

## **Merenkulun automaatio**

### **Autonominen ja etäohjattava meriliikenne ja vastuunjako**

Markus Raitio

Opinnäytetyö

Maaliskuu 2020

Insinööri (ylempi AMK)

Tekniikan ala, teknologiaosaamisen johtaminen

Tekijä Raitio, Markus	Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK	Päivämäärä Maaliskuu 2020
	Sivumäärä 65	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä
Työn nimi <b>Merenkulun automaatio</b> Autonominen ja etäohjattava meriliikenne ja vastuunjako		
Tutkinto-ohjelma Teknologiaosaamisen johtaminen, Insinööri ylempi AMK		
Työn ohjaaja Risto Pakarinen		
Toimeksiantaja(t)		
Tiivistelmä <p>Meriliikenteen uskotaan automatisoituvan tulevina vuosina ja vuosikymmeninä nopeasti. Erilaisia automatisoituja ohjaus- ja navigointi- sekä etäoperointijärjestelmiä kehitetään jatkuvasti, ja lähitulevaisuudessa siintää myös autonomisten eli itseohjautuvien alusten laajempi käyttöönotto meriliikenteessä. Etäohjattavien ja autonomisten alusten tuleminen osaksi arkipäivää edellyttää teknologisen kehityksen lisäksi kuitenkin myös muun muassa oikeudelliseen sääntelyyn ja vahingonkorvausvastuuseen liittyvien kysymysten ratkaisemisesta. Merenkulkua koskeva lainsäädäntö ja alalla noudatettavat käytännöt on luonnollisesti laadittu koskemaan perinteisiä miehitettyjä aluksia, ja autonomisen meriliikenteen kehitys edellyttääkin alan toimijoilta uudentyyppistä lähestymistapaa esimerkiksi tekoälyn käyttöä koskeviin ongelmiin.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli kuvata merenkulkua koskevan vastuusääntelyn nykytilaa ja havainnoida sitä autonomisen meriliikenteen näkökulmasta nostamalla esille mahdollisia ristiriitatilanteita. Tutkimuksessa on kiinnitetty huomiota siihen, että merenkulkua koskeva sääntely on usein kirjoitettu suoraan velvoittamaan esimerkiksi aluksen päällikköä tai luotisia eikä näin ollen ole välttämättä sovellettavissa itseohjautuvaan meriliikenteeseen. Tavoitteena oli lisäksi selvittää, millaisia ongelmakohtia tekoälyavusteisten ohjaus- ja navigointijärjestelmien käyttämisestä voi vastuunäkökulmasta seurata. Tutkimus on toteutettu analysoimalla aiheesta saatavilla olevia oikeudellisia kirjoituksia kuten säädöksiä, lakien esitöitä ja oikeudellisia artikkeleita sekä alan johtavien toimijoiden aihepiiriä koskevia julkaisuja. Näyttää siltä, että meriliikenteen kehittyminen kohti autonomisia aluksia vaatii alalla myös vastuukysymyksiä koskevia kannanottoja. Nykyisen merenkulkua koskevan sääntelyn soveltaminen myös etäohjattaviin aluksiin lienee monessa tilanteessa mahdollista, mutta viimeistään autonomisten alusten käyttöönotto edellyttäneen alakohtaisen</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Kvalitatiivinen tutkimus, Merenkulku, itseohjautuvat laivat, vahingonkorvausvastuu, automaatio, merioikeus		
Muut tiedot		

Author(s) Raitio, Markus	Type of publication Master's thesis	Date March 2020  Language of publication: Finnish
	Number of pages 65	Permission for web publication: X
Title of publication Autonomous and remotely operated shipping and liability to compensate damages		
Degree programme Master's Degree Programme in Technological Competence Management		
Supervisor(s) Pakarinen, Risto		
Assigned by		
Abstract  <p>It is widely believed that automation in shipping will increase rapidly in the years and decades to come. Different automated maneuvering, navigation and remote operation systems are constantly developed. Furthermore, fully autonomous vessels will be taken into use in the near future. However, besides technological achievements developing remotely operated and autonomous vessels requires solving the questions regarding general regulation as well as damage liability regulation. Regulations and common policies concerning seafaring have naturally been made for traditional manned vessels. Therefore, the shipping industry has to find a new approach to problems regarding using of the artificial intelligence, for example. The aim of the thesis is to describe the present state of the regulation of liability for damage, study it in the context of autonomous shipping and identify some conflicts between the regulation and the new forms of seafaring. The regulation regarding seafaring has often been written to a concrete actor such as the captain or the pilot of the ship. Therefore, the regulation does not necessarily apply to autonomous shipping without problems. The aim of the study was also to determine what kind of liability challenges can appear as maneuvering and navigation systems are mostly controlled by artificial intelligence. The study is based on judicial articles and the publications by the leading actors in the shipping industry.</p> <p>It appears to be relatively clear that as the shipping industry develops towards autonomous shipping some clarifications regarding the regulation of liability for damage are needed. The regulation regarding seafaring might apply to remotely operated vessels in many cases. However, autonomous shipping differs so radically from traditional shipping that some specific regulation regarding autonomous vessels has to be created at the latest when autonomous shipping becomes widespread.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Qualitative research, Autonomous shipping, seafaring, damage liability, automation, law of the sea		
Miscellaneous		

## Sisällys

<b>1</b>	<b>Merenkulun automaatio Suomessa.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Tutkimusasetelma, kysymykset ja rajaukset.....</b>	<b>5</b>
2.1	Opinnäytetyön tavoitteet .....	5
2.2	Opinnäytetyön toteutus .....	6
2.3	Tutkimusmenetelmät .....	7
<b>3</b>	<b>Etäohjattava alus ja autonominen alus .....</b>	<b>10</b>
3.1	Etäohjattava alus.....	10
3.2	Autonominen alus .....	11
3.3	Autonomisuuden aste .....	13
3.4	Automaatioon liittyvät riskit.....	16
<b>4</b>	<b>Vahingonkorvausvastuu ja merilaki.....</b>	<b>16</b>
4.1	Merioikeudellinen sääntelykehikko .....	16
4.2	Yleinen vahingonkorvausvelvollisuus .....	17
4.3	Merilain mukainen vahingonkorvausvelvollisuus.....	18
<b>5</b>	<b>Meriliikenteen automaatiosta johtuvat vastuukysymykset .....</b>	<b>19</b>
5.1	Vastuunjako .....	19
5.2	Päällikön vastuu .....	19
5.3	Vahti .....	22
<b>6</b>	<b>Vastuukysymykset etäohjauksessa ja etäluotsauksessa .....</b>	<b>23</b>
6.1	Etäohjaus .....	23
6.2	Luotsin toimenkuva .....	24
6.3	Luotsin toimenkuva etäluotsauksessa .....	25
6.4	Luotsin vastuu etäluotsauksessa.....	26
6.5	Luotsin vastuu ja autonominen alus .....	27
<b>7</b>	<b>Merenkulun automaatio ja etiikka .....</b>	<b>29</b>
7.1	Tekoäly vai ihminen.....	29
7.2	Tekoäly itsenäisenä toimijana ja vahingonkorvausvelvollisena .....	30
7.3	Ihmisen valvonta eettisen tekoälyn hyödyntämisen edellytyksenä.....	32

<b>8</b>	<b>Tekoäly ja vahingonkorvausvastuu .....</b>	<b>34</b>
8.1	Tekoälyyn liitännäiset vastuukysymykset .....	34
8.2	Ratkaisuna tuotevastuu tai algoritmin kehittäjän vastuu .....	35
8.3	Ratkaisuna loppukäyttäjän vastuu .....	36
8.4	Ratkaisuna vakuuttaminen .....	37
8.5	Käytännön haasteita ja mahdollisuuksia alan toimijoiden silmin .....	39
<b>9</b>	<b>Tutkimuksen toteutus ja tutkimusaineiston laadinta.....</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>Tutkimusaineiston tulokset ja analysointi .....</b>	<b>45</b>
10.1	Keskeiset tulokset .....	45
10.2	Tutkimuskysymysten analysointi .....	46
10.3	Luotettavuuden arviointi.....	50
<b>11</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>52</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>58</b>
	<b>Kuviot</b>	
	Kuvio 1. Havainnekuva automatisoidusta komentositajärjestelmästä.....	5
	Kuvio 2. Havainnekuva etäohjattavasta aluksesta.....	11
	Kuvio 3. Havainnekuva autonomisesta aluksesta.....	12
	Kuvio 4. Merenkulun automaattiotasot aluksen matkan eri vaiheissa.....	15
	Kuvio 5. Havainnekuva etäoperointikeskuksesta.....	24
	Kuvio 6. Havainnekuva automaattisesta komentositajärjestelmästä.....	36
	Kuvio 7. SWOT-analyysi.....	41

# 1 Merenkulun automaatio Suomessa

”Autonominen merenkulku on merenkulun tulevaisuus” (Rolls Royce 2016, 2)”.

Suomessa on panostettu voimakkaasti itseohjautuvan meriliikenteen ja merenkulun automatisaation kehittämiseen sekä valtion että alalla toimivien yritysten taholta. Vuoden 2015 hallitusohjelmassa nostettiin yhdeksi keskeiseksi kehitysalueeksi digitaalisuus, johon liittyvät hallitusohjelmassa lanseerattu teknologisen kokeilukulttuurin käsite sekä digitaalisen liiketoiminnan kehittäminen liikennettä koskevissa ratkaisuisissa (Ratkaisujen Suomi 2015, 26). Joulukuussa 2018 Suomessa testattiin onnistuneesti maailman ensimmäistä itseohjautuvaa autolauttaa, jonka etäohjauksesta vastasivat Helsingin seudun liikenne ja suomalainen pörssi-yhtiö ABB.

Merenkulun automaation ja itseohjautuvan meriliikenteen kehittämisen nähdään johtavan turvallisuuden ja tuottavuuden parantamiseen sekä meriliikenteestä aiheutuvien ympäristöhaittojen rajoittamiseen (HE 225/2018, 6). Näitä tavoitteita pyritään saavuttamaan myös tiedonhankinta ja -käsittelytapoja kehittämällä, mistä esimerkkinä toimii muun muassa Liikenneviraston koordinoima Älyväylä-hanke, jossa dataa keräämällä ja jalostamalla pyritään luomaan turvallisuutta ja kustannustehokkuutta parantavia ennusteita ja malleja. Meriliikenteen kehittämistä on pyritty osaltaan mahdollistamaan myös lainsäädännöllisillä ratkaisulla. Uusi etäluotsauksen salliva laki (laki luotsauslain muuttamisesta 51/2019) tuli voimaan vuoden 2019 alusta mahdollistaen etäluotsaukseen tähtäävän testaustoiminnan aloittamisen myös varsinaisilla luotsausväylillä. Myös kansainvälinen merenkulun turvallisuusasioita hallinnoiva järjestö International Maritime Organisation (IMO) on nostanut kuusivuotisstrategiassaan esiin tavoitteen luoda teknologista autonomiakehitystä tukevaa lainsäädäntöä (IMO 2017, 6).

Meriliikenteen automatisoituminen on monivaiheinen prosessi, jonka huipentumana voidaan pitää autonomisten alusten kehittämistä ja laajamittaista käyttöönottoa. Automatisoitumisen uskotaan muuttavan merenkulkua perustavanlaatuisesti ja tekniseen kehitykseen, kuten teknologioiden ja liiketoimintamallien kehittämiseen, panostetaan edellä kuvatulla tavalla voimakkaasti. Kuitenkaan kehitys ei ole riippuvainen vain teknologisista innovaatioista, vaan laajempi meriliikenteen automaatio edellyttää koko merenkulun järjestelmän uudistamista ja kehittämistä (HE 225/2018,

6). Vaikka mediassa huomiota saavat ennen kaikkea keskustelu tekoälyn etiikasta ja spekulatio miehittämättömien alusten käyttöönottamisesta, tällä hetkellä automaatio kehittyy nopeimmin erilaisten ohjaus-, navigointi- ja tiedonsiirtojärjestelmien sekä osittain automatisoitujen päätöksentekojärjestelmien osalta. Ajankohtaisia kehityshankkeita ovat myös alusten etäohjaamisen mahdollistavien järjestelmien luominen sekä lakimuutoksen mahdollistama etäluotsaus, jossa tiettyjen väylien ja satamien asiantuntijat ohjaavat aluksen satamaan nousematta varsinaisesti alukseen. Todellisuudessa perinteisen miehitetyn aluksen ja täysin itseohjautuvan aluksen välille mahtuu useita eri automaation tasoja. Alan johtavat toimijat ovat kuitenkin parhaimmillaan arvioineet, että ensimmäinen autonominen alus otettaisiin käyttöön jo lähivuosina (Yara and Konsberg 2017, myös esim. Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 3).

Kun aluksen operointi tapahtuu kokonaan tai osittain automatisoidusti tai etäyhteydellä, ollaan väistämättä myös uusien sääntely- ja vastuukysymysten äärellä. Mittavaa teknistä kehitystä seuraa aina myös vahinkoja ja riitoja, joiden selvittäminen luo lopulta uutta oikeutta ja juridista ennustettavuutta. Tässä vaiheessa avoimia kysymyksiä on useita. Kuka vastaa virheestä, jonka tekee järjestelmä ja miten laajalle vastuu ulottuu? Miten vastuunjako vaikuttaa vahingonkorvausvelvollisuuteen ja korvaako vakuutusyhtiö virheestä aiheutuneet kustannukset? Kuka on vastuussa, jos autonominen alus ja miehitetty alus törmäävät? Onko etäyhteydellä toimivalla luotsilla vastuu luotsauksen onnistumisesta? Kuka on miehittämättömän aluksen päällikkö? Kysymyksiä voidaan esittää loputtomasti ja suuri osa niistä syntyy ja ratkeaa vasta käytännön oikeustodellisuudessa.



Kuvio 1. Havainnekuva automatisoidusta komentosiltajärjestelmästä.  
<https://doga.no/en/activities/design-og-innovasjon/design-driven-innovation-programme/dip-projects/maritim-og-offshore/ulstein-bridge-vision/>

## 2 Tutkimusasetelma, kysymykset ja rajaukset

### 2.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Tämä opinnäytetyö käsittelee merioikeudellisen vastuusäätelyn soveltumista merenkulun automaatioon sekä meriliikenteen automatisoitumisesta johtuvia uusia vastuukysymyksiä. Työn aihetta ei voi lähestyä kuvaamatta ensin itseohjautuvaan meriliikenteeseen liittyvien säätely- ja vastuukysymysten nykytilaa. Työn keskeinen painopiste on tunnistaa ja nimetä itseohjautuvan meriliikenteen säätelyyn liittyviä ongelmakohtia ja esitellä mahdollisia ratkaisumalleja. Työn tarkoituksena on lisäksi selvittää, mitkä seikat mahdollisesti vaikuttavat vastuunjakoon merenkulun eri osapuolien välillä, kun kyse on kokonaan tai osin automatisoiduista tai etäohjattavista aluksista. Tutkimus käsittelee myös tekoälyn etiikkaa siltä osin, kuin se on relevanttia vastuunjaon määrittämiseksi ihmisen ja koneen välillä. Tutkimuskysymyksiksi muodostuvat:



### **Tutkimuskysymys 1**

Miten merenkulun nykyinen vastuunjakoa koskeva sääntely vastaa automaation tarpeisiin?

### **Tutkimuskysymys 2**

Mitä merenkulun vastuusääntelyssä ja alalla vakiintuneissa käytännöissä tulisi ottaa huomioon merenkulun automaation kehittyessä?

## 2.2 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön aiheen rajaaminen lähtee aiheen valitsemisen ja sen ajankohtaisuuden perustelemisesta (ks. Saukkonen 2006). Tutkimuksen aihepiirin valintaan vaikutti ensinnäkin taustalla kirjoittajan oma ammattiosaaminen, joka perustuu työhön muun muassa itseohjautuvien alusten sekä automatisoitujen komentositajärjestelmien parissa ABB Oy-nimisessä yhtiössä, jota voidaan pitää yhtenä alan keskeisimmistä toimijoista. Lisäksi, kuten johdannossa tuotiin jo ilmi, koko merenkulun tulevaisuuden nähdään pitkällä aikavälillä nojaavan automaatiokehitykseen. Tätä havaintoa tukevat jo toteutetut autonomisten ja etäoperoitavien alusten testiajot sekä lukuisat kotimaiset ja kansainväliset kehityshankkeet. Asiantuntijat arvioivat lisäksi, että autonomisten alusten käyttöön ottamiseksi tarvittava teknologia on jo pitkälti olemassa ja autonomisia aluksia voitaisiin jo nyt hyödyntää lyhyillä vakioreiteillä (ks. esim. Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 3). Avoimet kysymykset liittyvätkin pitkälti tämän työn aiheena olevaan sääntely-ympäristöön ja merenkulun uusien toimintamallien kehittämiseen, mihin liittyy myös muun muassa autonomisen ja ei-autonomisen meriliikenteen yhteensovittaminen ja kaupalliset sekä taloudelliset kysymykset liittyen esimerkiksi alusten vakuutuksiin.

Aiempaan tutkimukseen perehtyminen osoittaa, että aiheesta on kirjoitettu varsin paljon, mutta eri toimijoiden tuottamaa materiaalia kokoavaa tutkimusta on tehty suhteellisen vähän (aiempaan tutkimukseen tutustumisesta esim. Saukkonen 2006). Merenkulun sääntelyn soveltumisesta autonomisiin ja etäoperoitaviin aluksiin on kirjoitettu oikeustieteellisiä artikkeleita, kun taas alalla toimivat yritykset ovat toimittaneet omia julkaisujaan, joissa näkökulma on usein hyvin käytännönläheinen ja kaupallinen. Kokoavaakin tutkimusta on kuitenkin tehty aiheesta ja aihetta sivuten. Ko-

koavasta tutkimuksesta ovat Suomessa vastanneet esimerkiksi Trafi.com julkaisusaan meriliikenteen automaation kehitys, jossa on yhdistetty suhteellisen laaja kirjallisuuskatsaus alan toimijoiden haastatteluihin ja Rolls Royce yhdessä yliopistojen ja korkeakoulujen kanssa tuottamassaan AAWA –hankkeessa.

Tutkimuksen tarkempi rajausta muodostuu perusjoukkoon ”autonominen meriliikenne” tehdyistä tarkentavista rajauksista, joiksi tässä työssä valikoituvat ”sääntely”, ”vahingonkorvausvastuu” ja ”nykyisen sääntelyn ongelmakohdat suhteessa automomiseen meriliikenteeseen” (ks. esim. Taideteollisen korkeakoulun virtuaaliyliopisto. Aiheen rajaaminen.). Koska tutkimus lähestyy itseohjautuvan meriliikenteen haasteita sääntely- ja vastuunäkökulmasta, itseohjautuvan meriliikenteen mahdollistava teknologia jää lyhyitä mainintoja lukuun ottamatta työn rajauksen ulkopuolelle. Vaikka onkin huomattava, että todellisuudessa teknologia kytkeytyy erottamattomasti sääntelyyn. Merenkulkualan turvallisuuden sääntely nojaa erottomasti nimenomaan teknisiin standardeihin ja luokituksiin ja onkin varsin todennäköistä, että vastaavia standardointeja ja luokituksia tullaan luomaan myös automatisoitujen alusten teknisten vaatimusten osalta. Näin ollen tulevaisuudessa myös vastuuta koskevissa epäselvyyksissä tullaan ottamaan kantaa kysymyksiin siitä, oliko aluksen ominaisuuksissa ja kulussa huomioitu kyseistä alustyyppiä koskevat tekniset turvallisuusstandardit vai oliko näitä mahdollisesti laiminlyöty tavalla, joka asettaa esimerkiksi tarkastuksista vastaavan tahon ankarampaan vastuuseen suhteessa vahinkotilanteen muihin osapuoliin.

### 2.3 Tutkimusmenetelmät

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan *laadullinen eli kvalitatiivinen* analyysi. Laadullinen analyysi painottaa muun muassa aiheen kuvaamista sen tarkoituksen, merkityksen ja esiintymisympäristön näkökulmasta. Tavoitteena on viimekädessä aiheen ymmärtäminen. Erotuksena laadullisesta analyysistä *määrällinen, eli kvantitatiivinen* analyysi kuvaa ilmiötä numeroiden ja tilastojen perusteella (Pyörälä 2006). Selkeä jaottelu laadulliseen ja määrälliseen tutkimukseen ei usein ole mahdollista, vaan moni tutkimus sijoittuu laadullisen ja määrällisen tutkimuksen välimaastoon (ks. esim. Tuomivaara 2005). Tämän työn tutkimuskysymyksiä ei kuitenkaan voida lähestyä numeerisesti, sillä sääntely ja toimintamallit ovat viimekädessä arvokysymyksiä toisin

sanoen vastausta haetaan sen tyyppisiin kysymyksiin kuin mikä on kyseisen ilmiön kannalta tärkeintä ja miksi.

Tutkimusmenetelmä on *aineistolähtöinen sisällönanalyysi* eli kyseessä on olemassa olevan kirjallisen aineiston analysoimiseen perustuva selvitystyö. Tuomen ja Sarajärven mukaan sisällönanalyysin tavoitteena on löytää aineistoa koskevia yhtäläisyyksiä ja eroja ja tiivistää sitten valmiiksi tekstimuotoisen aineiston ydinsisältö tutkimusilmiötä koskeviksi yleistyksiksi. Sisällönanalyysi onkin sanallista tekstin sisällön kuvailua. Laadullisessa sisällönanalyysissä aineistoa pilkotaan pienempiin osiin, jäsenellään ja lopulta yhdistetään suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Aineistoa voidaan käsitellä *aineisto- tai teorialähtöisesti*. Tutkijan tulee tutkimuksen alussa hahmottaa teorian rooli kokonaisuudessa toisin sanoen se, onko teoria keino tutkimuksen toteuttamiseksi vai onko yleistysten, toisin sanoen teorian, luominen itsessään päämäärä. Tämä opinnäytetyö hyödyntää aineistolähtöistä lähestymistapaa. Aineistolähtöisessä tutkimuksessa keskiössä on aineisto, jonka pohjalta mahdollinen teoria rakentuu (Tuomi & Sarajärvi 2002, 105).

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi johtaa *induktiivisen* menetelmän käyttöön, jossa edetään yksittäisistä havainnoista kohti yleisempiä väitteitä. (Eskola & Suoranta 1998, 83). Aineistolähtöisessä tutkimuksessa painopiste on edellä kuvatulla tavalla aineiston käsittelyssä ja teoria ja johtopäätökset rakentuvat sen pohjalta. Induktiivisen menetelmän suhde teoriaan selittyy siten, että lähtökohtana ei ole teoria tai aihetta koskeva hypoteesi, vaan aineistoa käsitellään sellaisenaan pyrkien nivomaan yksittäisiä havaintoja yleisemmiksi väitteiksi. Tutkimusmenetelmän vaarana on liiallinen mielipiteisiin perustuva yleistäminen ja aineistoa analysoitaessa päätelmät ja yleistykset tuleekin kytkeä aina käytettyyn aineistoon (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Toisaalta induktiivinen menetelmä synnyttää aineistosta tehtävien yleistysten myötä teoriaa, eikä teoreettisesta viitekehystä voida näin ollen tässäkään tutkimusmenetelmässä täysin irrottautua. Lisäksi Saaranen-Kauppinen ja Puusniekka ovat todenneet, että tutkimuksen tekijän henkilökohtaiseen historiaan perustuva kokemus ja näkemys ovat aina jonkinlainen ”irrottamaton” teoreettinen viitekehys, joka ohjaa muun muassa näkökulman ja aineiston valintaa (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Tuomivaara on tähän liittyen kuitenkin huomauttanut, että tutkimuksen teki-

jän ennakko-oletus ja ennakkokäsitys tulisi erottaa toisistaan; ennakko-oletus perustuu ilmiötä havainnoivan henkilön kokemuksiin olematta kuitenkaan asenteisiin perustuvia, lukkiutuneita ja siten tutkimusta haittaavia ennakkokäsityksiä (Tuomivaara 2005, 33). Tuomi ja Sarajärvi ovat lisäksi Saaranen-Kauppinen ja Puusniekan kanssa samoilla linjoilla siitä, että induktiivinen päättely ei ole koskaan puhdasta, vaan absoluuttisen aineistolähtöisen tutkimuksen toteuttamisen estää jo se seikka, että valittu aineisto, käytetyt menetelmät ja käsitteet ovat tutkijan itsensä valitsemia ja vaikuttavat näin luonnollisesti saataviin tuloksiin (Tuomi & Sarajärvi 2002, 98).

### **Aineiston hankinta ja rajaaminen**

Tutkimusaineiston tulisi vastata sisällöllisesti ja määrällisesti tutkimuksen tavoitteita (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Tämä opinnäytetyö toteutetaan analysoimalla aiheesta kirjoitettuja artikkeleita sekä julkaisuja. Aineiston valinnassa on kiinnitetty huomiota aineiston ajankohtaisuuteen, luotettavuuteen ja monipuolisuuteen. Merenkulun automatisoituminen sijoittuu kuvitteellisella aikajanalla voimakkaasti nykyhetkeen ja tulevaisuuteen viime vuosina tapahtuneen digitalisaation ja teknologiakehityksen vuoksi, joten aineistoa rajatessa on pyritty hyödyntämään pääosin mahdollisimman tuoreita lähteitä.

Aineiston luotettavuus on pyritty varmistamaan ensinnäkin valitsemalla aiheesta kirjoitettujen artikkelien osalta korkeatasoisissa alan lehdissä julkaistuja vertaisarvioituja artikkeleita. Alalla toimivien yritysten julkaisujen osalta on keskitytty suurimpiin toimijoihin, joita ovat tällä hetkellä ABB Oy, Konsberg Oy ja Rolls Royce ABB. Mainituista toimijoista erityisen mielenkiintoisia ovat onnistuneen autonomisen merikökeen toteuttaneet ABB ja Rolls Royce.

Aineiston valinnan ratkaisevat viimekädessä tutkimuskysymykset (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Koska tutkimuksen kohteena on myös merenkulku-alan vastuukysymysten ja käytäntöjen suhde automaatioon, on tutkimuksen kannalta mielekästä laajentaa käytettäviä lähteitä myös ei-oikeudellisiin julkaisuihin, joissa alan toimijat ovat pyrkineet jäsentelemään automaatiokehityksen ongelmakohtia. Tutkimuksen monipuolisuus onkin pyritty toteuttamaan yhdistelemällä säädöksiä, kansainvälisiä sopimuksia ja oikeudellisia artikkeleita sekä alan johtavien toimijoiden,

kuten yritysten ja organisaatioiden julkaisuja, joissa painopiste vaihtelee käytännöllisen ja teoreettisen näkökulman välillä.

## **Työn rakenne**

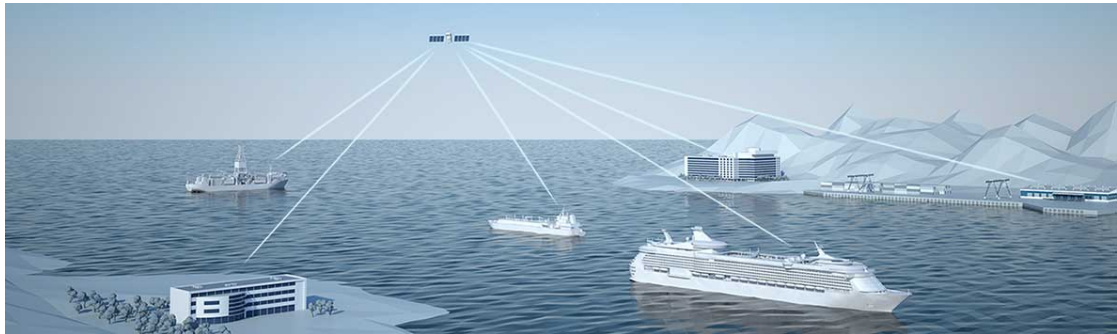
Itseohjautuvan meriliikenteen nykytilan ja tulevaisuuden näkymien kuvaaminen painottuu tässä työssä johdantoon, vaikka testiajajien, suunnitelmien ja visioiden kuvaamiselle olisi aiheen mielenkiintoisuudesta johtuen helppo omistaa useampiakin lukuja. Jotta alaa tuntematonkin lukija hahmottaisi aihepiiriin lähtökohdat, käydään luvussa 3 lyhyesti läpi peruskäsitteitä sekä toisaalta tuodaan ilmi se nimenomaan tärkeä lähtökohta, että aluksen automaatio ei ole joko tai-tyyppistä, vaan pitää sisälleen useita eri asteita. Luvussa 4 käsitellään yleisiä vahingonkorvausvelvollisuuden edellytyksiä sekä vahingonkorvausvelvollisuutta merenkulun kontekstissa. Autonomista meriliikennettä koskevien erityisten vastuukysymysten käsitteleminen alkaa varsinaisesti luvussa 5 ja jatkuu etäohjauksen ja etäluotsauksen osalta luvussa 6. Luvuissa 7 ja 8 käsitellään tekoälyn hyödyntämistä autonomisessa meriliikenteessä ja tämän mukanaan tuomia eettisiä ja sääntelyllisiä haasteita. Luvut 9, 10 ja 11 tuovat esiin aineiston pohjalta tehtyjä havaintoja, tutkimuksen keskeisiä tuloksia sekä pohdintaa.

## **3 Etäohjattava alus ja autonominen alus**

### **3.1 Etäohjattava alus**

Termiä *etäohjattava tai etäoperoitava alus* ei ole määritelty vakiintuneesti. Yleisesti etäohjattavalla aluksella tarkoitetaan kuitenkin alusta, jota ihminen ohjaa langattoman yhteyden välityksellä etälokaatiosta, joka on tyypillisimmin varta vasten perustettu etäohjauskeskus. Etäohjauskeskuksessa käytetään hyväksi aluksen hankkimaa dataa, joka muodostuu esimerkiksi radar-yhteydestä, kamerakuvasta ja satelliittikuvasta (ks. esim. Van Hooydonk 2014, 404). Etäohjatut alukset eivät ole vielä meriliikenteen arkipäivää, vaikka lainsäädännöllisesti ei ole varsinaisesti määritelty, tarvitseeko aluksella ylipäätään olla *fyysisesti paikan päällä olevaa* miehistöä (Rolls Royce 2016, 5). Etäohjaus voidaan edelleen jaotella varsinaiseen etäohjaukseen ja etäluotsaukseen, joka eroaa etäohjauksesta siten, että etäluotsauksessa tehtävään koulutet-

tu henkilö avustaa laivan navigoinnissa satamaan vain tietyllä luotsaukseen tarkoitetulla väylällä. Etäluotsauksesta on olemassa jo jonkinlaista käytännön kokemusta muun muassa Italiassa, ja Suomessakin näyttää luotsauslakiin tehtyjen muutosten jälkeen siltä, että juuri etäluotsaus toimisi etäohjauksen ensimmäisenä vahvana suunnannäyttäjänä (ks. HE 225/2018).



Kuvio 2. ABB Oy havainnekuva etäohjattavasta aluksesta [www.abb.com/marine](http://www.abb.com/marine)

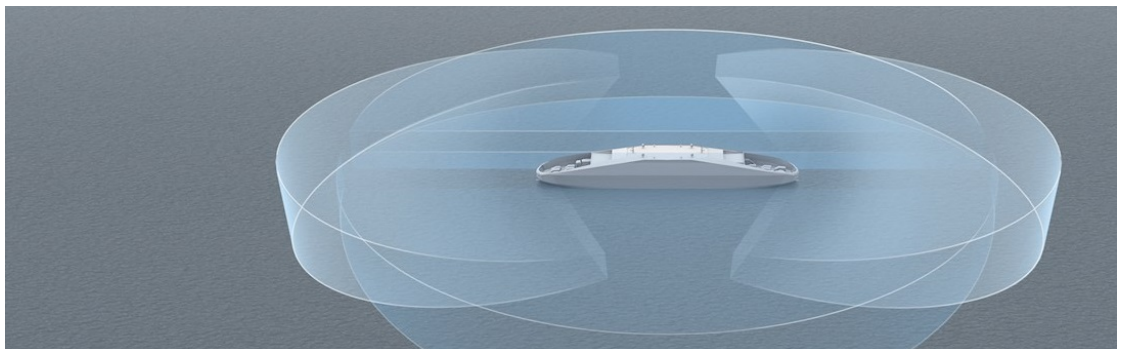
### 3.2 Autonominen alus

Ei ole olemassa yleistä vakiintunutta määritelmää sille, mitä itse asiassa tarkoitetaan *autonomisella aluksella*. Käsitettä on käytetty laajasti eri yhteyksissä, mutta varsinaisen määritelmän puuttuessa sillä saatetaan eri lähteissä tarkoittaa osin eri asioita. (Carey 2017, 9 ja Komianos, 2018, 7). Jäljempänä esitellään eri tahojen käyttämiä aluksen autonomisuuden asteen luokitteluja, mutta varsinainen yksiselitteinen määritelmä on edelleen vahvistamatta.

Käsitteitä autonominen ja itseohjautuva alus käytetään usein synonyymeina, kuten tehdään tässäkin työssä. Ero voidaan sen sijaan tehdä autonomisen ja miehittämättömän aluksen välillä. Miehittämättömän aluksen kyydissä ei sananmukaisesti ole ketään, mutta tämä ei suoraan tarkoita, että alus olisi samalla autonominen eli että sen operatiivinen kulku olisi täysin tekoälyn varassa. Miehittämättömäkin alusta voi nimittäin todellisuudessa operoida etäyhteydellä aluksen ulkopuolelle etäohjauskeskukseen sijoitettu miehistö. Aluksen luokittelu autonomiseksi ei sen sijaan edellytä, että aluksella ei ole ihmisiä. Alus voi jopa esimerkiksi kuljettaa sinänsä pätevää ja koulutettua laivanmiehistöä, kunhan aluksen kulku on itsenäistä eli operatiivinen kontrolli ei ole aluksella tai sen ulkopuolella olevalla miehistöllä. Näin autonominen alus on määritelty esimerkiksi Euroopan Unionin koordinoiman MUNIN-

hankkeen (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) yhteydessä. Hankkeen tarkoituksena on kehittää autonomisen ja etäohjattavan meriliikenteen konseptia tavalla, joka huomioi muun muassa turvallisuus- ja ympäristövaatimukset (MUNIN 2016-hanke).

Täysin autonominen alus toimii IT-ohjelmoinnin avulla ja sen ohjaaminen tapahtuu tekoälyn ja sensoridatan avulla. Ihmisen ohjelmoitua aluksen se ”huolehtii itsestään” ja reagoi sensoridatan avulla itsenäisesti muuttuviin olosuhteisiin (Van Hooydonk 2014, 404). Kuten edellä on esitetty, puhtaasti autonomisella aluksella tekoäly hoitaisi aluksen operoimisen täydellisesti. Tässä yhteydessä on kuitenkin huomautettava, että tällainen itseohjautuva alus olisi lähitulevaisuudessa todennäköisemmin lyhyen matkan yhteysalus, esimerkiksi jokilautta<sup>1</sup> tai pelkästään tavaraa kuljettava rahtialus, sillä vallitsevassa yhteiskunnassa ajatus miehittämättömän risteilyaluksen tai vaikkapa lentokoneen kyytiin astumisesta koetaan edelleen epämiellyttävänä huolimatta siitä, että alustavat tutkimukset osoittavat turvallisuuden todellisuudessa parantuvan.



Kuvio 3. ABB Oy havainnekuva sensoridataa hyödyntävästä autonomisesta B0-aluksesta (komentosilta miehittämätön). [www.abb.com/marine](http://www.abb.com/marine)

<sup>1</sup> Keskustelua esimerkiksi Suomessa hyvin tunnetun turkulaisen jokilautta Förin muuttamisesta itseohjautuvaksi on käyty alan johtavien toimijoiden kanssa mm. yritysten ja korkeakoulujen koordinoiman ÄlyVESI –hankkeen sekä Älyföri –hankkeen yhteydessä. ÄlyVESI – hankkeen yhteydessä esitetyssä ”Älykkään kaupunkivesiliikenteen ratkaisut ja mahdollisuudet” –julkaisussa s. 36 on esitetty suunnitelma ja havainnekuvia Förin muuttamisesta autonomiseksi yhteyslautaksi. Älyföri –hanke sen sijaan kerää arvokasta sensoridataa förin kulusta mahdollisen investointipäätöksen tueksi ks. esim. Turun Sanomat: Mahdollisuuksia autonomisen Älyförin kehittämiseksi selvitetään helmikuussa – ”Sellaisia ei ole vielä olemassa” TS 4.2.2020.

### 3.3 Autonomisuuden aste

Automatisoiduista aluksista ja niihin liittyvistä vastuukysymyksistä puhuttaessa on tärkeää huomata, että autonomisuuden tasossa, toisin sanoen siinä, missä määrin alusta koskeva päätöksenteko on automatisoitu, on eroja. IMO (International Maritime Organisation) on luonut tilanteen selkeyttämiseksi autonomisuuden tasoja määrittävän luokittelun, jossa autonomisuuden tekninen aste kasvaa avustetuista ohjaus- ja päätöksentekojärjestelmistä kokonaan itseohjautuvaan alukseen. Merkitystä tässä luokittelussa on MUNIN-hankkeesta hieman poiketen annettu myös sille, missä määrin alus on fyysisesti miehitetty. (IMO 2018, 2–3). Ero käsitelmäärittelyssä ei kuitenkaan ole niin suuri kuin ensin voisi luulla. Nimittäin myös IMO lähtee siitä, että puhtaasti autonominen alus on myös miehittämätön siinä mielessä, että alusta ei operoida ihmislähtöisesti. IMO:n ja MUNIN-hankkeen käsitelmäärittelyä voi pitää myös johdonmukaisena siltä osin, kun pidetään mielessä, että IMO ei ole pyrkinyt akateemiseen määrittelyyn, vaan ennemminkin käytännön meriliikenteen tilan kuvaamiseen. Käytännön alusliikenteen kannalta asiaa tarkasteltaessa onkin selvää, että siirtymä autonomiseen alusliikenteeseen tulee tapahtumaan pitkän ajan kuluessa asteittain. Alla tällä hetkellä käytetyin autonomisuuden asteita kuvaava IMO:n luoma malli.

#### **Ensimmäinen taso**

Manuaalinen autonomisuuden taso tarkoittaa, että päätöksenteko ja operatiivinen kontrolli on aluksen miehistöllä, autonomisuuden rajoituessa päätöksentekoa, navigointia ja ohjailtavuutta avustaviin tukijärjestelmiin (IMO 2018, 4). Manuaalisen tason sisällyttäminen luokitteluun on perusteltua, sillä vaikka operatiivinen kontrolli ja sitä kautta vastuu aluksesta on sen miehistöllä, perustuu ihmisen päätöksenteko suurelta osin eri ohjausjärjestelmien tuottamaan dataan. Automatisaation kehitys on tällä tasolla erittäin nopeaa ja uusilla komentositajärjestelmillä pyritään lisäämään alusten turvallisuutta ja minimoimaan ihmisen päätöksenteolle tyypillisiä inhimilliseen virhearvioon perustuvia riskejä.<sup>2</sup>

#### **Toinen taso**

---

<sup>2</sup> Mm. ABB Oy kehittää pitkälle automatisoituja tulevaisuuden komentosilta- ja navigointijärjestelmiä, jotka pyrkivät parantamaan mm. aluksen käsiteltävyyttä, turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Ks. esim. ABB Oy: n 9.5.2018 julkaisema lehdistötiedote ”ABB launches next-generation DP system, paving the way towards autonomous shipping”.



Alusta etäohjataan, mutta sillä on miehistö. Tällä niin kutsutulla delegoidulla tasolla päätöksenteko on edellyttää aina ihmisen hyväksynnän ja operatiivinen kontrolli voidaan koska tahansa siirtää aluksella olevalle miehistölle.

### **Kolmas taso**

Alusta etäohjataan, mutta sillä ei ole miehistöä. Tällä niin kutsutulla valvotulla tasolla päätöksenteko ja operatiivinen toiminta on automatisoitu, mutta tieto kaikista järjestelmän tekemistä päätöksistä välittyy jatkuvasti alusta operoivalle taholle, joka voi milloin tahansa ottaa aluksen täydelliseen manuaaliseen kontrolliin.

### **Neljäs taso**

Alus on itseohjautuva ja miehittämätön. Alusta koskeva päätöksenteko ja operatiivinen toiminta perustuvat automatisoituihin prosesseihin. Alusta operoiva taho saa tiedon onnettomuus- ja poikkeustilanteista ennalta määritettyjen raja-arvojen ylittyessä. Kontrolli- ja päätöksentekovalta voidaan siirtää sitä operoivalle taholle vain poikkeustilanteessa ennalta määritettyjen raja-arvojen ylittyessä<sup>3</sup> (IMO 2018, 2–4).

Yllä kuvattu IMO:n luokittelu ei ole ainoa automaation asteita kuvaava malli, vaan esimerkiksi Porathe ym. ovat kehittäneet kolme ulottuvuutta kattavan hieman monimutkaisemman luokittelun, jossa ulottuvuudet ovat kompleksisuus, miehitys ja autonomian taso, jotka ovat sidoksissa toisiinsa. Luokittelun ideana on olosuhteiden vaihtelun vaikutus aluksen automaation asteeseen, eli luokittelu lähtee siitä johtajuudesta, että alus voi olosuhteista riippuen saman matkan aikana liikkua useilla eri automaatiotasolla. Luokittelusta merkitystä annetaan ensinnäkin aluksen toimintaympäristölle eli sille, liikkuko alus saaristossa, rannikolla vai avomerellä ja miten vilkasta muu meriliikenne on alueella. Myös miehitystä kuvataan IMO:n mallia yksityiskohtaisemmin; miehistö voi olla aluksen komentosillalla, muualla aluksella tai alus voi olla miehittämätön. Näin voidaan muodostaa kolmiportainen autonomiatasoa kuvaava malli, jossa alimmalla tasolla alusta operoi jatkuvasti joko miehistö tai etäoperaattori. Seuraavalla tasolla navigoinnin hoitaa automaatio, mutta miehistö voi tarvittaessa siirtää navigointivastuun itselleen. Ylimmällä autonomiatasolla aluksen

---

<sup>3</sup> Käsite "meaningfull human control" korvautuu puhtaasti autonomisessa aluksessa käsitteellä "human supervision", jolla kuvataan ihmisen toimintaan perustuvan päätöksenteon rajoittamista poikkeustilanteisiin.

kulusta vastaa automaatio eli tekoälyä hyödyntävä ohjelmisto eikä miehistö puutu aluksen kulkuun (Porathe 2015, 306–3010).

Suomessa Liikenne- ja viestintäministeriön alainen Traficom on lähestynyt autonomiatasojen oheisen taulukkomallin mukaan IMO:n luokittelusta poiketen ja antanut niin ikään merkitystä sille, että automaation aste voi vaihdella saman matkan aikana (Meriliikenteen automaation kehitys 2019).

Kuvio 4. Merenkulun automaatiotasot aluksen matkan eri vaiheissa

<b>Taso</b>	<b>Satama- manöveeraus</b>	<b>Rannikko- ja saaristonavi- gointi</b>	<b>Avomeri- navigointi</b>	<b>Poikkeus- tilanteet</b>
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. MIRC
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. MIRC
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

Kuten edellä on kuvattu, meriliikenteen automatisoituminen tapahtuu vaiheittain, eikä perinteisten alusten poistuminen tule tapahtumaan lähitulevaisuudessa. Todennäköistä on, että automatisoituminen tulee tapahtumaan ensin muiden, kuin esimerkiksi vaarallisia kemikaaleja ja muuta erityisjärjestelyjä vaativan lastin kuljettamiseen käytettävien alusten osalta (Daum, Stellplug 2017, 364). Kuten tälläkin hetkellä, meriliikenteessä tulee edelleen liikkumaan hyvin erilaisia ja eri järjestelmin varustettuja aluksia, joiden tulee kyetä kommunikoimaan keskenään. Perinteisen ja automatisoitujen alusten välisiltä kollisiotilanteilta ei todennäköisesti tulla välttymään. Alalla toimivien yritysten mukaan osittain autonomiset alukset tarvitsevat tällä hetkellä edelleen ihmisen valvontaa, jolloin turvallisen ja tehokkaan kommunikoinnin järjes-

täminen itseohjautuvan aluksen ja maissa sijaitsevan valvomon välillä on yksi keskeisimmistä autonomisen merenkulun edellytyksistä (Rolls Royce 2016, 3). Edellä esitetyn valossa tilannetta mutkistaa myös se seikka, että saman aluksen voidaan katsoa liikkuvan matkan eri vaiheissa eri autonomiatasoilla.

### 3.4 Automaatioon liittyvät riskit

Ollakseen hyväksyttävää automatisoidun tai etäyhteydellä toimivan aluksen ja meriliikenteen on oltava vähintään yhtä turvallista kuin perinteisen meriliikenteen. Automaation uskotaan parantavan merenkulun turvallisuutta, jos sitä kautta, että miehistö ei enää ainakaan samoissa määrin altistu merenkulun vaaroille. Yleisesti työskentelyä aluksilla pidetään yhtenä maailman vaarallisimmista ammateista (Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 7). Automatisoituun meriliikenteeseen liittyy voimakkaasti turvallisuutta lisäävä vaikutus myös siksi, että automaatiolla voidaan osittain poistaa ihmisen inhimillisestä virheestä johtuvat riskit. Toisaalta automaatio muuttaa olemassa olevia riskejä sekä saattaa luoda uusia riskejä. Esimerkkinä korostetusti autonomisiin ja etäohjattaviin aluksiin liittyvästä riskistä toimii kyberturvallisuus, jonka tulee olla riittävän korkealla tasolla, jotta kybervaikuttamisen aiheuttamilta onnettomuuksilta vältyttäisiin (Rolls Royce 2016, 4). Myös alusta ohjaavien algoritmien toiminnassa esiintyvät virheet ja poikkeamat muodostavat uuden merkittävän riskin, jota kuvataan tarkemmin luvussa 8.4.

## 4 Vahingonkorvausvastuu ja merilaki

### 4.1 Merioikeudellinen sääntelykehikko

Merenkulun sääntely voidaan pääasiassa jakaa kolmeen eri osaan, jotka vaikuttavat eri tavalla kansainväliseen ja kansalliseen lainsäädäntöön riippuen automaation asteesta (Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 10). Ylimmällä tasolla meriliikennettä säätelee Yhdistyneiden Kansakuntien meriyleissopimus (UNCLOS 1982), jossa määritellään aluksen lippuvaltion velvollisuudet. Sopimuksen mukaan aluksella on oltava rekisteröinti- eli lippuvaltio, jonka kansallista lainsäädäntöä se on velvollinen noudattamaan.

Lippuvaltion tulee huolehtia sääntelystä, joka takaa kansainvälisten yleissopimusten mukaisesti aluksen turvallisen kulun. Lippuvaltion tulee myös muun muassa varmistua, että aluksella on koulutettu ja merimiestaitoinen päällikkö ja päällystö. Lippuvaltiot voivat luoda omaa kansallista lainsäädäntöä siltä osin kuin se ei ole ristiriidassa lippuvaltiota velvoittavien kansainvälisten sopimusten kanssa. Käytännössä, mikäli tietty lippuvaltio sallii autonomisen meriliikenteen harjoittamisen, koskee se vain kyseisen lippuvaltion aluevesiä eikä kansainvälistä autonomista meriliikennettä voi syntyä ilman kansainvälisten organisaatioiden asiaa koskevaa sääntelyä (Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 11).

YK:n meriturvallisuuskomitean alaisuudessa toimiva International Maritime Organisation (IMO) vastaa merenkulun turvallisuutta ja standardeja koskevista kansainvälisistä yleissopimuksista, joista autonomisen meriliikenteen kannalta tärkeimmät ovat merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskevista kansainvälisistä yleissopimuksista STCW-yleissopimus, kansainväliset yhteentörmäysten ehkäisemistä koskevat säännöt (COLREG 1972) ja kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä (SOLAS 1974). IMO:ssa on parhaillaan käynnissä selvityshankkeita, jotka tähtäävät sääntelyn uudistamiseen autonomisen merenkulun kehittymistä silmällä pitäen ([www.imo.fi/autonomousshipping](http://www.imo.fi/autonomousshipping)).

Viimeisimpänä merenkulkua sääntelee lippuvaltion kansallinen lainsäädäntö. Suomessa merenkulkua säännellään useissa erityislaeissa. Mikäli erityislainsäädäntöä ei ole olemassa, tulevat sovellettavaksi muun muassa yleiset vahingonkorvausoikeudelliset säädökset ja oikeusperiaatteet.

#### 4.2 Yleinen vahingonkorvausvelvollisuus

Vahingonkorvausoikeudellisesti yleinen merilain mukainen vahingonkorvausvastuu sijoittuu sopimuksenkulkeutuksen vastuun alaan erotuksena sopimukseen perustuvasta vastuusta (esim. Hemmo 2005, 3). Vahingonkorvausvelvollisuuden syntyminen edellyttää ensinnäkin vahingon syntymistä, korvauksen perustetta sekä syy-yhteyttä. Vahinko voidaan määritellä ulkoisesta seikasta johtuvaksi muutokseksi, jolla on vahingonkärsijän kannalta epäedullinen vaikutus. Korvausperusteen alarajana pidetään tuottamusvastuuta toisin sanoen vahingon aiheuttamista huolimattomuuttaan, mutta perusteena voi olla myös esimerkiksi rikosvastuu. Epäedullinen tapahtuma, joka ei

kuitenkaan varsinaisesti johdu kenenkään huolimattomuudesta, jää vahingonkärsijän itsensä kannettavaksi (esim. Hemmo 2005, 9–12 ja 74–75).

#### 4.3 Merilain mukainen vahingonkorvausvelvollisuus

Yleinen vahinkovastuuta koskeva säännös sisältyy Suomessa merilakiin (674/1994), jonka III-osan 7 luvun 1§:n mukaan laivanisäntä on vastuussa vahingosta, jonka aluksen päällikkö, laivaväki tai joku muu aluksen lukuun työskentelevä on tekemällään virheellä tai laiminlyönnillä aiheuttanut.

Kokonaisuudessaan merilain 7 luvun 1 § on seuraava

*Laivanisäntä on, jollei tässä laissa tai muualla laissa toisin säädetä, vastuussa vahingosta, jonka aluksen päällikkö, laivaväki, luotsi tai joku muu laivaväkeen kuulumaton henkilö, joka laivanisännän tai päällikön toimeksiannosta työskentelee aluksen lukuun, on toimessa tekemällään virheellä tai laiminlyönnillä aiheuttanut. Jos myös vahingonaiheuttaja on laivanisännän ohella vastuussa vahingosta, hän vastaa vain siitä määrästä, jota ei voida saada laivanisännältä.*

*Laivanisännällä, joka on suorittanut korvausta 1 momentissa mainitusta vahingosta, on oikeus vaatia suorittamansa määrä vahingon aiheuttajalta tämän korvausvastuuta koskevien perusteiden mukaan. Samojen perusteiden mukaan on vahingon aiheuttaja vastuussa laivanisännälle aiheuttamastaan vahingosta.*

Laivaisännän käsitettä ei ole pohjoismaisessa oikeuskäytännössä määritelty tyhjentävästi, mutta yleisesti sillä tarkoitetaan sitä juridista tai fyysistä tahoaa, joka omistaa aluksen sekä varustaa ja miehittää sen ja harjoittaa sillä merenkulkua (Wetterstein 2019, 27). Tilanne ei kuitenkaan usein ole yksiselitteinen, sillä merenkulun alalla erilaiset rahtaus- ja miehityssopimukset ovat säännönmukainen toimintatapa, eikä esimerkiksi aluksen miehittävä taho useinkaan rinnastu laivanisäntään. Epäselvissä tilanteissa vahingonkorvausvelvollisena on usein pidetty aluksen haltijaa, joka voi olla esimerkiksi rahtaaaja (myös Wetterstein 2019, 28).

Laivaisännän viimekätinen vastuu alusta kohtaavasta vahingosta on koko merenkulualan vakiintunut lähtökohta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, ettei laivaisännän ja vahingon osapuolten intressin olisi selvittää mahdollisimman tarkasti, mikä aiheutti

vahingon ja sitä kautta jakaa vahingosta aiheutunut vahinko osapuolien ja vakuutusyhtiön välillä.

## 5 Meriliikenteen automaatiosta johtuvat vastuukysymykset

### 5.1 Vastuunjako

Itseohjautuvan meriliikenteen kehittämisellä on ennustettu olevan merkittävä lainsäädäntöä muovaava vaikutus. Merenkulun sääntelyn osalta autonomisen meriliikenteen syntymiseen ei olla kuitenkaan juurikaan varauduttu. Tällä hetkellä kansallinen lainsäädäntö on laadittu vain perinteisiä, miehitettyjä aluksia silmällä pitäen. Niin kauan kuin täysin autonomiset alukset ovat lähinnä suunnittelun asteella muun muassa Rolls Royce on esittänyt, että kansallinen sääntely koskien merenkulun vastuukysymyksiä on toistaiseksi suhteellisen riittävää, mutta avoimia kysymyksiä on etenkin osapuolten roolin, vakuutusoikeuden ja tuotevastuun puolella (Rolls Royce 2016, 5). Kuten aikaisemmin on jo tuotu, ilmi kansainvälinen autonominen meriliikenne vaatii kansainvälisten organisaatioiden koordinoimia sopimus- ja lainsäädäntöhankkeita.

Laivaisännän vastuu ei autonomiakehityksen kontekstissa sinänsä tuota ongelmia, sillä se voidaan yleisen oikeuskehityksen valossa ulottaa ”operaattoriin” eli toimintaa todellisuudessa harjoittavaan tahoon. Näin on tehty muun muassa ympäristövahinkoja koskevassa oikeuskäytännössä, jossa laivaisäntä eli ”shipowner” on rinnastettu laivanomistajaan, haltijaan ja toiminnanharjoittajaan, kun kyse on ollut vastuusubjektista (Wetterstein 2019, 28). Kotimaisesta sääntelystäkin voidaan kuitenkin potentiaalisesti tunnistaa muutamia ongelmakohtia, jotka saattavat muodostua haasteeksi etenkin, mikäli täysin autonomiset alukset yleistyvät.

### 5.2 Päällikön vastuu

Autonomisen meriliikenteen näkökulmasta ongelmallista on, että käsitettä aluksen *päällikkö* ei ole määritelty autonomiakontekstissa. Toisin sanoen ei ole olemassa vaikiintunutta vastausta siihen, kuka on autonomisen tai etäohjattavan aluksen päällikkö ja miten päällikkyys vaikuttaa vastuuseen (AAWA 2016, 36, Carey 2017, 9).

Merilain III-osan 7 luvun 1 §:n vastuusäännös on sanmuodoltaan ja soveltamisalaltaan laaja ja asettaa laivaisännälle viimekäteisen vastuun myös sellaisista virheistä, jonka kolmas osapuoli tekee harjoittaessaan toimintaa laivaisännän lukuun. Tämä saattaa autonomisen meriliikenteen osalta aiheuttaa haastavia vastuunjakokysymyksiä etenkin aluksen päällikön ja luotsin suhteen (Wetterstein 2019, 28).

Merilain 6 luvun aluksen päällikköä koskevien säännösten mukaan päällikön toimenkuva ja vastuualue on laaja. Merilain 6 luvun 3 §:n mukaan

*Päällikön on ennen matkan aloittamista huolehdittava siitä, että alus on matkaan ja vuodenaikaan nähden merikelpoinen, jolloin hänen on myös huolehdittava siitä, että alus on asianmukaisesti miehitetty ja varustettu, että siihen on hankittu vaadittavat tarvikkeet ja että lastiruumat, jäähdytys- ja jäädytystilat sekä muut aluksen tilat, joihin tavaraa lastataan, ovat hyvässä kunnossa tavaran vastaanottamista, kuljettamista ja säilyttämistä varten sekä että sen vakavuus on riittävä.*

*Matkan aikana päällikön on valvottava, että alus pidetään asianmukaisessa kunnossa.*

*Jos aluksen merikelpoisuudessa on vikaa tai puutteellisuutta, jota ei heti voida korjata, on päällikön viipymättä ilmoitettava siitä laivanisännälle. Jollei laivanisäntä halua korjata vikaa tai puutteellisuutta, päälliköllä on oikeus heti luopua toimestaan.*

Puhtaasti autonomisen eli miehittämättömän aluksen tai etäohjattavan aluksen kyseessä ollessa aluksella ei ole fyysisesti läsnä olevaa päällikköä, vaan päällikölle kuuluvia tehtäviä ja velvollisuuksia hoidetaan maissa sijaitsevasta etäohjauskeskuksesta tai valvomosta käsin. Etäohjauskeskus voi sijaita aluksen lippuvaltiossa tai muussa valtiossa. Eri asia on, sovelletaanko etäoperointikeskuksessa alusta ohjaavaan tahoon päällikköä koskevaan vastuusääntelyä. Päällikön syyllistyessä tehtävässään vakavaan laiminlyöntiin, voi se johtaa jopa rikosoikeudelliseen vastuuseen. Mikäli katsotaan, että alusta etäoperoiva taho on aluksen päällikkö, sovelletaan häneenkin päällikköä koskevaa ankaraa vastuusääntelyä (Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 11).

Suurin osa päällikölle kuuluvista *velvollisuuksista* voidaankin hoitaa kehittyneen sensortechniikan, radar-yhteyden ja radion ja satelliitin avulla tapahtuvan kommunikation avulla (AAWA 2019, 40). Sen sijaan esimerkiksi velvollisuudet noudattaa hyvää

merimiestapaa sekä huolehtia jatkuvasta turvallisen merenkulun varmistamisesta ovat vaikeammin sovittavissa yhteen autonomisen meriliikenteen kanssa samoin kuin velvollisuus huolehtia matkustajista, miehistöstä ja lastista hätätilanteessa (Wetterstein 2019, 28). Vaikka edellä pohdittiin, voitaisiinko etäoperaattoriin soveltaa päällikköä koskevaa sääntelyä, kaikkein ongelmallisim aluksen päällikköä koskeva säädös on päällikön velvollisuus olla fyysisesti paikalla aluksessa. Merilain 6 luvun 6 §:n viimeisessä momentissa säädetään nimittäin päällikön läsnäolovelvollisuudesta

*Milloin alus ei ole kiinnitettyä satamassa tai muutoin turvallisessa ankkuripaikassa, päällikkö ei saa poistua aluksesta, ellei se ole välttämätöntä. Jos vaara uhkaa, hän ei saa olla poissa aluksesta.*

Näyttääkin siltä, että jo edellä esitetty säädös saattaa estää päällikköä koskevan sääntelyn soveltamisen autonomisiin ja etäohjattaviin aluksiin. Merilaissa ei tosin suoraan sanota, että aluksella on oltava päällikkö, mutta laki on kirjoitettu siitä itseltään selvästä olettamasta lähtöisin, että jokaisella aluksella on päällikkö, jolla on oikeus tehdä alusta ja miehistöä koskevia päätöksiä ja sitoumuksia ja joka voidaan asettaa vastuuseen aluksella tapahtuneista virheistä. Wetterstein toteaaakin yksiselitteisesti, että merilain säädöksiä olisi tältä osin muutettava soveltumaan myös miehittämättömiin aluksiin. Lisäksi hän ehdottaa ”soft law” tyyppisen sääntelyn kehittämistä, jonka luomiseksi merenkulun toimijoiden tulisi luoda ohjeita ja periaatteita muun muassa hyvää merimiestapaa koskien, kun kyseessä on itseohjautuva tai etäohjattu alus (Wetterstein 2019, 30).

Aluksen päällikkyyttä koskeva ongelma tulisi ehdottomasti ratkaista, sillä pahimmillaan *merenkulullinen poikkeus* eli merenkulkua koskevien sääntöjen rikkominen esimerkiksi siten, että aluksella ei ole pätevää miehistöä ja etäohjaajaa ei rinnastetaan miehistöön ja päällikköön, voi vahinkotilanteen sattuessa johtaa vakuutusturvan menettämiseen. Vakuutusturva kattaa nimittäin vain tilanteet, joissa vahinko tapahtuu, vaikka laivanvarustajan katsotaan toimineen huolellisesti (Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 10).



### 5.3 Vahti

Vahdinpidon osalta erityisen ongelmalliseksi muodostuu kansainvälinen sääntely. COLREGS:n (International Regulation for Preventing Collisions at Sea 1972) 5 §:n mukaan jokaisella aluksella on oltava jatkuva näkö- ja kuuloyhteyden perustuva vahtikollisio- eli yhteentörmäystilanteiden välttämiseksi.<sup>4</sup> Mikäli säännöstä tulkitsee kirjaimellisesti, tuntuu olevan väistämätöntä, että aluksella on oltava fyysisesti läsnä oleva vahtia pitävä miehistön jäsen, joka havainnoi aistinvaraisesti aluksen kulkua. Toisaalta, mikäli säännöstä tulkittaisiin sen tarkoitusta vasten, voitaisiin se lukea esimerkiksi ”aluksen kulusta, sijainnista sekä mahdollisista poikkeustilanteista on saatava jatkuva ja luotettava tietoa kollisio- ja yhteentörmäystilanteiden välttämiseksi”. Onkin selvää, että autonomisen ja etäohjattavan aluksen kyseessä ollessa vahti on järjestettävä hyödyntäen teknologiaa, joka tällä hetkellä näyttäisi olevan lähinnä aluksen kulusta saatavaa sensoridataa. Mikäli aluksella on etälokaatiosta alusta operoiva miehistö, on lakisääteinen vahti mahdollisesti järjestettävissä siten, että etäoperointikeskukseen sijoittunut miehistön jäsen tarkkailee aluksen lähettämää sensoridataa ja raportoi eteenpäin mahdollisista poikkeamista sekä potentiaalista vahinkoriskeistä. Mikäli kyseessä on täysin autonominen alus, vahdinkin hoitaa tekoälyä hyödyntävä algoritmi, todennäköisesti niin, että tiettyjen raja-arvojen ylittyminen sensoridatassa johtaa joko tekoälyn suorittamiin tai manuaalisiin toimenpiteisiin. Kun palataan takaisin vahtia koskevaan sääntelyyn, vaikuttaa siltä, että säännös saattaisi olla venytettävissä kattamaan etäoperoitavat alukset. Sen sijaan puhtaasti autonomisen aluksen osalta tilanne on ongelmallisempi ja vaatii mahdollisesti kokonaan uuden sääntelyn luomista kattamaan autonomisen aluksen turvallisen kulun sääntely. Merenkulkuala tuntuu tässäkin yhteydessä tarvitsevan ainakin jonkunlaisen kehikon, jota vasten autonomisten alusten ohjausjärjestelmiä peilataan. Jo algoritmien kehittäjien kannalta olisi ensiarvoisen tärkeää tietää, minkälaista dataa alukselta on saatava, jotta sen turvallinen kulku voidaan varmistaa.

Kuitenkin esimerkiksi merenkulun automaatiota kartoittavan AAWA-hankkeen yhteydessä velvollisuutta vahdinpitoon on pidetty jopa ongelmallisimpana sääntelyko-

---

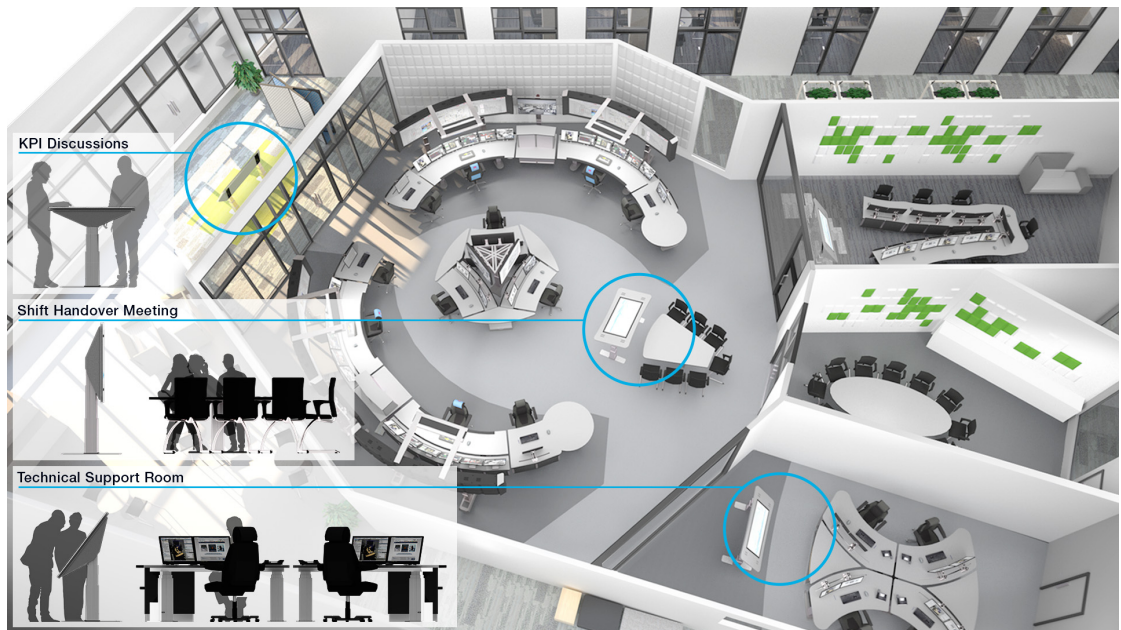
<sup>4</sup> Säädos on kokonaisuudessaan seuraava: ”Every vessel [...] at all times maintain a proper look-out by sight and hearing as well as by all available means appropriate in the prevailing circumstances and conditions so as to make a full appraisal of the situation and of the risk of collision”.

konaisuutena suhteessa merenkulun automaatioon. Vahdinpitovastuusta erityisen haasteellisen tekee jo se seikka, että se ei kosketa vain yhtä miehistön jäsentä vaan aluksen automatiikan tasosta riippuen esimerkiksi päällikköä, tähystäjää, perämiestä ja konemestaria. Aluksen sisällä päällikkö vastaa vahdin organisoimisesta ja laivaisäntä kantaa viimekätisen vastuun siitä, että aluksella ylipäätään on riittävä miehitys vahdin järjestämiseen. AAWA-hankkeessa on todettu, että vaikka suuri osa vahdinpitoon keskeisenä kuuluvista toimenpiteistä voitaisiin automatisoida, ainakin kaupallinen ja kansainvälinen autonominen ja etäoperoitava liikenne vaatii sääntelyn muuttamista (AAWA 2016, 48). Tehtävistä vahdin suhteen on toisaalta olemassa kattavaa sääntelyä, mutta samalla vahtia pitävän miehistön jäsenen on osaltaan reagoitava kaikkiin sellaisiin häiriöihin, jotka saattaisivat haitata aluksen turvallista kulkua. Kehittyneeseen sensoridata ja tekoäly eivät voi kaikissa yllättävissä ja epätavallisissa tilanteissa korvata ihmisen päätöksentekoa (Ahvenjärvi 2015, 520). Tällainen tilanne voisi syntyä esimerkiksi, jos alukselta havaittaisiin merihätään joutunut alus tai henkilö. Pelastustoimien organisoiminen toimiikin esimerkkinä tilanteesta, joka saattaisi kaavamaisen automaation sijaan vaatia olosuhteisiin perustuvaa soveltamista.

## **6 Vastuukysymykset etäohjauksessa ja etäluotsauksessa**

### **6.1 Etäohjaus**

Vastuunäkökulmasta katsottuna etäohjaukseen saattaa sisältyä tiettyjä riskejä verrattuna aluksen fyysiseen ohjaamiseen komentosillalta. Välitön reagoiminen vaara-, kollisio- ja häiriötilanteisiin saattaa olla hitaampaa ja haastavampaa kuin reagoiminen vastaavaan tilanteeseen komentosillalta. Tunnistettava riski liittyy myös uuden teknologian toimivuuteen. Yleisesti on todettu, että vielä ei ole onnistuttu luomaan kompleksista järjestelmää, jossa ei olisi virheitä (Niiranen 2018, 2). Näin ollen ongelmat kommunikaatiossa sekä datan siirtämisessä ja tulkinnessa saattavatkin kertaantua reaali maailmassa ja tekniset haasteet saattavat hyvistä suunnittelusta huolimatta aiheuttaa yllätyksiä. Suomessa alusten etäohjaaminen saattaa tulla ajankohtaiseksi ainakin etäluotsauksen mahdollistavan lakimuutoksen johdosta.



Kuvio 5. ABB Oy havainnekuva etäoperointikeskuksesta. [www.abb.com/marine](http://www.abb.com/marine)

## 6.2 Luotsin toimenkuva

Luotsauslain (940/2003) tavoitteena on sen 1 §:n mukaan edistää alusliikenteen turvallisuutta sekä ehkäistä alusliikenteestä ympäristölle aiheutuvia haittaa. Velvollisuus käyttää luotsia luotsausväyliksi määritellyillä alueilla käy ilmi lain 5 §:stä. Lain 8 §:n mukaan luotsi on vastuussa luotsauksesta. Lainkohta on kokonaisuudessaan seuraava

*Luotsi on vastuussa luotsauksesta. Luotsin on esitettävä luotsattavan aluksen päällikölle ajantasaiseen kartta-aineistoon perustuva reittisuunnitelma sekä muut aluksen turvallisen kulun kannalta tarpeelliset tiedot ja ohjeet sekä valvottava niitä aluksen ohjailuun ja käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä, joilla on merkitystä alusliikenteen turvallisuudelle ja ympäristönsuojelulle.*

*Luotsi on velvollinen ilmoittamaan alusliikennepalvelulle kaikista havainnoistaan, joilla on merkitystä merenkulun, aluksen ja siinä olevien ihmisten turvallisuuden, ympäristönsuojelun tai meri- ja tullivalvonnan kannalta. Lisäksi luotsin on ilmoitettava luotsattavalle alukselle sattuneista tai luotsattavan aluksen aiheuttamista vahingoista ja vaadittaessa annettava näistä lisätietoja viranomaisille.*

*Aluksen luotsauksen suorittamisen jälkeen, luotsin on pyynnöstä kirjattava niille kansipäällystön jäsenille, jotka ovat olleet läsnä komentosil-*

*lalla koko luotsauksen ajan ja jotka ovat osallistuneet aluksen ohjaamiseen tai navigointiin, tätä harjoittelua koskevat tiedot esitettyyn linjaluotsinkirjan saamista varten pidettävään harjoittelukirjaan tai vastaavaan asiakirjaan.*

*Luotsi on vastuussa etäluotsauksesta, jollei etäluotsauksen tekninen toteuttaminen, toimintamalli tai viestintäyhteyksien häiriötilanne estä luotsia toimimasta tehtävänsä mukaisesti.*

Edellisen lainkohdan viimeinen, etäluotsausta koskeva momentti viittaa Suomessa toteutettuun lainsäädännön uudistamiseen, jossa lailla luotsauslain muuttamisesta (5/2019) mahdollistettiin luvanvarainen etäluotsaus ja sen toteuttamiseen tähtäävien teknologioiden testaaminen varsinaisilla luotsausväylillä. Lainvalmistelun yhteydessä ei lähtökohtaisesti esitetty muutoksia luotsin vastuuseen eikä vastuunjakoon luotsin ja aluksen päällikön välillä, vaikka luotsaus tapahtuisikin aluksen ulkopuolelta etäyhteydellä. Lain esitöissä sen sijaan korostettiin tarvetta selvittää jatkotutkimuksella ja testauksella, minkälaisia teknologioita ja toimintamalleja on kehitettävä turvallisen etäluotsaamisen mahdollistamiseksi Suomessa. Ei voida kuitenkaan pitää poissuljettuna, että teknisistä ongelmista ja kommunikaatiovaikeuksista johtuvat syyt aiheuttaisivat luotsille vaikeuksia hoitaa tehtävänsä tai jopa estäisivät luotsaamisen kokonaan. Sen vuoksi lainvalmistelun yhteydessä oli tarpeen rajoittaa luotsin vastuuta teknisessä häiriötilanteessa. Lakiin päätyneen vastuunrajoituksen mukaan luotsi ei ole vastuussa etäluotsauksesta, mikäli etäyhteydestä johtuen hän ei voi tosiasiallisesti toimia tehtävänsä mukaisesti (HE 225/2018 vp., 8)

### 6.3 Luotsin toimenkuva etäluotsauksessa

Käytännössä luotsin toimenkuva vaihtelee valvontatyypillisestä läsnäolosta aluksen ohjailun ja navigoinnin täydelliseen hallintaan. Etäluotsauksen osalta tämä tarkoittaa yksinkertaisimmillaan puhelin- tai radioyhteyteen perustuvaa kommunikaatioyhteyttä aluksen päällikön ja luotsin välillä ja vaativimmillaan esimerkiksi miehittämättömän aluksen ohjaamista satamaan etäohjauskeskuksesta käsin hyödyntäen kamera- ja sensoridataa. Luotsin vastuunrajoitus on laissa luotsauslain muuttamisesta jätetty hyvin avoimeksi, sillä muotoilu jollei etäluotsauksen tekninen toteuttaminen, toimintamalli tai viestintäyhteyksien häiriötilanne estä luotsia toimimasta tehtävänsä mukaisesti ei esimerkiksi sisällä minkäänlaista kannanottoa siihen, miten vakavasta vies-

tiyhteyksien häiriöstä on oltava kyse, jotta luotsi vapautuu vastuusta. Myöskin sanamuoto toimia tehtävänsä mukaisesti voi olla tulkinnanvarainen, sillä edellä kuvatulla tavalla luotsaus on tietyissä tilanteissa mahdollista toteuttaa onnistuneesti vain radioyhteyden välityksellä, vaikka tekninen häiriö estäisi datansiirron alukselta.

Tällä hetkellä säännöksen sanamuodosta voitaisiin tehdä johtopäätös, että se, millainen teknisen yhteyden tason on oltava luotsauksen suorittamiseksi, perustuu pitkälti yksittäisen luotsin itsensä harkintaan. Lain esitöistä selviää, että näin ei kuitenkaan varsinaisesti ole tarkoitettu, vaan selkeiden teknisten standardien muodostaminen edellyttää etäluotsausta koskevaa testaustustoimintaa, jota ennen säännöksen sanamuotoa ei ole mahdollista tarkentaa. Vastuu tullaankin lainvalmisteluaineiston valossa sitomaan kunkin erillisen kokeilun osalta myönnettyyn lupaan siten, että luvan saaminen edellyttää käytettävien menetelmien, tekniikan ja toimintamallien kuvaamista sekä suunnitelmaa ympäristövaikutuksista, riskienhallinnallista ja aluksen ja muun vesiliikenteen yleisestä turvallisuudesta.

Tällöin myös luotsin vastuu olisi kussakin luvalla myönnettyssä etäluotsauskokeilussa sidottu luvassa ja luotsin toimintaa koskevassa ohjekirjassa määritettyihin standardeihin ja toimintamalleihin. Hallituksen esityksessä on todettu, että riittävän toimintamallin yksityiskohtainen kuvaaminen on vielä vaikeaa, mutta että sen tulisi pitää sisällään ainakin tarkka kuvaus etäluotsin työskentelypaikasta sekä kommunikaatio- ja käskynjakomenetelmistä sekä vastuun jakautumisesta useamman samaa tehtävää yhdessä suorittavan tahon välillä. Luotsauksen tavoitteet seuraavat edelleen yleisesti luotsauslain 8 §:stä, mutta käytännössä kaikkia 8 §:n edellytyksiä ei välttämättä voida etäluotsauksessa toteuttaa. Tällöin tietoinen poikkeaminen 8 §:n tavoitteista tulisi näkyä luotsin vastuun määrittämisessä etukäteen (HE 225/2018 vp., 18).

#### 6.4 Luotsin vastuu etäluotsauksessa

Vaikuttaa siltä, että luotsin vastuut ja velvollisuudet tullaan määrittelemään etäluotsaustoiminnassa joka kerta erikseen lupahakemuksen yhteydessä. Tämä näyttää väistämättömältä siksi, että luotsauslain 8 § asettaa luotsille velvollisuuden esimerkiksi ilmoittaa edelleen kaikista alukselle sattuneista tai sen aiheuttamista vahingoista. Vaikuttaa jokseenkin selvältä, ettei luotsi voi saada tietoonsa kaikkia alukselle sattuneita vahinkoja olematta läsnä aluksella. Esimerkkitapauksessa luotsin vastuu tulisi-

kin rajoittaa koskemaan vain sellaisia vahinkoja, joista hän on tietoinen ja vahinkoja, joista hänen tulisi alukselta saatavan datan perusteella olla tietoinen. Hallituksen esityksessä luotsin vastuun määrittely on esimerkinomaisesti kytketty tekniikan mahdollistamaan toimintatapaan siten, että mikäli luotsin on teknisesti mahdollista esittää päällikölle luotsauslain 8 §:n mukainen ajantasainen karttasuunnitelma, on hänellä sama velvollisuus myös etäluotsauksen osalta (HE 225/2018 vp., 18).

Luotsiliitto ry:n antamassa lausunnossa koskien etäluotsauksen sallimista todetaan, että luotsaaminen edellyttää reaaliaikaisen tilannekuvan muodostamista aluksesta ja ympäröivästä vesialueesta samoin kuin jatkuvaa ennakointia sekä tietoisuutta ohjailutoimenpiteiden vaikutuksesta. Luotsiliiton mukaan luotsi joutuu usein itse käyttämään aluksen ohjailu ja navigointilaitteita, jolloin hänen tehtävänsä ei rajoitu vain päällikön neuvonantajan rooliin. Luotsin vastuun osalta luotsiliiton mukaan yksittäisen luotsin vastuun tulee rajoittua vain annettujen määräysten noudattamiseen, sillä lähivuosina etäluotsaus tulee olemaan kokeilu- ja testiluontoista toimintaa, jossa tarkoituksena on kartoittaa etäluotsaamiseen liittyviä teknisiä vaatimuksia ja riskejä. Vastuu luotsauksen onnistumisesta tulee luotsiliiton mukaan olla etäluotsausta koskevan kokeilun tai testin järjestävillä osapuolilla (Luotsiliitto ry 2018).

## 6.5 Luotsin vastuu ja autonominen alus

Velvollisuus ja tarve käyttää luotsia ei todennäköisesti menetä merkitystään, vaikka alus olisikin autonominen tai vaikka automaatio huolehtisi sen kulusta pääosin. Esimerkiksi AAWA-hankkeen yhteydessä on katsottu, että luotsaus on autonomisten alusten osalta toteutettavissa monella tavalla. Luotsaus on mahdollista toteuttaa ainakin siten, että luotsi nousee perinteisesti alukseen, luotsi navigoi aluksen satamaan etäyhteydellä tai alusta ohjaavalla etäoperaattorilla on pätevyys hoitaa myös aluksen luotsaus tietyllä väylällä. Mikäli autonominen ja etäohjattava meriliikenne käynnistyy odotusten mukaisesti ensin kansallisilla aluevesillä, on todennäköistä, että luotsausta koskevat kysymykset voidaan aluksi ratkaista tapauskohtaisesti paikallisen valvojan viranomaisen eli VTS:n (Vessel Traffic Service) kanssa (AAWA 2016, 12). Toisaalta, mikäli luotsausta koskevia kysymyksiä ei voida ratkaista, tekee se autonomisesta aluksesta hyödyttömän. Näin on etenkin autonomisen tai etäohjattavan aluksen siirtyessä kansainvälisille aluevesille, jolloin se on joko vapautettava luot-

sauksesta, tai valtioiden on tehtävä luotsausta koskeva kahdenvälinen sopimus (Carey 2017, 1, 22).

Rannikko- ja satamaturvallisuuden kannalta ideaalitalanne olisi, että tarvittaessa luotsi voisi edelleen nousta myös miehittämättömälle alukselle. Kuitenkin, mikäli esimerkiksi lainsäädännöllisesti määriteltäisiin, että alus on rakennettava tavalla, joka mahdollistaa tarvittaessa helpon pääsyn alukseen, heikennetään samalla itse aluksen turvallisuutta merirosvousta ja terrorismia vastaan. Eräs autonomisia aluksia koskeva huolenaihe on nimittäin niiden kyberturvallisuuden ohella niiden fyysinen haavoittuvuus. Mikäli alukselle on helppo nousta, altistaa se aluksen myös muun muassa kaappauksille tai muulle aluksen vahingoittamiselle (Carey 2017, 24).

Suomen ahdas ja rikkonainen rannikko edellyttää edelleen kokeneen ja aluevedet tarkasti tuntevan luotsin tai päällikön manuaalista ohjausta. Lisäksi Suomen olosuhteissa huomiota on annettava myös ympäristövahingoille poikkeuksellisen herkälle Itämerelle, jonka ekosysteemi saattaisi vaurioitua vakavasti alusvahingon yhteydessä. Toistaiseksi näyttääkin siltä, että autonomisenkin aluksen turvallinen kulku satamaan tulisi varmistaa luotsin toimesta. Vastuukysymykset vahinkotilanteessa saattavat kuitenkin muodostua monimutkaisiksi, jos vastuuperuste on yhtä aikaa luotsilla ja laivaisännällä, mutta varsinaisen vahingon syy kytkeytyy järjestelmävikaan tai algoritmiin.

Luotsin tehtävänä on varmistaa aluksen turvallinen kulku satamaan ja satamasta rannikkoalueilla ja erikseen määritellyillä luotsausväylillä. Merilain yleisen vastu säännöksen mukaan laivaisäntä on kuitenkin viimekädessä vastuussa myös aluksen luotsauksesta ja luotsin tehtävää hoitaessaan tekemästä virheestä. Wettersteinin mukaan, vaikka alus olisi miehittämätön, tulisi luotsin voida tarvittaessa nousta alukseen sen turvallisen kulun varmistamiseksi. Mikäli aluksen luotsaaminen toteutetaan kokonaisuudessaan etäyhteydellä, edellyttää luotsauksen onnistuminen luotsauksessa käytettävän tekniikan moitteetonta toimimista. Häiriöt kommunikaatiossa tai datansiirrossa saattavat johtaa vastuuperusteen syntymiseen. Olennaista on Wettersteinin mukaan, toteutetaanko luotsaus laivaisännän alaisuudessa, vai ottavatko luotsausviranomaiset aluksen kokonaan haltuun etäyhteydellä luotsauksen ajaksi, jolloin laivaisännän kontrolli alukseen katkeaa ja saattaa virhetilanteessa vaikuttaa vastuunjaon arviointiin luotsiviranomaisten ja laivaisännän kesken.

Wetterstein pitää laivaisännän vastuuta koskevan merilain säädöksen vastuuperustaa ongelmallisena, sillä vahingonkärsijän tulee osoittaa, että aiheutunut vahinko on seurausta laivaisännän palveluksessa tehdystä virheestä tai laiminlyönnistä. Lisäksi laivaisännän vastuu edellyttää näyttöä miehistön tai muun laivaisännän palveluksessa olevan syyllisyydestä. Kun vahinko on seurausta etäohjauskeskuksen, IT-järjestelmän tai tekoälyn virheestä, on vahingonkärsijän vaikea näyttää merilain laivaisännän vastuuta koskevan säädöksen valossa, että vahinko on tapahtunut jonkun sellaisen henkilön toimesta, joka laivaisännän tai päällikön toimeksiannosta työskentelee aluksen lukuun. Wetterstein ei pidä merilaissa vastuuperusteeksi asetettua vahingon aiheuttamista laivaisännän tai päällikön alaisuudessa työskennellessä soveltuvana autonomisia tai etäohjattavia aluksia koskeviin potentiaalisiin vahinkotilanteisiin. Hänen mukaansa syyllisyys vahinkoon ei ylipäätään sovellu vahingonkorvausvastuun arviointiin, kun kyse on esimerkiksi järjestelmäviasta. (Wetterstein 2019, 31).

## 7 Merenkulun automaatio ja etiikka

### 7.1 Tekoäly vai ihminen

Autonomiseen meriliikenteeseen liittyy sosiaalisia ja eettisiä kysymyksiä vastuunjaosta ihmisen, koneen ja tekoälyn välillä. IMO on todennut, että tällä hetkellä vallitsevan käsityksen mukaan viimesijainen vastuu ja operatiivinen kontrolli aluksesta tulisi olla ihmisellä, vaikka teknologia mahdollistaisi myös täysin autonomisen aluksen käyttöönottamisen. IMO käyttää termiä ”meaningful human control” kuvaamaan alusta koskevan operatiivisen toiminnan jakautumista ihmisen ja tekoälyn välillä. Mikäli ”meaningful human control” eli alusta koskeva operatiivinen kontrolli säilyy ihmiskäsissä eli järjestelmän tekemä päätös on vähintään hyväksyttävä ihmisellä, ei kysymystä tekoälystä vastuunkantajana edes ole relevanttia esittää. Vaikka, mikäli kyseessä olisi puhtaasti itseohjautuva alus, on vastuu aluksen valvomisesta kuitenkin oltava IMO:n mukaan edelleen sitä operoivalla taholla. Tällöin ”meaningful human control” muuttuu muotoon ”human supervision”, joka tarkoittaa, että ihminen ainoastaan valvoo järjestelmän tekemiä päätöksiä ja myös vastaa viimekädessä niiden oikeellisuudesta (IMO 2018, 2–3).



Autonomisten ja etäohjattavien alusten käyttöönottamisella on ennustettu olevan useita merkittäviä suorja ja epäsuoria hyötyjä, joita ovat muun muassa tehokkaampi tilankäyttö, tehokkaampi työvoiman hyödyntäminen, tehokkaampi polttoaineen hyödyntäminen sekä ympäristölle aiheutuvien haittojen pienentäminen. Lisäksi laajempi tekoälyn hyödyntäminen johtaa turvallisuuden parantamiseen, kun ihmisen toiminnasta aiheutuvien virheiden riskiä pystytään pienentämään. Digitalisaation ja teknologian kehittymisen nähdään vaikuttavan myös positiivisesti yleiseen talouskasvuun ja uusien työpaikkojen syntymiseen alalla (Rolls Royce 2016, 6). Odotukset etenkin ihmisen virhearvioon perustuvien onnettomuuksien vähenemiselle ovat suuret, sillä vuonna 2016 toteutetun tutkimuksen mukaan jopa 75 %:iin kaikista merenkulun onnettomuuksista johtaa ihmisen inhimillinen erehdys eli niin kutsuttu ”human error” (Chwedczuk 2016, 167.) Yhtenä esimerkkinä tästä voidaan mainita vielä suomalaisen onnettomuustutkintakeskuksen (OTKES) tutkimus, jonka mukaan merkittävän monen merionnettomuuden taustalla on selvä tai ilmeinen syy-yhteys vahtia pitävän miehistön jäsenen väsymykseen, joka on johtanut joko nukahtamiseen tai huomattavaan tarkkaavaisuuden alentumiseen ja sitä kautta onnettomuuden syntymiseen (Onnettomuustutkintakeskus 2004). Näyttääkin hyvin todennäköiseltä, että alusten automaatioasteen lisäämisen tulisi voida suoraan ehkäistä ainakin miehistön väsymyksestä johtuvat onnettomuudet, sillä roboteilla ja algoritmeilla ei ole tämänkaltaisia inhimillisiä heikkouksia. Toisaalta on kuitenkin esitetty, että automaatiokaan ei ainakaan etäohjattavien alusten kohdalla poista inhimillisen virheen mahdollisuutta, vaan pikemminkin siirtää sen maalle etäoperointikeskuksiin (IMO 2017, 23). Tekoäly myöskin tekee ratkaisut kaavamaisesti perustuen ohjelmiston hyödyntämään algoritmiin. Vaihtelevissa olosuhteissa saattaa kuitenkin syntyä tilanteita, joissa paras toimintamalli saavutetaan luovuudella ja joustavuudella toisin sanoen sellaisilla tavallisuudesta poikkeavilla ratkaisuilla, jotka vain ihminen kykenee hahmottamaan (Ahvenjärvi 2015, 520).

## 7.2 Tekoäly itsenäisenä toimijana ja vahingonkorvausvelvollisena

Kuten edellä luvussa 3 on esitetty, autonomisuuden aste voi vaihdella. Täysin autonomista alusta tai aluksen tiettyä järjestelmää ohjaa tekoäly, joka tekee päätöksiä vastaanottamansa ja analysoimansa tiedon perusteella itsenäisesti ilman sitä ohjaa-

vaa ihmistä. Mielenkiintoinen kysymys on, voiko tekoäly itsenäisesti ”syyllistyä” johonkin ja voiko se olla vastuussa tekemästään virheestä?

Tekoälyä voidaan hahmottaa toimijana samaan tapaan kuin esimerkiksi yhtiötä, jossa toimijuus ei palaudu yhteenkään yksittäiseen henkilöön vaan yhtiöön ja sen päätöksentekorakenteisiin kokonaisuutena. Tekoälyä toimijana voidaan lähestyä niin sanotun intentionaalisen suhtautumisen kautta, jossa lähtökohtana pidetään sitä, että toimijalla voi olla tavoitteita ja aikomuksia. Kurki kuitenkin esittää, että realistisempi näkökulma on niin sanottu suunnittelusuhtautuminen, jossa esimerkiksi tekoälyn tekemää virhettä lähestytään sen suunnitteluun tai algoritmiin sisältyvänä ongelmana eikä niinkään hahmottelemalla sen vaikuttimia ja tavoitteita virhetilanteessa (Kurki 2018, 821-822).

Voiko tekoäly sitten olla oikeuksien ja velvollisuuksien haltija, toisin sanoen oikeussubjekti? Kurjen mukaan oikeussubjektius voidaan jakaa odotusoikeuksiin, velvollisuuksiin ja kompetensseihin. Odotusoikeudet tarkoittavat oikeussubjektin oikeutta tiettyyn vähimmäissuojaan tai kohteluun, josta esimerkkinä käy lapsen oikeus odottaa huolenpitoa. Velvollisuudet ovat nimensä mukaisesti vastuita ja käyttäytymisnormeja, joista oikeussubjektille voidaan asettaa, kun taas kompetenssilla tarkoitetaan oikeutta vaikuttaa oikeuksiinsa esimerkiksi solmimalla sopimuksia. Toistaiseksi ei tunneta tekoälyn muotoa, joka kykenisi tuntemaan inhimillisiä tunteita, kuten kipua tai kärsimystä. Tekoälyä ei näin ollen voida pitää tässä mielessä edes passiivisena oikeussubjektina, jolla on odotusoikeuksia. Kuitenkin, jos tulevaisuudessa pystytään luomaan tunteva tekoälyn muoto, saattaa tekoälystä tulla odotusoikeuksien haltija.

Voiko tekoälyllä sitten olla velvollisuuksia, eli voidaanko sen katsoa olevan vastuussa toimistaan? Tekoälyn pitämiseen vastuullisena ”teostaan” liittyy keskeisiä ongelmia; tekoälyltä puuttuu toisaalta vapaa tahto ja toisaalta sen rankaiseminen lienee käytännössä mahdotonta, sillä tekoälyltä puuttuu kyky kärsiä rangaistuksensa. Toisaalta voidaan esittää, että kehittynyt tekoäly voisi osata algoritminsä perusteella tulkita oikeusjärjestelmää ja tulla näin tietoiseksi ratkaisujensa seuraamuksista. Kompetenssi eli kyky tehdä oikeustoimia täyttyy ainakin osittain jo nyt tekoälyn kohdalla. Esimerkiksi tehokkaiden sopimusten tekeminen ei sinänsä edellytä niiden sisällön ymmärtämistä ja markkinoilla on jo esimerkiksi osakekauppaa käyviä algoritmeja. Kurki

toteaakin yhteenvedonomaisesti, että oikeussubjektuuden osa-alueita tarkasteltaessa tekoäly voisi teoriassa toimia oikeussubjektina (Kurki 2018, 832-834).

Kysymys tekoälyn oikeussubjektuudesta kulminoituu kysymykseen siitä, ymmärrettäänkö tekoäly *välineenä, edustajana* vai jopa juridisena henkilönä. Tekoäly välineenä on työkalu siinä missä mikä tahansa muukin; siitä johtuva virhe on sen omistajan vastuulla. Mikäli tekoäly nähdään sitä hyödyntävän tahon edustajana, tulee osapuolien oikeuksia arvioitaessa kiinnittää huomiota siihen, toimiko tekoäly tietyssä tilanteessa kelpoisuutensa eli toimivaltansa rajoissa. Vaikka tekoäly teoreettisessa mielessä voisi saavuttaa oikeussubjektin aseman, näyttää sen pitäminen itsenäisenä juridisena toimijana toisin sanoen juridisena henkilönä vallitsevissa olosuhteissa jokseenkin mahdottomalta. Nimittäin viimekädessä ainakin vahingonkorvausvastuu tuottaa ongelmia, sillä ollakseen itsenäisessä vahingonkorvausvastuussa aiheuttamastaan vahingosta tekoälyn tulisi voida korvata sanottu vahinko. Tällöin tekoälyn tulisi myös voida ansaita ja omistaa varallisuutta. Toisaalta ainakin teoreettisessa mielessä tämäkin on mahdollista. Lisäksi ajatuksen tasolla voidaan hahmotella tekoäly epäitsenäisenä juridisena toimijana, jossa tekoälyllä voi esimerkiksi olla itsenäinen oikeus pätevien oikeustoimien muodostamiseen, mutta toisaalta oikeus niiden muuttamiseen tietyissä olosuhteissa voidaan säilyttää tekoälyn ”isännällä” (Kurki 2018, 834-837).

Teknologista kehitystä on mahdoton ennustaa, mutta yleinen konsensus vallitsee siitä, että se on joka tapauksessa nopeaa. Kurki esittääkin, että vaikka kysymykseen siitä, voiko tekoäly olla itsenäinen oikeuksien ja velvollisuuksien haltija voitaisiin tulevaisuudessa vastata myöntävästi vielä erikseen ratkaistavaksi jää kysymys siitä, pitäisikö näin olla (Kurki 2018, 838).

### 7.3 Ihmisen valvonta eettisen tekoälyn hyödyntämisen edellytyksenä

Tällä hetkellä lähinnä teoreettinen ongelma tekoälyn vastuun ympärillä ei ole vain tekninen vaan myös eettinen. Laki ja etiikka eivät ole erillisiä, vaan lainsäädännön taustalla vaikuttavat aina arvot. Teknologisen edistyksen nopeudesta johtuen tarkkarajaisen tekoälyä säätelevän lainsäädännön tuottaminen on ongelmallista, sillä tällaisen lainsäädännön nopean vanhentumisen riski on ilmeinen. Euroopan komissio onkin luonut tekoälyä koskevat eettiset suuntaviivat esityksessään *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*, jossa se toteaa ensinnäkin, että hyväksyttävän tekoälyn on täytettävä

kolme keskeistä kriteeriä, jotka ovat tekoälyn *laillisuus, eettisyys ja vahvuus* (European Commission 2019, 2). Tekoälyn eettisyyden ja vahvuuden alueelle suuntaviivoissa sijoitetaan myös vaatimus ihmisen viimekätisestä valvontavastuusta<sup>5</sup>, jossa ihmisen tulee voida suorittaa tehokas väliintulo missä tahansa tekoälyvetoisessa prosessissa. Vastuu tekoälyn kokonaisvaltaisesta seuraamisesta ja muun muassa sen sosiaalisten, taloudellisten ja ympäristövaikutusten arvioinnista tulee komission mukaan olla viimekädessä ihmisellä. Niin ikään ihmisen tulee voida tehdä ratkaisu tekoälyn käyttämättä jättämisestä samoin kuin ihmisellä tulee olla aina mahdollisuus manuaalisesti ohittaa tekoälyn tekemä päätös (European Commission 2019, 16). Näyttääkin siltä, että EU:n kanta edellisessä kappaleessa esitettyyn kysymykseen siitä *pitäisikö* tekoälyn olla vastuusubjekti, on kielteinen. Eettisesti arvioituna tekoäly onkin ensisijaisesti väline, jonka hyödyntämisen standardit selkiytynevät tulevaisuudessa.

Myös tekoälyn etiikasta puhuttaessa tulee muistaa, että etiikka ja moraalit ovat aina jossain määrin subjektiivisia sekä aikaan ja kulttuuriin sidottuja käsitteitä. Käytännössä suuremmaksi ongelmaksi virheettömästi ja ”oikein” toimivan algoritmin luomisen sijaan saattaa muodostua kysymys siitä, mikä ylipäätään on oikein. Autonomisten autojen osalta esimerkiksi on nostettu kaksi vastakkaista algoritmia, joista toinen onnettomuustilanteessa uhraa aina kuljettajan, mikäli näin säästyy useampi ihmishenki ja toinen suojelee aina kuljettajaa sivullisten hengen kustannuksella. Ihmisen oman vapaan tahdon (tai vaistonvaraisen reaktion) varassa oleva huonokin inhimillinen päätös saatetaan kokea ajatuksena helpommaksi kuin kylmästi algoritminsa mukaan toimivan tekoälyn sinetöimä kohtalo (Bertell 2019). Mikäli merenkulun automaatio etenee kohti autonomista alusta, ollaan alalla samojen eettisten kysymysten äärellä, vaikka maa- ja meriliikennettä ei voidakaan täysin rinnastaa muun muassa liikennemäärien ja tilannenopeuden osalta.

---

<sup>5</sup> Euroopan komissio käyttää termiä ”human oversight”

## 8 Tekoäly ja vahingonkorvausvastuu

### 8.1 Tekoälyyn liitännäiset vastuukysymykset

Edellä luvussa 4 on kuvattu, että vaikka tekoälyn pitäminen vastuuta ja velvoitteita omaavana oikeussubjektina olisikin teoreettisella tasolla mahdollista, ei vahingonkorvausvastuun ulottaminen tekoälyyn sellaisenaan ole mielekäästä. Kuitenkin tekoälyn ja algoritmien rooli tulevaisuuden vahinkotapahtumia arvioitaessa tulee varmasti nousemaan esille keskeisesti, etenkin kun vahinkotapahtuman osapuolet kiistelevät siitä, kenelle lankeaa taloudellinen vastuu vahingosta.

Kaiken vahingonkorvausoikeuden lähtökohtana pidetään vahingonaiheuttajan vastuuta aiheuttamastaan vahingosta. Vahingonaiheuttajan toiminnan ja vahingon välillä tulee olla riittävä syy-yhteys, mutta vahingon voi kirjaimellisesti aiheuttaa myös huolimattomuudellaan ”vahingossa” eikä tahallisuutta siis edellytetä. Tällaisesta niin kutsutusta tuottamusvastuusta seuraa yhtäältä ennallistamisvelvoite eli mahdollisuuksien rajoissa velvollisuus palauttaa tilanne sellaiseksi, kuin se oli ennen vahinkoa sekä toisaalta velvollisuus korvata aiheuttamansa vahinko (ks. esim. Hemmo 2005). Tekoälyn osalta ei ole syytä poiketa peruseriaatteista; aiheutunut vahinko on korvattava ja tilanne pyrittävä ennallistamaan. Vahingonkärsijällä on oikeus saada kompensatio kohdallaan toteutuneesta riskistä. Korvausvastuun jakautumisesta sen sijaan on esitetty, että sillä tulisi olla tulevaisuutta muotoava vaikutus, toisin sanoen vahingonkorvausvastuun tulisi ohjata vahingonaiheuttajaa toimimaan jatkossa huolellisemmin (Havu ja Roslin 2019, 899).

Algoritmin kehittäjä on usein eri taho, kuin sitä liiketoiminnassaan tai muuten hyödyntävä toimija. Merenkulun osalta esimerkiksi voidaan ottaa automatisoitu sensoridataan ja muuhun kehittyneeseen teknologiaan perustuva komentosiltajärjestelmä, jonka laivaisäntä on ostanut alukseensa. Automatisoituja päätöksiä tekevä algoritmi on väline, jonka avulla alus navigoi. Vielä ei ole olemassa vakiintunutta oikeuskäytäntöä, jossa arvioitaisiin vastuun jakautumista algoritmin luoneen ja myyneen tahon ja sen loppukäyttäjän välillä. Keskustelua on kuitenkin käyty yhtäältä nykyisellään suhteellisen suppean tuotevastuun laajentamisesta tekoälyä hyödyntäviin sovelluksiin ja toisaalta niin kutsutun ankaran vastuun puoltamisesta, kun kyse on kriittisistä toi-

minnoista. Keskustelun taustalla vaikuttavat luonnollisesti myös markkinavoimat, sillä liian ankara lainsäädäntö saattaa toimia tehokkaana jarruna uusille innovaatioille, jos teknologiayhtiöt kaihtavat rajoittamattoman vastuun pelossa uuden luomiseen väistämättä liittyvää kehitysprosessia. Toisaalta on esitetty, ettei sovelluksen tai algoritmin kehittäjän vastuuta voida täysin poistaa, sillä se saattaisi johtaa turvallisuusongelmiin ja liian vähän testattujen tuotteiden markkinoimiseen (Havu ja Roslin 2019, 899).

## 8.2 Ratkaisuna tuotevastuu tai algoritmin kehittäjän vastuu

Oikeuskirjallisuudessa on esitetty, että nykyinen hyödykkeiden kauppaa ja vahingonkorvausta koskeva tuotevastuusäätely voitaisiin ulottaa koskemaan myös tekoälyä. Tämä vaatisi kuitenkin mittavaa lainsäädännöllistä uudistustyötä, sillä nykyisellään tuotevastuulainsäädäntöä voidaan soveltaa vain, jos elinkeinonharjoittajan valmistama tai maahantuoma tuote aiheuttaa vahingon yksityishenkilölle tai yksityisessä käytössä olevalle omaisuudelle. Tuotevastuu ei siis kata ammattitoiminnassa aiheutuneita vahinkoja eikä muutenkaan varallisuus- ja aineettomia vahinkoja (Tuotevastuulaki 694/1990).

Valmistajan ammattimaiselle loppukäyttäjälle myymä puutteellinen algoritmi tai sovellus ei siis kaupallisen tai henkilövahingon aiheuttaessaan kuulu tuotevastuun piiriin. Tuotevastuu saattaa siis soveltua yksityishenkilölle vahingon aiheuttaneeseen tekoälysovellukseen, mutta esimerkiksi merenkulun piirissä kyse on käytännössä aina laajamittaisesta kaupallisesta toiminnasta, missä tekoälyä hyödynnetään elinkeinonharjoittamisessa. Vaikka tuotevastuu ei näytäkään soveltuvan tekoälyyn, ei niin sanottua valmistajan vastuuta ole myöskään haluttu keskustelussa täysin hylätä.

Valmistajan ankaraa vastuuta puoltaa ensinnäkin vastuutahon nimeämisen yksinkertaisuus. Mikäli lähtökohdaksi otettaisiin valmistajan vastuu aina, kun voidaan osoittaa vahingon liittyneen tekoälyyn ja sitä hyödyntävään algoritmiin, saatettaisiin välttyä hankalilta näyttö- ja todistelukysymyksiltä. Valmistajan vastuuta puoltaa käytännön argumenttina myös oletama, jonka mukaan juuri valmistajalla on suurin ymmärrys mahdollisesti hyvin monimutkaisesta algoritmista ja näin ollen paras mahdollisuus ennalta estää vahinkojen syntyminen. Voidaan väittää, että ankaran vastuun ulottaminen valmistajaan olisi myös tekoälyn turvallisuutta parantava yhteiskunnalli-

nen intressi. Vastasyynä voidaan kuitenkin yhtä lailla esittää, että toisaalta valmistajan mahdollisuus vaikuttaa vahingon välttämiseen ja minimoimiseen on käytännön vahinkotilanteessa häviävän pieni (Havu ja Roslin 2019, 903). Edelleen tällaisen hyvin ankaran vastuun ulottaminen valmistajaan saattaisi käytännön elämässä hidastaa uusien tekoälysovellusten kehittämistä siitä huolimatta, että tekoälyn turvallisella kehittämisellä nähdään olevan useita perustavanlaatuisia yhteiskunnallisia etuja (mm. European Commission 2019, 9).



Kuvio 6. ABB Oy Pilot Family – tuoteryhmä. Havainnekuva alustapohjaisesta automaattisesta komentosiltajärjestelmästä, joka integroituna mahdollistaa autonomiset operaatiot. [www.abb.com/marine](http://www.abb.com/marine)

### 8.3 Ratkaisuna loppukäyttäjän vastuu

Todellisuudessa ankaran vastuu ulottaminen yksin joko tekoälyn valmistajaan tai loppukäyttäjään lienee vain teoreettisella ja kategorisella tasolla toimiva ja yksinkertainen ratkaisu. Loppukäyttäjän ankaraa vastuuta vahingosta puoltaa käyttäjän todellinen mahdollisuus vaikuttaa vahingon syntyyn ja laajuuteen, samoin kuin mahdollisuus kehittää toimintaansa vahinkoja ehkäisevään suuntaan. On kuitenkin todettava, että nykyiselleen yleisesti käytetty ja hyväksytty laivaisännän eli aluksen kulusta vastaavan tahon vastuu johtaa epäselvissä tilanteissa loppukäyttäjään kohdistuvaan ankaraan vastuuseen.

Lähtökohdana tekoälyyn liittyvien vahinkojen arvioinnissa tulee tällä hetkellä edelleen käyttää tuottamusvastuuta, jossa tosiasioiden arvioinnilla pyritään selvittämään syy-seuraussuhde vahingonaiheuttajan ja vahingon välillä sekä kyseisessä yksittäista-

pauksessa mahdolliset vastuuta lieventävät ja ankaroittavat seikat. Erikseen on vielä esitetty, että edellä hahmotellun kaltainen valmistajaan tai loppukäyttäjään kohdistuva yksiselitteisen ankara vastuu voisi tulla kysymykseen lähinnä aloilla, joihin itsessään liittyy huomattava vakava vahingon riski ja joissa toimijalla voidaan katsoa näin ollen olevan korostettu velvollisuus olla selvillä toimintaan liittyvistä riskeistä (Havu ja Roslin 2019, 903).

#### 8.4 Ratkaisuna vakuuttaminen

Tekoälyyn ja automaatioon liittyvistä haastavista vastuukysymyksistä johtuen ratkaisuksi on esitetty myös vakuutusmallia, jossa tekoälyn luonteesta johtuvien monimutkaisten vastuurakenteiden mallintamisen sijaan lähtökohtana pidettäisiin tekoälyn mahdollisesti aiheuttavien vahinkotapahtumien kattavaa vakuuttamista (ks. esim. European Parliament 2017, European Commission 2018, Commission Staff Working Document 2018). On kuitenkin myös todettu, että ennen vakuutusyhtiöiden puoleen kääntymistä tulisi voida ratkaista muut autonomiseen meriliikenteeseen liittyvät sääntelykysymykset. Alalle tulisi muodostua vakiintunut käsitys ainakin siitä, mikä on miehistön ja sen yksittäisten jäsenten rooli suhteessa autonomiseen ja etäoperoitavaan meriliikenteeseen. Muutoin on vaarana, että vakuutusyhtiö katsoo miehittämättömän aluksen olevan *merikelvoton*, jolloin vakuutusyhtiö vapautuu korvausvastuustaan (Carey 2017, 4, 30).

Jokaisella kaupallisesti liikennöivällä tietyn kokoluokan ylittävällä aluksella on EU:n alueella oltava vakuutus (AWA 2017, 51). Merenkulun alalla jo ennestään keskeisten vakuutusten hyödyntämistä puoltaa etenkin vakuutusyhtiöiden taloudellinen riskinkantokyky sekä se seikka että algoritmista johtuva vahinkotapahtuma, jossa ihmisen rooli on korostetun vähäinen, on luonteeltaan yllättävä ja ennakoimaton tapahtuma, joita varten vakuutuksia yleensäkin otetaan. On toki huomattava, että vakuutusmalli palvelee lähinnä laivaisäntää tai muuta alusta kaupallisesti hyödyntävää tahoa, sillä esimerkiksi kahden aluksen kollisiotilanteessa eri vakuutusyhtiöille saattaa korvausvastuun kannalta olla hyvinkin suuri merkitys sille, kumman aluksen järjestelmästä tai toiminnasta vahinkotapahtuma aiheutui. Vakuutusmallikaan näin ollen tuskin täysin vapauttaa vahingon osapuolia ja oikeusjärjestelmää ”syyllisen” etsinnästä.



Merenkulun alalla kaksi päävakuutustyyppiä ovat niin kutsutut aluskasko- ja laivanomistajan vakuutukset. Pohjoismaissa vakuutukset ovat tyypillisesti kaikenvara-vakuutuksia, jotka kattavat pääsääntöisesti kaikki vahinkotyyppit, joita ei ole vakuutusehdoissa erikseen suljettu pois. Yhdysvalloissa käytössä olevat niin sanotut *named perils*-vakuutukset puolestaan ovat pohjoismaiseen malliin nähden lähes käänteisiä ja korvaavat vakuutusehtojen nimenomaisesti kattamat vahinkotapahtumat. Riippumatta vakuutusehdoista tulee tällä hetkellä niitä tulkittaessa ottaa huomioon, että ne on joka tapauksessa laadittu koskemaan vain miehitettyjä aluksia (AAWA 2017, 53).

Pohjoismaista vakuutusmallia voidaan pitää teknologianeutraalina, eli autonomisten alusten vakuuttaminen tämän vakuutustyyppin alla ei pitäisi nykyisellään olla ongelmallista. Myös jopa algoritmin ohjelmointivirheet ja epätarkoituksenmukaiset algoritmit voisivat tulla korvattavaksi. Sen sijaan *named perils*-vakuutukset ovat autonomisten alusten vakuuttamisen suhteen ongelmallisempia. Kun vakuutukset korvaavat nimenomaisesti vakuutusehdoissa määritellyt vahinkotyyppit, pitäisi algoritmin aiheuttama vahinko voida tulkinnallisesti kytkeä vakuutusehtoihin. Kuitenkin, esimerkiksi vakuutusehdoissa esiintyvä vian käsite on yleensä liitetty vain mekaanisiin vikoihin ja oikeuskäytännön valossa vaikuttaa siltä, että mikäli vika ei ole fyysinen, se ei tule korvattavaksi lainkaan (Viljanen 2018, 958-959).

Vakuutusmallissa myös riskin luonne muuttuu. Perinteisessä miehitetyssä aluksessa vahingon taustalta löytyy usein miehistön virhe. Miehistöriskiä voidaan luonnollisesti ehkäistä laivaisännän taholta huolehtimalla esimerkiksi siitä, että miehistö on levännyt ja koulutettua. Autonomisten alusten vakuuttaminen kuitenkin muuttaa miehistöriskin teknologiariskiksi, jolloin tekijä, joka todellisuudessa vakuutetaan on itse asiassa ohjelmistokehittäjän tuottama algoritmi. Vakuutusyhtiö vakuuttaa toisin sanoen tuotekehitysprosessin. Tuotekehitysprosessin vakuuttaminen johtaa ensinnäkin siihen, että saman tyyppinen virhe saattaa kertaantua useissa aluksissa ja lisätä näin vahinkotapahtuman aiheuttamaa taloudellista riskiä. Jos vertailukohtana käytetään edelleen miehistöä, rinnastuu systemaattinen riski siihen, että usealla aluksella olisi samanaikaisesti täysin samanlaisia virheitä tekevä miehistö. Toinen tuotekehitysprosessin vakuuttamisen ongelmakohta liittyy riskin ennakoimattomuuteen. Kun tyypillisesti vahinkotapahtumiin varautuminen perustuu vakuutusyhtiöissä historiatietojen perusteella tehtävään todennäköisyyslaskentaan, ei algoritmien monimutkaisuudesta

johtuen tällaista dataa ole helposti saatavilla tai se ei ole relevanttia perinteisen vakuutusmatematiikan kannalta. Lisäksi myös aivan uudenlaiset vahingot, kuten esimerkiksi kyberhyökkäys, saattavat tulla ajankohtaisiksi tulevaisuudessa (Viljanen 2018, 969).

Osapuolten intressit tulevat autonomisten alusten vakuuttamiskysymysten osalta todennäköisesti poikkeamaan toisistaan. Laittevalmistajan kannalta tilanne, jossa vakuutusyhtiö korvaa joka tapauksessa laajasti jo myydyn ohjelmiston aiheuttamat vahingot, on jossain määrin kiitollinen. Myös käytännössä aina viimekädessä vastuullisena pidettävän laivaisännän toiveissa lienee myös algoritmien laaja vakuutettavuus. Vaikka vakuutusyhtiöiden taloudellinen kantokyky on mittava, ei se kuitenkaan ole loputon. Vakuutusyhtiöiden kannalta mahdollinen riski on ensinnäkin pystyttävä kartoittamaan ja sitten hinnoittelemaan, jotta vakuuttaminen olisi kannattavaa liiketoimintaa. Samalla autonomiset alukset muuttuvat laivaisännän kannalta kaupallisesti epäkiinnostavaksi vaihtoehdoksi, jos vakuutusmaksujen suuruudesta johtuen operointi perinteisillä miehitetyillä aluksilla tulee halvemmaksi. Saattaakin olla, että sekä laivaisäntä että vakuutusyhtiö eivät (kylläkin eri syistä) tyydy tilanteeseen, jossa ohjelmiston toimittajalla ei käytännössä ole minkäänlaista vastuuta suhteessa ohjelmiston toiminnan aiheuttamaan vahinkoon (myös esim. AAWA 2016, 13). Tällöin lähes tyttään ajatuksellisesti jälleen jo edellä kuvattua tuotevastuuta ja ohjelmistokehittäjän vastuuta.

#### 8.5 Käytännön haasteita ja mahdollisuuksia alan toimijoiden silmin

Vaikka tekoälyyn ja algoritmeihin liittyvät vastuukysymykset selkiytyisivät tulevaisuudessa joko sääntelyn tai oikeuskäytännön kautta, ainakin alan toimijoiden näkökulmasta ensimmäinen ongelma ei ole niinkään teoreettisten vastuutilanteiden mallintaminen vaan algoritmeihin ja autonomisiin aluksiin liittyvien käytännön standardien ja luokitusten puuttuminen.

Kuvitellaan hetki esimerkiksi, että vahdinpito ollaan korvaamassa sensori- ja kamera-dataan perustuvalla navigointijärjestelmällä. Järjestelmän kehittäjä joutuu pakostikin esittämään itselleen kysymyksen siitä, mitä järjestelmältä vaaditaan, jotta se on ”riittävä”. Tuleeko järjestelmän esimerkiksi visuaalisen havaintokyvyn osalta kyetä samaan kuin keskivertoihminen? Vai tuleeko järjestelmän havainnoida ympäristöä esi-

merkiksi 2,5 tai 5,2 kertaa laajemmalta alueelta kuin keskivertoihminen? Vai onko järjestelmän tarkan havainnointikyvyn kenties oltava 5 kilometriä, 10 kilometriä tai 12,5 kilometriä? Miten sää ja olosuhteet saavat vaikuttaa järjestelmän tuottaman datan tarkkuuteen? Entä tuleeko algoritmi ohjelmoida väistämättömässä törmäystilanteessa Itämerellä välttämään ensisijaisesti henkilövahinkoja vai laajamittaiseen öljyvahinkoon johtavaa törmäystä tankkerin kanssa?

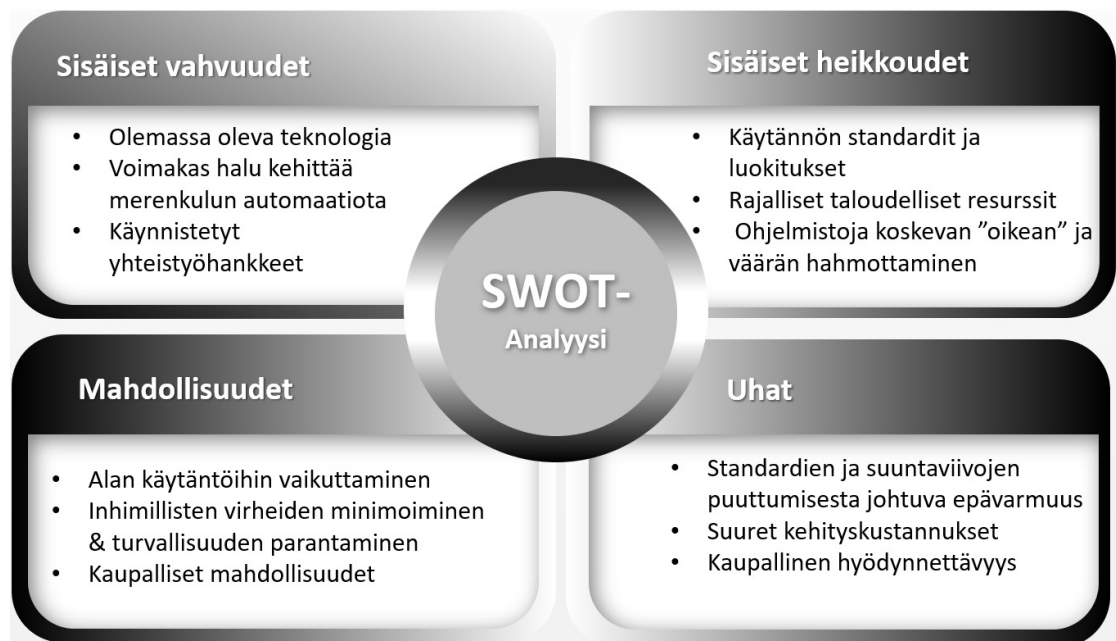
Onkin itsestään selvää, että järjestelmien kehittäjät toivoisivat kansallisilta ja kansainvälisiltä merenkulkualan järjestöiltä ja luokituslaitoksilta kannanottoja ja standardeja, joita vastaan kehitettävien järjestelmien turvallisuutta ja toimivuutta voitaisiin peilata. Koska käytännössä kaikkien investointien taustalla vaikuttavat aina taloudelliset intressit ja rajalliset resurssit, ei useimmiten ole yksinkertaisesti kannattavaa ja tarkoituksenmukaista luoda sitä absoluuttisesti parasta järjestelmää, joka teoriassa pystyttäisiin kehittämään, mikäli käytössä olisivat rajattomat aineelliset ja aiheettomat resurssit.

Samana on esittänyt liikenteen osalta mm. Viljanen hahmotellessaan algoritmien sääntelyä. Hän on muun muassa pohtinut, tulisiko itseohjautuvan auton ohjausjärjestelmä ohjelmoida standardiluonteisesti erottamaan toisistaan esimerkiksi ihminen ja eläin ja lapsi ja aikuinen ja tekemään sen perusteella tietynlaisia päätöksiä liikenteessä (Viljanen 2017, 1073). Aiemmin tässä työssä on viitattu merimiesten väsymykseen yhtenä merionnettomuuksien aiheuttajana. Samalla tavoin maaliikenteessä ihmiset väsyvät, hermostuvat ja antavat keskittymisensä herpaantua. Ihmiset myös rikkovat liikennesääntöjä tahallaan ja toisaalta toimivat sääntöjen mukaisesti, mutta eivät suhteuta esimerkiksi tilannenopeutta pienen lapsen, juopuneen jalankulkijan tai eläimen ohituksen aiheuttamaan riskiin. Hyvin nopeasti huomataankin, että kaikki itseohjautuvat liikennejärjestelmät tarvitsevat vastaavaan ihmisen toimintaan suhteutettuja vähimmäisstandardeja, jotta edes voidaan esittää kysymys siitä, toimiko algoritmi tietyssä tilanteessa ”oikein”.

Huomataankin, että algoritmeja ja tekoälyä koskevat tekniset standardit vaatisivat kannanottoa eettisinä pidettyihin kysymyksiin tai ainakin keskustelua ja arviointeja siitä, millaisiin käytännön tilanteisiin tiettyjen standardien luominen voisi johtaa. Alla on esitetty alan keskeisimpiä automaatiokehitystä koskevia vahvuuksia ja heikkouksia SWOT –analyysin muodossa. SWOT-analyysi on alun perin yritysten käyttöön kehitet-

ty strategiatyökalu, jolla voidaan analysoida yksinkertaisessa muodossa jonkin organisaation, projektin tai hankkeen vahvuuksia, heikkouksia, uhkia ja mahdollisuuksia. Analyysia voi soveltaa monipuolisesti kuvaamaan laajasti koko toimintoa tai vain sen yksittäistä osa-aluetta. Analyysin tekijän tulee kuitenkin pyrkiä rajaamaan analyysin kohde, jotta jokaisen analysoidun osa-alueen tulokset olisivat keskenään vertailukelpoisia. Lisäksi tuloksia arvioitaessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että asiat voivat näyttäytyä analyysin tekijän subjektiivisesta näkökulmasta riippuen vahvuuksina tai heikkouksina. Analyysi esitetään vakiintuneesti nelikenttäisen taulukon muodossa, jossa vasemmalla ylhäällä esitetään vahvuudet, oikealla ylhäällä heikkoudet, vasemmalla alhaalla mahdollisuudet ja oikealla alhaalla uhat. Näin saadun SWOT-analyysin avulla kartoitetaan ensinnäkin nykytila ja voidaan sitten pyrkiä muuttamaan heikkoudet vahvuuksiksi ja uhat mahdollisuuksiksi. Näin analyysimenetelmä kattaa kokonaisvaltaisesti myös tulevaisuuden (Lindroos ja Lohivesi 2010, 219–220).

Kuvio 7. SWOT-analyysi.



Taulukkoon voidaan ensinnäkin keskeisinä vahvuuksina identifioida olemassa oleva teknologia. Muun muassa sensori- ja radar-teknologia ovat jo nyt niin kehittyneitä, että autonominen alus voitaisiin toteuttaa. Lisäksi automaatioteknologian asentaminen uudistuotantoon ei ole suhteessa kovin kallista, tosin vanhoihin aluksiin asennettaessa kustannukset nousevat hyvin korkeiksi (Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 3). Alan vahvuutena voidaan pitää myös eri osapuolten voimakasta halua panna autonomiakehitykseen, joka näkyy myös autonomiakehityksen mahdollista-

miseksi käynnistetyissä yhteistyöhankkeissa. Kehitystä jarruttavat toisaalta heikkouksiksi luokitellut autonomisia ja etäohjattavia aluksia koskevien standardien, luokitusten ja määritelmien puuttuminen toistaiseksi, mikä osaltaan kytkeytyy laajempaan keskusteluun tekoälyn eettisestä hyödyntämisestä. Yritykset ovat halukkaita panostamaan kehityshankkeisiin ja testaukseen ainoastaan, jos teknologiaa voidaan hyödyntää kaupallisesti (esim. Merenkulun automaation kehitys 2019, 3).

Alan toimijat ovat jo käynnissä olevien kehityshankkeidenkin valossa nähneet mahdollisuuden vaikuttaa vielä syntymässä olevaan autonomista meriliikennettä koskevaan sääntelyyn ja alan käytäntöihin. Onnistuessaan kehityshankkeet ja teknologiset innovaatiot saavuttavat tavoitteensa ja merenkulun turvallisuus, tehokkuus ja ympäristöystävällisyys parantuvat, mikä todennäköisesti johtaa myös kaupallisen hyödynnettävyyden parantumiseen. SWOT-analyysille tyypillisellä tavalla mahdollisuudet ja uhat ovat osin saman tyyppisiä; etenkin ohjelmistokehittäjien kannalta sääntelyympäristön epävarmuus aiheuttaa riskin siitä, että massiiviset tuotekehitysprojektit eivät näy myyntinä yhtiön tuloksessa.

SWOT-analyysistä voidaankin johtaa ainakin seuraavat päätelmät

- Jotta automaation ja etäoperoinnin mahdollistavien ohjelmistojen kehittäjät voisivat hyödyntää innovaatioitaan kaupallisina tuotteita, tulee niiden osallistua aktiivisina toimijoina alan kehitystä koskevaan keskusteluun ja kehityshankkeisiin ja pyrkiä luomaan alaa koskevia standardeja ja luokituksia
- Alalla ei tulisi kuitenkaan kiinnittää huomiota vain teknologiaan, vaan yhteistyössä kaikkien alan toimijoiden, etenkin merenkulun turvallisuudesta vastaavien kansainvälisten organisaatioiden, kanssa tulisi pyrkiä ratkaisemaan myös tekoälyn eettiseen ja turvalliseen käyttöön liittyviä kysymyksiä. Näiden suuntaviivojen tulisi lopulta jäsentyä tekoälyä koskeviksi vastuunormeiksi.
- Tekoälyn käyttöä koskevien vastuunormien muodostaminen johtaisi kaupallisten ja taloudellisten uhkien pienentymiseen, sillä muun muassa vakuutus-turvaa koskevat epävarmuudet voitaisiin ratkaista tehokkaammin.

## 9 Tutkimuksen toteutus ja tutkimusaineiston laadinta

Tämän opinnäytetyön aiheen valinta perustuu kirjoittajan alaa koskevaan käytännön työkokemukseen, joka on käsittänyt matkan tehtävästä miehistön jäsenenä komentosillan ja aluksen päällikkyden kautta lopulta kehittämään navigointi- ja komentosiltajärjestelmiä. Nykyisessä toimenkuvassa koko yksikön tavoitteena on lopulta me-

renkulun automaation kehittäminen ja autonomisten ja etäoperoitavien alusten luominen. Kirjoittajan kokemus ja näkökulma aiheeseen on kuitenkin aina ollut varsin käytännönläheinen toisin sanoen miehistön jäsenenä miehistöä koskevien määräysten noudattaminen ja aluksen päällikkönä päällikön tehtävien ja vastuun tunteminen. Nykyinen tehtävä on asiantuntijarooli, jonka tärkeänä osa-alueena on yhteistyö toisaalta algoritmien kehittäjien ja toisaalta laivayhtiöiden ja varustamoiden kanssa. Kuitenkin, varsinainen merenkulun ja etenkin merenkulun automaation sääntelyn tuntemus on kirjoittajalla ollut suhteellisen pintapuolinen. Onkin väistämätöntä, että tämän opinnäytetyön näkymättömänä kontekstina toimii myös työpaikalla, tapaamisissa ja tapahtumissa liikkuva hiljainen tieto siitä, missä mahdolliset kipupisteet merenkulun automaation kehittämisen kannalta sijaitsevat.

Merenkulku ei ole vain liikkumisen muoto, vaan se on harjoittajilleen kaupallista toimintaa, jossa tavoitellaan mahdollisimman suurta liikevoittoa pyrkien ennakoimaan ja minimoimaan mahdolliset tappiota aiheuttavat riskitekijät. Siksi tässä työssä on pyritty tuomaan esiin perinteisen alusta, miehistöä ja laivaisäntää koskevan sääntelyn lisäksi myös alalla epävarmuutta aiheuttavat tekoälyn merkitys vastuuketjussa sekä siihen osin kytkeytyvä vakuutusyhtiöiden rooli taloudellisten riskien kantajana. Nämä ovat nimittäin seikkoja, jotka todellisuudessa tulevat vaikuttamaan laivayhtiöiden ja varustamoiden investointihalukkuuteen sekä myös autonomisia ratkaisuja tuottavien yritysten riskeihin. Tekoälyn käyttö lisääntyy räjähdysmäistä vauhtia myös muilla aloilla, joten tekoälyn liitännäiset kysymykset ovat myös yhteiskunnallisesti mielenkiintoisia.

Edellä on tuotu esiin tutkimuksen toteutuksen taustalla vaikuttaneita seikkoja. Tutkimus on luonteeltaan kirjallisen aineiston analysoimiseen perustuva selvitystyö, jossa tavoitteena on ollut luoda merenkulun automaation haasteita koskevia yleistyksiä ja johtopäätöksiä samaa aihetta eri näkökulmista lähestyvän aineiston perusteella. Kuten tutkimuksen alussa luvussa 2 todettiin, aineiston valinnassa kiinnitettiin huomioita aineiston ajankohtaisuuteen, luotettavuuteen ja monipuolisuuteen. Nämä rajaukset tarkentuivat ensinnäkin ajallisiksi rajauksiksi ja lähdekriittiseksi tarkasteluksi. Aineiston monipuolisuus on pyritty ottamaan huomioon valitsemalla alalla ansioituneiden yritysten aihetta koskevia julkaisuja sekä yritysten ja korkeakoulujen ja yli-

opistojen yhteistyöhankkeita. Ala on globaali, joten lähteiden kansainvälisyys lisää osaltaan aineiston kattavuutta.

### **Aineiston ajankohtaisuus**

Autonomisten alusten käyttöönottamisen mahdollistava teknologia on kehittynyt viime vuosina nopeasti ja ensimmäiset laajamittaiset teknologiaa koskevat kokeilut on suoritettu pääosin vuoden 2018 aikana ja sen jälkeen. Tiedon lisääntyessä nopeasti aihetta koskevien artikkelien ja julkaisujen voidaan katsoa usein olevan sitä relevantimpia, mitä tuoreempia ne ovat. Tässä työssä autonomisten alusten osalta vuotta 2016 vanhempiin lähteisiin viitattiin vain silloin, kun saatavissa oli opinnäytetyötä syventävää tärkeää lisätietoa tai jossain määrin ”vanhentumatonta” yleistietoa.

Usein, mikäli tutkimuksen kohteena on jotain aihetta koskeva sääntely, on myös sen syntyhistoriaan paneutuminen keskeistä. Tässä työssä miehitettyjä aluksia koskevan sääntelyhistorian avaaminen ei kuitenkaan ollut relevanttia eikä myöskään rajauksen kannalta mielekäästä. Näin ollen aineisto julkaisuvuoden perusteella rajattuna painotuu vuosien 2016-2020 välille.

### **Aineiston luotettavuus**

Aineiston luotettavuus pyrittiin varmistamaan valitsemalla vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita, jotka on julkaistu alan arvostetuimmassa lehdissä. Hakukoneena on käytetty pääosin [www.edilex.fi](http://www.edilex.fi) tietokantaa, joka on Edita Publishingin ylläpitämä Suomen johtava lakitietopalvelu ja muun muassa sisältää säädöksiä, lakien valmisteluaineistoa sekä oikeudellisia artikkeleita ja uutisia. Lisäksi säädösten osalta on hyödynnetty sähköistä [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi) säädöskokoelmaa, joka sisältää kaikki kotimaiset ajantasaiset säädökset sekä kansainväliset sopimukset, joita Suomi on sitoutunut noudattamaan. Kansainvälisten merenkulkua koskevien yleissopimusten osalta on lisäksi hyödynnetty merenkulun turvallisuudesta vastaavan International Maritime Organisationin aineistoja tietokannassa [www.imo.fi](http://www.imo.fi).

### **Aineiston monipuolisuus**

Aineiston monipuolisuuden mittaamiselle ei voitane asettaa objektiivista mittaria, mutta tässä työssä näkökulmien vaihtelua on pyritty luomaan yhdistämällä aiheesta kirjoitettuja tieteellisiä artikkeleita varsinaista autonomiakehitystä tekevien yritysten

julkaisuihin. Esimerkiksi ABB:n, Rolls Roycen ja Konsbergin julkaisujen ottamista osaksi aineistoa puoltavat onnistuneet merikokeet sekä käynnissä olevat tutkimus- ja kehityshankkeet.

## 10 Tutkimusaineiston tulokset ja analysointi

### 10.1 Keskeiset tulokset

Tutkimuksen perusteella käy ilmi, että alalla ollaan yhtä mieltä siitä, että täysin perinteisen miehitetyn aluksen ja täysin autonomisen aluksen väliin mahtuu useita automaation asteita. Näiden asteiden määritelmässä on kuitenkin eroavaisuuksia etenkin suhteen, mikä on aluksella olevan miehistön rooli suhteessa automaatioon. Tuloksena voidaan kuitenkin esittää, että määritelmää *autonominen alus* tulisi käyttää vain silloin, kun aluksen navigoinnista vastaa täysin algoritmi ja ihmisen rooli on korkeintaan prosessia tarkkaileva. Käsitelmääritelyyn näyttää istuvan myös tilanne, jossa alus kulkee osan matkasta autonomisesti, mutta esimerkiksi rannikkoalueella sen kulkua operoi joko aluksella fyysisesti oleva tai etäoperointikeskuksesta työskentelevä luotsi. Tällöin alus saattaa saman matkan aikana siirtyä autonomisesta aluksesta etäoperoitavaksi alukseksi tai jopa miehitetyksi alukseksi.

Edellisessä kappaleessa esitetyt automaation asteet kytkeytyvät merenkulun sääntelyssä autonomisen meriliikenteen suhteen havaittuihin ongelmakohtiin. Tärkeä huomio tässä työssä on, että yksittäiset säädökset on monelta osin osoitettu jollekin konkreettiselle toimijalle, kuten laivaisännälle, päällikölle, luotsille tai vahdinpidosta vastaavalle miehistön jäsenelle. Perinteisen miehitetyn aluksen päällikkö on helppo osoittaa, mutta kysymys esimerkiksi päällikkyydestä muuttuu monimutkaisemmaksi, kun aluksen autonomian aste muuttuu etäoperoitavaksi tai autonomiseksi alukseksi. Keskeinen tulos on, että nykysääntelyssä käytettäviä käsitteitä ei ole määritelty tavalla, joka ottaisi huomioon tulevaisuuden autonomisen meriliikenteen.

Nopea teknologiakehitys näyttää teknisesti mahdollistavan autonomisen meriliikenteen jo lähitulevaisuudessa. Jotta autonominen meriliikenne olisi kaupallisesti houkuttelevaa, tarvitaan keinoja hallita alaan liittyviä riskejä ja epävarmuuksia. Läpikäydystä aineistosta käy ilmi, että tekoälyn rooli vastuunäkökulmasta ei ole vielä täysin



selkiytynyt. Tuloksena voidaan esittää, että voimassa oleva oikeus ja alan käytännöt johtavat tällä hetkellä siihen, että viime kädessä vahinkovastuun kantaa laivaisäntä riippumatta siitä, onko vahingon taustalla virhe algoritmin toiminnassa. Laivaisännän kannalta taloudellista riskiä pienentäisi algoritmin toimintaan perustuvan virheen kattava vakuutusurva sekä tällä hetkellä hankalasti toteutettava algoritmia hyödyntävän ohjelmiston luojan ja myyjän vastuu algoritmin aiheuttamasta vahingosta.

## 10.2 Tutkimuskysymysten analysointi

Laadullisen aineiston analyysiin ei ole olemassa yleispätevää kaavaa. Aineistoa läpikäytessä voidaan kuitenkin usein huomata, että aineistosta "nousee" tutkijan ajattelun kautta tiettyjä asioita tai teemoja. Tutkijan näkökulma tutkimusongelmaan ratkaisee, mikä aineistossa lopulta kiinnittää tutkijan huomion, toisin sanoen mikä aineistossa on keskeistä tutkimusongelman kannalta. Laadullinen analyysi voidaan kiteyttää näkökulmien ottamiseksi aineistoon ja aineiston tiivistämiseksi sekä sisällöllisten ja rakenteellisten erojen ja yhtäläisyyksien etsimiseksi (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Vaikka mitään tiettyä kaavaa tai aina samalla tavalla toimivaa logiikkaa ei laadullisen analyysin yhteydessä voida nimetä, tulee aineiston läpikäyminen silti olla systemaattista. Pelkkä aineiston kuvaaminen ei riitä. Saaranen-Kauppinen ja Puusniekan mukaan aineistoa tulee *pilkkoa, purkaa, koota, eheyttää ja täydentää*. Aineistosta voidaan näin lopulta erottaa olennainen aines, joka voidaan esittää esimerkiksi tutkimusongelman kannalta keskeiset asiat tiivistämällä. Laadullisen aineiston analyysia voidaan pitää onnistuneena, kun aineistosta voidaan löytää yksittäisiä vastauksia yleisempiä kokonaisuuksia (Saaranen-Kauppinen ja Puusniekka 2006). Toisin sanoen tutkijan tulisi tehdä *synteesiä*, joka tutkimuksen periaatteena lopulta täydentää analyysia. Synteesin ja analyysin menetelmä on erillisten asiakokonaisuuksien ja väitteiden yhteenveto, joka sisältää usein myös aineiston perusteella tehtäviä yhteenvetoja (Tieteen termipankki).

Alla on analysoitu tämän opinnäytetyön alussa esitettyjä tutkimuskysymyksiä aiemmissa luvuissa esitetyn aineiston perusteella. Analyysissä on pyritty löytämään tutkimuskysymyksiä vastaavia yleistyksiä hyödyntäen synteesin ja analyysin menetelmää.

## **Tutkimuskysymys 1**

Miten merenkulun nykyinen vastuunjako koskeva sääntely vastaa automaation tarpeisiin?

Tässä kappaleessa on esitetty aineistoon perustuva analyysi ja yhteenveto siitä, miten nykysääntely ottaa huomioon tulevaisuuden autonomisen meriliikenteen. Tutkimusaihe on luonteeltaan sellainen, että myös ongelmakohtien tunnistamista eli ikään kuin avoimien kysymysten löytämistä voidaan tässä yhteydessä pitää vastauksina.

Aineistosta nousee ensinnäkin ilmi se teema, että merenkulun alalla ei ole pitävää suunnitelmaa siitä, miten laajamittainen autonominen meriliikenne tulee todellisuudessa muodostumaan. Alalla vallitsee suhteellinen yksimielisyys siitä, että automaatiokehitys tulee olemaan merkittävä osa tulevaisuuden meriliikennettä, mutta aikataulut ja toteutustavat ovat pistemäisiä hankkeita (esimerkiksi yhden jokilautan muuttaminen autonomiseksi) tai visioluonteisia. Meriliikenne on globaalia ja eri laivavarustamoiden alukset liikkuvat kansainvälisillä vesillä useiden lippuvaltioiden alueella, mutta koska mikään taho ei suunnittele ja koordinoi meriliikenteen automaatiokehitystä keskitetysti, on ainakin varmaa, että kehitys ei tule olemaan systemaattista ja lineaarista. Tämä seikka vaikuttaa luonnollisesti myös sääntelykehitykseen; yhteenvetona voitaisiinkin todeta, että autonomiakehitykseen vastaavan yksityiskohtaisen sääntelyn luominen ilman konkreettista sääntelykohdetta on hyvin haastavaa.

Vaikka globaali autonominen meriliikenne vaatisi kattavaa ylätasoa sääntelyä ja käsittelemäärittelyä, pelkästään esimerkiksi Suomen aluevesillä toteutettavien autonomiakokeilujen ja mahdollisten etäoperoitavien alusten käyttöönotto edellyttää paneutumista ainakin aluksen päällikön, luotsin ja vahtia pitävän miehistön jäsenen käsitteisiin ja toimenkuvaan.

### **Päällikkö**

Merilaki määrittää päällikön tehtävät ja vastuun. Päällikön tehtävät eivät sinänsä aiheuta haasteita autonomiakehityksen näkökulmasta, mutta ongelmallinen on säädös, jonka mukaan aluksella on oltava fyysisesti läsnä oleva päällikkö. Päällikölle on samaan aikaan asetettu laaja vastuu aluksen navigoinnissa tai muussa kulussa tai toiminnassa aiheutuneesta virheestä. Kysymykseen siitä, miten täysin autonomisen

aluksen ”päällikkyyttä” ratkaistaan, ei ole vielä olemassa vastausta. Samoin avoinna on kysymys siitä, voiko etälokaatiosta alusta ohjaava operaattori olla vastuunäkökulmasta aluksen päällikkö.

### **Luotsi**

Suomessa on toteutettu etäluotsauksen mahdollistava lakimuutos. Luotsaus on laissa määritetty pakolliseksi, joten autonomisen aluksen tulee joko voida noudattaa luotsauslakia tai olla vapautettu siitä. Kirjallisuudessa esitetty, että luotsin tulee voida nousta myös autonomiseen alukseen. Mikäli luotsaus riippumatta siitä, onko kyseessä perinteinen miehitetty alus, etäoperoitava alus tai puhtaasti autonominen alus voidaan teknisesti toteuttaa joko etäluotsauksena tai varsinaisena fyysisenä aluksen ohjaamisena, ei luotsauslainsäädäntö aiheuta ongelmaa. Ongelmakohta luotsausta koskevassa sääntelyssä onkin vastuunjako luotsin ja laivaisännän välillä silloin, kun vahingon voidaan katsoa johtuneen teknologian tai algoritmin toiminnassa ilmeneestä virheestä. Luotsauslain mukaan etäluotsauksessa luotsi ei vastaa vahingosta, jonka syntymiseen hän ei ole voinut vaikuttaa johtuen teknisestä häiriöstä. Kysymystä siitä kuka vastaa vahingosta, joka syntyy, mikäli luotsi nousee autonomiselle alukselle, jonka ohjaus- tai navigointijärjestelmä ei toimi oletetulla tavalla, ei sen sijaan ole ratkaistu.

### **Vahti**

Nyky sääntelyn mukaan aluksella tulee olla jatkuva aistinvaraiseen havainnointiin perustuva vahdinpito. Mikäli säännöstä tulkitaan kirjaimellisesti, estää se liikennöinnin miehittämättömällä aluksella. Jo autonomista merenkulkua koskevat testit kuitenkin osoittavat, että näin ei todellisuudessa liene asian laita. Autonomisten ja etäoperoitavien alusten osalta on kuitenkin ratkaistava, millaista dataa alukselta on saatava, jotta vaatimus aluksen ”vahdinpidosta” täyttyy tavalla, jota voidaan pitää laivaisännän tai etäoperaattorin vastuun kannalta hyväksyttävänä.

### **Tutkimuskysymys 2**

Mitä merenkulun vastuusääntelyssä ja alalla vakiintuneissa käytännöissä tulisi ottaa huomioon merenkulun automaation kehittyessä?

Koska automaatiokehitys ei ole systemaattista ja lineaarista, ei yksityiskohtaisen kaiken kattavan sääntelyn luominen automatisoituvan meriliikenteen tarpeisiin ole mahdollista. Sen sijaan tulisi luoda niin kutsuttua ”soft law” –tyyppistä sääntelyä, eli periaatteita, toimintatapoja ja suuntaviivoja. Lainsäädännön kehittämisessä automaation tarpeisin ehkä tärkein tekijä on kuitenkin autonomisen meriliikenteen kehittämisen *mahdollistavan* lainsäädännön luominen. Läpikäydystä aineistosta nousee esiin tarve selkiyttää ja muokata lainsäädäntöä tavalla, joka sallii autonomiakokeilut ja joka kannustaa alan toimijoita panostamaan autonomisen meriliikenteen kehittämiseen. Hyvänä yksittäisenä esimerkkinä tästä toimii Juha Sipilän hallitusohjelmasta kimmokkeen saanut etäluotsauksen mahdollistava laki, jonka tavoitteeksi määriteltiin etäyhteydellä tapahtuvan luotsaustoiminnan kehittämisen mahdollistaminen.

Jotta vastuunjakoa vahinkotilanteissa voitaisiin autonomisten alusten osalta selkiyttää, tulisi tietyt merenkulun käsitteet analysoida ja määritellä uudelleen autonomisen meriliikenteen näkökulmasta. Samoin aluksen autonomisuuden asteen määrittely tulisi standardoida. Tulevaisuudessa tulisi voida vastata esimerkiksi kysymykseen siitä, kuka kantaa päällikön vastuun, kun kyseessä on miehittämätön etäoperoitu alus. Jotta kansainvälinen autonominen meriliikenne olisi jonain päivänä mahdollinen, tulisi käsitteet määritellä kansainvälisesti yhtenäisellä tavalla esimerkiksi IMO:n toimesta.

Vastuunsääntelyn ja alan käytäntöjen näkökulmasta tulisi ottaa huomioon autonomiakehitykseen liittyvien suurien taloudellisten riskien ja epävarmuuksien jakautuminen alan toimijoiden kesken. Lisääntyvä tekoälyn rooli ihmisen ja aluksen välissä aiheuttaa tulevaisuudessa todennäköisesti vahinkoja, joille ei voida osoittaa inhimillistä syyllistä vaan vahingonaiheuttajaksi paljastuu virhe algoritmissa. Läpikäydyn aineiston valossa näyttää siltä, että tekoäly itsessään ei käytännössä voi olla vastuussa aiheutuneesta vahingosta. Jäljelle jää alusta operoivan tahon, ohjelmiston toimittajan ja vakuutusyhtiön taloudellinen vastuu.

### **Laivaisännän vastuu**

Nyky sääntelyn valossa laivaisäntä eli alusta todellisuudessa operoiva taho on aina viimekätisessä vastuussa alusta kohdanneesta vahingosta. Jo nykyään suuri osa aluksista ja kaikki uudet alukset ovat varustettuja navigointia helpottavilla järjestelmillä,

joista osa on niin kehittyneitä, että monissa tilanteissa miehistön rooli on lähinnä valvova. Mikäli alusta nykyäänkin kohtaa vahinko tällaisen järjestelmän virheen vuoksi, on ensisijainen vastuutaho laivaisäntä. Tilanne tällä hetkellä olisi sama, mikäli kyseessä olisi etäoperoitava tai autonominen alus. Tekoälyn roolin jatkuvasti kasvavassa laivaisännän taloudellinen riski vahingosta, jonka syntymiseen tai estämiseen hän ei voi vaikuttaa, kasvaa. Tilanne ei ole laivaisännän kannalta optimaalinen, mikä onkin alalla johtanut keskusteluun ohjelmiston toimittajan ja vakuutusyhtiön roolista taloudellisten riskien kantajana.

### **Ohjelmiston toimittajan vastuu**

Ohjelmiston toimittajan vastuuta puoltavia seikkoja ovat muun muassa mahdollinen turvallisuuden parantuminen ja mahdollisuus todellisuudessa ymmärtää monimutkaisten algoritmien toimintaa. Toisaalta ratkaisuksi esitetty tuotevastuulaki ei sovellu elinkeinonharjoittajien välisten vastuukysymysten ratkaisemiseen ja näin ollen sen soveltamisalan laajentaminen tarkoittaisi mittavaa lainsäädännön uudistamista. Tällä hetkellä ohjelmiston kehittäjän vastuuta näyttävät määrittävän lähinnä toimittajan ja loppukäyttäjän väliset sopimukset.

### **Vakuutusyhtiön vastuu**

Vakuutusten rooli merenkulkualalla on merkittävä, sillä alalle ovat tyypillisiä suhteellisen harvinaiset, mutta taloudelliset hyvin mittavat vahingot. Lähinnä vain vakuutusyhtiöillä voi olla taloudellista kantokykyä tällaisten vahinkojen varalta. On todennäköistä, että mikäli autonominen meriliikenne ei saa kattavaa vakuutusturvaa myös tekoälystä johtuvien vahinkojen korvaamisessa, eivät laivavarustamot näe autonomisten alusten käyttöönottoa taloudellisesti houkuttelevana. Eri vakuutustyyppejä vertailtaessa selviää, että pohjoismainen vakuutusmalli saattaisi nykyiselläänkin korvata tekoälyn aiheuttaman vahingon, kun taas USA:ssa käytössä olevat vakuutusehdot vaatisivat tämän osalta täsmentämistä.

## 10.3 Luotettavuuden arviointi

Kvalitatiivisen tutkimuksen reliabeliuden eli luotettavuuden arvioiminen ei ole yksiselitteistä, mutta sitä voidaan arvioida muun muassa sitä vasten miten tutkimusaineisto on valittu suhteessa tutkimuksen rajaukseen ja miten kattavasti tutkija kyke-

nee tuloksissa havainnoimaan tutkimuksen kohdetta (Eskola ja Suoranta 1998, 209, 213-216). Laadullisen tutkimuksen luotettavuuden arviointiin on kehitetty erilaisia menetelmiä. Kirk ja Miller (Kirk ja Miller 1986, 41-42) ovat esittäneet, että luotettavuutta voidaan arvioida ainakin arvioimalla 1) metodin luotettavuutta 2) ajallista luotettavuutta ja tulosten johdonmukaisuutta. Esimerkkinä on käytetty pääasiassa haastattelututkimusta, mutta arviointimenetelmä soveltunee kehikoksi myös muun tyyppisen kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden arviointiin.

### **Metodin luotettavuus**

Kirkin ja Millerin mukaan metodia tulee peilata vallitseviin olosuhteisiin (Kirk ja Miller 1986, 41-42). Välttää tulisi ainakin metodeja, jotka tuottavat ennalta-arvattavia tuloksia. Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä ei voitu lähestyä kvantitatiivisesti. Kvalitatiivisista menetelmistä kirjallisen aineiston analysoimiseen perustuva selvitystutkimus on aiheesta johtuen perusteltavissa. Kun tutkimusongelmana on sääntelyn suhde autonomiseen meriliikenteeseen, on luotettavan tutkimuksen pohjana oltava kirjallista säädösmateriaalia ja sen pohjalta laadittuja artikkeleja. Aineistoa on analysoitu objektiivisesti ja sitä rajatessa on pyritty monipuolisuuteen. Suppea ajallinen rajaus on niin ikään perusteltavissa aiheen tuoreuden takia ja ilmiö ajoittuu voimakkaasti 2010 ja 2020 luvun vaihteeseen painopisteen ollessa edelleen pitkällä tulevaisuudessa. Kvalitatiivisista menetelmistä tutkimusta olisi voitu edelleen syventää haastattelututkimuksella. Haastatteleamalla alan johtavien yritysten ja toimijoiden avainhenkilöitä olisi voitu saada kaikkein ajankohtaisinta tietoa käynnissä olevista hankkeista ja merenkulun toimijoiden näkemyksistä liittyen olemassa olevan sääntelyn haasteisiin. Tätä puutetta on kuitenkin pyritty tutkimuksessa korjaamaan hyödyntämällä edellä mainittujen toimijoiden aihetta koskevia julkaisuja.

### **Ajallinen luotettavuus**

Kirk ja Miller tarkoittavat ajallisella luotettavuudella ennen kaikkea havaintojen pysyvyyttä eri aikoina. Laadullinen tutkimus kuitenkin tutkii usein muuttuvia ilmiöitä ja muutosta itsessään, eikä ajallisen luotettavuuden arviointi sovellu aina laadulliseen tutkimukseen (Kirk ja Miller 1986, 41-42). Tämän tutkimuksen tulokset ovat aiheesta johtuen hyvin sidottuja nykyhetkeen. On hyvin todennäköistä ja toivottavaa, että valtaosaan nyt ilmenevistä ongelmakohdista on kehitetty seuraavan kymmenen vuo-

den aikana ratkaisumenetelmiä. Tulosten sidonnaisuudesta nykyhetkeen ei kuitenkaan voida päätellä, että tutkimuksen tulokset eivät olisi luotettavia. Ajallisen luotavuuden arvioiminen ei olekaan tämän työn kannalta tarkoituksenmukaista.

### **Tulosten johdonmukaisuus**

Tulosten johdonmukaisuutta voidaan arvioida arvioimalla saman suuntaisten tulosten saavuttamista eri välineillä (Kirk ja Miller 1986, 41-42). Tämän opinnäytetyön tuloksia voidaan pitää johdonmukaisina verrattaessa tuloksia esimerkiksi liikenne- ja viestintäviraston samalla menetelmällä toteutettuun tutkimukseen ”Meriliikenteen automaation kehitys” ja sen osatutkimukseen sääntelyn mukauttamisesta automaation ja digitalisaation tarpeisiin. Tutkimuksen johtopäätöksissä on löydettävissä yhdenmukaisuuksia, esimerkiksi se seikka, että merenkulun käsitteet, esimerkiksi aluksen *päällikkö* vaativat autonomisen meriliikenteen näkökulmasta tarkentamista. Mielikiintoinen yhteneväisyys on myös tutkimuksessa esiintunut johtopäätös, jonka mukaan kaupallinen autonominen meriliikenne edellyttää sääntelystä johtuvien epävarmuuksien ratkaisemista (Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 13–14).

## **11 Pohdinta**

Merenkulkuala näyttää jakavan laajasti Rolls Roycen ajatuksen siitä, että automaatio tosiaan on merenkulun tulevaisuus (Rolls Royce 2016, 2). Vaikka aineisto on toki koottu nimenomaan merenkulun automaatiosta, on silti huomioitava seikka, että kriittisimmätkin kannanotot merenkulun automaation suhteen koskevat vain aika-taulua, jolla automaatiokehitys toteutuu, ei niinkään sen toteutumista sisänsä. Tahotila merenkulun automaation mahdollistamiseen on niin ikään olemassa vahvana ja muun muassa sääntelyä koskevat haasteet on tunnistettu ja niitä pyritään ratkaisemaan aktiivisesti (kansainvälisesti esim. IMO 2017, 6 ja Suomessa esim. Liikenteen automaation ja robotiikan kehittämistoimenpiteiden tiekartta 2017–2019 ja Ratkaisujen Suomi 2015, 26). Merenkulun kansainvälisyydestä johtuen alan toimijoiden tulee pitkällä aikavälillä tehdä yhä tiiviimpää yhteistyötä, jotta onnistuttaisiin luomaan koko alaa hyödyttäviä suuntaviivoja, sillä muuten on vaarana, että uudistukset toteutuvat vain yksittäisten lippuvaltioiden alueella ja tyypistyvät Älyföri-hankkeen

kaltaisiksi arvokkaiksi tutkimusprojekteiksi ennemmin kuin kaupallisesti hyödynnettäväksi laajamittaiseksi vesiliikenteeksi.

Merenkulun automaatio kehittyi useassa tasossa. Alalla on tunnistettu tarve määritellä kattavasti muun muassa käsitteet etäohjattava alus ja autonominen alus (ks. esim. Van Hooydonk 2014, 404, MUNIN-hanke). Muun muassa IMO on luokitellut autonomisuuden asteet sen perusteella, missä määrin alusta operoi ihminen ja missä määrin tekoäly. Myös EU:lla on oma lähes identtinen luokittelunsa. Suomessa jonkin verran IMO:n luokittelusta poikkeavan luokittelun on tehnyt Liikenne- ja viestintäviraston alainen Traficom (Meriliikenteen automaation kehitys 2019, 5). Teknisesti automaation ylimmäksi asteeksi voidaan määritellä täysin itseohjautuva alus. Kuitenkin turvallisen tekoälyn käytön ”ylärajana” pidetään tällä hetkellä tekoälyn hoitamaa prosessia, jota ihminen kuitenkin valvoo. EU on määritellyt eettistä tekoälyn käyttöä koskevissa periaatteissaan, että mikä tahansa tekoälyvetoinen prosessi on aina voitava siirtää ihmisen alaisuuteen. Lisäksi aloilla, joihin liittyy korostettu onnettomuusriski ja etenkin riski henkilövahinkojen syntymisestä, tekoälyn tulee aina olla ihmisen valvonnassa (Ethics Guidelines for Trustworthy AI 2019). Samoin IMO on luonut käsitteen *meaningfull human control* kuvaamaan ihmisen viimekätistä roolia tekoälyn valvojana. Myös IMO:n mukaan alusta koskevan operatiivisen kontrollin tulee viivekädessä säilyä ihmisellä (IMO 2018, 2–3). Käytännössä voidaankin todeta, että todellisuudessa täysin autonominenkin alus olisi edelleen ihmisen valvonnassa, vaikka aluksella ei olisikaan läsnä olevaa miehistöä.

Merenkulun automaatiolla on ennustettu olevan tulevaisuudessa voimakas lainsäädäntöä muokkaava vaikutus, sillä voimassa oleva lainsäädäntö on luonnollisesti laadittu koskemaan perinteisiä miehitettyjä aluksia. Muun muassa Rolls Royce on todennut, että ainakin kansallinen nyky-lainsäädäntö on suhteellisen riittävää niin kauan kuin automaation asteissa pysytellään automaattisissa komentosiltajärjestelmissä ja etäoperoiduissa aluksissa. Täysin autonomiset alukset vaatisivat kuitenkin laajempia kannanottoja myös lainsäätäjältä (Rolls Royce 2016, 5). Vaikka nyky-lainsäädäntö ei suoranaisesti muodosta estettä esimerkiksi etäoperoitaville aluksille, on olemassa lukuisia epäselviä kysymyksiä etenkin merenkulun osapuolten vahinkovastuun osalta.

Merilaki on kirjoitettu koskemaan tiettyjä toimijoita, jotka ovat pääasiassa laivaisäntä, aluksen päällikkö ja luotsi. Toistaiseksi Suomessa on toteutettu erityissääntelyä



vain luotsausta koskien. Merenkulun automaatiokehityksen kannalta jo *etäluotsauksen* käsitteen ja määritelmän muodostaminen on arvokasta. Luotsauslain mukaan *etäluotsauksella tarkoitetaan toimintaa, jossa luotsi luotsaa alusta muualla kuin luotsattavassa aluksessa*. Käsite etäluotsaus on määritelty yksinkertaisesti, mutta tyhjentävästi. Määritelmä paljastaa kuitenkin, että myös aluksen ulkopuolelta aluksen navigointia luotsaustehtävässä hoitava henkilö on *luotsi*, johon sovelletaan soveltuvin osin luotsin vastuuta ja velvoitteita koskevaa sääntelyä. Myös luotsin vastuu on etäluotsauksessa suhteutettu olosuhteisiin; luotsauslain mukaan *luotsi on vastuussa etäluotsauksesta, jollei etäluotsauksen tekninen toteuttaminen, toimintamalli tai viestintäyhteyksien häiriötilanne estä luotsia toimimasta tehtävänsä mukaisesti*. Vastuun ulkopuolelle jäävät siis seikat, joihin luotsi ei todellisuudessa voi vaikuttaa. Kun etäluotsausta koskevaa sääntelyä verrataan jälleen esimerkiksi alukseen päällikköön huomataan, että saman tyyppiselle käsittemäärittelylle olisi tarvetta myös päällikön osalta. Ainakin tulisi ratkaista, kuka on etäohjattavan aluksen päällikkö tai se taho, jota päällikön vastuu koskee. Myös vastuun rajoitukset tulisi määritellä. Samanlaisen lopputulokseen merenkulun käsitteiden määrittelyssä on päädytty esimerkiksi Liikenne- ja viestintäviraston muun muassa merenkulun sääntelyä koskeneessa tutkimuksessa (Meriliikenteen automaation kehitys 2019).

Autonomisen meriliikenteen nähdään etenkin pitkällä aikavälillä tuottavan kiistattomia hyötyjä, joista eräs merkittävimmistä on turvallisuuden parantuminen. Etenkin ihmisen inhimillisestä virheestä aiheutuvien vahinkojen uskotaan vähentyvän huomattavasti. Tutkimusten mukaan suurin osa merenkulun vahingoista johtuu ihmisen virheestä (esim. Chwedczuk 2016, 167 ja Onnettomuustutkintakeskus 2004). Tekoälyä hyödyntävä ohjelmisto ei luonnollisesti kärsi esimerkiksi väsymyksestä tai ei ole osaamiseltaan tehtävänsä tasalla. Tekoälyn laajamittaiseen hyödyntämiseen liittyy kuitenkin uudenlaisia ongelmia, sillä saattaa syntyä vahinkoja, joilla on hyvin vähän yhteyttä ihmisen toimintaan. Teoreettisella tasolla on tultu siihen lopputulemaan, että kehittynyttä tekoälyä voitaisiin pitää jonkinlaisena itsenäisenä toimijana, johon sovellettaisiin esimerkiksi vahingonkorvausvelvollisuutta (Kurki 2018, 832-834). Esimerkiksi autonomisen meriliikenteen näkökulmasta tämä lienee toistaiseksi täysin mahdotonta, sillä ohjelmistolta puuttuu muun muassa kyky kärsiä rangaistus aiheut-

tamastaan vahingosta ja itsenäinen kyky korvata vahinko. Vastuutahoa täytyy siis autonomisen meriliikenteen osalta lähteä etsimään muualta.

Laivaisännän viimekätinen vastuu vahingosta on nykylainsäädännössä vakiintunut, vaikka tämä ei tarkoitaakaan, ettei laivaisäntä voisi hakea korvausta vahingon osapuolilta tai vakuutusyhtiöltä. Vahingonkorvausvastuun yhtenä elementtinä pidetään sen tulevaisuutta muotoavaa vaikutusta eli ajatusta siitä, että realisoitunut vahingonkorvausvastuu pakottaa vahingonaiheuttajan toimimaan tulevaisuudessa huolellisemmin, jotta vastaavia vahinkoja ei syntyisi (Havu ja Roslin 2019, 899). Tämä vahingonkorvausvastuun osa-alue toteutuu huonosti, jos laivaisäntää pidetään aina yksin vastuullisena autonomisen aluksen ohjelmiston aiheuttamasta vahingosta, jonka syntymisen olisi realistisesti voinut estää vain ohjelmiston kehittäjä. Mikäli ohjelmiston kehittäjällä olisi lakiin perustuva vastuu vahingosta, saattaisi se johtaa tekoälyn turvallisuuden parantumiseen, mutta toisaalta myös hidastaa ja estää tekoälyä koskevia innovaatioita, joista nähdään kuitenkin olevan laajamittaista yhteiskunnallista hyötyä. Lisäksi onnettomuustilanteessa on usein monia osatekijöitä, eikä ohjelmistonkehittäjä pystykään yksittäisen vahingon käsillä ollessa mitenkään vaikuttamaan sen estämiseen tai seurausten minimoimiseen (Havu ja Roslin 2019, 903 ja European Commission 2019, 9). Esimerkkinä voidaan kuvitella merellä tapahtuva onnettomuus, jossa autonominen alus ohjelmiston navigointivirheen seurauksena ajautuu karille ja alkaa vuotaa öljyä. Laivaisäntä saa tilanteesta tiedon ja ryhtyy välittömästi toimenpiteisiin, joilla öljyn vuotaminen pyritään estämään. Tilanne kuvaa vastuun jakautumista, sillä vaikka karilleajo johtuisi algoritmin virheellisestä laskentamallista suhteessa esimerkiksi vallitsevaan säätilaan, ei ohjelmiston kehittäjällä ole mitään mahdollisuutta rajoittaa uhkaavaa laajamittaista öljyvahinkoa. Jos tämän tyyppisessä tilanteessa sovellettaisiin ohjelmiston kehittäjään monessa yhteydessä esillä ollutta tuotevastuulakia, vaikuttaisi laaja vahingonkorvausvastuu koko potentiaalisesta öljyvahingosta riippumatta laivan operaattorin toimista kohtuuttomalta. Korvaukset saattaisivat myös nousta niin korkeiksi, ettei ohjelmiston myynyt suurikaan yhtiö pystyisi kantamaan niitä ja tämä taas saattaisi johtaa maksukyvyttömyysuhkaan, konkurssiin ja työpaikkojen menetyksiin. Tilanne on tietenkin laivaisännän näkökulmasta vastaava, mikäli hänelle ei todellisuudessa jää muita vaihtoehtoja estää onnettomuutta, kuin vahingon rajaaminen.

Edellä esitetty skenaario johtaa siihen päätelmään, ettei yksiselitteisen ankaran vastuun ulottaminen laivaisäntään tai ohjelmiston kehittäjään yksinkertaisuudestaan huolimatta johda välttämättä parhaaseen lopputulokseen. Tekoälyn roolia vahinkotapahtumien yhteydessä ja vahingonkorvausvastuun näkökulmasta tulisi merenkulkualalla ehdottomasti tutkia. Vaikka tarkkaa sääntelyä tuskin pystytään luomaan, jo yleisten periaatteiden, toimintamallien ja suuntaviivojen kehittäminen yhdessä esimerkiksi laivavarustamoiden, ohjelmistonkehittäjien ja merenkulun turvallisuudesta vastaavien organisaatioiden kanssa lisäisi alan turvallisuutta ja ennustettavuutta tulevaisuudessa. Askeleita tähän suuntaan on jo otettukin EU:n taholta, määrittämällä turvallista tekoälyn käyttöä koskevat periaatteet (Ethics Guidelines for Trustworthy AI 2019). Tällä hetkellä näyttää siltä, että parhaaseen lopputulokseen arvioitaessa vahinkotapahtumia, joissa osapuolena on tekoäly päästään, kun tosiasioiden arvioinnilla pyritään selvittämään syy-seuraussuhde vahingonaiheuttajan ja vahingon välillä sekä kyseisessä yksittäistapauksessa mahdolliset vastuuta lieventävät ja ankaroittavat seikat. Erityisen ankaraa vastuu voisi olla esimerkiksi vain silloin kun osapuolet tiedostavat, että kyseiseen toimintaan liittyy korostetun vakavan ihmishenkiä tai ympäristöä uhkaavan onnettomuuden riski (Havu ja Roslin 2019, 903).

Vakuutuksilla on merenkulkualalla keskeinen rooli. Autonomisen meriliikenteen kehittyessä perinteisen miehistöriskin rinnalle syntyy uusi riskityyppi, teknologiariski, jota on luonnehdittu sanoen, että vakuutusyhtiö vakuuttaa todellisuudessa ohjelmistonkehittäjän tuotekehitysprosessin. Tällöin riski siitä, että saman tyyppiset onnettomuudet kertaantuvat, kasvaa. Vakuutusyhtiön näkökulmasta riskin ennakoiminen vaikeutuu, sillä riskin todennäköisyyttä ei ehkä enää voida peilata historiaan perustuvaan dataan (Viljanen 2018, 969). Vakuutusyhtiöt lienevät kuitenkin ainoa taho, jolla on tarvittava taloudellinen kantokyky suhteessa laajamittaiseen merenkulun vahinkotilanteeseen. Mikäli merenkulkualalla toimivat vakuutusyhtiöt rajaisivat teknologiariskin kokonaan vakuutusturvan ulkopuolelle ja korvaisivat vain niin sanotusta mekaanisesta syytä johtuneita vahinkoja, saattaisi se johtaa jopa merenkulun automaatiokehityksen merkittävään hidastumiseen. Laivavarustamot saattaisivat kokea liian suurena riskinä investoida autonomisiin aluksiin, ilman takeita siitä, että taloudellinen vastuu vahinkotilanteessa jakautuisi myös vakuutusyhtiölle. Vakuutusten

rooli merenkulun autonomiakehityksessä olisikin erittäin ajankohtainen oma tutkimusaiheensa.

Suunnitelmia ja neuvotteluja automaattisten navigointijärjestelmien ja jopa kokonaisten alusten kaupallistamisesta käydään kulisissa koko ajan, mutta varsinainen läpimurto edellyttäisi edellä esitetyn ohella vielä alalla vahvaa uskoa etäohjattavien ja autonomisten alusten tuottamaan taloudelliseen hyötyyn. Lisäksi, kun siirrytään automaattista liikennettä koskeviin vastuu- ja sääntelykysymyksiin, ei voida olla vilkuilematta myös maa- ja lentoliikenteen puolella tapahtuvan kehitystyön suuntaan. Koordinoituja hankkeita esimerkiksi tekoälyyn liittyvien vastuukysymysten osalta voitaisiin toteuttaa yhteistyössä muiden liikennemuotojen edustajien kanssa, sillä vaikka itse liikkumisen muoto on eri, lienevät tekoälyyn liittyvät avoimet vastuukysymykset hyvin samanlaisia alasta riippumatta. Nämä kysymykset tulevat oletettavasti ratkaistuksi tapauskohtaisesti myös käytännön riitatilanteissa ja oikeudenkäynteissä, mutta vaarana on tällöin vaikeasti ennustettavan ja pistemäisen oikeuden kehittyminen (Havu ja Roslin 2019, 901). Merenkulku ja liikenne yleisestikin ovatkin esimerkkejä aloista, jotka kaipaivat alakohtaista erityissääntelyä voimakkaasta automaatio- ja teknologiakehityksestä johtuen. Oman haasteensa luo erittäin nopea teknologinen kehitys; lainsäädäntö ja alalla noudatettavat käytännöt eivät saisi pääosiltaan vanhentua teknologioiden kehittyessä, vaan niiden tulisi ennemminkin toimia kehikkona turvalliselle autonomiselle meriliikenteelle.

Tämän luvun alkupuolella todettiin autonomisen meriliikenteen kehittyvän samaan aikaan useassa eri tasossa. Voidaankin olettaa, että autonominen meriliikenne muuttuu osaksi arkitodellisuutta viimeistään siinä vaiheessa, kun kehitys kullakin osa-alueella on edennyt riittävän pitkälle. Pelkät teknologiset innovaatiot yksinään eivät riitä, vaan tässä työssä kuvatulla tavalla myös sosiaalinen, sääntelyllinen ja taloudellinen kehitys on saatettava pisteeseen, jossa edellytykset toimivalle ja turvalliselle autonomiselle meriliikenteelle ovat olemassa.

## Lähteet

ABB Oy Marine and Ports verkkosivusto. Viitattu 31.1.2020.  
<https://new.abb.com/marine-ports>.

Ahvenjärvi, S. 2016. The human element and autonomous ships. TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 10. Viitattu 2.4.2020.  
[http://www.transnav.eu/Article The Human Element and Autonomous Ahvenj%C3%A4rvi,39,675.html](http://www.transnav.eu/Article%20The%20Human%20Element%20and%20Autonomous%20Ships%20-%20Ahvenjarvi%2C%2039%2C675.html)

Bertel, S-M. 2019. Tekoälystä ja etiikasta. En ole moraalifilosofi, mutta voin vilkaista. Elinkeinoelämän keskusliitto. Ajassa uutiset 12.12.2019. Viitattu 20.1.2020.  
<https://ek.fi/ajankohtaista/uutiset/2019/12/12/bertell-bloggaa-tekoalysta-ja-etiiikasta-en-ole-moraalifilosofi-mutta-voin-vilkaista/>

Carey, L. (2017). All hands off deck? The legal barriers to autonomous ships. Viitattu 4.4.2020. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3025882](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3025882)

Chwedczuk, M. 2016. Analysis of the Legal Status of Unmanned Commercial Vessels in U.S. Admiralty and Maritime Law. Journal of Maritime Law & Commerce 47, 123–169.

COM(2018) 237 final, 2018. European Commission: Artificial Intelligence for Europe. Viitattu 1.3.2020. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/EN/COM-2018-237-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>

Commission Staff Working Document SWD(2018) 137 final, 2018. European Commission: Liability for Emerging Digital Technologies. Viitattu 15.2.2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A52018SC0137>.

Daum, O., Stellpflug, T. 2017. The implications of international law on unmanned merchant vessels. Journal of International Maritime Law 23, 363–374.

Eskola, J., Suoranta, J 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.

Hallituksen julkaisusarja 10/2015, 29.5.2015. Pääministeri Juha Sipilän hallituksen strateginen ohjelma. Ratkaisujen Suomi. Viitattu 15.12.2019.  
<https://valtioneuvosto.fi>.

Havu, K., Roslin, W. 2019. Tekoäly ja vahingonkorvausvastuu media ja viestintäalalla. teoreettisia lähtökohtia ja valikoituja havaintoja. Lakimies 7–8, 896–927.

HE 225/2018 vp. Hallituksen esitys eduskunnalle luotsauslain muuttamisesta. Viitattu 12.12.2019. <https://www.finlex.fi>, esitykset.

Hemmo, M. 2005. Vahingonkorvausoikeus. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

IMO 2017. NCSR 5/INF.15: Guidelines on standarsized modes of operation, S-Mode. Viitattu 1.4.2020.  
<http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Documents/enavigation/SIP.pdf>.

Iltanen, J. 2020. Mahdollisuuksia autonomisen Älyförin kehittämiseksi selvitetään helmikuussa – "Sellaisia ei ole vielä olemassa". Julkaistu Turun Sanomat-verkkolehdessä 4.2.2020. Viitattu 27.3.2020.

<https://www.ts.fi/uutiset/paikalliset/4850265/Mahdollisuuksia+autonomisen+lyforin+kehittamiseksi+selvitetaan+helmikuussa++Sellaisia+ei+ole+viela+olemassa>

Independent High-Level Expert Group on Artificial Intelligence Set Up by The European Commission: Ethics Guidelines for Trustworthy AI. Julkaistu 8.4.2019. Viitattu 4.12.2019. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

International Maritime Organisation 2017. Strategig plan for the organisation for the six-year period 2018 to 2023. Julkaistu 6.12.2017. Viitattu 15.3.2020.

<http://www.imo.org/en/About/strategy/Documents/A%2030-RES.1110.pdf>

Jalonen, R., Tuominen, R., & Wahlström, M. 2016. Remote and autonomous ships—the next steps: Safety and security in autonomous shipping—challenges for research and development. Rolls-Royce, Buckingham Gate, London: The Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA), 56-73. Viitattu 18.11.2019.

<https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>

Kirk, J., Miller, M. 1986. Reliability and Validity in Qualitative Research. Sage Publications, inc.

Komianos, A. 2018. The Autonomous Shipping Era. Operational, Regulatory, and Quality Challenges. TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 12. Viitattu 4.4.2020.

[https://www.researchgate.net/publication/326238761\\_The\\_Autonomous\\_Shipping\\_Era\\_Operational\\_Regulatory\\_and\\_Quality\\_Challenges](https://www.researchgate.net/publication/326238761_The_Autonomous_Shipping_Era_Operational_Regulatory_and_Quality_Challenges)

Kurki, V. 2018. Voiko tekoäly olla oikeussubjekti? Lakimies 7–8, 820–839. Viitattu 4.2.2020. <https://www.edilex.fi/>

Liikenne- ja viestintäministeriö 2017. Liikenteen automaation ja robotiikan kehittämistoimenpiteiden tiekartta 2017–2019. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 10/2017. Viitattu 14.3.2020.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79868/10-2017%20Liikenteen%20automaation%20ja%20robotiikan%20kehittamistoimenpiteiden%20tiekartta%202017-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Liikenne- ja viestintävirasto 2019. Meriliikenteen automaation kehitys. Merenkulun automaation ja digitalisaation tutkimusohjelma. Traficom julkaisuja 122/2019 Viitattu 29.3.2020.

[https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Meriliikenteen\\_automaaion\\_kehitys\\_Traficom\\_julkaisuja\\_122\\_2019.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Meriliikenteen_automaaion_kehitys_Traficom_julkaisuja_122_2019.pdf)

Lindroos, J., Lohivesi, K. 2010. Strategiatyökaluja. Onnistu strategiassa. Helsinki: Talentum Media Oy. E-kirja. Viitattu 1.4.2020. [https://luc.finna.fi/lapinamk/,Talentum\\_verkkokirjahylly](https://luc.finna.fi/lapinamk/,Talentum_verkkokirjahylly)

L 5/2019. Laki luotsauslain muuttamisesta.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190051> .

L 940/2003. Luotsauslaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030940>

L 674/1994. Merilaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940674> .

L 694/1990. Tuotevastuulaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1990/19900694> .

L 20/1977 Yleissopimus kansainvälisistä säännöistä yhteentörmäämisen ehkäisemiseksi merellä 1972 (GOLREC). <https://www.finlex.fi> , sopimukset.

L 50/1996 Yhdistyneiden kansakuntien merioikeusyleisopimus 1982 (UNCLOS). <https://www.finlex.fi> , sopimukset.

Laki ihmishengen turvallisuudesta merellä 1974 (SOLAS). <https://www.finlex.fi> , sopimukset.

L 23/1999 Kansainvälisen merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskevan vuoden 1978 yleissopimuksen liitteeseen tehtyjen muutosten sekä merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskevan säännösten voimaansaattamisesta 1978 (STCW). <https://www.finlex.fi> , sopimukset.

Luotsiliitto ry:n lausunto luotsauslain muuttamisesta 2018, Julkaistu valtion lausuntopalvelusovelluksessa 19.3.2018. Viitattu 11.11.2019. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=ee278e9f-7514-44ff-a8a4-649839307788>

Maritime Safety Committee (MSC) 2018. MASS 100th session, 3-7. December 2018. Viitattu 20.11.2019. <http://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/MSC/Pages/MSC-100th-session.aspx>

MUNIN 2016. The Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks. Viitattu 5.2.2020. MUNIN -hankkeen verkkosivusto: <http://www.unmanned-ship.org/munin/>

Niiranen, E. 2018. Tekoälyn etiikka – keinoäly hyvä vai paha. Uutinen Turun Sanomat –verkkolehdeissä 30.10.2018. Viitattu 13.11.2019. <https://www.ts.fi/mielipiteet/aliot/4136450/Puheenvuoro+Tekoalyn+etiikka++keinoaly+hyva+vai+paha>

Onnettomuustutkintakeskus 2004. Tutkintaselostus. Väsymyksen syyt ja yleisyys komentosiltatyöskentelyssä S3/2004M. Viitattu 18.3.2020. <https://turvallisuustutkinta.fi/fi/index/tutkintaselostukset/vesiliikenneonnettomuuksientutkin-ta/tutkintaselostuksetvuosittain/vesiliikenne2004/s32004mvasymyksensyytjajyleisyyskomentosiltatyoskentelyssa.html>

Porathe, T., Brödje, A. 2015. Human Factor Aspects in Sea Traffic Management. In Bertram, Volker [Eds.] 14th Conference on Computer and IT Applications in the Maritime Industries - COMPIT'15, 306-317. Technische Universität Hamburg-Harburg. Viitattu 2.4.2020. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/294074/2015%2bPorathe%2bBrodje%2bCOMPIT%2bFINAL%2b.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

P8\_TA(2017)0051, 2017. 6. European Parliament. Civil Law Rules on Robotics. Viitattu 18.2.2019. [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_EN.html)

Pyörälä, E. 2002. Mitä ja millaista on laadullinen tutkimus? Osa kokonaisuudessa Kvalitatiivisen tutkimuksen perusteista. Johdantoa luentosarjaan. Laadulliset tutkimusmenetelmät yhteiskuntatieteissä -luentosarja. Helsinki: Helsingin yliopisto. Viitattu 2.4.2020. <http://www.valt.helsinki.fi/yleoep/kvali/kvali1.htm> .

Rolls Royce 2016. Autonomous ships. The next step. Viitattu 16.10.2019. <file:///Downloads/autonomous-ships-the-next-step-rolls-royce.pdf>

<https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>

Routio, P.. Tutkimuksen rajaaminen. Tuotetiede. Taideteollisen korkeakoulun virtuaaliyliopisto. Viitattu 2.4.2020.

[http://www2.uiah.fi/virtu/materiaalit/tuotetiede/html\\_files/132\\_empiir.html](http://www2.uiah.fi/virtu/materiaalit/tuotetiede/html_files/132_empiir.html) .

Saaranen-Kauppinen, A., Puusniekka, A. 2006. Aineiston käsittely ja alkutoimenpiteet. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 2.4.2020.

[https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7\\_1.html](https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_1.html) .

Saukkonen, P. 2006. Tutkielmanteon tukisivut. Aiheen valinta ja sen rajaaminen. Helsinki: Helsingin yliopiston yleisen valtio-opin laitos. Viitattu 2.4.2020.

<https://www.mv.helsinki.fi/home/jmykkane/tutkielma/index.html> .

Tuomi, J., Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Van Hooydonk, E. 2014. The law of unmanned merchant shipping. An exploration. The Journal of International Maritime Law 20, 403–423. Viitattu 1.11.2019.

<https://www.edilex.fi/>

Viljanen, M. 2017. Algoritmien haaste – Uuteen aineelliseen oikeuteen? Lakimies 7–8, 1070–1087. Viitattu 18.1.2020. <https://www.edilex.fi/>

Viljanen, M. 2018. Robotteja vakuuttamassa. Autonomiset alukset esimerkkinä. Lakimies 7–8, 954–974. Viitattu 18.1.2020. <https://www.edilex.fi/> .

Wetterstein, P. 2019. Redaransvaret och autonom sjöfart – några synpunkter. JFT 1, 24–41. Viitattu 12.11.2019. <https://www.edilex.fi/>

Wetterstein, P. 2004. Redarens miljöskadeansvar. Turku: Åbo Akademis Förlag. Viitattu 12.11.2019. <https://www.edilex.fi/>

Yara and Kongsberg 2017. YARA and KONSBERG enter into partnership to build world first autonomous and zero emissions ship. Julkaistu Kongsberg Maritime-verkkosivustolla 8.5.2017. Viitattu 30.10.2019.

<https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2017/yara-and-kongsberg-enter-into-partnership-to-build-worlds-first-autonomous-and/>



ÄlyVESI 2017. Älykäs kaupunkivesiliikenne. ÄlyVESI-hankkeen verkkosivusto. Viitattu 16.2.2010. <https://www.aboamare.fi/%C3%84lyVESI-Tulokset>