2024.)

Useimmissa määräyksistä lähtökohtana on, että aluksella on miehistöä läsnä, ja siksi niiden soveltaminen miehittämättömiin aluksiin ei olisi järkevää niiden kehityksen kannalta. Sääntöjen toteutuskelpoisuutta ja välttämättömyyttä miehittämättömille aluksille pitää tarkastella ennen niiden soveltamista autonomisiin aluksiin.

SOLAS-yleissopimuksen III luvussa edellytetään, että alukset on varustettava hengenpelastuslaitteilla yleissopimuksessa määrätyn mukaisesti. Miehittämättömien alusten varustelu tällä tavalla ei olisi järkevää eikä taloudellista, jos kyseessä olisi (luokan 4) autonominen alus, jossa miehistön roolia ei ole.

SOLAS-yleissopimuksen IV luvussa edellytetään, että aluksella on oltava hätätilanteisiin ja radioliikenteeseen perehtynyttä miehistöä läsnä. (Luokan 1–2) autonominen alus täyttäisi vaatimukset IV-luvun osalta mutta (luokan 3–4) alukselle tämä olisi haasteellista, kun radioliikenne tapahtuisi maaoperaattorin kautta tai sitä suorittaisi autonominen alus itsenäisesti. (IMO, 2024.)

SOLAS-yleissopimuksen 567 luvun 33 säännön mukaan merellä olevan aluksen päällikkö on velvollinen viipymättä auttamaan merihädässä olevia henkilöitä, jos on siihen kykenevä. (SOLAS, 2024). Miehittämättömien alusten (luokan 3 ja 4) kohdalla, joissa alus toimii joko etäohjattuna maista tai täysin autonomisesti voidaan pohtia, onko aluksen kapteeni edelleen velvoitettu toimimaan hädässä olevien pelastamiseksi vai siirtyisikö velvollisuus maaoperaattorille datakeskukseen? Hätätilanteissa miehittämättömät alukset voisivat avustaa miehitettyjä aluksia antamalla paikannusapua, tarjoamalla suojaa pelastetuille ja keräämällä reaaliaikaista tietoa onnettomuuden myöhempiä tutkimuksia varten.

Merenkulun sääntely on rakennettu lähtökohtaisesti miehitettyä alusta varten ja sisältää useita määräyksiä, jotka estävät tai rajoittavat autonomisten alusten operointia, kuten edellytykset fyysisestä läsnäolosta aluksella, toimenpiteet aluksella, ihmisen havaintokykyyn perustuvat säädökset sekä päällikön jatkuva läsnäolovaatimus. (IMO, 2024.)

Merenkulku on kansainvälisesti säädelty ympäristö. UNCLOS (Convention on the Law of the Sea) määrittelee merenkulkijoille vastuut ja velvoitteet, joita jokaisen merenkulkijan on noudatettava. Näillä vastuilla vahvistetaan merenkulun turvallisuuskulttuuria ja toimintamalleja eri tilanteissa. Vastuu joka merenkulkijalle jää tunnetaan paremmin käsitteenä ”Hyvä merimiestaito”. Käsitteenä tällä tarkoitetaan turvallista merenkulun toteuttamista aluksen miehistön ja muiden merenkulkijoiden turvaamiseksi merenkulun navigointisääntöjä noudattaen. (IMO, 2021.)

Nämä navigointisäännöt on määritelty COLREG-konventiossa. (International Regulations for Preventing Collisions at Sea). Tämä 5-osainen konventio määrittelee navigointisäännöt kansainvälisessä merenkulussa. Se määrittelee navigointisääntöjen lisäksi myös aluksissa käytettävistä ääni- ja valomerkkijärjestelmien pakollisuudesta sekä toimintamalleista merkinantotilanteissa. Yleissopimusta sovelletaan kaikkiin merellä liikkuviin osapuoliin, joka säädetään sen ensimmäisessä luvussa. Yleissopimuksen keskeisin sisältö esitetään sen säännössä 2. Siinä linjataan jatkuvasta vastuusta, joka sitoo aluksen miehistöä toimimaan aluksella turvallisesti tilanteen vaatimalla tavalla, noudattamaan hyvää merimiestaitoa ja käyttämään harkintakykyään tilanteiden ratkaisemiseksi. (IMO, 2021).

Autonomisten alusten käyttämä etäviestintätekniikka tukisi autonomian päätöksentekoa mutta silti ilman automaatiota valvovaa miehistöä, nämä alukset rikkoisivat sääntöä 2. Yleissopimuksen säännössä 5 määrätään edellytys tähytyksestä kuulo ja näköaisteilla törmäystilanteiden välttämiseksi. Viittaus aisteihin tukeutuu vahvasti sopimuksen sääntöön 2 joka edellytti ihmisen osallistumista tilanteen arviointiin. Autonomiset alukset, jotka toimisivat täysin autonomisesti sensoridatan ja algoritmien avulla eivät täyttäisi sopimuksen säännön 5 ehtoja. (IMO, 2021.)

Alemman automaation tason omaavat alukset kuitenkin täyttäisivät säännön 5 ehdot jos sensoridata lähetetään laivalta maakeskukseen, jossa sitä valvoo ihminen. Tällöin vaatimus ihmisen osuudesta päätöksenteossa täytyisi mutta sääntö kaipaa selvennystä tulevaisuudessa. Sopimuksen säännössä 8

edellytetään, toimista törmäyksen välttämiseksi ja että nämä toimet ovat, oikein ajoitettuja ja sääntöjen mukaisia sekä ne osoittavat hyvän merimiestaidon noudattamista. Näiden määräysten noudattaminen ei aiheuta vaikeuksia miehittämättömille aluksille, jos aluksilla on tarvittava tilannetietoisuus ympärillään tapahtuvista tilanteista. (IMO, 2021.)

Automaatiotason 3 alukset, joita operoidaan kauko-ohjattuna miehitettynä valvonnan alaisena, voisivat täyttää vaaditun ihmisen suorittaman tilannearvion, jos nämä alukset voidaan ottaa haltuun välittömästi kauko-ohjausjärjestelmän avulla. Miehittämättömät autonomiset automaatiotason 4 alukset eivät täyttäisi säännön 8 edellytyksiä. (IMO, 2021.)

Yleissopimuksen säännössä 18 määrätään aluksen vastuista ottaa toiset merenkulkijat huomioon poikkeustilanteen ilmetessä, jolloin se itse ei ole kykenevä noudattamaan navigointisääntöjä. Poikkeustilalla säännössä mainitaan esimerkkinä moottorihäiriö tai muut vastaavat vaikeudet. Vastaaviin vaikeuksiin voidaan ajatella myös autonomisten alusten osalta kuuluvan viestintäyhteyden menettämisen, joka myös tavallaan on ratkaiseva tekijä sen turvallisuudessa operoinnissa. Poikkeustilanteessa on elintärkeää saada tieto tilanteesta muille aluksille, jotta vältetään onnettomuuksilta ja törmäyksiltä.

COLREG-yleissopimus määrittelee myös tarvittavista merkinantolaitteista ja järjestelmistä aluksissa, jotka on esitetty sen liitteissä I-IV. Nämä vaatimukset osoittavat myös miehittämättömän aluksen elektronisen tähytysjärjestelmän tarpeellisuuden sillä aluksen on kyettävä havaitsemaan vähintään muiden alusten signaalit. Merkinantokyvyn säilyminen joustavana tavanomaisten viestintähäiriöiden sattuessa on olennainen asiakohta, jotta miehittämättömät alukset voivat osoittaa turvallisuutensa. (IMO, 2021.)

Yhteenvedona todettakoon, että autonomiset miehittämättömät alukset voivat jäädä näiden COLREG:in sääntöjen suoran soveltamisen ulkopuolelle, koska ne eivät välttämättä täytä "kuljetuksen" kriteerejä vesillä, jotka yleissopimuksessa määritellään. Tämä ei kuitenkaan vapauta niitä navigointia ja valvontaa koskevasta säädännöstä. COLREGS-säännöt velvoittavat merellä liikkuvia

toimimaan hyvän merimiestavan mukaisesti mikä tarkoittaa, että autonomiset alukset ovat yhdenvertaisena osapuolena vastuussa turvallisesta merenkulusta. COLREGS-sääntöjen huomiotta jättäminen merkitsisi huolellisuusvelvollisuuden laiminlyöntiä, josta seurauksena on oikeudelliseen vastuuseen saattaminen. (IMO, 2021.)

MARPOL-yleissopimus on Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) laatima yleissopimus, jonka tarkoituksena on alusten aiheuttamien ympäristöpäästöjen minimoiminen ja merien likaantumisen ehkäiseminen. (IMO, 2022.) Tämä sopimus sisältää vaatimuksia, jotka koskevat alusten rakennus- ja varusteluvaatimuksista sekä niiden toiminnallisia menettelyjä ympäristöonnettomuuden ilmetessä. Siinä määritellään myös yksityiskohtaisesta raportoinninelvöllisyydestä vuototapauksissa sekä ympäristöpäästöjen rajoituksista. MARPOL-yleissopimuksen määräysten noudattaminen on miehittämättömille aluksille tärkeää etenkin onnettomuustilanteen ilmetessä, kun sen tulee ilman miehistön apua saada haltuun mahdollinen vuoto ympäristöön. (IMO, 2022.)

Kuitenkin verrattuna muihin Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) sääntöihin MARPOL-yleissopimuksen velvoitteet eivät todennäköisesti aiheuta merkittäviä haasteita miehittämättömille aluksille. MARPOL-yleissopimusta sovelletaan kansallisten toimijoiden osalta kaikkiin kaupallisessa merenkulussa toimiviin aluksiin. Yleissopimuksen soveltamisessa kiinnitetään erityistä huomiota sen kahteen päävaatimukseen. Jotta yleissopimusta voidaan soveltaa alukseen on aluksen ensiksi täytettävä sopimuksessa määritellyn aluksen määritelmä ja toiseksi sillä tulee olla määriteltynä lippuvaltio, jonka alla alus seilaisi merillä. (IMO, 2022).

Autonomisten alusten ollessa vielä kehitystasolla voi yleissopimuksen soveltaminen niihin vaihdella kansallisella tasolla. Jos MARPOL-yleissopimusta sovelletaan autonomisiin aluksiin, on tarpeen tutkia, miten sen eri liitteitä, joista kukin sisältää yksityiskohtaisia määräyksiä, voidaan soveltaa niihin. Yleissopimuksen liitteessä I keskitytään öljyvahinkojen ehkäisemistä koskeviin säännöksiin. Katsastuksia ja todistuskirjoja koskevaa 2 lukua sovelletaan

öljysäiliöaluksiin sekä muihin aluksiin niiden bruttovetoisuuden avulla mutta siinä ei mainita mitään soveltamisesta miehittämättömiin aluksiin. (IMO, 2022.)

Luku 3, joka sisältää koneistotiloja koskevat vaatimukset ja edellytyksen toiminnassa tapahtuvien öljypäästöjen valvonnasta on erityisen tärkeää kaikille aluksille, olivat ne miehittämättömiä tai eivät. MARPOL-yleissopimuksen tavoitteena on epäpuhtauksien minimoiminen maailman merillä ja siksi sopimuksessa määrätään, että öljy ja kaikki öljypitoiset seokset on joko säilytettävä aluksella, jotta ne voidaan myöhemmin tyhjentää vastaanottolaitteisiin. (IMO, 2022.)

Jos liitettä III sovelletaan autonomisiin aluksiin, liittyisi se ensisijaisesti toimiin, joilla pyritään vähentämään ympäristönsaastumista. Esimerkkinä säännön 5 vaatimus oikeanlaisesta haitallisten aineiden varastoinnista ja kiinnittämisestä. Koska nykyisillä miehittämättömillä aluksilla kuljetettavat haitallisten aineiden kuljetukset ovat pieniä, on ympäristökatastrofin mahdollisuus lähes mitätön.

Säädännössä on kuitenkin poikkeuskohtia, jotka sallivat epäpuhtauksien laskeutuksen mereen mutta sitäkin rajoittavat tietyt määräykset. Poikkeustilanne, jossa alus voi laskea epäpuhtauksia mereen on pitkä merimatka ilman satamassa käyntiä. Sen tulee säilyttää riittävä etäisyys rannikkoon, jotta se voi laskea päästöjä mereen. Se ei kuitenkaan saa laskea öljyjätettä ilman asianmukaisia toimia koska säädännön edellyttämänä sillä tulee olla asennettuna lippuvaltion hallinnon hyväksymät rakenteen mukaiset laitteet, joilla varmistetaan jäteveden öljypitoisuus. Öljyinen seos ei saa olla peräisin öljysäiliöalusten lastipumppuhuoneen pilsseistä. (IMO, 2022.)

Säännön 8.1 mukaan, kun alus on toisen osapuolen satamassa, se voidaan tarkastaa asianmukaisesti valtuutettujen viranomaisten toimesta perustellusta syystä. Autonomisten alusten kohdalla tämän säännön soveltaminen olisi mahdotonta ilman paikalla olevaa miehistöä, jonka säädöksessä oletetaan olevan laivalla. MARPOL liite V säätelee luonnollisen toiminnan seurauksena syntyvien jätteiden aiheuttamaa saastumista. (IMO, 2022.)

Säännön 2 mukaisesti liitettä V sovelletaan kaikkiin aluksiin, mukaan lukien miehittämättömät merialukset vaikka niiden kohdalla odotetaan soveltamisen olevan rajallista. Liite VI koskee ilman saastumista sääteleviä määräyksiä. Yleisesti ottaen liitettä VI sovelletaan muiden alusten lisäksi myös autonomisiin aluksiin. Valtaosalla MARPOL-sopimuksen määräyksistä on rajallinen soveltuvuus autonomisiin aluksiin. Koska autonomiset alukset rakennetaan tulevaisuudessa suuremmiksi ja niiden rahtikapasiteetti tulee kasvamaan jatkuvasti tulevat yleissopimuksen määräykset saamaan yhä suurempaa merkitystä ja soveltuvuutta. (IMO, 2022.)

6.2 Konventioiden merkitys autonomisten laivojen kehityksessä

Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventiot määrittelevät merenkulun säädäntöä. Nämä säädökset muodostavat säädöspohjan, jota noudatetaan maailmanlaajuisesti merenkulussa. Autonomisten alusten kohdalla nämä konventiot – kuten International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) ja International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREG) – ovat merkittäviä, mutta samalla myös rajoittavia tekijöitä.

Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) toteuttamat sääntelymuutokset ovat monivaiheisia ja aikaa vieviä prosesseja ja ne vaikeuttavat merkittävästi autonomisten laivojen kehitystä ja niiden yleistymistä. Sääntelymuunnoksen käytäntöönpanon aikana muutosehdotus käy läpi seuraavat vaiheet. (IMO, 2025.)

1. Tunnistaminen, Järjestö arvioi jäsenvaltion tekemää muutosaloitetta sen tarpeellisuuden ja ajankohtaisuuden näkökulmasta.
2. Sääntelykartoitus, Järjestö toteuttaa sääntelykartoituksen löytääkseen nykyisestä säädännöstä kohdat, joita voidaan soveltaa muutosehdotukseen.
3. Komiteakäsittely, Järjestö kierrättää muutosehdotuksen sen eri komiteoilla, joissa sitä tarkastellaan eri näkökulmista ristiriitojen löytämiseksi ja hyväksynnän saavuttamiseksi.

4. Hyväksyntä, Järjestön jäsenvaltiot neuvottelevat muutosehdotuksen yksityiskohdista ja yksimielisyyden saavuttaminen voi kestää jopa vuosia.
5. Voimaantulo, Yksimielisyyden saavutettua muutosehdotus tarvitsee vielä hyväksyttää jäsenvaltioiden hallinnollisella tasolla ennen voimaantuloa.

Esimerkiksi tutkimustyössä käsitelty kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) MASS (Maritime Autonomous Surface Ships) -sääntelykartoitus (vaihe 2) aloitettiin vuonna 2017, ja ensimmäiset varsinaiset sääntelymuutosehdotukset ovat yhä käsittelyssä vuonna 2025. Tämä osoittaa, kuinka pitkäkestoisia ja vaativia konventioiden uudistukset voivat olla. (IMO, 2025.)

Näiden uudistusten muutosprosessin hitaus vaikuttaa laajasti laivateollisuuden, investointeihin ja tuotekehitykseen luomalla epävarmuutta tulevista. Teknologian kehityksen jatkuvasti kiihtyessä tulee nykyinen säädäntö jäämään sen kyydistä ja hidastamaan autonomisten alusten yleistymistä.

Laivateollisuuden projektit ovat ajallisesti pitkiä projekteja kuten merenkulun säädännön muutoksetkin mutta ilman pätevää säädäntöä varustamot eivät voi lähteä edistämään hankkeitaan, jos ne eivät voi ennakoida tulevaa säädäntöä.

Toisaalta säädännön pysyminen ennallaan hidastaa laivanvarustajien tuotekehittelyä kuten esimerkiksi miehistön läsnäoloon liittyviä teknologisia vaihtoehtoja ei kehitetä täysimääräisesti, koska nykyinen sääntely ei salli täysin miehittämätöntä operointia. (IMO, 2025.)

Laitevalmistajat kokevat epävarmuutta siitä täyttävätkö uudet järjestelmät ja koneet uuden säädännön edellytykset. Uudet teknologia ratkaisut suunnitellaan usein siten, että ne eivät riko nykyisiä sääntöjä, mikä taas rajoittaa kokeilunvapautta. Epävarmuus estää uusien ratkaisujen täysimääräisen hyödyntämisen ja kaupallisen tuotannon ajoituksen.

Varustamot pyrkivät aina lähtökohtaisesti laadukkaaseen tulokseen asetetun budjetin rajoissa ja ne ovat haluttomia investoimaan suuriin autonomiaratkaisuihin ennen kuin sääntely mahdollistaa niiden laajamittaisen käytön. Siksi onkin tärkeää, että vallitseva säädäntö on ajan tasalla, sen kohtia on tarkasteltu pitkän aikavälin muutosten varalta ja että se on muotoiltu teknologia kehitykselle myönteisemmäksi.

6.3 Mitä autonomisten alusten kehitys tarvitsee voimassa olevilta säännöiltä ja konventioilta

Nykyisen säädännön nojattessa vahvasti oletukseen miehitetystä aluksesta on sitä tarkasteltava yksityiskohtaisesti autonomisen merenkulun kehityksen kannalta. Oletukseen pohjautuva säädäntö on ristiriidassa autonomisten alusten operoinnin kanssa, joissa miehistö voi olla kokonaan korvattu automaatiolla.

Autonomisten alusten käyttöönoton kannalta keskeisiä haasteita ovat esimerkiksi:

1. Miehistön roolin määritelmä: STCW-sopimus edellyttää, että aluksella on koulutettu ja pätevä miehistö. Autonomisia aluksia voisi ohjata etäoperaattori mutta mahdollisen operaattoripätevyyden vaatimuksia ei nykyisin ole määritelty.
2. Automaation hyväksyminen ja standardointi: Nykyiset konventiot eivät tunnista etäohjausta osaksi aluksen operatiivista järjestelmää, mikä aiheuttaa epätietoisuutta oikeudellisesta näkökulmasta.
3. Kansallisen ja kansainvälisen säädännön eroavaisuudet: Säädännön eroavaisuudet vaikeuttavat autonomisten alusten operointia osana kansainvälistä merenkulkua.

Merenkulun sääntelyn tulisi muuttua joustavammaksi uusille innovaatioille. (Porathe, 2019.) Ratkaisu ongelmaan on todettu olevan modulaarinen sääntely, joka mahdollistaisi niin kutsutun määrääjäksi hyväksymisen osaksi sääntelyä kokeilulupamenettelyn kautta. Tällä tavoin säädäntöä voitaisi kehittää uusien teknologioiden kokeilujen avulla kerätyillä tiedoilla kehitykselle myönteisemmäksi synkronoidusti teknologiakehityksen kanssa. Säädäntöön voisi

lisätä enemmän suorituskykyyn perustuvia sääntöjä, jotka eivät määrittäisi teknistä ratkaisua, vaan tavoiteltavan lopputuloksen (Porathe, 2019). Jotta autonominen merenkulku voisi yleistyä hallitusti ja turvallisesti, tarvitaan sääntelyltä nykyistä enemmän ketteryyttä ja ennakoivuutta.

Autonomisten alusten kehitys tarvitsee nykyiseltä sääntelyltä muutoksia, jotta niiden turvallinen käyttöönotto olisi mahdollista. Esimerkiksi miehitysasteen soveltaminen autonomiseen merenkulkuun, etäohjauksen tunnustamisen osana aluksen normaalia toimintaa ja etäohjauksella toimivan aluksen operaattorin pätevyysvaatimusten määrittäminen. (IMO, 2022.)

Säädännön tulee muodostaa vaatimukset, joilla turvataan autonomisten alusten toiminta. Edellytys toimintamallien hyväksymisestä osaksi SOLAS-sopimusta, turvallisuusmääräykset sekä autonomisten alusten rakenteelliset vaatimukset on välttämätöntä kehityksen turvaamiseksi. Perinteinen onnettomuustutkinta perustuu oletukseen miehitetystä aluksesta kuten muukin merenkulun sääntely. Siksi onkin tärkeää, että autonomisissa aluksissa käytettävä sensoridata ja algoritmin ratkaisut tunnustetaan yhdenvertaiseksi todisteeksi ihmisen havaintojen kanssa. (IMO, 2022.)

Autonomisen merenkulun erityispiirteet ylittävät nykyisten konventioiden rajat ja nykyinen säädäntö laahaa perässä. Siksi tarve uudelle säädöskehyselle on ajankohtainen ja olennainen osa merenkulun kehityksen turvaamista. Kehys, joka huomioisi autonomisen merenkulun tarpeet mutta samalla soveltuisi myös sääntelemään perinteistä merenkulkua. (Porathe, 2019). Sen tulisi asettaa vaatimukset autonomisten alusten kyvylle suojella itse omaa järjestelmäänsä kyberuhkia vastaan. Laittevalmistajilta säädäntö voisi edellyttää sertifiointistandardeja merenkulun automaatiojärjestelmille.

Moni ajattelee automaation yhdenvertaisena ihmisen kanssa, mutta onnettomuustilanteessa syyllistä voidaan hakea helposti muusta kuin itsestään. Siitä syystä uuden säädännön on määriteltävä selkeästi vastuunjako onnettomuustilanteessa. Vastuu voitaisiin jakaa uusilla sopimusmenettelyillä ja myös vakuutusjärjestelmää tulisi uudistaa autonomiset järjestelmät tunnustavaan suuntaan. (IMO, 2022.)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

7.1 Tutkimuksen keskeiset löydökset

Tutkimustyön tavoitteena oli muodostaa näkemys siitä, miten nykyiset merenkulun konventiot ja säädökset asettavat haasteita autonomisten alusten kehitykselle osana tulevaisuuden merenkulkua. Työn aikana tarkasteltiin miten nykyinen säädäntö hidastaa automatisoitujen laivojen yleistymistä ja miten konventioiden rooli näkyy autonomisten alusten kehityksessä.

Keskeisenä löydöksenä voidaan esittää nykyisen merenkulun säädännön olettamista aluksella läsnä olevasta fyysisestä miehistöstä. Tämä oletus on muodostanut merenkulun sääntelystä inhimillisiin aisteihin tukeutuvan säädöskonaisuuden, jossa määrätään esimerkiksi edellytykset ihmisen fyysisestä läsnäolosta aluksella, hänen suorittamistansa toimenpiteistä aluksella.

Autonomisten järjestelmien tekniset ominaisuudet eivät vielä täysin vastaa fyysisen miehistön tietotaidon tasoa ja siksi myöskään ne eivät täytä nykyisen säädännön vaatimuksia. Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventiot määrittelevät merenkulun säädäntöä. Sen toteuttamat sääntelymuutokset ovat monivaiheisia ja aikaa vieviä prosesseja ja ne vaikeuttavat merkittävästi autonomisten laivojen kehitystä ja niiden yleistymistä.

Laivateollisuuden projektit ovat ajallisesti pitkiä projekteja kuten merenkulun säädännön muutoksetkin mutta ilman pätevää säädäntöä varustamot eivät voi lähteä edistämään hankkeitaan, jos ne eivät voi ennakoida tulevaa säädäntöä ja sen edellytyksiä. Toisaalta säädännön pysyminen ennallaan hidastaa laivanvarustajien tuotekehittelyä kuten esimerkiksi miehistön läsnäoloon liittyviä teknologisia vaihtoehtoja ei kehitetä täysimääräisesti, koska nykyinen sääntely ei salli täysin miehittämätöntä operointia.

Nykyisen säädännön nojatessa vahvasti oletukseen miehitetystä aluksesta on sitä tarkasteltava yksityiskohtaisesti autonomisen merenkulun kehityksen

kannalta. Autonomisten alusten suurentuessa tulevat konventioiden ja säädösten merkitys korostumaan entisestään merenkulun ja teknologian kehityksen välillä. Siksi tätä nykyistä säädäntöä tulee muuttaa, jotta se tulisi joustavammaksi ja teknologian innovaatioiden kehitystä ennakoivammaksi.

Autonomisten alusten käyttöönoton kannalta keskeisiä haasteita ovat esimerkiksi. Merenkulun sääntelyn tulisi muuttua joustavammaksi uusille innovaatioille. Ratkaisu ongelmaan on todettu olevan modulaarinen sääntely, joka mahdollistaisi niin kutsutun määräajaksi hyväksymisen osaksi sääntelyä kokeilulupamenettelyn kautta. Tällä tavoin säädäntöä voitaisi kehittää uusien teknologioiden kokeilujen avulla kerätyillä tiedoilla kehitykselle myönteisemmäksi synkronoidusti teknologiakehityksen kanssa. Jotta autonominen merenkulku voisi yleistyä hallitusti ja turvallisesti, tarvitaan sääntelyltä nykyistä enemmän ketteryyttä ja ennakoivuutta sekä vaatimukset, joilla turvataan autonominen merenkulku.

7.2 Tutkimuksen luotettavuus ja mahdollinen jatkotutkimus

Tutkimustyön aiheen ollessa futuristinen mutta kuitenkin realismia tulevaisuudessa kertoo se tutkittavan aiheen olevan ajankohtainen tässä hetkessä. Aikaisempia tutkimuksia on toteutettu ja aiheita on sivuttu monessa merenkulun tulevaisuutta sekä automaation kehitystä käsittelevässä tutkimuksessa.

Tässä työssä käytetty tutkimusmateriaali on kerätty enintään 10 vuotta vanhoista tutkimustuloksista sekä raporteista. Päälähteenä käytettyä Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) julkaisuja aiheesta ja taustatietoa konventioidista on kerätty maksimissaan 5 vuoden ajalta tiedon ajantasaisuuden varmistamiseksi.

Tutkimuksessa keskityttiin tuomaan esiin kattavasti säädännöstä kohtia, jotka muodostavat esteen autonomisten alusten kehitykselle ja niiden yleistymiselle. Estekohtien lisäksi säädännöstä tuotiin esiin rakenteellisia ongelmia, jotka olivat ristiriidassa autonomisten alusten operoinnin kanssa. Tutkimuksen

painopiste oli Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) konventioissa sen ollessa merenkulun säädännöstä päättävä taho kansainvälisesti.

Työssä ei perehdytty kansallisella tasolla olevaan säädäntöön, joka vaikuttaisi autonomiseen merenkulkuun. Tutkimuksessa aihetta ei ole käsitelty empiirisesti esimerkiksi haastattelujen kautta myös taloudelliset ja tekniset näkökulmat jätettiin tutkimustyön ulkopuolelle työn painopisteen ollessa säädännössä ja sen kohdissa.

Tutkimus toteutettiin käyttämällä kvalitatiivista menetelmää, dokumenttianalyysiä, joka mahdollistaa säädännön ja konventioiden tarkastelun vertailemalla niitä autonomisten alusten ja niiden kehityksen tarpeiden kanssa. Menetelmällinen valinta on perusteltu tutkimustavoitteissa, jotta sääntelyn esteet ja kehitystarpeet ovat tunnistettavissa.

Tutkimustyö keskittyi autonomisten alusten ja niiden kehityksen kohtaamiin säädännön esteisiin konventioiden näkökulmasta. Aihetta olisi perusteltua tutkia jatkossa näkökulmasta miten autonomisten alusten sääntely vaikuttaa merenkulun työmarkkinoihin sekä merimiesammattin tulevaisuuteen. Tutkimuskysymyksinä tutkimuksessa voisi käsitellä seuraavia kysymyksiä kuten miten merimiehen ammatti tulee muuttumaan, kun alustoiminnot automatisoidaan, mikä on miehistön rooli automatisoidussa merenkulussa ja mitä osaamisvaatimuksia autonomisten alusten sääntely asettaa merimiehelle tulevaisuudessa.

Jatkotutkimuksena aiheesta voidaan myös tutkia kansallisten säädösten vaikutusta autonomisten alusten liikennöintiin, esimerkiksi satamavaltioiden valvontamekanismien ja turvallisuusstandardien näkökulmasta.

7.3 Tutkimuksen eettiset näkökohdat

Tutkimustyö toteutettiin suorittamalla kriittistä lähdeanalysointia eettiset näkökohdat huomioiden. Tämän analysoinnin avulla työssä käytetyt lähteet ovat

huolellisesti valittuja ja niiden oikeellisuus varmistettu. Tutkimusta on toteutettu objektiivisesta näkökulmasta sen selkeyttämiseksi, koska aihetta voidaan tutkia useasta eri näkökulmasta eikä näiden näkökulmien haluta vaikuttavan negatiivisesti tutkimustulokseen.

Asianmukaisten lähteiden avulla taattiin tutkijan puolueettomuus tutkimuksessa. Henkilökohtaiset mielipiteet ja näkemykset on tuotu esille tekstissä selkeästi koska tutkimuksessa ei ole tarkoitus ottaa kantaa autonomisten alusten kehityksen puolesta tai sitä vastaan, vaan tarkastella sääntelyn nykytilaa ja kehitystarpeita neutraalisti ja perustellusti. Tämä tukee tutkimuksen uskottavuutta ja eettistä luotettavuutta.

Tutkimuksen päälähteeksi valittiin Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) tutkimusmateriaalit aiheesta. Viralliset asiakirjat, kuten konventioita ja säädökset ovat ajantasaisia ja siksi luotettavia lähteitä merenkulun säädännöstä päättävältä taholta. Tutkimuksessa käytettiin myös enintään vuosikymmenen takaisia tieteellisiä artikkeleita sekä tutkimusraportteja tiedon ajantasaisuuden takaamiseksi.

Viittaukset on merkitty asianmukaisesti tekstissä ja lähdeluettelossa noudattamalla voimassa olevia viittauskäytäntöjä. Asianmukaisilla ja laadukkailla lähdeviittauksilla on haluttu varmistaa tiedon jäljitettävyys, luotettavuus ja alkuperän esille tuonti. Tutkimuksessa ei ole toteutettu haastatteluja vaan se perustuu dokumenttianalyysiin ja julkisesti saatavilla oleviin lähteisiin, joiden käyttö ei edellytä tutkimuslupia tai yksityisyyden suojaan liittyviä toimenpiteitä.

Autonomisia aluksia koskevan sääntelyn kehityksellä voi olla laajamittaisia vaikutuksia kaupallisessa merenkulussa. Tutkimukset osoittavat automaation lisäävän merenkulun turvallisuutta. Työntekijämarkkinat tulevat kokemaan muutoksen automaation seurauksena kuten myös merenkulusta koituvien ympäristöhaittojen on ennustettu vähenevän.

Edellä mainittuja vaikutuksia on sivuttu tutkittaessa säädännön estekohtia autonomisten alusten kehitykselle mutta miten ne tulevaisuudessa ilmenevät näiden alusten yleistyessä, sitä tutkimukset eivät kerro. Siksi onkin tärkeää, että

niitä koskeva sääntely kehittyy joustavasti ja ketterästi jotta ne nähdään tulevaisuudessa osana kaupallista merenkulkua.

LÄHTEET

Autonomous Ships – Challenges & Concerns. (2024). Autonomisten alusten haasteet & vaikeudet Haettu ja viitattu 20.3.2025 osoitteesta <https://www.virtuamarine.nl/post/autonomous-ships-challenges-and-concerns>

Eskola, S. (2021). Autonomiset laivat ja alukset [Amk-opinnäytetyö, Turun Ammattikorkeakoulu]. Theseus. Haettu ja viitattu 7.4.2025 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/500868/Autonomiset%20laivat%20ja%20alukset.pdf?sequence=2>

HE 225/2018 vp. Hallituksen esitys eduskunnalle luotsauslain muuttamisesta. Haettu ja viitattu 21.3.2025 osoitteesta <https://www.finlex.fi>, esitykset.

Hooydonk, E.V. (2014) The law of unmanned merchant shipping – an exploration (s. 423) Haettu ja viitattu osoitteesta 10.4.2025 <https://mlaus.org/wp-content/uploads/bp-attachments/5193/Drone-Ships-JIML-2.pdf>

Meriliitto, (2025). IMO – International Maritime Organization. Haettu ja viitattu 21.3.2025 osoitteesta https://www.meriliitto.fi/?page_id=45

IMO, (2024). International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), Consolidated Edition 2024. International Maritime Organization. Viitattu: 5.5.2025

IMO, (2023). STCW Convention and the need for revision in the context of MASS. Haettu osoitteesta 10.5.2025 <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-107th-session.aspx>

IMO, (2022). International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). Consolidated Edition 2022. International Maritime Organization Haettu ja viitattu 5.5.2025 osoitteesta [https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

IMO, (2022). MSC 105/INF.18: Outcome of the RSE for MASS. International Maritime Organization. Haettu ja viitattu 5.5.2025 osoitteesta <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MSC-105th-session.aspx>

IMO, (2021). Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREGs). International Maritime Organization. Haettu ja viitattu 5.5.2025 osoitteesta <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/COLREG.aspx>

IMO, (2021). IMO's Regulatory Scoping Exercise for MASS – Summary Report. International Maritime Organization. Haettu ja viitattu 5.5.2025 osoitteesta <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/MASSRSE2021.aspx>

Ojasalo, Katri. Moilanen, Teemu. Ritalahti, Jarmo. (2015). Kehittämistyön menetelmät – Uudenaista osaamista liiketoimintaan. Haettu osoitteesta 19.3.2025, Sanoma Pro. <https://oppariapu.wordpress.com/kirjallisten-lahteiden-analyysi/>

Kokonaho, T. Tuomala, V. (2023). Autonominen merenkulku muuttaa tulevaisuudessa tarvittavaa osaamista Haettu osoitteesta ja viitattu 20.3.2025 https://read.xamk.fi/2023/logistiikka-ja-merenkulku/autonominen-merenkulku-muuttaa-tulevaisuudessa-tarvittavaa-osaamista/?utm_source=chatgpt.com

Kuuliala, L. (2022). Merenkulun automaatiota vauhditetaan tavoitepohjaisella sääntelyllä – tavoitteena turvallisuus ja tehokkuus, Viitattu ja haettu osoitteesta 4.4.2025 <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/blogit/merenkulun-automatiota-vauhditetaan-tavoitepohjaisella-saantelylla>

Puolakka, M. (2021) Älykkäiden ja autonomisten laivojen kehityksen ajureita ovat turvallisuus ja tehokkuus, Viitattu ja haettu osoitteesta 19.3.2025 <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/alykkaiden-ja-autonomisten-laivojen-kehityksen-ajureita-ovat-turvallisuus-ja-tehokkuus>.

Porathe, T. (2019). Situational Awareness in Remote Control Centres for Autonomous Ships. In: Proceedings of the Human Factors in Ship Design Conference. Viitattu 22.4.2025

Ringbom, H. Viljanen, M. Poikonen, J. & Ilvessalo, S. (2020). Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments. Ministry of Transport and Communications. Viitattu ja haettu osoitteesta 29.3.2025 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162560/LVM_2020_20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rolls Royce, (2016). Autonomous ships. The next step. Haettu osoitteesta 21.3.2025 https://www.rolls-royce.com/~/_media/Files/R/RollsRoyce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf

Thombre, S. (2022). "Sensors and AI Techniques for Situational Awareness in Autonomous Ships: A Review," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 23, no. 1, s. 64–83, Haettu osoitteesta 19.3.2025 <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9207841>

Traficom, (2023). Meriliikenteen kasvihuonepäästöt ja vaihtoehtoiset käyttövoimat, haettu osoitteesta 29.3.2025 <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/meriliikenteen-kasvihuonepaastot-ja-vaihtoehtoiset-kayttovoimat>

Traficom, (2019). meriliikenteen kehitys, haettu osoitteesta 19.3.2025 https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Meriliikenteen_automatation_kehitys_Traficom_julkaisu_122_2019.pdf