



TALLINNA TEHNICAÜLIKOOL
EESTI MEREAKADEEMIA
Merenduskeskus

Andres Laasma

Autonoomsete laevade kasutamisevõimalused reisijateveol
Eesti kohalikus rannasõidus

Magistritöö

Juhendaja: Dotsent, Anatoli Alop

Tallinn 2020

Olen koostanud töö iseseisvalt.

Töö koostamisel kasutatud kõikidele teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele on viidatud.

Andres Laasma

Allkirjastatud digitaalselt

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 183115VAAM

Üliõpilase e-posti aadress: andres.laasma@veeteed.com

Juhendaja Dotsent, Anatoli Alop:

Töö vastab lõputööle esitatud nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: /tiitel, ees- ja perekonnanimi/

Lubatud kaitsmisele

.....

(ametikoht, nimi, allkiri, kuupäev)

Sisukord

LÜHENDID	5
TABELITE LOETELU	7
Jooniste loetelu	8
Annotatsioon.....	9
Sissejuhatus	11
1 Autonoomsuse mõiste ja olemus	14
1.1 Autonoomne laev õigusruumis	16
1.1.1 Rahvusvaheline konventsioon inimeste ohutusest merel (SOLAS)	18
1.1.2 Rahvusvaheline ohutu juhtimise koodeks (ISM).....	19
1.1.3 Direktiiv 336/2006/EÜ	19
1.1.4 Rahvusvaheline laevade ja sadamarajatiste turvalisuse koodeks (ISPS)..	19
1.1.5 Rahvusvaheline laevakokkupõrgete vältimise eeskiri (COLREGs).....	20
1.1.6 Rahvusvahelise laevade põhjustatava merereostuse vältimise konventsioon (MARPOL).....	20
1.1.7 Meremeeste väljaõppe, diplomeerimise ja vahiteenistuse aluste rahvusvahelise konventsioon (STCW)	21
1.1.8 Rahvusvahelise Tööorganisatsiooni meretöö konventsioon (MLC)	21
1.1.9 Rahvusvaheline mereotsingute ja -pääste konventsioon (SAR).....	22
1.1.10 Direktiiv 2009/45/EU	22
1.2 Autonoomne laev majandusruumis	22
1.2.1 Ohutuse majanduslik mõõde	23
1.2.2 Majanduslike riskide kindlustamine.....	26
2 Uurimismeetodid ja analüüs	28
2.1 Tehniline valmisolek.....	28
2.1.1 Projekt MUNIN	30
2.1.2 Projekt AAWA	32
2.1.3 Automaatse sildumise süsteem MoorMaster.....	34
2.1.4 Jõuseadmed ja sõusüsteemid	34
2.1.5 Lasti käitamine. Reisijate liikumine ja monitooring	36
2.2 Õiguslik valmisolek	39
2.2.1 Reisilaeva ohutuse tunnistus.....	41
2.2.2 Ohutu mehitatuse tunnistus	44

2.2.3	Meresõiduohutuse korraldamise tunnistus	46
2.3	Psühholoogiline valmisolek.....	47
2.3.1	Uuringu tulemused	48
2.4	Ettevõtja valmisolek	54
3	Valmisoleku tagamine	60
3.1	Majanduslik valmisolek.....	62
3.2	Tehniline valmisolek.....	62
3.3	Õiguslik valmisolek.....	67
3.4	Psühholoogiline valmisolek.....	69
	Kokkuvõte	71
	Summary.....	74
	Viidatud allikad	77

LÜHENDID

AAWA	Autonoomsete veeliiklussüsteemide initsiatiiv (ingl Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative)
AEMC	Autonoomne jõuseadmete automaatse käitamise süsteem (ingl Autonomous Engine and Monitoring Control system) ANS Autonoomne navigatsioonisüsteem. (ingl Autonomous Navigation System)
AIS	Laeva automaatse identifitseerimise süsteem (ingl Automatic Identification System)
ASM	Andurite ja telemeetriamoodul (ingl Advanced Sensor Module)
BIMCO	Balti ja Rahvusvaheline Merendusnõukogu (ingl The Baltic and International Maritime Council, varasema nimega The Baltic and International Maritime Conference)
COLREGs	Rahvusvaheline laevakokkupõrgete vältimise eeskiri (ingl Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972)
DIMECC	Digitaliseerimise-, interneti- ja materjali-inseneeria ühisloome (ingl Digital, Internet, Materials & Engineering Co-Creation)
EÜ	Euroopa Ühendus
GT	Kogumahutavus (ingl Gross Tonnage)
ILO	Rahvusvaheline Tööorganisatsioon (ingl International Labour Organization)
IMO	Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (ingl International Maritime Organization)
ISM Code	Rahvusvaheline ohutu juhtimise koodeks (ingl International Safety Management Code)
ISPS Code	Rahvusvaheline laevade ja sadamarajatiste turvalisuse koodeks (ingl International Ships and Ports Security Code)
LOA	Laeva üldpikkus (ingl Length overall)
MARPOL	Rahvusvahelise laevade põhjustatava merereostuse vältimise konventsioon (ingl International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)
MASS	Autonoomne merepinnal liikuv laev (ingl Maritime Autonomous Surface Ships)

MLC	Rahvusvahelise Tööorganisatsiooni meretöö konventsioon (ingl Maritime Labor Convention-2006)
MSC	IMO mereturvalisuse komitee (ingl Maritime Safety Commity)
MSOS	Meresõidu ohutuse seadus
MUNIN	Mehitamata laevade navigatsioon läbi intelligentsete võrkude (ingl Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks)
MSOS	Meresõiduohutuse seadus.
NTSB	USA Rahvuslik Transpordi Ohutuskeskuse (ingl National Transportation Safety Board)
OMT	Ohutu mehitatuse tunnistus
RMSS	Distantjuhtimise abisüsteem (ingl Remote Manoeuvring Support System)
SAR	Rahvusvaheline mereotsingute ja -pääste 1979. aasta konventsioon (ingl Search and Rescue)
SCC	Kalda juhtimiskeskus (ingl Shore Control Centre)
SCCO	Kalda juhtimiskeskuse operaator (ingl Shore Control Centre Operator,)
SCCE	Kalda juhtimiskeskuse insener (ingl Shore Control Centre Engineer)
SCCSRT	Kalda juhtimiskeskuse situatsioonijuhtimis meeskond (ingl Shore Control Centre Situation Room Team)
SMC	Meresõiduohutuse korraldamise tunnistus (ingl Safety Management Certificate)
SOLAS	Rahvusvaheline konventsioon inimeste ohutusest merel (ingl International Convention for Safety of Life at Sea,1974)
STCW	Meremeeste väljaõppe, diplomeerimise ja vahiteenistuse aluste rahvusvahelise konventsioon 1978 (ingl International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers)
SVAN	Ohutumad laevad autonoomse navigatsiooniga (ingl Safer Vessel with Autonomous Navigation)
TEKES	Soome tehnoloogia ja innovatsiooni finantseerimis agentuur (ingl Finnish Funding Agency for Technology and Innovation)
UNCLOS	Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni mereõiguse konventsioon (ingl The United Nation Convention on the Law of the Sea)
VTS	Laevaliikluse juhtimiskeskus (ingl Vessel Traffic Service)

TABELITE LOETELU

Tabel 1. Laeva autonoomsustasemete kirjeldus vastavalt Lloyds Register of Shipping	14
Tabel 2. Laeva autonoomsustaseme kirjeldus vastavalt IMO-le	15
Tabel 3. Laevanduse õigusraamistik	40
Tabel 4. Määruse nr. 30 nõuetest tulenev otsene seos mehitamisega.....	43
Tabel 5. Autonoomsuse tasemete korrelatsioon.....	51
Tabel 6. Mõjufaktorite kaalud	63
Tabel 7. Laevaliinide hindamine autonoomse laeva kasutuse võimalikkusest	64

Jooniste loetelu

Joonis 1. Kahe võtmeteguri eristumine laevade autonoomsuses.....	16
Joonis 2. Autonoomse vs konventsionaalse laeva võrdlus õnnetusjuhtumite toimumise tõenäosuses.	25
Joonis 3. Autonoomse laevanduse areng Gartner hype Cycle teoorias.....	29
Joonis 4. Projekt MUNIN protsesside voodiagramm.....	31
Joonis 5. ML Falco sildumine 2018.....	33
Joonis 6. Konteinerlaev Yara Birkeland.....	35
Joonis 7. Viking Automatic Gangway.....	38
Joonis 8. Vastajate sooline jaotus.....	49
Joonis 9. Jaotus vanusegruppide vahel.....	49
Joonis 10. Reisimise tihedus.....	50
Joonis 11. Autonoomsuse tase.....	51
Joonis 12. Suure intensiivsusega reisijate hoiakud.....	52
Joonis 13. Seos vastanute arvu, reisitiheduse ja hoiakute vahel.....	52
Joonis 14. Vanusegruppide hoiakud.....	53
Joonis 15. Autonoomse laevanduse ajajoon.....	61
Joonis 16. Baltic Workboat AS poolt ehitatud Ferry Road 100 tüüpi laev.....	67

Annotatsioon

Autonoomne laevandus on muutunud olemasolevas merendusalas esiteks iga päevaga üha olulisemaks ja saanud teemaks pea kõikidel valdkonnaga seotud teemakäsitlustel. Nii Rahvusvaheline Mereorganisatsioon IMO, kui rahvusvahelised klassiühingud on alustanud valdkonna tehniliste standardite ja õigusraamistiku kujundamist autonoomse laevanduse kontseptsiooni konkretiseerimiseks. Käesoleva magistritöö ülesandeks oli hinnata autonoomsete laevade rakendamise võimalust kitsalt piiritletud Eesti rannasõidu reisilaevanduse kontekstis. Töös uuriti nelja erinevat autonoomsuse rakendamiseks vajalikku aspekti nagu tehniline, õiguslik, psühholoogiline ja ettevõtjate majanduslik valmisolek. Tehnilise valmisoleku hindamisel tugineti olemasolevate uuringute ja arendusprojektide analüüsile. Õigusliku valmisoleku hindamisel võrreldi valdkonnas avaldatud uurimusi, analüüse ja riikide poolt tellitud ülevaateid. Reisijate psühholoogilise valmisoleku selgitamiseks viidi läbi küsitlus ja ettevõtjate majandusliku valmisoleku väljaselgitamiseks ekspertintervjuud valdkonna arvamusiidritega. Uurimustöö tulemusena selgus, et autonoomseks laeva käitamiseks on välja arendatud ja praktikas katsetatud vajalikud juhtimissüsteemid. Samuti toetavad autonoomsuse saavutamist sildumis- ja laadimissüsteemid. Kuna hetkel puuduvad autonoomset laevakäitamist võimaldavad pääste- ja evakuatsioonilahendused on tehniline valmisolek üksnes sellisel autonoomsuse tasemel kus pardal viibivad vastava väljaõppega meeskonnaliikmed. Õiguslikuks valmisolekuks vajalike üldtunnustatud regulatsioonide loomise areng on alles algusjärgus ja nii IMO, kui klassiorganisatsioonid on alles alustanud tehniliste tingimuste, kui õiguslike regulatsioonide raamistiku väljatöötamist. Samas riigisisese rannasõidulaevanduse korraldamises on lipuriikidel küllaldaselt lai diskretsiooniõigus rahvusvahelise õigusaktide kohaldamisel, mistõttu on soovi korral võimalik leida ajaliselt kiiremad lahendused. Reisijate psühholoogiline valmisolek on Eesti laevareisija puhul mõõdukalt optimistlik, mistõttu tuleb valdkonnas minna edasi etapiviisilise tegevusega. Kinnitust leidis püstitatud hüpotees, et psühholoogiline valmisolek on pigem aja küsimus ja sõltub sellesuunalistest üldistest transpordisektori arengutest.

Majandusliku valmisoleku analüüsi tulemusel selgus, et innovatsiooni autonoomse laevanduse arenguks kutsuvad esile erinevad välised tegurid, küll aga ei suuna seda esimeses astmes majanduslik konkurents. Ehkki tööturu olukord ja demograafilised

muudatused võiksid anda arenguteks tõuke, ei ole nende mõju tänaste ettevõtjate hinnangul piisav oluliste esimeste sammude astumiseks. Valdkonna uudsus ja raskesti hoomatav investeringute suurus ei võimalda ettevõtjatel praktilisi stsenaariumeid koostada. Muutused selles valdkonnas tuleks esile kutsuda lipuriigi valitsuse, mereadministratsiooni, teadusasutuste ja ettevõtjate koordineeritud koostöös. Oluline on esmalt kujundada valdkonna arengu poliitilised suunad, seejärel koostada konkreetsemad tegevuskavad. Innovatsiooni tõuke autonoomse laevanduse arenguks annaksid riigi kehtestatud keskkonna-, ja majanduspoliitikaga kooskõlas kehtestatud vastavad turureglid avalikul liiniveol.

Märksõnad: autonoomne laevandus, reisijate psühholoogiline valmisolek, merenduse õigusruum.

Sissejuhatus

Maailma laevandus on teelahkmel ja üheks olulisemaks teemaks valdkonna arengus on autonoomsete, või distantsilt juhitavate laevade arendus. Karmistuvad keskkonnanõuded ja konkurentsitingimused sunnivad laevaomanikke leidma uusi võimalusi kuluefektiivsemaks majandamiseks. Arenenud maailmas üha kõrgenevad tööjõukulud ja ka näiteks Eesti valitsuserakondade migratsioonipoliitikat karmistav retoorika, sunnib valdkonnas tegutsejaid suunama arengu fookuse olulisele tööjõukulude kokkuhoiule. Samas inimeste soov suurenevale liikumisvabadusele tingib vajaduse tänasest veelgi laiematele võimalustele transpordivajaduse rahuldamiseks. Tänapäevane tehnika- ja teaduse areng loob üha suuremad võimalused uuemate laevade käitamise- ning juhtimismeetodite kasutuselevõtuks eesmärgiga vähendada inimese sekkumist, või lõpetada see sootuks. Eestis tegutsevad ettevõtjad peavad rahvastiku vananemisest tuleneva tööjõuturu ahenemise ja globaalse konkurentsi karmistumise tingimustes suunama arengufookuse eelkõige kaasaegsete lahenduste kasutuselevõtuks, mis ainsana konkurentsieelise tagaks.

Autonoomsete laevade arenduseks on algatatud erinevaid arendusprojekte nagu MUNIN, ReVolt, Yara Birkeland ja AAWA, milledest osadega on jõutud juba rakendusfaasi. (Ahvenjärvi, 2016,518) Lisaks juhtimistehnoloogiate arengule toetab ka laienev elektrienergia kasutuselevõtt peamise energiaallikana rannikulähedastel aladel laevade mehitanise minimeerimist. Kliimaeesmärkide elluviimisest tulenevad muutused energiakandjate maksustamisel nõuab sisuliselt kogu Eesti transpordisektoris energia kasutamise meetodite ülevaatamist. (Keskkonnaministeerium, 2016) On üsna kindel, et Eesti rannasõidulaevastik mis täna kasutab primaarenergia allikana fossiilseid kütuseid, tuleb lähimas tulevikus üle viia alternatiivsetele kütuseliikidele olgu selleks siis maagaas või elektrienergia. Viimase variandi kasutamine toetab märkimisväärselt ka autonoomsete laevade kasutuselevõttu, kuna elektrienergiat peamise energiaallikana kasutades sisaldab laeva käitamissüsteem oluliselt vähem liikuvaid osi, mille hooldus- ja käitamisevajadus inimese pidevat kohalolu eeldaks.

Suurimaks väljakutseks transpordivahendite käitamisel on alati ohutus ja turvalisus. Viimased ei ole aga tihtipeale kooskõlas suundumisega vähendada inimese rolli liiklusvahendite käitamisel ja seda eriti eriolukordades. Samas toimunud õnnetuste

statistika kohaselt on kogu maailmas ligi 80% laevaõnnetuste põhjuseks inimlik eksimus ja juhtimise automatiseerimine võib vastupidiselt üldisele arvamusele turvalisust suurendada. (Golden & Weisbrod, 2016, 20) Inimese psühholoogiale võib olla raske, või koguni võimatu nõustuda oma ohutust ja turvalisust üle andma inimese asemel masinale. Eriti seda juhul, kui liikumine toimub eemal maismaalt ja karmides ilmastikuoludes. Seega võimalik inimekäitumise teadvustamine ja vajadusel ümberkujundamine on autonoomsete reisilaevade kasutuselevõtu üks eeltingimusi. Lisaks eelnevale on oluline kohandada ümber kogu rahvusvaheline ja kohalik õiguslik raamistik mis merendust reguleerib. Tänapäeva valdkonna regulatsioonide kohaselt on laev mehitatud transpordivahend ja õigussüsteemi hetkeseisund nii ulatuslikku paradigmaatilist muutust nagu mehitatuse kaotamine kergelt ei võimalda. Siiski on valdkonnas tehtud juba rida samme nii spetsiaalsete merealade loomisel kui Rahvusvahelise mereorganisatsiooni IMO poolsete eesmärkide seadmisel valdkonna regulatsioone muuta. (IMO, 2018)

Käesoleva magistr töö hüpoteesiks on väide, et tehniline valmisolek autonoomsete laevade kasutamiseks on piiratud kujul olemas, reisijate psühholoogiline valmisolek kujuneb lühiajalise praktikaga, operaatorite majanduslik valmisolek tuleneb välistest surveteguritest nagu konkurents ja tööjõuturg ning kriitilisim on õigusruumistiku arengu aeglane kohandumine.

Käesoleva töö eesmärgiks on analüüsida eeldusi ja tingimusi mis võimaldaksid autonoomsete reisilaevade kasutuselevõtu Eesti rannasõidus. Uuritavaks valdkondadeks on:

1. Autonoomsete laevade käimasolevad arendusprotsessid ja tehniline valmisolek.
2. Rahvusvaheline ja kohalik õigusraamistik ning vajalikud muutused.
3. Reisijate psühholoogiline häälestatus ja valmisolek kaugjuhitavate või täielikult autonoomsete laevadega reisimiseks.
4. Laevaoperaatorite majanduslik valmisolek ja võimalike riskide hindamine.

Töö koosneb kolmest osast, milles esimeses antakse ülevaade laevade autonoomsuse nii tehnilistest, kui valdkonna õigusruumi teoreetilistest alustest. Lisaks olulistest ohutuse, turvalisuse ja vastutuse printsiipidest meretranspordi korraldamisel. Teises osas antakse ülevaade uuritavas valdkonnas toimunud uuringutest ja arengutest. Käsitletakse

kasutatavat uurimisstrateegiat reisijate valmisoleku tuvastamiseks, õiguskeskkonna analüüsimise meetodit ja tehnilisi-infrastruktuurseid arengusuundi autonoomse juhtimise saavutamiseks. Kolmandas osas esitatakse vajalikud initsiatiivid ja üldised eeldused autonoomsete laevade kasutamiseks reisijate veol.

1 Autonoomsuse mõiste ja olemus

Käesoleva töö eesmärgi saavutamiseks on oluline sisustada laeva autonoomsuse mõiste. Varasema praktika kohaselt on merenduses laeva autonoomsuse all peetud silmas laeva ajalist või distantsilist võimet opereerida ilma kõrvalise abi ja varude täiendamiseta. Uue lähenemisena on laeva autonoomsuse all hakatud silmas pidama laeva võimet opereerida piiratud või täiesti puuduva inimese sekkumisega. Erinevad valdkonna arendusorganisatsioonid kirjeldavad autonoomset laeva ja nende funktsiooni mõneti erinevalt. Esimesena kirjeldas laeva autonoomsuse olemuse ja liigituse 2017. aastal rahvusvaheline klassifikatsiooniühing Lloyd's Register of Shipping (UK), sätestades 7 autonoomsuse taset AL0 kuni AL6 . (Lloyd's Register, 2017) (vt. Tabel 1)

Tabel 1. Laeva autonoomsustasemetel kirjeldus vastavalt Lloyds Register of Shipping määratlusele

Autonoomsuse tase		Kirjeldus
AL0	Autonoomsed funktsioonid puuduvad.	Kõik tegevused ja otsused tehakse ainult kohapeal operaatori poolt ja kontrolliga.
AL1	Kohapealne otsustusabi.	Tegevused teostab kohapeal operaator pardal asuvaid tehnilisi otsustusabivahendeid kaasates.
AL2	Kohapealne ja distantsilt antav otsustusabi.	Tegevused teostab kohapeal operaator nii pardal, kui distantsil asuvaid tehnilisi otsustusabivahendeid kaasates.
AL3	Aktiivne operaator.	Tegevused ja otsused tehakse operaatori poolt. Juhtimisinformatsioon ja käsuandmed süsteemidele edastatakse kas pardal asuvatest, või distantsil asuvatest välistest süsteemidest.
AL4	Kaasatud kontrolliv operaator	Tegevused ja otsused tehakse autonoomselt operaatori kontrolli all.
AL5	Autonoomne perioodilise kontrolliga.	Tegevused ja otsused teostatakse autonoomselt süsteemi poolt. Perioodiliselt kontrollitakse funktsioneerimist.
AL6	Täisautonoomne.	Tegevused ja otsused teostatakse autonoomselt süsteemi poolt. Operaatori poolne kontroll ja sekkumine puudub.

Allikas: (Lloyd's Register, 2017)

Tabel 1 lähtuvalt saab tasemeid AL0 kuni AL2 käsitleda kui praegu meredel opereerivaid laevu mis eeldab aluste täielikku mehitatust. Alates tasemest AL3 saab süsteeme käsitleda

sedavõrd autonoomsena, et operatsioonide teostamine on võimalik osalise mehitatuse või täielikult mehitamata laevadega.

Lähtudes tehnoloogia arengust ja vajadusest sätestada merenduses rahvusvahelised standardid on IMO esiteks määratlenud veepealse autonoomse laeva kui tehnoloogilise koosluse nimetusega MASS (ingl Maritime Autonomous Surface Ships). Teiseks on IMO üks juhtivatest komiteedest nagu mereohutuse komitee (ingl Maritime Safety Committee, edaspidi MSC) oma 99. istungjärgul määratlenud neli erinevat laevade automatiseerituse/autonoomsuse taset, millest edaspidi peaks valdkonna käsitlemisel lähtuma. (vt. Tabel 2)

Tabel 2. Laeva autonoomsustaseme kirjeldus vastavalt IMO-le

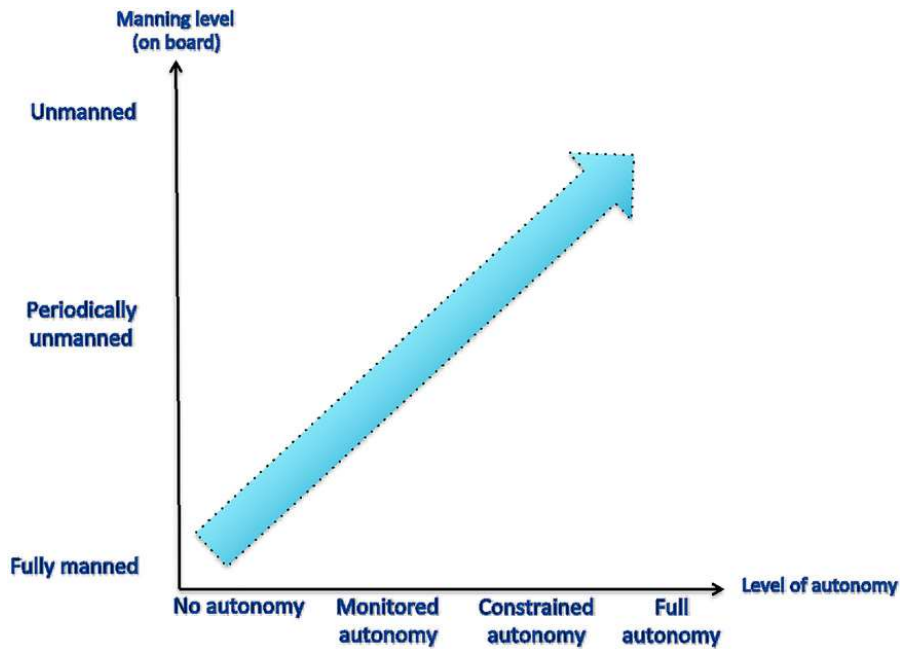
Tase 1	Automaatika ja otsustusabi süsteemidega varustatud laev.	Meeskond on pardal. Süsteemid osaliselt automatiseeritud
Tase 2	Mehitatud, kuid distantsilt kontrollitud laev.	Laev on distantsjuhtimisega kuid meeskond asub pardal
Tase 3	Mehitamata distantsilt kontrollitud laev.	Laeva juhitakse distantsilt operaatorite poolt. Meeskonda pardal ei asu.
Tase 4	Täisautonoomne laev.	Laeva juhtimissüsteemid suudavad iseseisvalt laeva opereerida ja otsuseid vastu võtta.

Allikas:(IMO, 2018)

Mõlemat eelpool märgitud klassifikatsiooni silmas pidades võiks autonoomsed laevad liigitada kahte suurde kategooriasse milledeks on (Komianos, 2018):

- Distsantsjuhtimisega laevad, mille juhtimisotsused tehakse ja süsteeme juhitakse nt. kaldal asuvatest juhtimiskeskustest,
- Täisautonoomsed laevad, mille juhtimisotsused võtab juhtimissüsteem vastu ilma inimese sekkumiseta.

Tegelikkuses on absoluutne jagamine kasutu ja selguse huvides tuleks liigituste kontseptsiooni käsitleda erinevate autonoomsuste kombinatsioonina. Hea näitliku joonisena on Henrik Ringbom oma artiklis „Regulating Autonomous Ships—Concepts, Challenges and Precedents“ illustreerinud autonoomsuse kombinatsioone kaheteljelisena, kus horisontaalteljel käsitletakse autonoomsuse ja vertikaalteljel mehitatuse taset. (Ringbom, 2019, 144)



Joonis 1. Kahe võtmeteguri eristumine laevade autonoomsuses

Allikas: (H.Ringbom 2019, 144)

Joonis 1 lineaarsena kujutatud protsess on ülim lihtsustus ja tegelikud autonoomsuse ja mehitatuse kombinatsioonid varieeruvad suurel määral. Samas lihtsustatud esitus aitab kujundada valdkonna vajaliku õigusruumi raamistikku. (*Ibid 144*)

1.1 Autonoomne laev õigusruumis

Nii laeva, kui autonoomse laeva juriidilise määratluse seisukohalt on oluline mõista mis on laev ja kas mistahes autonoomsuse tasemel laev on üldse hetkel kehtivas õigusruumis laev. Käesoleva töö raames on seatud veelgi kitsendav faktor käsitledes laevana üht laevade alaliiki, ehk reisilaeva. Rahvusvahelise mereõiguse alusdokument „Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni mereõiguse konventsioon“ UNCLOS laeva kui sellise mõistet ei sätesta. Küll aga sätestab dokument peatükis 94 teatud lipuriigi kohustused kapteni osas, samuti peatükkides 97, 98 ja 211 vastavalt kapteni vastuse navigatsiooniohutuses, abi osutamises ja reostuse vältimises. (UN, 1982) Kõik see viitab laevale kui millelegi, mille tegevuse eest on otseselt vastutav kapten ja laevapere. Samas kategoorilisena ei sätestata otseselt meeskonna viibimise nõuet pardal.

Eesti merendusalas es õigusruumis sätetatakse laeva mõiste Meresõiduohutuse seaduse (edaspidi MSOS) §2 punktis 2) veesõidukina, mida kasutatakse majandustegevuseks, riigihaldusülesannete täitmiseks või kutsekoolituseks. Laevana käsitatakse ka üle 24-meetrise kogupikkusega veesõidukit, mida kasutatakse vaba aja veetmiseks. Käesoleva töö teemast tulenedes on oluline määratleda ka kohaliku rannasõidu mõiste, mis sama paragrahvi punkti 15) käsitluses tähendab meresõitu rannikulähedastes vetes kuni 20 meremiili kaugusel kaldast, kuid mitte väljaspool Eesti merealasi. MSOS otseselt meeskonna asukohana laeva kui füüsilist objekti ei säteta, küll aga sätetab laeva merekõlblikkuse ühe eeldusena mehitatuse, mis vastab ohutu meresõidu ja hea merepraktika nõuetele. Samuti sätetatakse laeva mehitatuse üldnõuded ja lipuriigi kohustus minimaalse mehitatuse tunnistuse väljastamiseks. (Meresõiduohutuse seadus, 2001) Laevapere mõiste, kapteni ja meeskonnaliikmete kohustusi ning muid erinevates olukordades tegutsemise aspekte sätetab küll hetkel kehtiv Kaubandusliku meresõidu koodeksi peatükk 3, kuid seal puudub kategooriline nõue meeskonna asumisest pardal kogu merereisi ajal. (Kaubandusliku meresõidu koodeks , 2016)

Merekõlblikkusele tervikuna ühtset definitsiooni ei ole kehtestatud, küll aga võiks selle jagada kolmeks erinevaks kõlblikkuse faktoriks milledeks on füüsiline/tehniline, dokumentaalne ja korrektse mehitatuse kõlblikkus(557161, 2014).

Laevapere miinimumkoosseisu määramisel käesoleva töö raames tuleb lähtuda majandus ja kommunikatsiooniministri 2005. aastal jõustunud määrusest nr.36 „Reisilaevade ning 20-se ja suurema kogumahutavusega laevade miinimumkoosseisu määramise nõuded“. Määruse järgi peab minimaalse laevapere koosseisu määramisel arvestama mitmete nõuetega mis on käesoleva töö teemat arvestades oluline tervikloeteluna välja tuua:

- 1) tagama navigatsiooni-, masina- ja raadiovahti kooskõlas Meremeeste väljaõppe, diplomeerimise ja vahiteenistuse aluste rahvusvahelise konventsiooni, 1978/1995 (STCW 1978/95) reegli VIII/2 nõuetega, teiste õigusaktidega ning tagama laeva ohutuse;
- 2) käitama laeva pea- ja abimasinaid, hoidma neid töökorras, et laev oleks võimeline ületama reisil ettetulevaid võimalikke ohte;
- 3) ohutult silduma ja kai äärest lahkuma;
- 4) vältima merekeskkonna kahjustamist;
- 5) rakendama ohutusmeetmeid kahjutule riski vähendamiseks ja hoidma puhtust laevaruumides;
- 6) tagama meditsiinilist hooldust laevas;

- 7) tagama lasti ohutuse reisil;
- 8) kontrollima ning hooldama laeva konstruktsioone ja seadmeid;
- 9) sulgema veekindlalt kõik avad ja hoidma avade sulgemiseks ettenähtud sulgurid ja seadmed töökorras ning täitma häireplaanist tulenevaid kohustusi;
- 10) käitama laeva tulekaitse- ja hädaolukorras ettenähtud seadmeid ning päästevahendeid, teostama nende nõuetekohast hooldust ja tagama laevas olevate isikute kogunemise kogunemispaikadesse ja evakuatsiooni.

11) tegutsema kooskõlas laeva turvalisuse plaaniga. (Reisilaevade...,2005)

Seega on lipuriigil minimaalse laevapere koosseisu määramisel juhtiv roll ja võimalus käsitleda kõiki kohustusi tulenevalt kohalikest oludest ja sõidurajoonist. Töö autori hinnangul eeldaks tingimusteta inimeste pardal asumist punkt 6), mis sätestab meditsiinilise hoolduse andmise kohustuse. Samas olenemata kellele meditsiinilist abi osutada on vaja, kas laevapere liikmetele või reisijatele, on teoreetiliselt võimalik kohustus täita rannasõidu rajoonis ka kaldal asuva kiire ujuvvahendiga varustatud esmaabi üksuse poolt. Piiratud kujul eeldab mehitatuse olemasolu ka punkt 10) mis sätestab isikute kogunemise tagamise kogunemispaikadesse. Kõikide muude funktsioonide täitmist on võimalik teostada distantisilt, või automatiseerida need tervikuna.

Järgmisena käsitletakse erinevaid olulisemaid rahvusvahelisi merendusala seadmeid konventsioone ja kokkuleppeid mille raames ka kohalik rannasõit toimub.

1.1.1 Rahvusvaheline konventsioon inimeste ohutusest merel (SOLAS)

Konventsiooni SOLAS võib lugeda olulisimaks laevade ohutust reguleerivaks rahvusvaheliseks konventsiooniks merenduses. Konventsiooni algversiooni loomise ajendiks oli reisilaeva Titanic hukk ja dokument sätestab laevade ehituse, varustatuse ja opereerimise miinimumnõuded. Konventsiooni põhiprintsiibiks on lipuriigi vastutus laevade regulatsioonide täitmise üle. (Kirchner, 2019) Konventsiooniga on liitunud 164 riiki kes esindavad ligi 99% kogu maailma laevastiku tonnaažist.

SOLAS ei sätesta laeva kui sellise definitsiooni, vaid eristab laevu vastavalt 1. peatüki regulatsioon nr. 3-le üksnes nende kasutusviisi ja suuruse järgi välistades samas sõja-, kala-, lõbusõidu-, purje- ja üldjuhul väiksemad kui 500GT kaubalaevad. Erandina

mõningad nõuded rakenduvad ka kaubalaevadele vahemikus 300-500GT. (IMO, 2019) Seega sõltumata laevapere suurusest või selle puudumisest peab iga rannasõitu teostav reisilaev järgima konventsiooni nõudeid. Tulenevalt 1. peatüki regulatsioonist nr. 14 on lipuriigil vastutus tagamaks, et laevad oleksid piisavalt ja efektiivselt mehitatud.

1.1.2 Rahvusvaheline ohutu juhtimise koodeks (ISM)

Rahvusvaheline Ohutu Juhtimise Koodeks (ingl International Safety Management Code-ISM Code) jõustus 1998. aastal ja muutus kõikidele reisilaevadele kohustuslikuks alates 1.juulist 2002.a. Koodeksi eesmärk on rahvusvahelise standardi loomine ohutu organisatsioonilise juhtimise korraldamiseks laevadega opereerimisel ja reostuse vältimisel.(IMO, 1989) Koodeksi fookus on protsesside kirjeldamisel ja ei sätesta oma sisus laevapere, kui sellise asumist laeval. Koodeksi alla kuuluvad selles mõttes ka osaliselt mehitatud või täiesti mehitamata laevad.

1.1.3 Direktiiv 336/2006/EÜ

Euroopa parlamendi ja Nõukogu direktiiv 336/2006/EÜ sätestab ühenduse sisesed rakendamise regulatsioonid eelmises punktis 1.1.2 kirjeldatud Ohutu Juhtimise Koodeksi kohaldumisest kõikidele kaubalaevadele kogumahutavusega 500GT ja rohkem ning kõikidele reisilaevadele mis teostavad kohalikku rannasõitu, või külastavad liikmesriigi sadamaid sõltumata lipust (EÜ 336/2006, 2006).

1.1.4 Rahvusvaheline laevade ja sadamarajatiste turvalisuse koodeks (ISPS)

SOLAS peatüki XI-2 alusel 2004. aastal jõustunud ISPS koodeks (ingl International Ship and Port Security Code – ISPS Code) kehtestab laevade ja sadamate turvarežiimi ja selle tagamise protseduurid. Koodeksi eesmärgiks on rahvusvaheliste terrorismiga seonduvate turvaintsidentide vältimine laevadel ja sadamates. Koodeksi mõistes on laev käsitletav potentsiaalse terrorirünnaku vahendina juhul kui laeva juhtimine võetakse kurjategijate poolt üle. Samuti on laevaga võimalik rahastada ja varustada terroristlike rühmitusi. Seega üldises mõistes rakenduvad koodeksi nõuded laevadele sõltumata mehitamise astmest. Mehitamata laeva puhul on töö autori esialgsel hinnangul võimalik tagada koodeksi nõuete täitmine suures osas kaldateenistuste poolt. Reederi kohustus on tagada protseduurid ja tegevused vältimaks kolmandate isikute pääsu ja viibimist laeval. (SOLAS XI-2 ISPS Code, 2004)

1.1.5 Rahvusvaheline laevakokkupõrgete vältimise eeskiri (COLREGs)

Rahvusvahelise laevakokkupõrgete vältimise eeskirjadega COLREG 72 (ingl Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972) on sätestatud laevade liikumise regulatsioon ja eeskirjad. Konventsioon asendab seni kehtinud reeglid, tuues merendusse separatsioonialade määratluse. (Kirchner, 2019) Konventsiooniga on liitunud 169 riiki kattes 99% kogu maailma laevanduse tonnaazist.

Regulatsioon annab ka laeva täpsema määratluse konventsiooni reeglina nr. 3, mis sätestab, et laev on mistahes veetranspordi eesmärgil kasutatav ujuvvahend s.h. veeväljasurveta, veealustel tiibadel ujuvvahend ja ka ujuvasendis vesilennuk. Konventsioon eristab laevu tulenevalt edasilükkava jõu allikast (mootorlaevad, purjelaevad) ja ka tegevusalast nagu näiteks kalalaevad, süvenduslaevad jne. Sõltumata laeva mehitamise või autonoomsuse astmest, peavad reisilaevad täitma COLREG eeskirju. Koodeks viitab laevaperetele üksnes seonduvalt vastutusest märkides reeglis nr. 2, et reeglid ei vabasta laeva, või selle reederit, kaptenit, või laevaperet vastutusest tagajärgede eest, mis tulenevad käesolevate reeglite täitmata jätmisest, või tavapärase merepraktika kohaselt või juhtumi eriasjaolude puhul nõutavate ettevaatusabinõude eiramisest. (IMO, 1972) Nimetatud punkt oma sisus eeldab, et ka mehitamata laevad võivad õiguslike subjektidena liikluses osaleda.

1.1.6 Rahvusvahelise laevade põhjustatava merereostuse vältimise konventsioon (MARPOL)

MARPOL 73/78, ehk Rahvusvaheline laevade põhjustatava merereostuse vältimise konventsioon (ingl International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) võeti vastu IMO poolt 1973. aastal. Tegemist on IMO ühe n-ö võtmetähtsusega konventsiooniga, mille nõudeid on ajas pidevalt täiendatud. Dokumendi regulatsioonide fookus on laevade poolt põhjustatava reostuse vältimine või minimeerimine ja seda nii igapäevases rutiinses tegevuses kui ka võimalike õnnetuste tingimustes. Laeva mõiste on konventsioonis sarnaselt teistele käesolevas töös kirjeldatud dokumentidele lai ja sätestatud artikli nr.2 lõikes (4) järgnevalt:

Laev on mistahes liiki alus, mis tegutseb merekeskkonnas, sealhulgas tiibur, hõljuk, sukeldusaparaat, allveelaev ja paikne või ujuvplatvorm (IMO, 1973).

Tulenevalt definitsioonist peavad nõudeid täitma kõik eelnimetatud laevad, sõltumata nende mehitatuse või autonoomsuse tasemest.

1.1.7 Meremeeste väljaõppe, diplomeerimise ja vahiteenistuse aluste rahvusvaheline konventsioon (STCW)

Meremeeste väljaõppe, diplomeerimise ja vahiteenistuse aluste rahvusvaheline konventsioon STCW 1978 (ingl International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers) võeti vastu 1978. aastal eesmärgiga kehtestada rahvusvahelised meremeeste väljaõppe, diplomeerimise ja vahiteenistuse reeglid. Konventsioon ei anna ühest laeva määratlust, küll aga sisaldab loetelu erinevatest laevatüüpidest nagu reisilaevad, tankerid jne. Autonoomse laevanduse seisukohast on oluline, et konventsioon kehtestab standardid ainult laevaperele, kes töötab laeva pardal. Distsantsilt laeva käitavatele kaldameeskonna liikmetele praegune regulatsioon sellises sõnastuses otseselt ei kohaldu. Samas annab regulatsioon lipuriigile õiguse laiendada nõudeid tulenevalt tehnika arengust ka näiteks isikutele kes juhivad laeva distantsilt Artiklis XI (1) järgnevalt: *Konventsioon ei takista administratsioonil säilitamast olemasolevaid või kasutusele võtta teisi õppe- ja ettevalmistuskorraldusi, sealhulgas neid, mis hõlmavad meresõidustaaži ja teenistuskorraldust laeval ning on kohaldatud tehnika uueningega, eriti laevade ja vedude liikidega tingimusel, et meresõidustaaži, teadmiste ja kvalifikatsiooni tase laeva navigatsioonilisel ja tehnilisel valdamisel ning lasti käsitlemisel tagavad meresõidu ohutuse ja reostuse vältimise, mis on vähemalt samaväärne konventsiooni nõuetega.* (Meremeeste ...,1978)

1.1.8 Rahvusvahelise Tööorganisatsiooni meretöö konventsioon (MLC)

MLC, ehk Rahvusvahelise Tööorganisatsiooni meretöö konventsioon (ingl Maritime Labor Convention 2006) sätestab reeglistiku alates värbamisest ja töötingimustest kuni meremeeste põhiõigusteni ja pardal asuvate puhkamisvõimalusteni. Konventsioon kohaldub kõikidele meremeestele kes töötavad kommertstegevusega tegelevatel laevadel. Seega võib järeldada, et mehitamata laevade puhul, kus pardal töötajaid pole, või juhtimistegevus toimub distantsilt, antud konventsiooni nõuded ei kohaldu. Samas jätab regulatsioon avatuks võimaluse määratleda meremehe definitsiooni laiemalt Artiklis II(3) sättega : „*Kui tekib kahtlus, kas mingisse kategooriasse kuuluvaid isikuid tuleb käesoleva konventsiooni tähenduses käsitada meremeestena, otsustab selle küsimuse iga liikme*

pädev asutus pärast konsulteerimist kõnealuse küsimusega seotud reederite ja meremeeste organisatsioonidega.“ (Rahvusvahelise Tööorganisatsiooni...,2006)

1.1.9 Rahvusvaheline mereotsingute ja -pääste konventsioon (SAR)

SAR – Rahvusvaheline mereotsingute ja -pääste 1979. aasta konventsioon (ingl International Convention on Maritime Search and Rescue) Konventsiooni eesmärk on sätestada lepinguosaliste riikide kohustused osutada ja koordineerida merel päästeteenuseid ning hädaabi andmist. Konventsioon soovib lepinguosalistel jälgida oma territoriaalvetes olevaid laevu ja luua rannikuäärsete riikide raadiojaamadesse laevade teatamise süsteemid, mis võimaldavad konventsiooniosalistel kiiresti lokaliseerida laevad, mis suudavad merehädas olevatele inimestele abi anda. Lisaks sisaldab konventsioon lepingupooltele kohustust jälgida hädaabikõnede kuulamist rahvusvaheliselt tunnustatud raadiokanalitel. Konventsioon ei sisalda tõkkeid autonoomsetele laevadele. (Rahvusvaheliste mereotsingute...,2001)

1.1.10 Direktiiv 2009/45/EU

Käesoleva töö teema mõistes on oluline kohalikku rannasõitu tegevate reisilaevade ohutuseeskirjade ja -nõuete kohta kehtiv Euroopa parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2009/45/EÜ. Direktiiviga kehtestatakse täiendavaid ohutusnõudeid laeva erinevate üksuste vahelises kommunikatsioonis, tulehäire- ja kustutusseadmete kasutamises ning päästeseadmete käitamisel, mis eeldab inimese sekkumist. See direktiiv võib olla esmasel hinnangul suurimaks õiguslikuks takistuseks mehitamata laevade kasutamises reisijateveol kohalikus rannasõidus. (Danish...,2017, 31)

1.2 Autonoomne laev majandusruumis

Laevade autonoomsuse suurimaks motivaatoriks on mehitatuse majanduslik mõõde. Laevaperega laeval seonduvad nii organisatoorsed kõrged värbamiskulud, mis johtuvad kvalifitseeritud tööjõu puudusest, kui ka suurima komponendina palga- ja maksukulud ning alahinnata ei tohi ka „inimlikest eksimustest“ põhjustatud erinevaid kahjusid. Mehitamiskulud võivad nii laeva vanust, tüüpi, suurust kui sõidurajooni arvestades suuresti varieeruda. Näitena *Capesize* tüüpi puistlasti laeval varieeruvad meeskonnakulud sõltuvalt laeva vanusest vahemikus 26-32 % (Stopford, 1997,161). Norra

laevandusettevõttel Wilson ASA keskmine meeskonnakulude suurus on viimastel andmetel 30,2% (Wilson, 2020) . Taani mereadministratsiooni tellimusel 2017. aastal valminud eeluuringus hinnatakse saarte vahelise parvlaevaliikluses nii laeva kui kaldapersonali kulude suuruseks juba 55-65% kogukuludest (Henriques, 2017,14). Eestis rannasõitu teostava ettevõtte AS Kihnu Veeteed viimaste aastate meeskonnakulud varieeruvad vahemikus 26-27%. Laevapere liikmete töötasud on siiski ainult üks mehitamata laevade majanduslik faktor. Mõju seisneb ka selles, et mehitamata laeval puudub vajadus meeskonnaruumide väljaehitamiseks millel on positiivne mõju laeva puhasmahutavusele kui ka kapitalikuludele laeva ehituses. Meeskonnaruumide väljaehituse kulu võib moodustada kuni 5% laeva kogumaksumusest. Samuti väheneb meeskonnaruumide puudumise tõttu laeva energiavajadus siseruumide kliima tagamiseks. Näitena kaubalaeva elektrienergia kulu on võimalik kokku hoida 40% (Kretschmann, Burmeister, & Jahn, 2017,82).

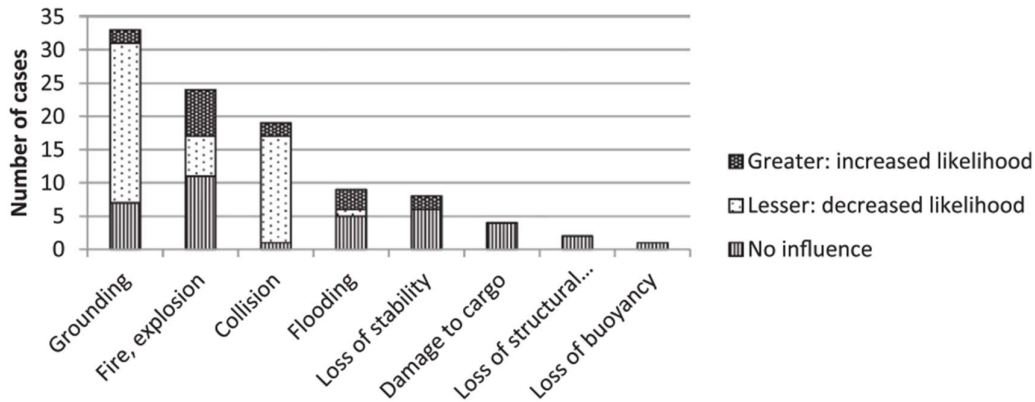
1.2.1 Ohutuse majanduslik mõõde

Ohutuse käsitlemisel mehitamata laevanduse majandusliku mõõtmena on erinevatel riskihinnangutel vähemalt kaks faktorit. Esimeseks on asjaolu, et suurim osa tehnilistest ohutusvahenditest on suunatud inimese hoidmiseks ja päästmiseks. Lisaks ka suuremad konstruktiivsed ohutusmeetmed nagu näiteks veekindlad vaheseinad ja ligipääsud laeva erinevatele osadele, tulekustutusseadmete toimimise efektiivsuse kõrval omab sama olulist rolli inimese poolse käitumise ohutus. Tegelikuses inimese jaoks ohutu käitumise funktsionaalsus pärsib olulisel määral seadmete enda põhifunktsioonide täitmist, mis eriti olulist osa omab näiteks automaatsetel tulekustutussüsteemidel. Samuti on ohutuse oluliseks majanduslikuks mõõtmeks meeskonna päästevarustus, millega kaasnevad nii märkimisväärsed investeeringud, suured jooksevkulud kui väljaõppega kaasnevad kulud. Mehitamata reisilaevadel pole eelmainitud kulude vähendamise kogukulu nii märkimisväärne, kui kaubalaevade puhul. Samas ranniku lähedal ja kaitstud vetel opereerivate reisilaevade varustusnõuetes võiks autonoomsete laevade tulekuga toimuda paradigmaatiline nihe võrreldes tänase varustatusega, kus kogu vajalik inimese poolt käideldav ohutusseadmetik kantakse laevaga alati kaasas. Individuaalsed vahendid võiksid asuda pardal, kuid kollektiivsed vahendid nagu päästeparved jms. toimetatakse kohale kaldal asuva üksuse poolt.

Teine ja mitte vähemtähtis ohutuse majanduslik mõõde on inimlikust eksimusest põhjustatud õnnetused ja sellega kaasnev majanduslik kahju. Maailmas on tehtud palju ja kõikehõlmavaid inimfaktorist põhjustatud õnnetuste analüüse. Erinevate autorite üldise arusaama kohaselt on kuni 80% erinevatest laevadega juhtunud õnnetustest mingil viisil seotud inimliku eksimusega. USA Rannavalve Uurimis ja Arengukeskuse projektijuhi Dr. Anita Rothblumi hinnangul on inimlikest vigadest põhjustatud koguni 75-96% juhtunud õnnetustest järgnevalt (Rothblum, 2000):

- 84-88% tankerite õnnetustest;
- 79% puksiiride põhjapuudetest;
- 89-96% sõitvate laevade kokkupõrgetest;
- 75% seisvale laevale otsasõidust;
- 75% tulekahjudest ja plahvatustest.

Ülemaailmse Parvlaevade Ohutuse Assosatsiooni (ingl Worldwide Ferry Safety Association) poolt 2000. kuni 2014.a. aastatel uuritud ja registreeritud 214 juhtumist põhjustati inimfaktori eksimuste tõttu konservatiivsel hinnangul 61% õnnetustest, mille tagajärjel hukkus, või jäi kadunuks rohkem kui 15 tuhat inimest. Konservatiivse hinnangu parameetrina mõistetakse neid inimfaktori eksimusi mis olid õnnetuste otseseks põhjuseks ja ei sisalda näiteks puudulikust tehniliselt hooldusest või valedest hinnangutest ilmastikutingimuste osas. Liberaalsema hinnangu alusel, mis sisaldab lisaks eelnevale ka puudulikust hooldusest, eksimustest ilmastikutingimuste hindamisel ja laadimisvigadest, põhjustasid inimlikud eksimused aga kuni 85% juhtumistest ja ligi 18,6 tuhande inimese hukkumisega (Golden & Weisbrod, 2016, 20). Seega võib mehitamata laevade kasutuselevõtuga hoida ära märkimisväärseid majanduslikke ja inimkahjusid. Autonoomse laevanduse arenguga näevad eksperdid võimalike õnnetusjuhtumite tõenäosuse vähenemist 47-lt 16 %-ni (Wróbel, Montewka, & Kujala, 2017,161). Mehitamata laevade kasutuselevõtu mõju erinevatele õnnetusjuhtumitele on kirjeldatud Joonis 2 millest nähtub, et enim väheneb õnnetusjuhtumite tõenäosus põhjapuudete ja kokkupõrgete puhul. Tulekahjude, plahvatuste, vee sisse tungimise ja stabiilsuse kaotuse puhul võib mingil määral täheldada seevastu juhtumite tõenäosuse mõningast suurenemist.



Joonis 2. Autonoomse vs konventsionaalse laeva võrdlus õnnetusjuhtumite toimumise tõenäosuses.

Allikas: (Wróbel, 2017)

Oluline käesoleva töö mõistes on inimekäitumisega seonduvad riskifaktorid mis tulenevad indiviidi käitumisest mereoludes ja stressiolukorras, mida juhtimiskeskuse kaldaoludes viibimise või tehnilise asendusega on võimalik saavutada. USA Rahvuslik Transpordi Ohutuskeskuse Nõukogu (ingl National Transportation Safety Board – NTSB) hinnangul põhjustavad erinevaid eksimusi järgmised faktorid:

- Väsimus – olulisim laevaõnnetuste põhjus (16% õnnetustest ja 33% vigastustest). Kõik tegevused ja tehnilised asendused mis rutiinsetes tegevustes inimese rolli vähendavad mõjutavad otseselt ohutust. Samuti operaatori töökeskkonna mugavus ja töökoha paiknemine stabiilsetes oludes aitab ohutust suurendada.
- Puudulik kommunikatsioon – nii meeskonna sisene, laevalt-laevale, laevalt-juhtimiskeskusele kui laevalt – lootsile puudulik kommunikatsioon on USA näitel olnud *ca* 70% juhtumite puhul kaasnev faktor. Inimfaktori vähenemine pardal võib eksimumest põhjustatud õnnetusi märkimisväärselt vähendada.
- Puudulikud tehnilised teadmised ja laeva süsteemide tundmine – uuringute tulemusel võib kuni 35% õnnetustest põhjustada laevapere liikmete oskamatus tehnoloogiaid kasutada ja süsteeme juhtida. Automatiseerimisega, inimeste asendamise ja tehniliste lahendustega on võimalik ära hoida just korduvaid inimekäitumisest põhjustatud vigu.
- Puudulikul infol põhinevad valed otsused – automatiseerimine ja n-ö suurandmete (ingl big data) tüüpi inforuumi kasutamine vähendab inimeksimusi.

- Puudulikud standardid, poliitika ja praktikad - koosmõjus inimene kui mõtlevalend interpreteerib suure infohulga olemasolul situatsioone varieeruvalt – tehisisintellektil loovus sellises ulatuses puudub.
- Puudulikud tehnilised hooldused – võivad tõsta töökeskkonna ohtlikust, vähendada varusüsteemide töövõimet, suurendada kriisiolukorras läbiviidavate remontidega meeskonna kurnatust mis omakorda toob kaasa valed otsused ja õnnetused.

Seega inimeste eksimust mõjutavaid faktoreid on palju ja tehnilised lahendused on keerukas transpordisüsteemis üks väheseid võimalusi nende minimeerimiseks. (Rothblum, 2000)

1.2.2 Majanduslike riskide kindlustamine

Tulenevalt valdkonna uudsusest on mehitamata laevade riskide kindlustamine puudulik või suures osas võimatu. Samas ülemaailmsed P&I (ingl Protection and Indemnity – vastutuskindlustuse liik) kindlustusklubid nagu Shipowners Club näevad oma tulevikuvaates autonoomsete laevade kasutuselevõtuga selget inimeksimuste vähenemisega kaasnevat riskide vähenemist. 2017. aasta P&I klubide koostatud statistika andmetel olid inimliku eksimusega seotud ligi 47% kindlustusjuhtumitest ja kuni 34% kogu väljamakstud kindlustuskahjustest. Riskide vähenemist nähakse ka autonoomsete laevade kasutuselevõtust tuleneva käitur- ja energiasüsteemide muutuvatest arengusuundadest. Põhiliseks faktoriks on laeva peajõuseadmete üleminekul elektritoitele vähenevate kahjulike fossiilkütuste ja määrdeainete hulk pardal, mis on oluline keskkonnariskide allikas (The Shipowners' Club, 2017). Samuti on käesoleva töö autori praktilistest kogemustest vedelkütused tuleohutuselt oluliselt suuremad ohuallikad kui elektrisüsteemid. Ehkki elektrisüsteemid ise on tulekahju põhjustajatena suurimad ohutegurid, vähendab vedelkütuse kui intensiivse põlevaine puudumine kaasnevaid kogukahjusid.

Samas on autonoomsete laevade kindlustuse ja riskide vallas ka mingil määral tagasilööke. Näiteks kaasaegse side- ja IT-tehnoloogiaga kaasnev küberohtude suurenemine on toonud kaasa laevaomanikele kahjuliku turulahenduse, kus kindlustusandjad on küberründega seonduvad kahjud välistanud. Nii Inglise kui Saksa

kindlustusturu osalised on mereriskide H&M (ingl Hull and Machinery – laevakere ja seadmestik) - kindlustuspoliitikatesse viinud sisse küberrünnaku välistamise klausli CL 380 (ingl Institute Cyber Attack Exclusion Clause-CL380) (The Institute of Marine Engineering, 2017).

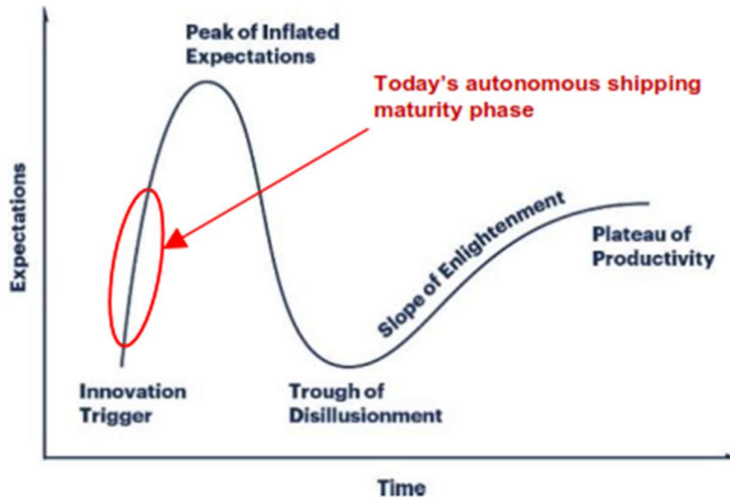
2 Uurimismeetodid ja analüüs

Käeolevas töös käsitletakse nelja autonoomsete laevade kasutamisolukohaga seonduvat valdkonda: tehniline, õiguslik-regulatiivne, psühholoogiline ja majanduslik valmisolek. Sõltuvalt valdkonnast kasutatakse töös erinevaid empiirilisi uurimismeetodeid. Tehnilise valmisoleku uurimismeetodiks on seni läbiviidud katsetuste ja projektide analüüs. Samuti toimub õiguskeskkonna uuring rahvusvaheliste ja riigisiseste õigusaktide ning valdkonnas seni koostatud tööde analüüsina.

Psühholoogilise uuringu uurimisobjektiks on reisijate valmisolek osaliselt mehitatud või täielikult mehitamata laevadega sõiduks. Uurimismeetodina kasutatakse kvantitatiivse strateegiaga küsitlusmeetodit. Majandusliku valmisoleku uuringu raames toimusid intervjuud valdkonnas tegutsevate ettevõtete juhtidega.

2.1 Tehniline valmisolek

Igasugused uuendused ja seda eriti tehnilised revolutsioonid eeldavad laiaulatuslikku innovatsiooni. Autonoomsete laevade kasutuselevõtt on uuendus mille realiseerumiseks on vaja hädavajalik innovatsioon ja seda nii regulatsioonides, organisatsioonides, sotsiaalsfääris kui ka käesoleva peatüki mõistes kogu laeva kui üksuse toimimise tehnilises ahelas. Innovatsioon nii tehnikas kui laiemalt kõikides mõjutegurites toimub aga lähtuvalt teatud seaduspärasustest. USA teadlane Roy Amara on tehnilise innovatsiooni iseloomustanud nn. Amara seadusega mille kohaselt inimesed kipuvad tehnoloogia lühiajalist mõju ülehindama ning pikaajalist mõju alahindama. Autorid Senčila ja Alop on oma töös „Possibility to use gartner hype cycle approach for autonomous shipping“ analüüsinud Amara seaduse ja Gartner Hype Cycle kohaldumist autonoomse laevanduse arengu kirjeldamisel ja prognoosimisel. Uuringu järeldest jõuti arusaamale, et autonoomse laevanduse areng on hetkel tehnoloogia käivitusfaasis (vt. Joonis 3) millega kaasneb intensiivne arendustegevus. Selles faasis kasutusse võetavad tehnoloogiad on reeglina kallid ja teostatavad üksnes riskikapitali finantseerimisel. (Senčila & Alop, 2019) Seetõttu võib hinnata ootuseid töötavate lahenduste turule tulemisel liialt optimistlikeks ja tavakasutuseks sobivate ehk n-ö majandusküpsete tehnoloogiateni läheb oodatust rohkem aega.



Joonis 3. Autonomse laevanduse areng Gartner hype Cycle teoorias

Allikas: (Senčila ja Alop, 2019)

Tehnilise valmisoleku hindamiseks on oluline kõigepealt kaardistada hindamist vajavad protsessid. Samuti on oluline mõista kas protsessid peavad olema sarnased konventsionaalse laevandusega või toob tehnoloogia areng ka selles osas innovatsiooni.

Laevanduse tehnilised protsessid võib jagada suures plaanis järgnevalt:

- Laeva juhtimine, mis jaguneb alljärgnevalt:
 - Manööverdamine;
 - Navigatsioon;
 - Sildumine, ehk kontakt kaldarajatisega;
 - Side ja suhtlus teiste laevadega, liikluskorraldussüsteemide või üksustega;
- Tehniline käitamine:
 - Jõusüsteemi ja energia juhtimine;
 - Energiasüsteemi laadimine/punkerdamine;
 - Ohutuse järgmine – tuleoht, leke.
- Lasti käitamine ja monitooring. Reisijate laevale ja maha liikumine, reisiaegne jälgimine.
- Päästevõimekuse tagamine – päästevahendite haldus, reisijate liikumise juhtimine.

Järgnevalt analüüsikase tuntud projekte kus laevade autonoomsuse lahendusi kas juba on rakendatud või arendustööd selles suunas käivad.

2.1.1 Projekt MUNIN

Projekt MUNIN (ingl Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) ehk tõlkes „mehitamata laevade navigatsioon läbi intelligentsete võrkude“, on Euroopa Komisjoni kaasosalusel selle VII raamprogrammi osana algatatud ühine uurimisprojekt. Projekti eesmärk oli autonoomse laeva kontseptsiooni kui sellise arendus, keskendudes kitsamalt kaubalaeva tüübile. Projekt keskendus süsteemile, kus laeva juhitakse peamiselt pardal asuva automaatse juhtimissüsteemiga, kuid mida kontrollitakse distantsil asuvast kalda kontrolljaamast. MUNIN-i majanduslik eesmärk oli kaubaveo kulude vähendamine millel oli 2 suunda – vähenevad mehituskulud tänu laeval laevapere puudumisele ja vähenevad kütusekulud vähendades laevade sõidukiirust. Esialgne autonoomsus on mõistetud piiratud ulatuses kus reisieelselt viibib laeval meeskond kes teeb ettevalmistavad tööd ja lahkub seejärel pardalt.

MUNIN projekti kontspetsioonina defineeriti autonoomse kaubalaeva käitamise tehnilised süsteemid ja üksused:

- ASM (ingl Advanced Sensor Module) mida eesti keeles võiks nimetada andurite, või telemeetriamooduliks. Süsteemi eesmärgiks on pidev erinevatest anduritest nagu radarid, AIS, kaamerad jms andmete kogumine ja süsteemide töö jälgimine.
- ANS (ingl Autonomous Navigation System) -autonoomne navigatsioonisüsteem. Järgib eelnevalt planeeritud reisiplaani omades piiratud autonoomset õigust marsruuti muuta tulenevalt seadusandlikest piirangutest, heast meretavast, muutlikest ilmastikuoludest või kokkupõrkehust.
- AEMC – (ingl Autonomous Engine and Monitoring Control system) autonoomne jõuseadmete automaatse käitamise süsteem, millele lisanduvad muud rikkeenetus funktsioonid.
- SCC – (ingl Shore Control Centre) – kalda juhtimiskeskus mis püsivalt seirab autonoomselt liikuvaid laevu pärast kvalifitseeritud meeskonna lahkumist pardalt.

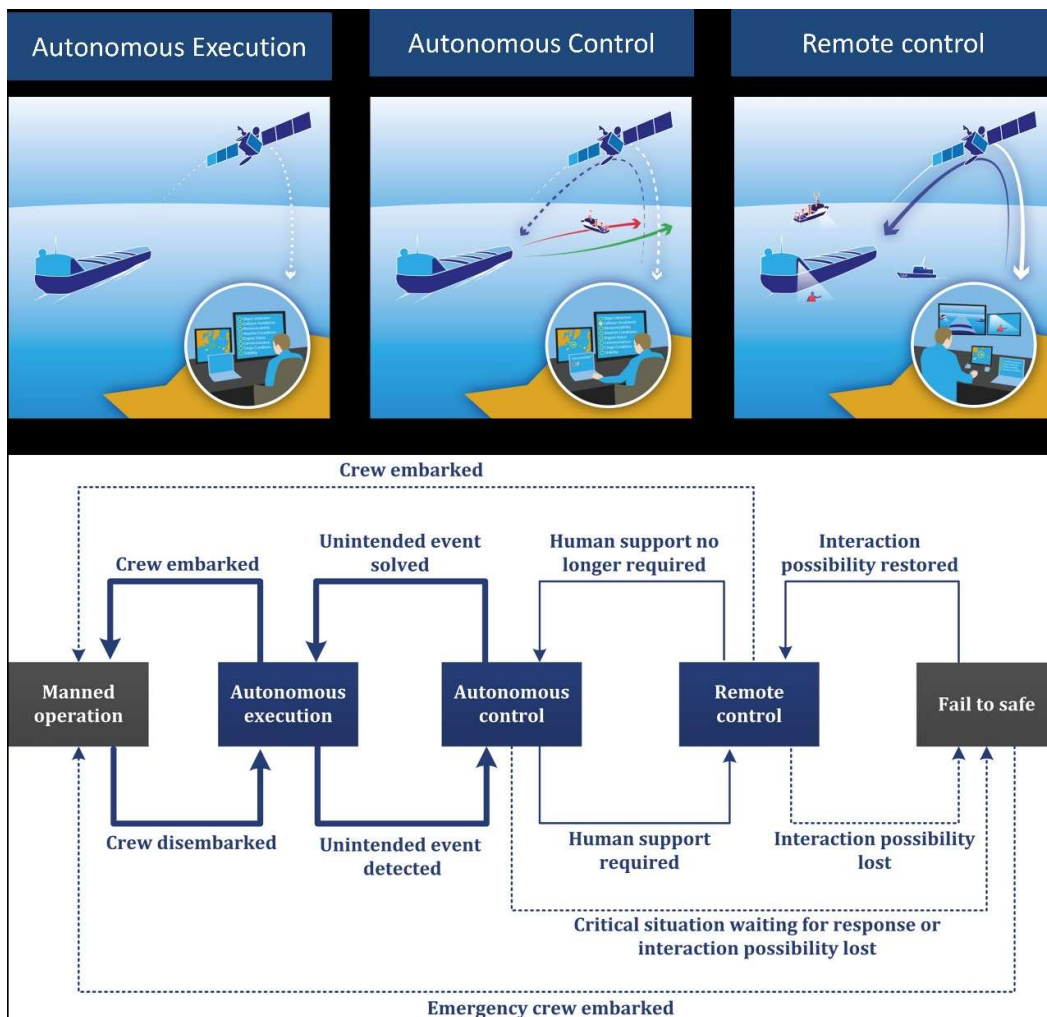
Keskuses on kindlasti vähemalt järgmised funktsionaalsed ametikohad:

- SCCO (ingl Shore Control Centre Operator) – kalda juhtimiskeskuse operaator. Jälgib korraka mitmeid autonoomsel režiimil liikuvaid laevu,

andes distantsilt kõrgema taseme korraldusi nagu reisiplaani muutus või muud liikumisparameetrid.

- SCCE (ingl Shore Control Centre Engineer) – kalda juhtimiskeskuse insener, kelle funktsiooniks on operaatori assisteerimine laeva tehnilise käitamise ja hooldusküsimustes.
- SCCSRT (ingl Shore Control Centre Situation Room Team) – kalda juhtimiskeskuse situatsioonijuhtimis meeskond, kelle ülesandeks on n-ö juhtimise ülevõtmine laevalt kui selleks vajadus ilmneb. Süsteem koosneb nii laeva sillasüsteemide kloonist kui manööverdus toetus süsteemist (RMSS – ingl Remote Manoeuvring Support System).

Eelpool loetletud süsteemi toimimise loogika tuleneb järgmisest illustreeritud voodiagrammist:



Joonis 4. Projekt MUNIN protsesside voodiagramm

Allikas: (<http://www.unmanned-ship.org/>)

Joonis 4 ülemises osas on kirjeldatud erinevad juhtimis režiimid nagu:

- Täisautonoomne (ingl Autonomous execution)- vastab IMO määratlusele Tase 4 (vt. Tabel 2);
- Autonoomne kalda kontrolliga (ingl Autonomous control)- vastab IMO määratlusele Tase 3 (vt. Tabel 2);
- Distsantsjuhtimisega (ingl Remote control) vastab IMO määratlusele Tase 2 (vt. Tabel 2);

Oluline on tähele panna Joonis 4 kujutatud liikuva infovoe iseloomu kontekstis, kus autonoomsetel ja autonoomsetel kontrolliga režiimidel võib info liikumine olla intervalliga (katkendlik joon), kuid distantsjuhtimise puhul katkematu. Infovoe iseloom on oluline lähteülesanne infovõrkude olemasolu ja vajaduse hindamiseks ja juhtimisrežiimi valikuks. Näiteks kõrgendatud ohu ja liiklustihedusega aladel mis eeldab kaldajaama pooleset juhtimise ülevõtmist tohib selline laev opereerida üksnes tagatud katkematu side tingimustes (MUNIN Results, 2020).

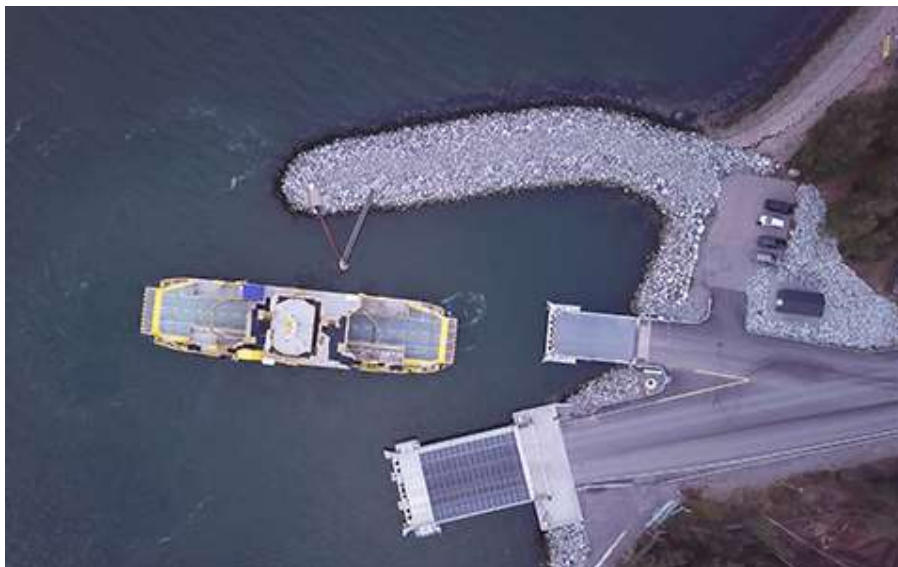
Joonis 4 alumisel osal on protsessi voodiagramm kirjeldamaks mehitatud või mehitamata juhtimisprotsesse ja nende vahelist interaktsiooni. Protsess algab mehitatud operatsioonidest ja liigub läbi autonoomsete või distantsjuhtimisega režiimide. Viimaseks protsessi osaks on eriolukorrad, kus süsteemi võimetuse tõttu teha juhtimisotsuseid või distantsjuhtimist takistava sideprobleemi tõttu minnakse n-ö hädaolukorra režiimi (ingl fail-to-safe mode). Viimasel juhul lahendatakse erakorralise sekkumise vajadusel taas inimese sekkumisega (Mathieu, 2016, 11).

Kokkuvõttes võib öelda, et projekt on loonud aluse mehitamata laevade toimeleoloogikale ja on käesoleva töö seisukohalt võtmetähtsusega. Loodud raamistikku saab võtta aluseks mehitamata laevade kasutuselevõtu tehnilise valmiduse hindamismudeli loomiseks.

2.1.2 Projekt AAWA

Projekt AAWA (ingl Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative) on rahvusvahelise tehnoloogiaettevõtte Rolls-Royce initsiatiivil ellu kutsutud projekt hindamaks tehnilisi, õiguslikke ja sotsiaalseid väljakutseid autonoomsete laevade idee realiseerimiseks. Projekti rahastas Soome finantsinstitutsioon TEKES (ingl Finnish

Funding Agency for Technology and Innovation). AAWA üheks tehniliseks põhieesmärgiks on autonoomsete ja distantsjuhtimisega laevade spetsifikatsiooni ja algdisaini loomine. Projekti üheks sõnastatud tulemuseks oli veendumus, et tegelikkuses autonoomsete laevade loomiseks vajalikud tehnoloogiad juba eksisteerivad ja põhiküsimuseks on kuidas erinevad tehnilised lahendused siduda usaldusväärseks ja kuluefektiivselt toimivaks laevaks. (Deketelaere, 2016, 15) Projekti uurimistulemuste rakendamiseks ja olemasolevate tehnoloogiate suutlikkuse katsetamiseks loodi koostöös Rolls-Royce ja Soome riigiettevõttega Finferries projekti raames alamprojekt SVAN (ingl Safer Vessel with Autonomous Navigation). Selle tulemusena varustati Soome rannikuvetes opereeriv 1993. aastal ehitatud parvlaev Falco tootja Rolls-Royce juhtimis- ja automaatse sildumise süsteemidega. Veebruaris 2018 viidi läbi edukas katsedemonstratsioon, kus laev esmalt sooritas reisijatega pardal inimsekkumiseta merereisi ja sildumise (vt. Joonis 5) ning seejärel ka 50 kilomeetri kaugusel asuvast juhtimiskeskuse poolt distantsjuhtimisel toimunud merereisi (“Rolls-Royce and Finferries...2018).



Joonis 5. ML Falco sildumine 2018

Allikas: (Rolls&Rouyce, 2020)

Seega võib käesoleva töö uurimuse raames väita, et kaitstud vetes ja toimiva sidevõrgu tingimustes on rannasõidu reisilaeva autonoomseks ja distantsjuhtimiseks vajalikud tehnoloogiad ja valmisolek olemas. Projekt SVAN raames demonstreeriti edukalt

projektis MUNIN loodud autonoomse laevanduse arhitektuuri reaalselt toimivaid komponente nagu ASM (sensorite moodul), ANS (navigatsioonisüsteem), SCC (kalda juhtimiskeskus) ja osaliselt ka AEMC (jõu ja muude seadmete monitooring) (30). Inimtöö protsessidest rakendati SCCO (kalda operaator) ja piiratud ulatuses ka SCCE (kalda insener).

2.1.3 Automaatse sildumise süsteem MoorMaster

Autonoomse laevanduse juhtimissüsteemide arengu üheks võtmeküsimuseks on ohutu ja sujuva kontakti loomine maaga ehk sildumine. Automaatsed sildumissüsteemid on jõudnud oma arengus autonoomsest laevandusest ette ja muutunud laialt kasutatavaks reaalsuseks. Ka Tallinna reisisadamas on tootja Cavotec SA süsteem MoorMaster TM käivitatud juba 2019. aastal, küll aga mitte seoses autonoomse laevandusega. Süsteemi täna saadav lisandväärtus on sildumismanöövritel saavutatav täiendav turvalisus ja majanduslik kasu tänu sildumismanöövrite väiksemale ajakulule ja sildumisotste kinnitusvajaduse puudumisele. (Cavotec, 2019) Samas on autonoomse laevanduse ja eriti rannasõidu reisilaevanduse kontekstis tegemist n-ö võtmefunktsiooniga, mis on üheks autonoomsuse eelduseks.

2.1.4 Jõuseadmed ja sõusüsteemid

Autonoomsete laevade kasutuse ja arengu üheks suurimaks oluliseks erinevuseks võrreldes konventsionaalse laevandusega saab olema jõuseadmete tüüp ja energiasüsteemid. Kaasajal kasutatavad peamiselt fossiilsetel kütustel baseeruvad süsteemid on keerulised ja vajavad pidevat sekkumist töövõime säilitamiseks. Meeskonna puudumine vahetus läheduses takistab vajaliku töökindluse taseme saavutamist ohutuks navigatsiooniks.

Üheks alternatiiviks on süsteemide loomine väheste liikuvate osadega ja mille komponendid ei vaja pidevat hooldust. Tänapäevaste arusaamade kohaselt võiks selleks olla täielikult elektrienergial käitatavad laevad, mille jõusüsteemide energiaallikaks on akudes salvestatud elektrienergia. Selliste süsteemidega peaks kaasnema veelgi suurem keskkonnavaline efekt, nimelt süsiniku ja muude gaaside emissioonivaba laevandus eesmärgiga minimeerida keskkonnamõjusid. Nimetatu suuna üheks eestvedajaks on Norra tehnoloogiaettevõtte Kongsberg ja laevandusettevõtte Yara, milliste koostöö

tulemusena on alustatud esimese täiselektrilise, nullemissiooniga autonoomse konteinerlaeva Yara Birkeland ehitus (vt. Joonis 6). Laeva valmimisaastaks prognoositi projekti alguses 2020. ehk käesolev aasta. Laeva täisautonoomne opereerimine algab 2022 aastal. (Autonomus ship Project..., 2016)



Joonis 6. Konteinerlaev Yara Birkeland

Allikas: (Kongsberg Maritime 2016)

Yara Birkeland projekt, mille lõppeesmärk on täisautonoomse navigatsiooni saavutamine, on siiski alles tulevik. Käesoleva töö raames on oluline hinnata valmisolekut aga täna. Täiselektrilistest laevadest saab rääkida oleviku vormis, sest realiseerunud on mitmed projektid mis autonoomse laeva kontseptsiooni loomisele vajaliku lahenduse pakuvad. Tehniliste parameetrite põhjal on olulisteks suunanäitajateks olnud järgmised projektid:

- e-ferry Ellen. Töötab alates 2019.a. Taanis. Mahutavus 198 reisijat ja 31 sõidukit. LOA 60 meetrit. Laadimistsükli vaheline sõidukaugus on 22 meremiili. Opereerimiskiirus 13-15,5 sõlme. Autonoomsuse seisukohast on tähelepanuväärne Soome ettevõtte Mobimar Oy poolt tarnitud automaatne akude laadimissüsteem NECTOR, mis tagab 20 minutilise laadimisajaga salvestatava energiahulga 11 meremiili läbimiseks. Kuna laeval puudub klassikalises mõttes masinaruum ja hüdraulikasüsteem ning akude laadimine toimub automaatselt, puuduvad meeskonnas mehhaanikud. (Tunnicliffe, 2019)
- Electra. Töötab alates 2018 aastast Soomes. Mahutavus 375 reisijat ja 90 sõidukit. Opereerimiskiirus 11 sõlme. LOA 98 meetrit. Hübriidtehnoloogiaga

Kõik aga muutub situatsioonis mida saab kokku võtta koondnimetusega „eriolukord“. Laevanduses tuleks eriolukorra all mõista kõiki protsesse väljaspool tavaolukorda. Need algavad näiteks reisijate terviseriketega, ebaadekvaatse oleku või käitumisega ja lõpevad tõsiste kriisisituatsioonidega, mis tingivad evakuatsiooni ja/või päästevahendite kasutamise vajaduse. Eriolukorras tegutsemise automatiseerimine muudab keeruliseks asjaolu, et inimene võib kriisiolukorras käituda kõige ettearvatumal moel, kui on vajadus kaitsta ennast või oma lähedasi. Tulekahju situatsioonis või päästevahendite kasutusvajadusega olukorras võib inimene käituda tulenevalt ellujäämisinstinktist irratsionaalselt, seades suuremasse ohtu nii iseennast kui ümbritsevaid reisijaid. Reisijad, olles teadlikud võimalikest laevaga seonduvatest ohtudest, ei pruugi omada mingisuguseid oskusi käitumiseks evakuatsiooni olukorras. Seetõttu on oluline et laeva erinevad süsteemid, nagu näiteks tulekahju avastamise ja kustutuse süsteemid oleksid disainitud viisil mis tagaks ohutuse häireolukorras. (Moraiti, 2018, 40)

Autonoomse reisilaevanduse seisukohalt on määrava tähtsusega eriolukordade juhtimine ja lahendamine. Automaatse juhendamise ja evakuatsioonisüsteeme kasutatakse tänapäeval merendusega seonduvates valdkondades näiteks merel asuvates puurtornides, kuid sellistel puhkudel rakendatakse süsteeme alati eelnevalt põhjaliku treeningu ja koolituse läbinud töötajatega. Näitena süsteem e-Muster TM eeldab inimestelt personaalse käekella kujulise transponderi olemasolu (S3-ID, 2020). Reisijate evakuatsiooni automatiseerimise olemasolevaid ja kasutatavaid tehnoloogiaid tuleks otsida raudteetranspordi valdkondadest. Evakuatsioon maa-alusest tunnelist esitab sarnaselt merega tõsiseid väljakutseid reisijate turvalisuse tagamisel ja kannustab leidma uusi alternatiivseid lahendusi.

Merenduses on pääste ja evakuatsioonisüsteemide arendusfookus täna reisijate arvu suurendamises ja käitamismeeskonna vähendamisel ühe päästevahendi kohta. Samuti on eesmärgiks kohandada päästevahendeid paremaks kasutamiseks erivajadustega reisijatele. Näitena Taani ettevõtte Viking- Lifesaving uus kuni neljast moodulist koosnev pääste ja evakuatsioonisüsteem Viking LifeCraft TM suudab evakueerida korraga kuni 800 reisijat. Sealjuures iga ujuv moodul on varustatud liikumiseks jõuseadmega mis välistab vajaduse nende liigutamiseks täiendava kiirvalve paadiga. Rannasõidu parvlaevanduses on oluline sama ettevõtte uus lahendus „VIKING

AUTOMATIC GANGWAY VU100 - VU150“, millega on võimalik lahendada turvaline evakuatsioon laevalt päästevahendisse väiksematel parv- ja kiirlaevadel (vt. Joonis 7). Süsteem on mõeldud evakuatsiooniteeks päästeparvedesse mahutavusega 101 kuni 153 reisijat (VIKING LIFE-SAVING EQUIPMENT A/S, 2020).



Joonis 7. Viking Automatic Gangway

Allikas: (<https://www.viking-life.com/>)

Autonoomse rannasõidu reisilaevanduse seisukohalt tuleks alustada valdkonna asjatundjate seas diskussiooni millisel määral ja kas üldse peaks laev pidevalt kandma evakuatsioonivahendeid liinidel, mille reisivahemaad ja sõiduaeg on piisavalt lühikesed tagamaks eriolukorra lahendamise võimekuse kaldalt.

Tehnilise valmisoleku valdkonna kokkuvõtteks saab esitada järgnevad väited:

- **Laeva juhtimine.** Valdkonnas on viidud läbi üle maailma mitmeid uurimusi, mille tulemusena on välja arendatud juhtimissüsteemid ning mis on ka reaalloludes katsetatud. Seega on loodud töötavad lahendused, mida on võimalik kasutada rannasõidu tingimustes kvaliteetsete ja töökindlate sidevõrkude levialal. Projekti Falco näitel on võimalik laeva juhtida nii täielikult autonoomses kui distantsjuhtimise režiimis. Samuti on olemas toimivad sadama infrastruktuuri lahendused nagu automaatsed sildumis- ja laadimissüsteemid mis autonoomses režiimis meresõitu võimaldavad.

- **Tehniline käitamine.** Toimunud on laiulatuslik arendustegevus erinevate monitooringusüsteemide loomiseks. Pikaajalises inimese sekkumiseta töörežiimis täiesti töötavaid lahendusi kasutuses veel ei ole. Konteinerlaeva Yara Birkeland opereerimise algus täielikult autonoomses režiimis peaks prognooside kohaselt algama 2022. aastal. Samas töötavad rannasõidus täiselektrilised laevad, mis peaksid distantsilt opereerimist võimaldama, juba alates 2017. aastast Norras (Ampere), Soomes (Electra) ja Taanis (Ellen). Kasutuses olevad kaldapealsed täisautomaatsed laadimissüsteemid on samuti piisavalt testitud ja töökindlad.
- **Reisijatega seonduvad pardatoimingud.** Reisijate pardale liikumise ja sõidukite laadimise automaatsed süsteemid on suures osas olemas ja kasutatavad. Kitsaskoht on sõidukite liikumise korraldus laevatekil, mis on aga võimalik saavutada laeva vastava disainiga. Eelduslikult saab rannasõidus kasutada avatud ühe tasandiga autotekke, kus liikluskorraldusvahendite paigaldus on tehniliselt kergesti lahendatav. Laeva mahutavuse kontroll sõidukite laadimisel tagatakse koostöös automaatse „check-in“ lahendusega. Käesoleva töö kirjutamise hetkel täielikult autonoomset laevakäitamist võimaldavaid töötavaid pääste- ja evakuaatsioonilahendusi pole. Seega on tehniline valmisolek üksnes sellisel autonoomsuse tasemel laevade kasutamiseks, kus pardal viibib evakuaatsiooni-, ja päästevahendite käitamisõiguse ja väljaõppega meeskonnaliikmed.

2.2 Õiguslik valmisolek

Käesoleva töö üks eesmärkidest on õigusruumi analüüs autonoomsete laevade kasutuselevõtuks. Nimetatud teemal on koostatud palju uurimusi nii teadusartiklitena, kõrgkoolide lõputöödena, riikide poolt tellitud eelanalüüsidenä kui erinevate organisatsioonide arvamusalaldustena. Põhjalikud õiguslikud analüüsid on koostatud lähiriikides Taanis, Norras ja Soomes. Eesti autoritest on kõige põhjalikumalt käsitletud autonoomsete laevade õigusküsimusi Tartu Ülikooli Õigusteaduskonna magistrant Martin Rakov oma töös „Mehitamata laevadele kohalduv õigusraamistik“. Seetõttu ei ole otstarbekas käesoleva töö raames teostada täiendav detailanalüüs rahvusvahelistest õigusaktidest, vaid kasutada erinevate analüüsidenä võrdlust ja kohaldumist Eesti rannasõidule. Õigusruumi üldisem raamistik, milles laevandus, või ka autonoomne laevandus toimib, on kokku võetud Tabel 3.

Tabel 3. Laevanduse õigusraamistik

	Üldreeglid	Tehnilised nõuded ja standardid	Eraõigus	Muud reeglid
<i>Rakendusala - sihtgrupp</i>	<i>Riigid</i>	<i>Lipuriigid</i>	<i>Laevaomanikud ja majanduspartnerid</i>	<i>Kriminaal, sotsiaal, majandus, avalik õigus jms</i>
Rahvusvaheline ÜRO	UNCLOS			
Rahvusvaheline IMO ja ILO		SOLAS, MARPOL, STCW, COLREGS, MLC		
Rahvusvaheline IMO, UNCITRAL, CMI jne.			Eraõiguslikud konventsioonid: vastutus, arest, pääste, kaubavedu	
EU		Laevade ohutuse direktiivid ja reeglid	Tootevastutus, kindlustus jms	Erinevad EU normid
Põhjalariigid			Nordic Insurance Plan kindlustustingimused	
Eesti		Lipuriigi seadusandlus, Veeteede Ameti kaalutusõigus	KMSS, KMSK	Muud lipuriigi laevadele kohanduvad aktid

Allikas: (AAWA Redefining Shipping, 2018)

Õigusliku keskkonna analüüsil on oluline alustada lähteasutatsioonist, mis tähendab seda et kuna autonoomsele laevandusele eraldiseisvaid regulatsioone pole kehtestatud, kehtivad kõik kehtestatud regulatsioonid sarnaselt mehitatud laevadega. Esimesed väljakutsed autonoomsete laevade õigusruumi määratlemiseks tulenevad rahvusvahelistest tehnilistest reeglitest nagu IMO regulatsioonid. (AAWA Redefining Shipping, 2018) Eesti rannasõidu seisukohalt on oluline eristada millised ja millises ulatuses rahvusvahelised regulatsioonid kohalduvad autonoomsele laevale otse ja milliste regulatsioonide puhul on lipuriigil õigus erisuste andmiseks, või kaalutusõiguse rakendamiseks.

Laev keerulise tehnilise kompleksina peab vastama paljude õigusaktide nõuetele ning ainuüksi n-õ konventsionaalseid sertifikaate ja tunnistusi võib ühel merelaeval olla üle

200, rääkimata muudest dokumentidest mis on laeva opereerimiseks vajalikud (Rakov, 2018).

Laevale mis kannab Eesti riigilippu ja mille sõidurajooniks on kohalik rannasõit, võib kõik tunnistused tulenevalt Meresõidu ohutuse seadusest (edaspidi MSOS) väljastada lipuriigi mereadministratsioon, ehk Eesti Veeteede Amet. Järgmisena analüüsitakse töös Eesti riigilippu kandvale ja kohalikus rannasõidus sõitvale laevale väljastatavate ja mehitamisega seotud tunnistuste väljaandmise põhimõtteid ja kriteeriume. Lisaks hinnatakse tunnistuste väljaandmisel mehitatuse vältimatust, mis autonoomsete laevade kasutamist välistaksid.

2.2.1 Reisilaeva ohutuse tunnistus

Tulenevalt MSOS §32 (7) kehtestab valdkonna eest vastutav minister oma 09.03.2005 vastuvõetud määrusega nr. 30 „Kohalikus rannasõidus sõitvate reisilaevade klassid, sõidupiiirkonnad, ohutusnõuded ja ohutuse tunnistuse vorm“ tunnistuse vormi.

Käeoleva töö eesmärgi kohaselt on otstarbekas kõigepealt hinnata olulisemad potentsiaalselt kasutatavate autonoomsete laevade sõidurajoonid ja parameetrid regulatsioonide kohanduvuse hindamiseks. Rannasõidu reisilaevad on jagatud vastavalt sõidurajooni merepiirkonnale nelja klassi vastavalt A kuni D. Hetkel Eestis olemasolevad laevaliinid ühe erandiga on teenindatavad reisilaevadega, millel on aastaringselt vähemalt klass C. Ruhnu saare laevaühenduste puhul on tulenevalt navigatsioonitingimustest nõutud kõrgema klassina vähemalt klassi B. Suvisel navigatsiooniperioodil on lubatud kõikidel laevaliinidel kasutada tegelikkuses veelgi madalama ehk D klassiga reisilaevu. Siiski peaks autonoomsete laevade kasutuselevõtu juriidilise valmisoleku hinnangu aluseks võtma reisilaeva klassi C, millele vastav merepiirkond on kirjeldatud eelnimetatud määruse nr. 30 §3 (1¹) p3) kohaselt järgnevalt:

merepiirkond C – merepiirkond, mille geograafilised koordinaadid ei ole üheski punktis kaugemal kui 5 meremiili rannikust, kuid mis jääb väljaspoole merepiirkonda D, ning kus 2,5 meetrise olulise lainekõrguse ületamise võimalus on aastaringselt või suvisel navigatsiooniajal väiksem kui 10 protsenti;

Täna Eestis töötavatest laevaliinidest saab C klassi reisilaeva kasutada aastaringselt (jäähklassi olemasolul) järgmistel laevaliinidel:

- Tallinna laht: Naissaar, Aegna
- Leppneeme–Prangli
- Väinameri: Virtsu–Kuivastu, Rohuküla–Sviby, Rohuküla–Heltermaa
- Saaremaa–Hiiumaa: Triigi–Sõru
- Roomassaare–Abruca
- Munalaid–Manilaid–Kihnu
- Pärnu–Kihnu

Kuna autonoomse laeva kasutuselevõtul on võimalik nii ehitada uus laev, kui ka osalise autonoomsuse puhul seadistada ümber olemasolev, tuleb hinnata mõlemat stsenaariumit. Seega tulenevad määruse § 4 kohaselt uute ja olemasolevate reisilaevade üldised ohutusnõuded SOLAS konventsiooni IV, V ja VI peatüki nõuetest A, B ja C klassi laevadele koos kõigi jõustunud muudatustega täies mahus.

Suveperioodil kasutatavate D klassi laevade puhul rakendatakse SOLAS peatüki IV nõudeid Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/45/EÜ (edaspidi 2009/45/EÜ) reisilaevade ohutuseeskirjade ja -nõuete kohta (ELT L 163, 25.06.2009, lk 1–140) lisa I peatükis IV toodud mahus. Lisaks peavad nii olemasolevad kui uued käesolevas töös käsitletavat C ja D klassi reisilaevad vastama direktiivi 2009/45/EÜ lisa sätetele. Lisaks kehtivad C-klassi reisiparvlaevadele mille kiil on maha pandud 1. oktoobril 2004 või hiljem eripüstuvusnõuded tulenevalt MSOS § 3 lg 8 ja direktiivi 2009/45/EÜ lisast III „Suunised seoses liikumispuudega isikute suhtes kehtivate ohutusnõuetega reisilaevadel ja kiirreisilaevadel” esitatud ohutusnõuded.

Lipuriigil on eelnimetatud nõuete osas siiski ka mõningane kaalutusõigus mis on sätestatud järgnevalt: *§10 (2)Veeteede Amet võib vabastada reisilaeva mõne käesoleva määruse (nr. 30) nõude täitmisest, kui sellega ei vähendata ohutuse taset, arvestades sõidupiirkonna kaitstust ning sellest tulenevat väiksemat lainekõrgust, reisilaeva piiratud kasutusperioodi, sõitu ainult valgel ajal, reisi piiratud kestust ja päästemeeskonna kohalejõudmise aega kohalikus rannasõidus. Vabastus kehtib ainult sõidupiirkonnas, mille osas vabastust taotleti.*

Eelnimetatud diskretsiooniõiguse kasutamine tuleb kooskõlastada Euroopa Komisjoniga direktiivi 2009/45/EÜ artiklis 9 lõikes 4 sätestatud viisil. Kooskõlastuse menetlemise aeg

on kuni 6 kuud ja positiivse otsuse korral võetakse vastu rakendusakt (2009/45/EÜ, 2009).

Seega võib kokkuvõtteks öelda, et lipuriigil on õigus tulenevalt kohalikest oludest autonoomsete laevade teatud ohutusnõudeid või kasutatavaid ohutusmeetmeid muuta eeldusel, et ohutus ei vähene. Määruse nr.30 kohaselt väljastatakse laevale „Reisilaeva ohutuse tunnistus“ pärast MSOS sätestatud ülevaatuse läbiviimist. Tabel 4 on koondatud ohutusega seonduvad määrusest nr. 30 tulenevad nõuded, millel on otsene seos mehitamisega.

Tabel 4. Määruse nr. 30 nõuetest tulenev otsene seos mehitamisega

Regulatsioon	Osa	Valdkond	Mehitamine	Selgitus
SOLAS	Ptk IV reg.16	Raadio - kommunikatsioon	Igal reisilaeval peab olema 1 vastavalt STCW Code, IV, B-IV/2 koolitatud isik .	Peab olema pardal
SOLAS	Ptk. V reg. 11	Navigatsiooniohutus	Kapten -raporteerimis süsteem	Ei ole sätestatud asukoht pardal
SOLAS	Ptk. V reg.14	Navigatsiooniohutus	Laev peab olema vajalikul määral mehitatud.	Ei ole selgelt sätestatud asukoht pardal.
SOLAS	Ptk. V reg.24	Juhtimissüsteemide kasutus.	Tihedas liikluses, piiratud nähtavuses ja keerulistes navigatsioonioludes üleminek käsijuhtimisele.	Käsijuhtimise peab üle võtma vahitüürimees – asukoht pole sätestatud
SOLAS	Ptk. V reg.26	Juhtimisseadmete katsetus	Kohustus läbi viia juhtimisseadmete reisieelne katsetus.	Teostatakse sadamas enne reisi.
SOLAS	Ptk. V reg.31, 33	Ohutus info ja SAR	Kapteni informeerimis- kohustus navigatsiooni- ohtudest, SAR operatsioonis osalemine.	Võimalik täita kaldalt või rannasõidus mitte kohaldada.
2009/45/EÜ	Ptk III R10	Päästevahendite mehitamine	Piisav arv väljaõppega inimesi	Peavad asuma pardal
2009/45/EÜ	Ptk III R26	Päästevahendite mehitamine	2 KVP meeskonda	Ei ole sätestatud asukoht pardal

Autori koostatud

Tabel 4 lähtub, et kohalikus rannasõidus kasutatavate reisilaevade ohutusnõuetega seonduvad otsesed viited meeskonnale tulenevad SOLASe ja direktiivi 2009/45/EÜ üksikutest nõuetest. Otsene viide meeskonna kohustuslikust asumisest pardal tuleneb ainult seoses raadiokommunikatsiooni korraldamisega ja päästevahendite mehitamisega. Seega võib lipuriik kasutades kaalutlusõigust ja täites erisuste kooskõlastuste protseduure anda reisilaeva ohutuse tunnistuse välja autonoomsele laevale ka järgnevatel juhtudel:

- kui lipuriigi mereadministratsioonil on veendumus, et nii tava- kui häireolukorras on SOLAS ptk.VI reg. 16 nõutud raadioside tehniline lahendus, kui side korraldus tagatud näiteks kaldal asuvas juhtimiskeskuses töötava ja vastavat koolitust omava operaatori vahendusel. Samuti olukorras kus raadioside koolitusega isik asub küll pardal, kuid ei ole laeva juht, ega juhtkonna liige;
- kui lipuriigi mereadministratsiooni on veendumus, et SOLAS ptk.V reg. 11 nõutud laeva kapteni poolne raporteerimiskohustus on tagatud tehniliste vahenditega näiteks kalda juhtimiskeskuses asuva töötaja poolt. Üldjuhul Eesti avalikud parvlaevaliinid ei opereeri raporteerimiskohustustega piirkondades, mistõttu see ei ole taksitus tunnistuste väljaandmisel;
- kui lipuriigi mereadministratsioonil on veendumus, et Tabel 4 kirjeldatud nõuete 3-8 täitmine on tehniliselt tagatud küll alternatiivsel, kuid vähemalt sama ohutul viisil. Põhiküsimus on kuidas koosmõjus ohutu mehitatuse tunnistusega mehitamata või osaliselt mehitatud laevaga reaalne navigatsiooniohutuse tagamine ja päästevahendite käitamine jms. toimub.

2.2.2 Ohutu mehitatuse tunnistus

Ohutu mehitatuse tunnistus (edaspidi OMT) väljastatakse MSOS § 22 alusel lähtudes SOLAS Ptk. V regulatsioonist 14 ja täpsustusest, et ohutu mehitamise määramisel tuleb lähtuda 2011. aastal vastu võetud IMO Resolutsioonist A.1047(27) pealkirjaga „Principles of Minimum Safe Manning“ ehk „Ohutu mehitamise põhimõtted“. Oluline on selle juures lipuriigile jäetud kaalutlusõigus teha ohutu mehitamise määramisel erisusi tulenevalt tehnika arengust, laeva tüübist ja sõidurajooni spetsiifikast säilitades vähemalt samaväärse ohutustaseme. (IMO, 2011) Eesti seadusandluses on tunnistuse väljaandmine sätestatud MSOS §-s 21 „Laeva mehitamise üldnõuded“ ja täpsemad nõuded kehtestatud Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusega nr.36 „Reisilaevade ning 20-se ja suurema kogumahutavusega laevade miinimumkoosseisu määramise nõuded“.

(Reisilaevade..., Riigi Teataja, 2005) Käesoleva töö teema käsitlemise seisukohast on oluline hinnata nõuete täidetavust osaliselt pardal, või kalda juhtimiskeskuses olevate töötajate, või täielikult tehnoloogiliste lahenduste poolt. Määrusest tulenevalt peab miinimumkoosseis olema võimeline:

- **tagama navigatsiooni-, masina- ja raadiovahti ning tagama laeva ohutuse** – vahipidamise tagamine on võimalik teostada distantsilt, või autonoomsete lahendustega. Ohutuse tagamine on siinjuures suhteline mõiste. Seega, kui tehniliste lahendustega on võimalik funktsioonid täita, pole mehitamine otseselt vajalik;
- **käitama laeva pea- ja abimasinaid, hoidma neid töökorras, et laev oleks võimeline ületama reisil ettetulevaid võimalikke ohte** – mehitamata masinaruumid on juba praktiseeritavad lahendused ja mistahes autonoomsuse tasemel lühikeste sõidudistantside ja kalda lähedal käitatavad;
- **ohutult silduma ja kai äärest lahkuma** – võimalik teostada täielikult autonoomsena;
- **vältima merekeskkonna kahjustamist** – võimalik teostada täielikult autonoomsena;
- **rakendama ohutusmeetmeid kahjutule riski vähendamiseks ja hoidma puhtust laevaruumides** – saavutatav tehniliste lahendustega ja seisua ajal sadamas;
- **tagama meditsiinilist hooldust laevas** – eeldab inimese kohal olu pardal kui abivajaja on reisija;
- **tagama lasti ohutuse reisil** – ei pea olema tingimata seotud mehitamisega;
- **kontrollima ning hooldama laeva konstruktsioone ja seadmeid** – kontroll teostatav distantsilt, hooldused kaldameeskonna poolt;
- **sulgema veekindlalt kõik avad ja hoidma avade sulgemiseks ettenähtud sulgurid ja seadmed töökorras ning täitma häireplaanist tulenevaid kohustusi** – sulgemine võimalik teostada distantsilt. Häireplaani kohustused tulenevad plaani spetsiifikast;
- **käitama laeva tulekaitse- ja hädaolukorraks ettenähtud seadmeid ning päästevahendeid, teostama nende nõuetekohast hooldust ja tagama laevas olevate isikute kogunemise kogunemispaikadesse ja evakuatsiooni** – eeldab täna praktiseeritavate lahenduste puhul väljaõppega meeskonna kohalolu laevas;
- **tegutsema kooskõlas laeva turvalisuse plaaniga** – mehitamine sõltub plaani sisust. Kohalikus rannasõidus lihtsustatud.

Käesoleva alapunkti kokkuvõtteks saab öelda, et ohutu mehitamise tunnistuse väljaandmisel on lipuriigil suur kaalutus ja mõõnduste andmise õigus tulenevalt laeva tehnilisest spetsiifikast. Arvestades rahvusvaheliselt töös olevaid uurimis- ja rakendusprojekte, on käesoleva töö autoril alus arvata, et peale päästevahendite käitamise ja reisijate juhendamise, on muud olulised funktsioonid automatiseeritavad. Seega kehtiv ohutu mehitamise määramise regulatsioon ei välista autonoomsete laevade kasutamist.

2.2.3 Meresõiduohutuse korraldamise tunnistus

Laeva meresõiduohutuse korraldamise tunnistuse (edaspidi SMC) annab vastavalt MSOS §5² välja Veeteede Amet. Meresõiduohutuse korraldamise süsteemi (ISM) põhialused sätestab rahvusvaheliselt SOLAS ja Euroopa ühenduses Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 336/2006. Sarnaselt mitmele eelkirjeldatud regulatsioonile on ka siin lipuriigil õigus erandite andmiseks järgmises sõnastuses: *1. Juhul kui liikmesriik leiab, et ettevõtjatel on praktikas raske saavutada ISM-koodeksi A osa lõigete 6, 7, 9, 11 ja 12 nõuetele vastavust teatud laevade või laevade kategooriate suhtes, mida kasutatakse ainult selle liikmesriigi kohalikul rannasõidul, võivad nad nende sätetest osaliselt või täielikult kõrvale kalduda, võttes meetmed, mis tagavad koodeksi eesmärkide samaväärse saavutamise.*

Samuti on sarnaselt teistele EÜ regulatsioonidele erandite andmisel kooskõlastamise kohustus. Erandis kirjeldatud lõiked kätkevad järgmiseid teemasid:

- *Lõige 6 „Vahendid ja personal“* sätestab ettevõtte kohustusena kapteni teadlikkuse süsteemist, samuti teisi ettevõtte kohutusi nagu näiteks mehitada laev tulenevalt rahvusvahelistest nõuetest. Kui OMT on välja antud lipuriigi poolt ja selle nõuded on täidetud, siis on ka ISM nõuded sisuliselt täidetud;
- *Lõige 7 „Tegevuskavade väljatöötamine laeva pardatoimingute jaoks“*. Kui tegevuskavad on koostatud autonoomse laeva spetsiifikat silmas pidades on nõuded täidetud;
- *Lõige 9 „Nõuetele mittevastavustest, õnnetustest ja ohtlikest olukordadest teatamine ja nende olukordade analüüs“*. Kui protseduurid on koostatud autonoomse laeva spetsiifikat silmas pidades, on nõuded täidetud;

- *Lõige 11 „Dokumendid“* Sätestab dokumentide menetluse ja kättesaadavuse – kui süsteem tehtud autonoomsele laevale, siis nõuded täidetud;
- *Lõige 12 „Ettevõtjapoolne järelevalve, kontroll ja hindamine“* - kui süsteem tehtud autonoomsele laevale siis nõuded täidetud;

Kokkuvõtteks saab väita, et tulenevalt regulatsioonidest on SMC väljastamine mistahes autonoomsuse tasemel laevale võimalik.

2.3 Psühholoogiline valmisolek

Psühholoogilise valmisoleku uurimisobjektiks oli reisijate valmisolek osaliselt mehitatud, või täielikult mehitamata autonoomsete laevadega sõiduks. Uuringu meetodiks oli kvantitatiivse strateegiaga läbilõikeuuringu eesmärgiga küsitlus, mille koostamise ja läbiviimise vahendina kasutas autor veebipõhist tarkvara Google Forms (forms.google.com). Analüüsi koostamiseks ja järelduste illustreerimiseks kasutati tabeltöötlustarkvara Microsoft Excel.

Uuringu valikuna kasutati lihtsat juhuvalimit kus populatsiooniks võetakse kogu Eesti elanikkond. Küsitlus saadeti interneti teel kasutades nii e-posti aadresse, kui sotsiaalmeedia kanaleid. Uuringu eesmärk oli välja selgitada erinevate elanikkonna soost, vanusest ja reisimise intensiivsusest tulenevate gruppide valmisolek reisida erineva autonoomsuse tasemega laevadega. Küsimustiku koostamisel on lähtutud eeldusest, et vastamisel kuluv aeg ei ületa 1 minutit mis tagaks maksimaalselt suure vastanute hulga. Seetõttu on küsimustik valikvastustega ja vaba teksti kirjutada ei tule. Küsimustiku küsimused olid järgnevad:

1. Sootunnus naine või mees?
Informatsioon on oluline grupeerimisel.
2. Millisesse vanusegrupi te kuulute? Vastuse variandid:
 - a. 0-17 – vanusegrupp kes reisib reeglina vanemliku järelevalve all;
 - b. 18-35 – vanusegrupp kellel on üldjuhul väikeste lastega perekond ja kes vastutab reeglina oma järglaste põlvkonna eest. Aktiivne IT ja muu kaasaegse tehnoloogia kasutusharjumusega põlvkond.

- c. 36-55 – vanusegrupp kellel on üldjuhul kooliealiste ja vanemate lastega perekond, kes lisaks järgnevale võib vastutada ka eelneva põlvkonna hakkamasaamise eest;
- d. 56-65 – vanusegrupp kelle järglaste põlvkond üldjuhul ei vaja vanemlikku toetus.
- e. 66 + - pensioniealine põlvkond

Grupeerimisel oli lähtunud võimalikust riskitaluvusest seotuna pereliikmetega ning üldisest võimalikust tehnoloogia kasutusharjumusest tulenevalt vanusest.

3. Kas sõidate parvlaevadega Eesti saartele? Vastuse variandid:

- a. Ei ole viimase 5 aasta jooksul sõitnud, ega kavatsengi sõita.
- b. Sõidan 1 kuni 2 korda aastas
- c. Sõidan 1 kuni 2 korda kvartalis
- d. Sõidan 1 kuni 4 korda kuus
- e. Parvlaev on osa minu kodu või suvila "teest"

Grupeerimisel oli lähtunud võimalikest saartele reisimisintensiivsusega eristuvatest inimgruppidest kellel on erinev harjumus parvlaevade kasutamisel.

4. Küsimus esitati väitena „Oleksin nõus reisima nii üksi, kui koos perega parvlaevaga mille“:

- a. Pardal puudub täielikult meeskond - täisautonoomne laev.
- b. Pardal on ainult klienditeeninduse ja ohutusega seotud personal. Laeva juhitakse täielikult kaldalt.
- c. Pardal puudub laevajuht, kuid kohal on tehnilised töötajad ja teised väljaõppinud laevapere liikmed
- d. Ma ei ole nõus reisima laevaga, mille pardal pole tavapärasest meeskonda.

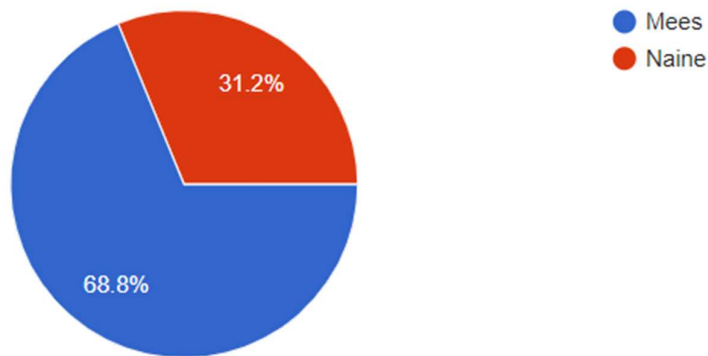
Vastusevariantide koostamisel on lähtunud lihtsast autonoomsuse taseme kirjeldusest merendusvaldkonnaaga otseselt mitteseotud reisijatele.

2.3.1 Uuringu tulemused

Uuringu küsitlus viidi läbi ajavahemikul 11. kuni 29. märts 2020. Küsitluse põhiliseks edastusviisiks oli sotsiaalmeedia kanal Facebook ja elektrooniline masspostitus töö autori personaalse kontaktide baasi ulatuses. Küsitluse jagamisele aitas kaasa ka asjaolu, et 48 inimest jagas küsitlust edasi. Kokku saabus küsitlusele 281 vastust. Kuna käesolev läbiviidav uuring on oma olemuselt kvantitatiivne, on oluline hinnata valimi

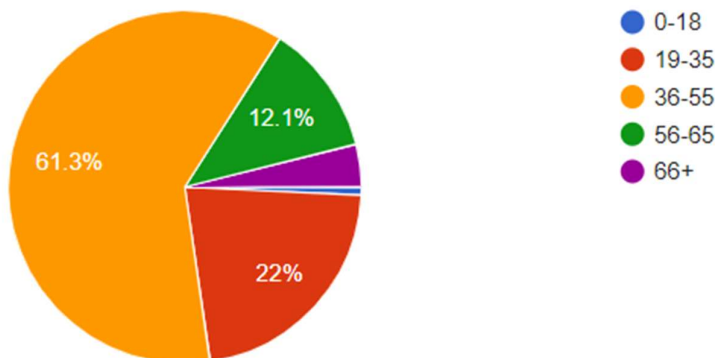
esinduslikkust. Kuna uuringu eesmärk on populatsiooni üldise usalduse väljaselgitamine autonoomsete laevade kasutamisel, võib käesoleva töö autori hinnangul küsitluse usaldusnivooks võtta 90%.

Küsitlusele vastajatest ligi 69% olid mehed ja 31% naised, mis näitab meeste märkimisväärselt suuremat huvi teema vastu (vt. Joonis 8). Kuna valdkond on seotud tehnika ja võetavate riskidega, on selline sooline jaotus adekvaatne.



Joonis 8. Vastajate sooline jaotus
Autori koostatud.

Küsitluses olid vastajate vanusegrupid jaotatud 5 rühma (vt. Joonis 9) mis ei olnud taotluslikult võrdsete vahemikega.

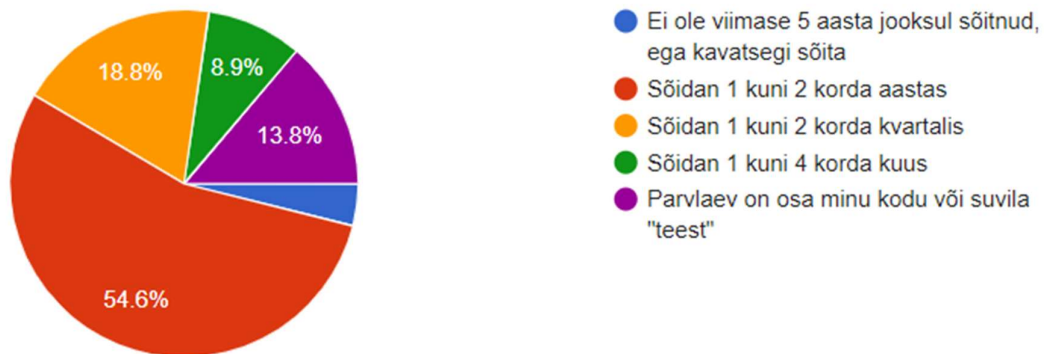


Joonis 9. Jaotus vanusegruppide vahel
Autori koostatud

Vanusegruppide jaotus on tingitud eeldatavast riskivalmidusest tulenevalt perekonna koosseisust ja vastutusest eelnevate ja järgnevate põlvkondade eest. Analüüsi jaoks on oluline võimalikult suur vastajate arv just aktiivses reisimiseas olevate inimeste poolt. Suurim vastajate hulk ehk ca 62 % laekus vastajate seast vanuses 36-55 eluaastat, millele järgnes vanusegrupp 19-35 eluaastat 22%-ga ja vanusegrupp 56-65 eluaastat 12%-ga.

Oluliseks näitajaks käesoleva teema mõistes on vastajate reisimise tihedus (vt. Joonis 10) mis aitab selgitada võimaliku seost laevade kasutamise intensiivsuse ja riskivalmiduse vahel. Samuti peegeldub reisimise intensiivsuses seotus väikesaarte kogukondadega ja reisija profiilid nagu:

- kohalik elanik – valikud „kodutee“, ja „1-4 korda kuus“;
- tööga seondud reisija või sugulaste külastaja – 1-2 korda kvartalis;
- turist – 1-2 korda aastas.



Joonis 10. Reisimise tihedus

Autori koostatud

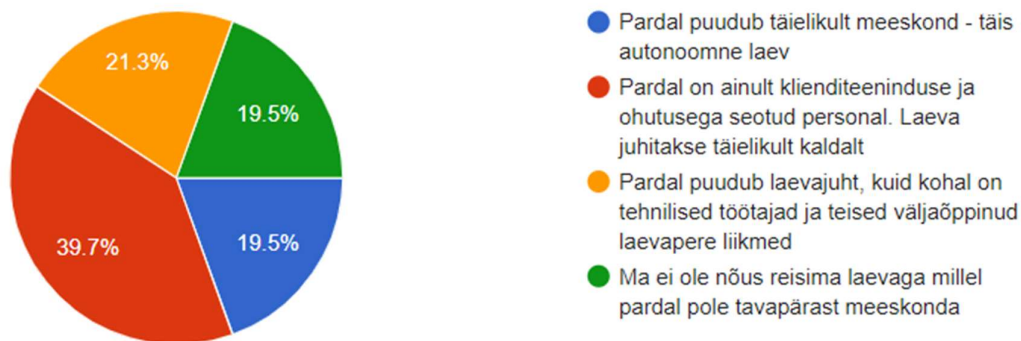
Reisijate valmisoleku ulatuse hindamiseks on küsitluses kirjeldatud 4 taset. Kuna käesolevas töös Tabel 1 (Lloyds Register) ja Tabel 2 (IMO) kirjeldatud autonoomsuse tasemed on reisija jaoks liigselt spetsiifilised, kirjeldab töö autor kergemini reisijale mõistetavad autonoomsuse kriteeriumid (vt Tabel 5).

Tabel 5. Autonoomsuse tasemete korrelatsioon küsimustikuga

Autor	Lloyds Register		IMO	
	Tähis	Kirjeldus	Tähis	Kirjeldus
Pardal puudub täielikult meeskond	AL6 AL5	Täis autonoomne. Autonoomne perioodilise kontrolliga.	Tase 4	Täisautonoomne laev.
Pardal on ainult klienditeeninduse ja ohutusega seotud personal. Laeva juhitakse täielikult kaldalt.	AL4	Kaasatud kontrolliv operaator	Tase 3	Mehitamata distantsilt kontrollitud laev.
Pardal puudub laevajuht, kuid kohal on tehnilised töötajad ja teised väljaõppinud laevapere liikmed	AL3	Aktiivne operaator.	Tase 2	Mehitamata, kuid distantsilt kontrollitud laev.
Ma ei ole nõus reisima laevaga millel pardal pole tavapärasest meeskonda.	AL2	Kohapealne ja distantsilt antav otsustusabi.	Tase 1	Laev mis on varustatud automaatika ja otsustusabi süsteemidega.
	AL1	Kohapealne otsustusabi.		
	AL0	Autonoomsed funktsioonid puuduvad.		

Autori koostatud

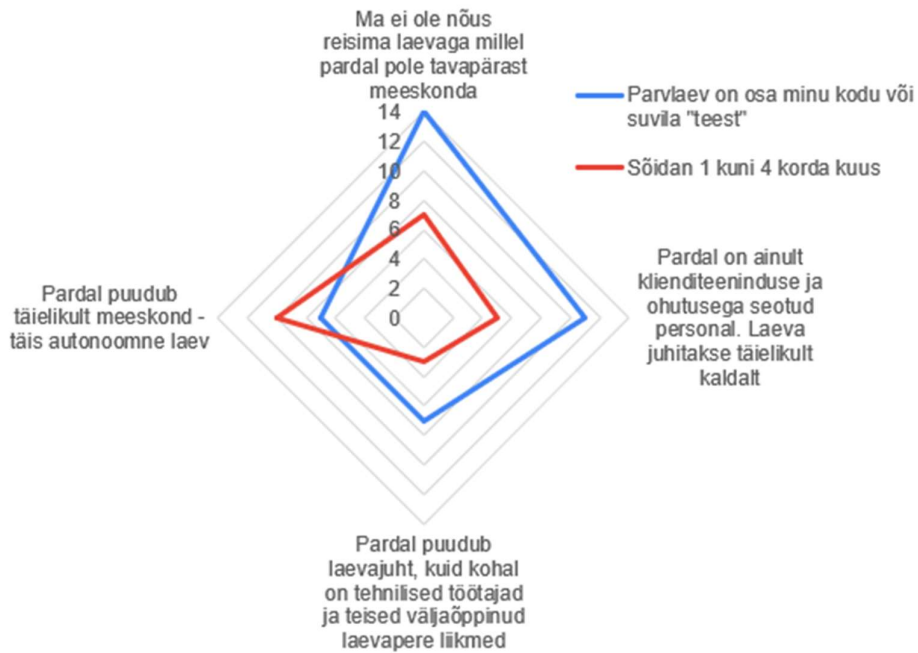
Lähtudes Tabel 5 kirjeldatud korrelatsioonist on vastajate hoiakud näidatud Joonis 11.



Joonis 11. Reisijate aktsepteeritud autonoomsuse tase

Autori koostatud

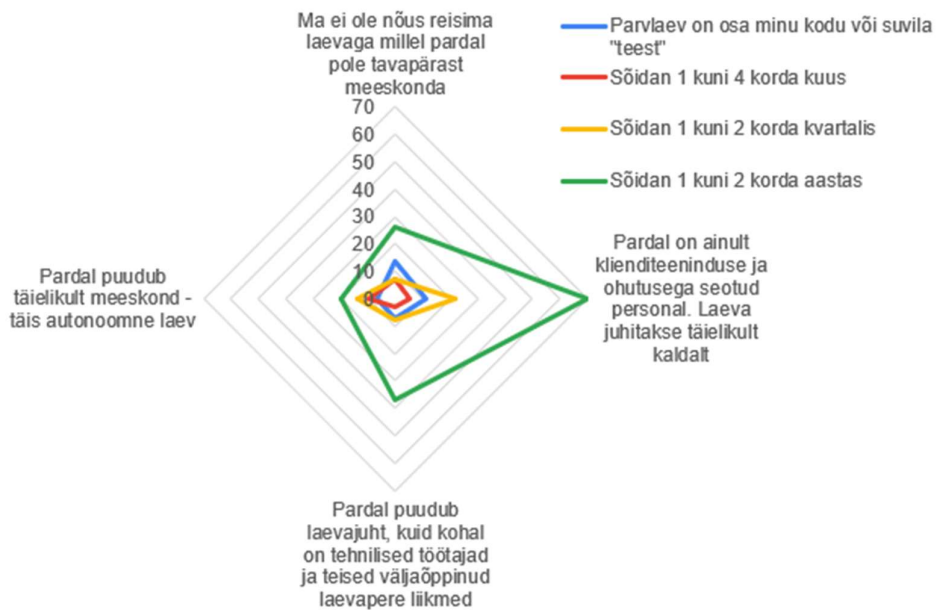
Saadud vastuste üldise hinnanguna saab väita, et mistahes autonoomsuse ja võimaliku meeskonna vähendamise välistab ligi 20% vastanutest. Oluline on siinkohal asjaolu, et enim vastuseisu osutas kõige suurema intensiivsusega reisijate grupp, ehk inimesed kelle jaoks parvalaev on n-ö osa kodu- või suvilateest (vt. Joonis 12). Joonisel 12 on kuvatud vastajate absoluutarvud.



Joonis 12. Suure intensiivsusega reisijate hoiakud

Autori koostatud

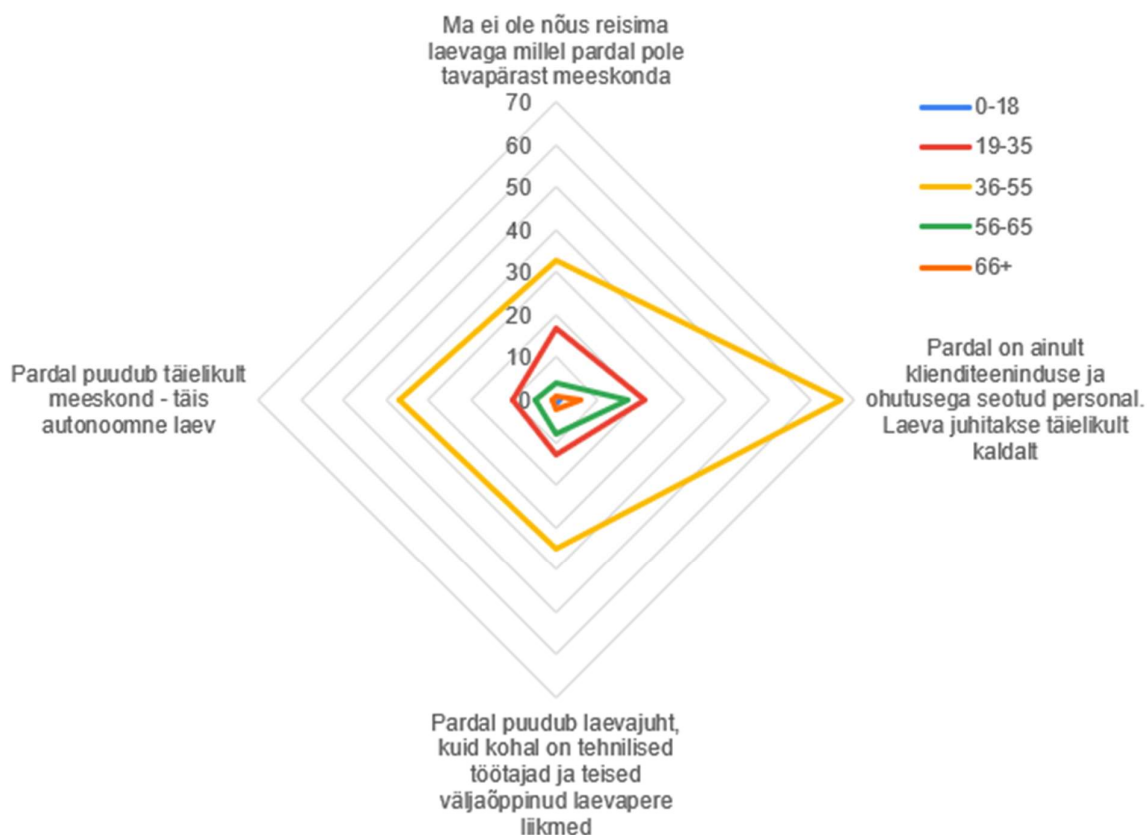
Autori hinnangul on selleks vastajate grupiks väikesaarte kohalikud elanikud ja osaliselt peegelduvad nende vastustes rohkem lähikontaktid laevapere liikmetega, mitte niivõrd usalduse puudumine automatiseerimise vastu.



Joonis 13. Seos vastanute arvu, reisitiheduse ja hoiakute vahel

Autori koostatud

Üldist hoiakut, mis kirjeldab seoseid vastanute arvu, reisimise tiheduse ja autonoomsuse usalduse vahel illustreerib Joonis 13, kus numbrilisel teljel on kuvatud vastajate arv. Viimasena on töö autori hinnangul oluline esile tõsta ka vanusegruppidest tulenev seos (vt Joonis 14).



Joonis 14. Vanusegruppide hoiakud
Autori koostatud

Kui teiste gruppide puhul ei ole hoiakute erinevus olulises osas märgatav, siis kõikidel vanusegruppidel alates 36 eluaastast on selge eelistus reisida laevaga, mille pardal on päästevahendite kasutusoskusega klienditeeninduse töötajad.

Käesoleva teema kokkuvõtteks võib öelda, et tehnoloogia üldise suundumuse ja juhita sõidukite intensiivse arengu valguses on Eesti laevareisija autonoomsuse suhtes mõõdukalt optimistlik. Vaid ligi 20% küsitlusele vastajatest välistas mistahes muudatustega kaasaminemise, mis meeskonna rolli laeva käitamise osas vähendab. Valdav osa ehk ligi 60% reisijatest ei ole tänasel päeval veel valmis oma ohutust ja

reisimismugavust usaldama täielikult automatiseeritud ja ilma meeskonnata laevadele. Siiski 20% reisijatest on valmis usaldama ennast sisuliselt tehisintellekti meelevalda ja reisima koos oma perekonnaga täielikult autonoomse laevaga. Küsitluse tulemusena on võimalik Eestis autonoomsuse valdkonnas minna edasi astmelise tegevusega, kus reisijate usalduse saavutamiseks on vajalik etapiviisiline tegutsemine. Teatud etapid on reisijale üksnes teadvustatavad, nagu laeva juhtimine näiteks kaldalt asuvalt juhtimiskeskusest, kui samas laeval tundub kõik endine ja vähemalt osaliselt on meeskond pidevalt nähtaval. Samuti ei ole otseselt tajutav tehnilise kontrolli liikumine kas esimeses etapis samuti kaldapealsesse juhtimiskeskusse ja sealt edasi tehisintellekti kätte. Pikima harjumise ja valmisoleku „treenimise“ aja võtab pardal olevate inimestega suhtlemise ja nende juhtimise üleminek IT süsteemide kätte.

2.4 Ettevõtja valmisolek

Ettevõtjate valmisoleku selgitamiseks viidi läbi kvalitatiivse strateegiaga ekspertintervjuud. Intervjuu on andmete kogumiseks parimaid vestluse vorme uurimisprobleemi lahendamisel (Õunapuu, 2014). Läbiviidud intervjuud olid oma ülesehituselt poolstruktureeritud ja vaatamata ette koostatud küsimustele oli oluline ka vaba tekstina esitatud informatsioon. Viimane tagab teema laiema konteksti ja võimaluse teemaga süvitsi minnes täiendava info hankimiseks (Fontana & Frey, 1994,365). Intervjuu eesmärk on valdkonnas tegutsevate ettevõtete juhtide hoiak autonoomsete laevade kasutuselevõtu suhtes. Oluline on selgitada välja ettevõtjate valmidus investeerimiseks ning uudsete lahendustega kaasnevate riskide tunnetamine ja nende vähendamise võimalused. Samuti võimalike majanduslike motivaatorite nagu kuluökonomika ja konkurentsieelise olemasolu ning teadvustamine. Kavandatud intervjuu on oma olemuselt poolstruktureeritud, mis eeldab küsitleja poolset osalist küsimuste ettevalmistust. Samas, kuna tegu on kvalitatiivse uuringuga on oluline küsimuste avatus, ehk võimalus anda teemale laiemat hinnangut. Intervjueeritavate valim koostati põhimõttel, et kaasatakse Eestis avalikku parvlaevaühendust teostavate ettevõtete tippjuhid kui valdkonna arvamusiidrid. Käesoleva töö autor parvlaevandusega tegeleva ettevõtte juhina kõrvutab intervjueeritavate hinnanguid enda omadega üldistades tulemusi.

Teema sissejuhatuseks oli oluline alustada üldisematest hinnangutest, et kas autonoomsete laevade teema tänast ettevõtjat puudutab ja kas tegemist on lähema, kaugema või määratlematu ajahorisondiga küsimusega. Ekspertintervjuud viidi läbi kahe Eesti rannasõiduga tegeleva ettevõtte tippjuhiga, kelleks on OÜ TS Laevad juhatuse esimees Jaak Kaabel (edaspidi JK) ja OÜ Tuule Liinid juhatuse esimees Tõnis Rihvk (edaspidi TR). Intervjuus käsitletavat küsimused olid järgnevad:

➤ Kas autonoomne laevandus on aktuaalne?

Nii käesoleva töö autor kui mõlemad intervjueeritavad on seisukohal, et mingil astmel autonoomne laevandus võib olla lähima tuleviku arengusuund, kuid arvamused lähevad lahku reisilaevanduse suunal. TR tänaste teadmise baasil ei kujuta mehitamata reisilaevandust eriti ette ja tema hinnangul jääb näiteks peamehhaanik endiselt ka autonoomsele laevale. JK hinnangul on see lihtsalt kaugema tuleviku teema. Valdkonna juhtidel on erinevat informatsiooni nii Norra kui Soome erinevatest autonoomsete laevade projektidest, kuid tänased tehnilised saavutused ei ole leidnud piisavat ja veenvat kajastust alustamiseks mingisuguseidki arendustegevusi Eestis.

➤ Kas autonoomne laevandus on majanduslikult atraktiivne?

Põhilist majanduslikku efekti nähakse peaaegselt laevapere liikmete tasude vähenemisega seonduvalt. TR peab Norra näitel autonoomsete laevade arenduse põhiliseks motivaatoriks laevapere palgataset, kus Norra tekimeeskonna palgatase on 2-3x kõrgem kui Eestis rannasõidu kaptenil. Seega kuni Eesti palgatase oluliselt ei tõuse, puudub ka piisav motivatsioon autonoomsele laevandusele. JK hinnangul on autonoomsusega seonduvad investeeringud ja majandusriskid tänasel päeval liiga raskesti prognoositavad, mistõttu kohaliku mastaabi ettevõtted ei ole valmis selles suunas äriske veel võtma. Küll aga näitab demograafilise situatsiooni muutus ja kvalifitseeritud meremeeste puudus üha teravnevat tööturu olukorda, mis autonoomsete laevade arendusvajadust esile kutsub.

Mõlemad intervjueeritavad viitasid asjaolule, et ehkki palju erinevaid autonoomset laevandust soodustavaid komponente nagu automaatsed juhtimis-, sildumis- ja laadimisseadmed on olemas ja mingil määral katsetatud, ei ole siiani veenvalt viisil nende töökindlat ning ohutut koostoimimist tõendatud.

- Kas laevade autonoomsus sobitub tänasesse ärimudelisse?

Küsimuse fookuseks oli täna praktiseeritav ärimudel, kus rannasõidus kasutatakse avalikul liiniveol kõrge kliendi mugavusastmega laevu. Avarad reisijate alad ja kvaliteetse tootlusteenu osutamine tingib rohkearvulise teenindava personali, mis mehitamata laevanduse kontseptsiooni ei sobitu.

JK hinnangul on teenuste valik ja klienditeeninduse tase ajalooliselt välja kujunenud. Saare külastajale on tegemist emotsiooniga külastades ajaloolist „piiritsooni“ ja n-ö laevas pakutavad söögid on omandanud reisija jaoks reisi osa. Maailmatasemel reisijate alad ja toitlustus on samas korralduslikult kulukas ja oma olemuselt toretsev. TR hinnangul leidub ka muid praktikaid, näiteks Eesti kütusetanklates markeeritud klientide soovi suhelda inimesega automaadi asemel. Käesoleva töö autori hinnangul on selline avalikult finantseeritav liiniveo korraldus tegelikkuses ebapraktiline ja nii mitmetelgi Eesti parvlaevaliinidel tuleks üle minna Norra ja Soome näidetel n.ö. „maanteepraamide“ süsteemile. Arvestades asjaolu, et piletitulud katavad täna üksnes 20% kogukuludest, ei ole avalikult finantseeritavatel liinidel toitlustuse ja muude mugavusteenuste doteerimine mõistlik. Lihtsad ühetekilised ja ilma teenindusalata platvorm tüüpi laevad oleksid ka autonoomse laevanduse oluliseks eelduseks. Sarnase tee avalikuks liiniveoks on valinud Norra ja Soome, kus doteeritavatel liinilaevadel osutatavad teenused on minimaalsed ja investeeringud on suunatud peamiselt energiasäästu ja keskkonnatehnoloogiasse.

- Millised on autonoomsete laevadega kaasnevad peamised riskid?

Ettevõtjate poolt peetakse esimeseks ja kõige olulisemaks riskiks reisijate psühholoogilist tõrget meeskonnata laevaga reisimiseks. Nii TR kui JK töid selle välja esimese asjaoluna. Teise riskina märgiti majanduslikku riski, mille kohaselt mehitamata laeva ehituslik maksumus võib osutuda oluliselt suuremaks, kui mehitamise kulude kokkuhoiuga saavutatav majanduslik efekt. Samuti tekiks selliste laevade kasutuselevõtuga täiendav vajadus investeerida olemasolevate sadamate infrastruktuuri määral, mis projekti tasuvusaja ebamõistlikult pikaks teeksid. Lisaks kaasnevad raskelt prognoositavad ohutusküsimused lahendamaks võimalike pääste- või evakuatsiooni olukordi. Samas ohutuse taseme otsesest langust keegi mehitamata laevades ei näe. Olemasolevad inimliku eksimusega seonduvad riskid asenduvad tehnilistest vigadest tulenevate riskidega.

- Millistel liinidel võiks rakendada pilootprojekte?

Nii intervjueeritavate, kui käesoleva töö autori hinnangu kohaselt oleks parim liin pilootprojekti rakendamiseks Virtsu-Kuivastu. Põhiliseks argumendiks on reisi lühike kestvus, mereala ohutus ja sildumismanöövrite lihtsus. Samuti toetab autonoomsuse arengut sadamaalade läbilaskevõimsus, mis tagab laadimise piisava paindlikkuse ja automatiseerimise võimaluse. Kalda lähedus tagaks kiire abivõimaluse kaldalt ja madalad sügavused ning merepõhja profiil tagaks vajadusel laeva madalale juhtimise võimaluse uppumise vältimiseks. Magistritöö autori hinnangul peaks Virtsu-Kuivastu liini optimaalseim ja paindlikum mudel lähtuma põhimõttest, et autonoomsete laevade puhul võiks väiksema mahutavusega laevu olla rohkem. Samas TR hinnangul on nii varasemad kui praegu kasutatavate laevade mahutavus optimaalne lähtuvalt nõudlusest, sadamate infrastruktuuridest ja olulisel määral ka meeskonnakulude ökonoomikast. Viimane argument aga autonoomse laevanduse puhul kaoks ja võimaldaks suuremat liini reisipaindlikkust.

Teise võimaliku liinina märgiti Munalaid-Manilaid laevaliini mis navigatsioonioludelt, reisi kestvuselt ja sildumiste lihtsuselt oleks veelgi parem testimispaik. Samas väike sõidunõudlus ja kasutajate hulk ei pruugi mastaapseks investeeringuks vajalikku ühishuvi leida.

Kolmanda võimaliku pilootprojekti rakendamise liinina pakkus JK välja Kelnase-Leppneeme laevaliini, kus tänu tihedale ümbritsevale Muuga sadamaga seonduvale laevaliiklusele oleks enim väljakutseid just juhtimissüsteemide arendamiseks. Samas olemasolevad sadamad nõuaksid väga mastaapseid investeeringuid.

➤ Kas Eestis peaks või võiks autonoomse laevanduse arendamisega alustada?

Ettevõtjad on ühel meelel selles, et autonoomne laevandus on varsti paratamatus ja kindlasti peaks teemaga tegelema. Samas reisilaevanduse kohapealt on teadmatus suur ja hinnangud ettevaatlikud. Ühelt poolt muutused tööturul ja transpordisektoris tervikuna annavad arenduseks piisava motiivi, teisalt investeeringute raskesti hinnatav suurus ja tasuvusaeg riske võtma ei veena.

➤ Kellelt võiks või peaks tulema initsiatiiv?

Ettevõtjate arvamused lähevad teatud osas selles lahku. TR hinnangul on Eestis tähelepanuväärselt suur riigi sekkumine transpordikorraldusse. Riigi osalusega

äriühingute tegutsemine pörsib konkurentsi ja sellega seondult ka innovatsiooni. Tema hinnangul peaks innovatsiooni algatama ikkagi vabal turul tegutsev ettevõtja konkrentsitingimustes majandades ja ökonoomsemaid kulumudeleid otsides. Autonoomne laevandus võiks olla sellise innovatsiooni siht.

JK arvamuse kohaselt sellise mastaabi innovatsiooni initsiatiiv ei saa tuleneda majanduslikel põhjustel otse ettevõtjalt tulenevalt suurtest kuludest ning raskesti prognoositavast efektist. Tema hinnangul peaks mehitamata laevade innovatsiooni toimumise tõukeks olema riiklik transpordipoliitika laiemalt. Oluline on leida ühiskonnas konsensus kas innovatsioon merenduspoliitikas on teema või mitte. Sarnane on situatsioon laevanduse energia- ja keskkonnaküsimustes, kus Norra näitel riik seab avalike liinivedude hangetel kindlad energiasäästu kriteeriumid. Osalejatel on konkrentsipõhine kohustus uued ja innovaatilised laevad ehitada või teatud üleminekuperioodi kestel olemasolevad laevad moderniseerida. Organisatsioonilises plaanis peaks sellise mastaabi innovatsioon toimuma konsortsiumi põhimõttel, kus on selgepiirilise osaliste ühishuvi ja mille rahastuse põhiraskus kaetakse Euroopa erinevate innovatsiooni ja arengu rahastamise meetmete kaasabil.

➤ Kas Eesti kui lipuriigi mereadministratsioon toetab innovatsiooni?

Eesti Veeteede ameti põhiroll autonoomse laevanduse suunal on asukohapõhise regulatiivse raamistiku kujundamine ja järelevalve. Kuna valdkond on uus, on just mereadministratsioonil võtmeroll läbi mõõnduste andmise võimaluste loomiseks uuteks lahendusteks ja innovatsiooniks. Kui ohutuse absoluutsel dogmatiseerimisel uute lahendustega paratamatult kaasnevaid riske täielikult välistatakse, ei ole valdkonna innovatsioon võimalik. Kui mereadministratsioon lähtub üksnes rahvusvahelistest regulatsioonidest ja kaalutlusõigust ei rakenda, toimuvad Eestis selle suunalised arengud alles peale Skandinaavia edumeelsete riikide arengut. Tänapäevane lipuriigi jäikus näiteks vähima ohutu mehitamise küsimuses erineb oluliselt eelpool mainitud riikide praktikatest. Sarnased erinevused on ka ohutusvarustuse valdkonnas nagu näiteks nõuded pääste- ja tulekustutusüsteemidele. Ajalooliselt juurdunud põhimõtted, et ka kalda vahetus läheduses opereerivad laevad on varustatud ja mehitatud endiselt põhimõttel, et kõik ettetulevad situatsioonid lahendatakse laevas kohapeal ohutuse seisukohalt muidugi toimib, kuid on väga kallis. Lähenemine, et ohutuses kompromisse ei tehta viib paratamatult n-ö puhvrite loomisele mis kõrvõimalikke riske üritavad eos välistada. Kui

aga sellega ei kaasne konstruktiivset dialoogi uute ja alternatiivsete lahenduste kasutuselevõtuks, puudub innovatsiooniks võimalus.

- Kas Eestis on olemas tehnilisi partnereid, kes suudaksid autonoomsete laevade arendamises kaasa lüüa?

Eestis on laevachituse traditsioon märkimisväärne. Tuntuim uusi aluseid ehitav Baltic Workboat on agressiivne uute lahenduste arendaja ja seetõttu väga võimekas partner autonoomse laevanduse innovatsiooni realiseerimiseks. Nende praktiline kogemus uute ja töökindlate n-ö „võtmed kätte“ lahenduste arendamisel on regioonis, ka Eesti kui mereriigi jaoks suur konkurentsieelis. Baltic Workboat lähedased ärisuhted selliste valdkonna liidritega nagu Rolls-Royce ja Kongsberg on võimalike edukate autonoomsete laevade ehitusprojektide edu aluseks.

Käesoleva küsitluse kokkuvõtteks saab öelda, et autonoomsete laevade rakendamine Eesti rannasõidus reisijate veol ei oma valdkonna ettevõtete juhtide jaoks sellist aktuaalsust, mis lubaks selle suunalisi arenguid lähitulevikus. Hetke seisuga ei ole ühelgi intervjuueeritud valdkonna ettevõttel mingisuguseid arenguplaane laevade autonoomsemaks ümberehitamisel, või täiesti uute autonoomsete laevade ehitamisel. Põhiliseks argumendiks on teadmatus ja vastavate täiesti töötavate ja katsetatud lahenduste puudumine. Lisaks kujundab ettevõtjate passiivset hoiakut ja skeptilisust senised lipuriigi mereadministratsiooni poolt rakendatavad käitumispraktikad, mis eelistavad luua ohutuse puhvreid ja püüü täielikult riske vältida. Eesti väikesed ettevõtted ei ole iseseisvaks sellise mastaabiga innovatsiooniprojektide arendamiseks ei võimelised, ega motiveeritud. Muutused selles valdkonnas tuleks esile kutsuda lipuriigi valitsuse, mereadministratsiooni, teadusasutuste ja ettevõtjate koordineeritud koostöös. Oluline on esmalt kujundada valdkonna arengu poliitilised suunad, seejärel koostada konkreetsemad tegevuskavad. Alles sellele järgneks ettevõtjate tegevused ja võimalikud investeeringute plaanid.

3 Valmisoleku tagamine

Innovatsioon on oma olemuselt muutumine. Innovatsiooni võivad esile kutsuda erinevad protsessid nagu keskkonnamuutused, tehnoloogilised, sotsiaalsed, majanduslikud, demograafilised ja paljud muud muutuvad tegurid. Autonoomne laevandus on otseselt seotud väga suurte maailma majanduses, demograafias, tehnoloogias ja keskkonnaküsimustes toimuvate innovaatiliste muutustega. Eesti kontekstis loovad paratamatu vajaduse laevanduse innovatsiooniks demograafilised muutused, tööturu olukord, suurenev reisimisvajadus, kliima muutustega seotud eesmärgid ja üha kallinevad ressursid. Nii mastaapsete väljakutsete lahendamiseks vajalik innovatsioon eeldab ühelt poolt suuri investeeringuid, aga eelkõige ühishuvil baseeruvat innovatsiooni juhtimise gruppi.

Eestil ei ole põhjust autonoomse laevanduse rakendamise alustamisega nullist vaid on võimalus rakendada naaberriigi Soome tegutsemismudelit. Soomes on ellu kutsutud laialdasel erinevate huvigruppide koostööl baseeruv autonoomse laevanduse ökosüsteem nimega „One Sea“. Ökosüsteemi juhtivaks organisatsiooniks on DIMECC (ingl Digital, Internet, Materials & Engineering Co-Creation), mille koostöövõrgustikus on üle 2000 arendustöötaja, rohkem kui 400 erinevat organisatsiooni, 69 aktsionäri ja üle 10 ühisloome vahendaja.

Ettevõtte omanike ringis on maailma juhtivad laevandustehnoloogia ettevõtted nagu Rolls-Royce, Kongsberg, ABB, Wärtsila ja paljud teised tehnoloogia maailmanimed. (DIMECC, 2020)

Näiteks on ökosüsteemiga 2020. aastal liitunud ka Soome laevaliikluse korraldamisega tegelev VTS Finland (VTS Finland joins One Sea, 2020). Organisatsioon on ühishuvidest tulenevalt seadnud autonoomsele laevandusele ajakava, mis on kokku võetud Joonis 15, mille kohaselt on autonoomse laevanduse kommertsrakendused valmis 2025. aastaks, mil on paigas ka kohalik ja rahvusvaheline õigusruumistik ja seda nii IMO kui klassiühingute tasemel.



Joonis 15. Autonoomse laevanduse ajajoon

Allikas: (DIMECC, 2020)

Autonoomse laevanduse arendamiseks Eestis oleks mõistlik luua TalTech Mektory, Eesti Mereakadeemia, Majandus- ja kommunikatsiooniministeriumi ning Veeteede Ameti koostöös initsiatiivgrupp, mis kataks lisaks ka laevanduse energiaeesmärkide seadmise ning saavutamise programmi. Nende kahe valdkonna sidusus aitaks kindlasti kaasa ka rahastusmudeli loomisel, mis peaks arengu ja uurimiseesmärkide kohaselt kaasama vahendid EÜ energiaeesmärkide finantseeringutest. Loodava koostööorganisatsiooni eesmärkide saavutamiseks oleks oluline ka ökosüsteemiga „One Sea“ liitumine. Oluline on loodava organisatsiooni võrgustikuga kutsuda liituma ka laevade ja seadmete ehituse ning parvlaevaliinide opereerimisega seotud ettevõtted.

Joonis 15 koondatud info on oluline mõistmaks ajatelge valdkonniti vajalike tegevuste keskseks koordineerimiseks. Küberturvalisuse, eetika küsimused ja IMO poolt rakendatavad meetmed ei peaks eraldi kohalikku tegevusplaani omama, kuna sealsed arengud toimuvad sõltumata. Küll aga on vajalik võimalikult kiiresti kohalike testalade/pilootprojektide käivitamine koostöös tootjate ja teiste valdkonnaga seotud osapooltega.

3.1 Majanduslik valmisolek

Autonoomse laevanduse innovatsiooni reaalseks toimumiseks on oluline osaliste ühise arusaama järgi kujundada järgnevateks parvlaevaliinide hangeteks vajalikud kriteeriumid. Tähtis oleks sõnastada ja kokku leppida kasutatavate kütuste ja laiemalt laevade energeetika lähtealused tulenevalt Euroopa ja Eesti energiapoliitilistest otsustest. Samuti saaks autonoomse laevanduse laiendatavat kontseptsiooni rakendada teatud alternatiivina nn. „Saaremaa silla“ projektile, kus paindlik ja mehitamata ujuvtranspordisüsteem võiks nii keskkonna, kui kuluökonomika seisukohalt olla praktilisem lahendus. Käesoleva töö autori hinnangul võimaldaks mehitamata väiksematest nn. platvorm-reisipraamidest koosnev modulaarne transpordisüsteem tagada sarnaselt sillaga sujuva ühenduse aastaringset ja 24 tundi ööpäevas kui selleks on nõudlus. Samuti põhjustab ehituslikult väikese kogukõrgusega ujuvtranspordisüsteem oluliselt väiksema visuaalreostuse, kui seda on sild. Lisaks on selline transpordisüsteem oluliselt paindlikum ja võimaldab järgida tehnoloogia arenguga kaasnevaid uuendusi erinevalt sillast mille eluiga on oluliselt pikem.

Autonoomse laevanduse arengu seisukohast peaks tulevaste hangete kontekstis sätestama järgnevad kriteeriumid:

- Energeetika – sätestada kasutatavad energiaallikad ja vajalik taristu. Eelistama peaks elektrienergial baseeruvaid propulsiooni süsteeme, mille energiavarustus tagatakse laeval asuvast energiasalvestuse süsteemist.
- Inimressurss – sätestada tuleks põhimõtted, et tulenevalt laevade automatiseerituse astmest peaksid tehnilise käitamisega otseselt seotud töökohtadest 90% olema kõrge lisandväärtusega insenertehnilised töökohad.
- Teenuste aeg - sätestada tuleks majandusökonomika seisukohast kõrget autonoomsust nõudev nõudluspõhine ööpäevaringne teenindusvalmidus.

Riigi kaasrahastusega projektid, kliimanetraalsuse saavutamiseks jne.

3.2 Tehniline valmisolek

Tehnilise valmisoleku saavutamiseks on esialgses etapis oluline välja selgitada millistel liinidel võimalikud pilootprojektid võiksid alustada. Kuna mitmete füüsilist faktorite mõju autonoomse laevanduse võimalikkust silmas pidades on erinev, tuleb eelnevalt

mõjutavad tegurid määratleda ja kaardistada. Johtuvalt sadamatest, navigatsioonioludest ja muudest nii tehnilistest kui füüsilistest parameetritest on Tabel 6 kirjeldatud olulisemad faktorid. Samuti nende põhiline mõju ja olulisuse kaal.

Tabel 6. Mõjufaktorite kaalud

Mõjufaktor	Mõju kaal %	Mõju selgitus
Distants	15	Energiahulk, reisijate taluvus, ohutus
Sõiduaeg	10	Reisijate taluvus, energia hulk
Kiirus	5	Energia hulk + ohutus
Pöörded	5	Ohutus
Kitsused	25	Ohutus
Sadam	15	Ohutus
Jää + ilmastik	15	Ohutus
Liiklustihedus	10	Ohutus
Kokku	100	

Autori koostatud

Mõju kaal võib koosneda nii objektiivsetest kui subjektiivsetest faktorites ja on määratud lähtudes järgnevalt:

- Distants – mõju avaldub põhiosas reisi teostamiseks vajalikus energia hulgas. Distantsi pikenedes on vajalikud suuremad investeeringud energiasalvestusseadmetesse ja vajalik aeg laadimistsükliteks. Samuti mõjutab distantsi pikkus reisijate taluvust ja eriolukordades abi kättesaadavust.
- Sõiduaeg – esmane mõju reisijate taluvusele ja teisene reisi teostamiseks vajalikule energiahulgale.
- Kiirus – esmane mõju energia hulga suurenedes kasvab eksponentsiaalselt. Samuti mõju ohutusele, kuna kiiruse kasvades juhtimissüsteemi eksimusest tulenevad riskid suurenevad.
- Pöörded – hinnangus lähtutakse pööretest ehk kursimuutustest, mis on suuremad kui 20 kraadi. Mõju põhiliselt ohutusele, kuna automaatsete juhtimisseadmete kasutamisega on suurte pöörete teostamisel suuremad riskid.
- Kitsused – kõige suurem mõju ohutusele, kuna navigatsioon kitsustes kätkeb endas suurimat ohtu võimalike süsteemi eksimustega seonduvalt.
- Sadam – hindamisel lähtutakse subjektiivsest hinnangust sadamas liikumise ja sildumise keerukusest mis tuleneb sadama füüsilistest parameetritest.
- Jää + ilmastik – subjektiivne kogemusest tulenev hinnang ilmastiku ja jääolude mõjust laevaliini opereerimisel.

- Liiklustihedus - subjektiivne kogemusest tulenev hinnang laevaliiklustiheduse mõjust laevaliini opereerimisel.

Tabel 7 on kirjeldatud Eesti avalikud parvlaevaühendused, samuti eelpool kirjeldatud faktorite kaalud ja nii töö autori poolt antud subjektiivsed kui laevaliinide objektiivsed parameetrid. Mõõdetavad parameetrid nagu distants, aeg, kiirus ja pöörete arv on konkreetsed arvulised väärtused. Seevastu sadam, ilmastik ja liiklustihedus autori hinnang olude keerukusele 5 palli süsteemis meetodil, et 1 pall kõige lihtsam ja 5 palli kõige keerulisem autonoomse laeva rakendamise seisukohast. Hinnangud ja parameetrid on kaalutud ning tabeli lõpus moodustub iga liini kohta punktide summa. Mida suurem on summa, seda keerulisem ja rohkem väljakutseid esitav on autonoomse laevanduse võimalik rakendamine. Oluline on märkida, et tabeli sisu baseerub suures osas käesoleva magistritöö autori isiklikule kogemusele ja hinnangule.

Punktide absoluutväärtus ei oma iseenesest tähendust, vaid eristab laevaliine n-ö autonoomse laeva opereerimise soorituse raskuse alusel. Tabel kinnitab ka läbiviidud ekspertintervjuudes saadud hinnanguid, et parimad liinid võimalike pilootprojektide rakendamiseks oleks Munalaid- Manilaid, Virtsu- Kuivast ja mingil määral ka Kelnase-Leppneeme. Viimasest kolmest suurimat tehnilist väljakutset sisaldab kahtlemata Kelnase-Leppneeme liin tulenevalt ebasobivast olemasolevast sadamate infrastruktuurist ja opereerimisest tiheda rahvusvahelise laevaliiklusega alal.

Tabel 7. Laevaliinide hindamine autonoomse laeva kasutuse võimalikkusest

	Distants meremiil	Aeg h	Kiirus sõlmedes	20°+ pöörded	Kitsused % distants	Sadam	Jää + ilmastik	Liiklus- tihedus	KOKKU
Mõju kaal %	15	10	5	5	25	15	15	10	100
Kelnase -Leppneme	9,0	1,0	9	3	5	5	4	5	509
Sviby - Rohuküla	5,4	0,8	8	2	68	2	4	4	1963
Rohuküla-Heltemaa	11,8	1,3	8	1	32	2	5	4	1191
Sõru-Triigi	9,0	1,0	9	3	31	3	5	1	1116
Virtsu-Kuivastu	3,5	0,5	8	0	0	1	3	2	177
Kihnu-Munalaid	10,0	1,1	10	7	45	3	5	2	1511
Munalaid-Manilaid	0,5	0,2	5	0	0	1	2	1	89
Laaksaare-Piirissaare	4,8	1,0	5	4	23	1	2	1	764

Autori koostatud

Esimeses etapis peaks välistama järgmised liinid tulenevalt keerukusest:

- Sviby-Rohuküla – autonoomse laeva rakendamise kasuks räägib asjaolu, et liini ajaline kestvus on lühike, pöördeid vähe, sadamad ja ilmastikuolud suhteliselt lihtsad. Jääolud võivad talviti olla rasked, kuid kuna jäämassiivide liikumist üldjuhul ei toimu, püsib läbi murtud jääkanal üldjuhul stabiilsena. Suurimaks väljakutseks osutuks autopiloodi rakendamine kuna ligi 70 % reisist kulgeb kitsas kanal, kus eksimisruum puudub. Vähimgi navigatsiooniviga lõpeb põhjapuutega. Samuti on Rohuküla sadamas aktiivne parv-, kauba- ja kalalaevade liiklus, mis juhtimissüsteemide/algoritmide arengu algetapis piisavat ohutusvaru ei anna.
- Rohuküla – Heltermaa – lihtsa platvorm tüüpi autonoomse laeva kasutamine on raskendatud, kuna distants ja sõiduaeg on töö autori hinnangul liiga pikk ning reisija taluvusvõimet ületav. Samuti on problemaatiline reisi kulgemine 32% ulatuses kitsas navigatsioonilise eksimisvõimaluseta kanal. Lisaks on laevaliikluse juhtimise seisukohast problemaatiline suurema arvu väiksemate aluste kasutamine, kuna kogu Rukkirahu kanali osas puudub sisuliselt laevade teineteisest möödumisevõimalus. Ka jääolud võivad talviti olla autonoomse laevaga opereerimiseks liialt rasked, kuid kuna jäämassiivide liikumist üldjuhul ei toimu, püsib läbi murtud jääkanal üldjuhul stabiilsena.
- Sõru-Triigi – autonoomse laevanduse rakendamise kasuks räägib piirkonna väikese intensiivsusega laevaliiklus. Samuti on Triigi sadama akvatoorium liiklemiseks lihtne. Seevastu Sõru sadamasse sisenemisel esinevad Eesti ühed raskeimad ilmastikuolud nagu Soele väina merehoovus, tugevad küljetuuled ja rasked jääolud.
- Kihnu-Munalaid – autonoomsuse kahjuks räägivad keskmisest tihedamini valitsevad rasked ilmastikuolud Kihnu sadama sissesõidukanalis. Valdavad tugevad lõuna- ja edelakaarte tuuled tekitavad kanalitugeva külglainetuse mis ohustab laeva püstuvust. Samuti kulgeb ligi 45% marsruudist kitsas Kihnu väinas ja Saareotsa kanal. Marsruudil on seitse üle 20 kraadilist kursimuutust ning talvised jääolud võivad olla tulenevalt jää liikumisest ja kihistumisest väga rasked.
- Laaksaare- Piirissaar – autonoomsuse kahjuks räägib peaaesjalikult Piirissaare sadamasse sisenemise pikka ja kitsas kanal. Samuti eelneb kanalisse sisenemisele navigatsiooniliselt keeruline piirkond ja rohked kursimuutused. Samas kui rajada

saare lõunapiirkonda uus lihtsa ehitusega sildumiskai oleks autonoomse laeva kasutamine võimalik ja õigustatud.

Tabel 7 alusel väikseima riski hinnangu saanud liinidel autonoomse laevanduse tehnilise valmisoleku tagamiseks vajalikud tegevused:

- Manilaid-Munalaid.
 - Ehituslikult lihtsa kahesuunalise platvormpraami ehitus mahutavusega kuni 4 sõiduaatot või üks kuni 20 tonnise täismassiga veoauto. Reisijate suurim arv 20. Pardal asuvast salvestusüteemist elektrienergiaga varustatav käitursüsteem kas tross-ajami või kondelkäituritega.
 - Elektrivarustus- ja automaatne laadimissüsteem kahes sadamas;
 - Automaatsildumis süsteem kahes sadamas.
 - Kalda juhtimiskeskus.

Koheselt saaks alustada lähteülesande püstitamise, eelprojekti koostamise ja seejärel tasuvusanalüüsiga. Esimeses etapis teostaks liinivedu paralleelselt PL Kihnu Virve tagamaks ühenduse raskemates jääoludes. Testperioodil juhitaks alust pardalt, seejärel Munalaiu sadamas asuvast kalda juhtimiskeskusest, ja lõpuks täisautonoomsel režiimil jälgitakse tegevust mistahes kohas asuvast ühisest kaldajuhtimis keskusest.

- Virtsu - Kuivastu
 - 4-6 uue ühetakilise ja kahesuunalise platvorm tüüpi aluse ehitus. Propulsioonisüsteemiks on elektritoitega kondelkäiturid. Laevade mahutavus 80 sõiduaatot või kuni 6 autorongi. Energiavarustus pardal asuvast energiasalvestussüsteemist. Reisijate hulk kuni 300. Praamidil ainult personaalsed päästevahendid – päästevestid. Evakuatsioonivahenditest on alused varustatud kahe Viking Automatic Gangway 150 tüüpi seadmetega. Pardal puuduvad päästeparved.
 - 1 kalda päästekeskus Virtsus, mis on varustatud 2 kiirekäigulise jääklassiga „lootsi kaatri“ tüüpi ujuvvahendiga mille pardal moodulpäästesüsteemi Viking Lifecraft TM kaks moodulit a´ 200-le reisijale. Moodulid on pärast veeskamist iseliikuvad mille juhtimisega tegeleb päästealuse meeskonnaliige. Päästesüsteemi võiks ühitada riigile kuuluva ettevõtte Eesti Loots tegevusega.

- Kalda juhtimiskeskus – jälgib aluste liikumist ja ilmastikust tulenevalt assisteerib vajadusel sildumistegevusi.
- Sadamad varustada automaatsete sildumis- ja laadimissüsteemidega, näiteks tootjalt Cavotec SA.
- Sadamatesse rajada vajalik elektritaristu.
- Piirkonda rajada 5G andmesidevõrk.

Laevade alusplatvormiks võiks olla Joonis 16 näidatud Eesti tootja AS BalticWorkboat poolt toodetud Ferry Road 100 tüüpi alused. (“FERRY 100 ROAD – BWB,” 2020) Aluse jääklass ja ilmastikukindlus võimaldaks liini teenindada. Mehitatud konfiguratsioonis käitab laeva 2 inimest (hetkel liinil kasutatavate parvlaevade minimaalne mehitatus on 18). Laeva LOA = 99meetrit, laius 18,2 meetrit.



Joonis 16. Baltic Workboat AS poolt ehitatud Ferry Road 100 tüüpi laev

Allikas: (<https://bwb.ee/vessel/100m-road-extention-ferry/#images-3>)

Propulsioonisüsteemiks on kondelkäiturid, mille energiavarustus tagatakse pardal asuvast elektrisalvestussüsteemist, mida laetakse pardal asuvate diisलगeneraatoritega. Üks laevadest on toodetud täiselektriliseks. (Baltic Workboat, 2020) Juhtimis- ja laadimissüsteemi mõningase moderniseerimisega on võimalik saavutada autonoomsuseks vajalik funktsionaalsus.

3.3 Õiguslik valmisolek

Autonoomsete laevade katsetuseks on loodud maailmas erinevaid testalasid.

12. märtsil 2018 aastal toimunud IMO MSC 99. istungjärgul esitati informatsioon Jaakonmeri katsetusala loomisest Soome riigi territoriaalvetes. Ala suuruseks on 9,9 x 3,9 meremiili. Samuti on komitee esitanud sama dokumendiga protsesside ja administratiivsed protseduuride kirjeldused autonoomsete tehnoloogiate katsetamiseks. (IMO MSC99, 2018)

28. sept 2018, aasta IMO MSC 100. istungjärgul esitati Norra riigi ja organisatsiooni BIMCO initsiatiivina ajutised juhised MASS testimiseks valmisolekuga tähtajaga 2020. ehk käesolev aasta. (IMO MSC100, 2018)

Eelnimetatud kahe dokumendi näitel on loodud nii pretsedent, kui alusvõimalus ka rahvusvahelises õigusraamistikus Eestis sarnase õigusliku initsiatiivi rakendamiseks.

MSOS §47¹ võimaldab veeliikluse ohutuse tagamiseks luua eripiirkonna, mille kehtivad tingimused määrab ainuisikuliselt Veeteede Amet. Kuna autonoomse laeva katsetus reaalse laevaliikluse tingimustes on suures osas veeliikluse ohutuse küsimus, annab see regulatsioon piisava raamistiku tegevuse koordineerimiseks. Tulenevalt eelpool kirjeldatud IMO MSC 100 ajutistest suunistest peaks Veeteede Amet eripiirkorra loomisel ja selle reeglite rakendamisel lähtuma järgmisest:

- Sõltuvalt katsetusala asukohast ja eesmärgist võidakse see luua kas avalikuks või ainult suletud kasutuseks;
- Üldine ala konfiguratsioon võiks ülesehituselt koosneda:
 - Füüsilise testala täpne kirjeldus;
 - Testimiseks kasutatavad seadmed ja infrastruktuurid:
 - kommunikatsiooniseadmed;
 - radari-, video- või muud kaldal asuvad sensorsüsteemid;
 - planeerimis ja kontrollsüsteemid s.h. büroopinnad jms.
 - Testimisega seonduvad riskide hindamise, aruandluse ja tulemuste hindamise meetoodika ja vahendid. Samuti peaks see sisaldama ohutusteavituse korraldamist teistele piirkonnas liikuvatele alustele;
 - Testi tulemuste andmevahetuse korraldus mis sisaldaks peamiselt batümeetrilisi, kaardi- ja AIS andmeid;
 - Testi ajalooliste andmete jagamine navigatsiooni- ja sensorsüsteemide kalibreerimiseks. Viimane eeldab AIS, radari, video vms andmeallikate andmeformaate standardiseerimist.

- Regulaatiivsed nõuded:
 - Testid peaksid olema kooskõlas COLREGs nõuetega;
 - Iga katsetegevuse puhul tuleks hinnata ohutust;
 - Laevapere, keskkonna ja laeva ohutus tagatakse vastavalt praegustele määrustele ja standarditele. Samas on õigus lipuriigil kaalutusõigus lubamaks regulaatiivseid kõrvalekaldeid;
 - Testide ohutuse tagamiseks tuleks eelnevalt määrata operatsiooni eest vastutav isik. Määratud isikul peaks olema õigus katsetegevust katkestada;
 - Enne testimist tuleks koostada riskihinnang;
 - Kaugjuhitavate lahenduste puhul, kus pardal ei ole personali, tuleks rakendada lahendusi, mis välistavad ohu teistele laevadele ja keskkonnale;
 - Testala kohta peab Veeteede Amet avaldama info nii navigatsioonikaartidel kui muudes meresõidu info esitamise kanalites;

Siinkohal on oluline rõhutada, et tulenevalt IMO juhistest peavad katsetuste ajal olema eelkõige ohutuse ja sertifitseerimise seisukohalt ka autonoomse laeva puhul täidetud ja isegi võimalusel ületatud kõik konventsionaalsele laevale esitatavad nõuded.

Autonoomse laevade kasutuselevõtu õigusliku valmisoleku kokkuvõtteks võib väita, et peale katseala loomist otseselt muid õiguslikke initsiatiive lipuriigi siseselt koheselt rakendada ei tuleks. Ajas ja praktikas ilmnevaid muudatuste ja kohandamiste vajadusi tuleb õigusruumis käsitleda johtuvalt valdkonna arengust. IMO ja klassiühingute tegevus valdkonna õigusruumi kujundamisel on pidev protsess ja lipuriigil tuleks lihtsalt ajaga kaasas käia ja siseriiklikku õigust kooskõlas reformida.

3.4 Psühholoogiline valmisolek

Psühholoogilise valmisoleku saavutamiseks otseselt tegevusplaan luua pole võimalik ja need kujunevad välja ajas. Tehnika kiire arenguga kaasnevad kajastused autonoomsetest transpordivahenditest nagu juhita autod, bussid ja rongid on tänapäevase inforuumi lahutamatu osa. Oluline on mõista kas autonoomses laevanduse mõttes tegeletakse iseseisva, ehk autonoomse loovuse või kordustel põhineva automaatikaga. Autonoomse loovuse võiks sisustada näiteks liikluses osalevate laevade juhtimisalgoritmide võimes leida koostöös näiteks ristuvate kursside tingimustes nii ohutu kui ressursiefektiivne

teineteisest möödumine. Tehisintellekti areng ei ole täna päris loovate algoritmideni jõudnud, mistõttu ka eelnevalt kirjeldatud ülesanne baseerub korduste ja tingimuste matemaatilisel analüüsil.

Psühholoogilisele valmisolekule avaldab olulisel määral mõju teistes transpordidistsipliinides toimuvad arengud mis tänaste teadmiste kohasel intensiivistuvad ajas märkimisväärselt. Avalikkuse informeerimine uutest tehnoloogiatest ja järkjärgulisest rutiinsete tegevuste üleandmisest tehisintellektile säilitades samas siiski inimese kontrolli protsessi üle, peaks reisijate harjumuste kujunemisele positiivset mõju avaldama.

Esimeses etapis on reisijate psühholoogia seiskohalt vajalik rakendada osalist autonoomsuse taset, kus laeva juhtimise protsessid on üle antud kaldal asuvasse juhtimiskeskusesse, säilitades samas laevades traditsiooniliselt „nähtava“ mehitatuse klienditeeninduse ja tekipersonaliga. Edasine järkjärguline autonoomsuse suurendamine ei kujune reisijate psüühikale raskes kui valdkonnas ei toimu märkimisväärsed õnnetusi.

Kokkuvõte

Autonoomsed transpordivahendid omandavad kaasaegses transpordikorralduse üha suurema tähtsuse. Raudteetranspordis on autonoomsus juba reaalsus ja esimesed ilma juhita raudteetranspordisüsteemid alustasid teenistust 20. sajandi kaheksakümnendatel.

Merenduses on autonoomse laevanduse kontseptsioon alustanud tõsisemat arengut alates 2012. aastast, mil Euroopa Liidu kaasrahastamisel algatati projekt MUNIN arendamiseks autonoomsete laevade tehnoloogiat. 2018. aastal võttis ka IMO oma 6 aastase strateegilise plaani (2018-2023) üheks eesmärgiks uutel tehnoloogiatel põhineva laevanduse rahvusvaheliste regulatsioonide väljatöötamise.

Käesoleva magistritöö uurimiseesmärgiks oli hinnata autonoomsete laevade kasutuselevõtu võimalust Eesti rannasõidul reisijate veol. Töö hüpoteesina oli püstitatud väide, et tehniline valmisolek autonoomsele laevade kasutamiseks on piiratud kujul olemas, reisijate psühholoogiline valmisolek kujuneb lühiajalise praktikaga, operaatorite majanduslik valmisolek tuleneb välistest surveteguritest nagu konkurents ja tööjõuturg ning kriitilisim on õigusruumistiku arengu aeglane kohandumine.

Töös uuriti autonoomsete laevade kasutamisega seotud 4 olulisimat aspekti milledeks oli tehniline, õiguslik, psühholoogiline ja majanduslik valmisolek tegevuse käivitamiseks. Kõik töös püstitatud hüpoteesid leidsid vastused ja osutusid kas täielikult või osaliselt kinnitatuks.

Tehnilise valmisoleku kontekstis saab väita, et autonoomse laeva käitamiseks on välja arendatud ja praktikas katsetatud vajalikud juhtimissüsteemid, mis võimaldavad laeva juhtida nii täielikult autonoomses kui distantljuhtimise režiimis. Samuti on olemas toimivad sadama infrastruktuuri lahendused nagu automaatsed sildumis- ja laadimissüsteemid, mis autonoomses režiimis meresõitu võimaldavad. Olemasolevate laevade autonoomse käitamise üheks kitsaskohaks on sõidukite sujuva ja ohutu liikumise korraldus laevatekil, mida on aga võimalik saavutada uute ehitatavate laevade vastava disainiga. Eelduslikult saab rannasõidus kasutada avatud ühe tasandiga autotekke kus liikluskorraldುವahendite paigaldus on tehniliselt kergesti lahendatav.

Käesoleva töö kirjutamise hetkel täielikult autonoomset reisilaevalaeva käitamist võimaldavaid töötavaid pääste- ja evakuatsioonilahendusi pole. Seega on tehniline valmisolek üksnes sellisel autonoomsuse tasemel laevade kasutamiseks, kus pardal viibivad evakuatsiooni- ja päästevahendite käitamisõiguse ning väljaõppega meeskonnaliikmed. Samas tehniliste lahenduste leidmiseks on Eestis olemas edumeelsed laevahitusettevõtted. Sadamates on vajalik välja ehitada eelkõige automaatse sildumise ja akude laadimise süsteemid, samuti laadimiseks vajalik elektrivarustustaristu. Vajaliku kvaliteediga sidelahendusteks on vajalik riigi poolt viia läbi raadiosagedusoksjonid, mis võimaldavad sideoperaatoritel 5G sidevõrkude väljaarendamise.

Õiguslikust valmisolekust töös püstitatud hüpotees leidis kinnitust selles osas, et rahvusvahelises õigusruumis üldtunnustatud regulatsioonide loomise areng on alles väga varases staadiumis. Nii IMO kui klassifikatsiooniühingud on alles alustanud nii tehniliste tingimuste kui ka õiguslike regulatsioonide raamistiku väljatöötamist. Samas riigisisese rannasõidulaevanduse korraldamises on lipuriikidel küllaldaselt lai diskretsiooniõigus rahvusvahelise õigusaktide kohaldamisel, mistõttu on soovi korral võimalik leida ajaliselt kiiremad lahendused. Selles osas on võtmeroll koostööl, kus süsteemide loojad, kasutajad ja mereadministratsioon peavad reaalseid võimalusi hindama ja sellesuunalist innovatsiooni toetama.

Reisijate psühholoogilise valmisoleku uurimuse tulemustest selgus, et Eesti laevareisija on autonoomsuse suhtes mõõdukalt optimistlik. Seetõttu on võimalik Eestis autonoomsuse valdkonnas minna edasi astmelise tegevusega, kus reisijate usalduse saavutamiseks vajalik tegutsemine on etapiviisiline. Teatud etapid on reisijale üksnes teadvustatavad, nagu laeva juhtimine näiteks kaldalt asuvalt juhtimiskeskusest, kui samas laeval tundub kõik endine ja vähemalt osaliselt on meeskond pidevalt nähtaval. Samuti ei ole otseselt tajutav tehnilise kontrolli liikumine esimeses etapis samuti kaldapealsesse juhtimiskeskusse ja sealt edasi tehisintellekti kätte. Kinnitust leidis püstitatud hüpotees, et psühholoogiline valmisolek on pigem aja küsimus ja sõltub sellesuunalistest üldistest transpordisektori arengutest.

Majandusliku valmisoleku kohta töös püstitatud hüpoteesid jätsid kõige rohkem küsitavusi. Kinnitust leidis tõdemus, et innovatsiooni autonoomse laevanduse arenguks kutsuvad esile välised tegurid, küll aga ei suuna seda esimeses astmes majanduslik

konkurents. Ehkki tööturu olukord ja demograafilised muutused võiksid anda arenguteks tõuke, ei ole nende mõju tänaste ettevõtjate hinnangul piisav oluliste esimeste sammude astumiseks. Valdkonna uudsus ja raskesti hoomatav investeeringute suurus ei võimalda ettevõtjatel praktilisi stsenaariumeid koostada. Muutused selles valdkonnas tuleks esile kutsuda lipuriigi valitsuse, mereadministratsiooni, teadusasutuste ja ettevõtjate koordineeritud koostöös. Oluline on esmalt kujundada valdkonna arengu poliitilised suunad, seejärel koostada konkreetsemad tegevuskavad. Innovatsiooni tõuke autonoomse laevanduse arenguks annaksid riigi kehtestatud keskkonna- ja majanduspoliitikaga kooskõlas olevad turureeglid avalikul liiniveol.

Summary

POSSIBILITIES OF USING AUTONOMOUS SHIPS FOR PASSANGER TRANSPORT IN ESTONIAN LOCAL COASTAL VOYAGES

Autonomous means of transport are becoming increasingly more important in the modern organisation of transport. In rail transport, autonomy is already a reality, and the first driverless rail transport systems began service in the eighties of the 20th century.

In the maritime industry, the concept of autonomous shipping has developed more seriously since 2012, when the MUNIN project for developing the technology of autonomous ships was commenced with the co-financing of the European Union. In 2018, the IMO also adopted the development of international regulations governing shipping based on new technologies as one of its aims in the 6-year strategic plan (2018–2023).

The research purpose of this master's thesis was to assess the possibility of adopting autonomous ships for passenger transport on domestic voyages in Estonia. The hypothesis of the thesis proposed that technical readiness for using autonomous ships exists in limited form, the psychological readiness of passengers will develop with short-time practice, the economic readiness of operators follows external pressure factors such as competition and the labour market, and the slow adaptation of the development of the legal area is most critical.

The thesis examined the four most important aspects related to using autonomous ships, which are the technical, legal, psychological and economic readiness for commencing operations. All hypotheses formulated in the thesis found answers and proved to be confirmed in full or in part.

In the context of technical preparedness, it can be said that the navigation systems necessary to operate an autonomous ship, which allow one to navigate the ship in both a fully autonomous mode and under remote command, have been developed and tested in practice. Port infrastructure solutions, such as automated mooring and loading systems which enable navigation in autonomous mode, are also available. One shortcoming in the autonomous operation of existing ships is the organisation of the smooth and safe movement of vehicles on deck which, however, can be achieved with the relevant design of new ships to be built. It is presumed that on domestic voyages, only car decks with a

single level can be used, where the installation of traffic-regulating equipment is technologically easily resolved.

Now of writing this thesis, there are no rescue and evacuation solutions that would enable one to operate a fully autonomous passenger ship. Therefore, technical preparedness only exists for operating such ships on an autonomous level where crew members with the right to operate evacuation and rescue equipment, who have received the relevant training, are on board. However, progressive shipbuilding companies exist in Estonia for finding technical solutions. In ports, it is primarily required to build systems for automating mooring and battery recharging, as well as the power supply infrastructure necessary for charging. For achieving communications solutions with the necessary quality, the state must organise radio frequency auctions, which will allow telecommunications operators to develop 5G communication networks.

The hypothesis formulated in the thesis regarding legal preparedness was confirmed in the part where the development of drafting generally accepted regulations in international legal space is at a very early stage. Both the IMO and classification societies have only just begun to develop a framework of technical conditions and legal regulations. However, regarding the organisation of navigation on domestic voyages, flag states have sufficiently broad discretionary powers for implementing international legislation, which is why quicker solutions can be found, if desired. In this regard, cooperation plays the key role, where system developers, users and maritime administration must assess real possibilities and support innovation in this direction.

Results of the survey on the psychological preparedness of passengers show that Estonian ship passengers are moderately optimistic towards autonomy. Therefore, it is possible in the field of autonomy in Estonia to proceed with gradual activities, where acting in the interests of earning the trust of passengers takes place in stages. A passenger can only be aware of some stages, such as navigation of the ship from a control centre located on the shore, while everything seems the same on board the ship, and at least a part of the crew is constantly visible. The transfer of technical control in the first stage to the control centre on shore and from there, to artificial intelligence, also cannot be directly perceived. The hypothesis formulated, that psychological preparedness is rather a matter of time, and is dependent on general developments of the transport sector in that direction, was confirmed.

The hypotheses formulated in the thesis about economic preparedness left the most uncertainties. The observation was confirmed that innovation for the development of autonomous shipping is triggered by external factors; however, it is not guided by economic competition in the first stage. Even though the labour market situation and demographic changes could provide an impetus for developments, their effect is not sufficient to make the first steps, according to current entrepreneurs. The novelty of the field and the hard-to-comprehend extent of investments does not allow entrepreneurs to prepare practical scenarios. Changes in this field should be brought about through the coordinated cooperation of the government, maritime administration, research institutions and entrepreneurs of the flag state. It is firstly important to shape the political directions of the development of the field, and then prepare more specific action plans. An impetus for innovation in the development of autonomous shipping could be provided by market rules for public regular services established by the state that are in conformity with environmental and economic policy.

Viidatud allikad

- 557161, C. number. (2014). The production of unmanned vessels and its legal implications in the maritime industry. (Magistritöö) Oslo Ülikool
<https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/42119/Thesis-final-draft.pdf?sequence=1>
- AAWA Redefining Shipping. Rolls-Royce media (2018). Remote and Autonomous Ships The next steps Remote and Autonomous Ship
<https://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf>
- Ahvenjärvi, S. (2016). The Human Element and Autonomous Ships. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 10(3), 517–521. <https://doi.org/10.12716/1001.10.03.18>
- Baltic Workboat. (2020). Ferry 100 Road.
<https://bwb.ee/vessel/100m-road-extendion-ferry/> (25.04.2020)
- Cavotec. (2017). Cavotec automated mooring and charging for e-ferries.
https://www.mynewsdesk.com/cavotec/blog_posts/cavotec-extends-its-leadership-in-automated-mooring-and-charging-for-e-ferries-58461 (02.05.2020)
- Cavotec. (2019). Cavotec extends leadership in automated mooring with Estonia order
<https://www.mynewsdesk.com/cavotec/pressreleases/cavotec-extends-leadership-in-automated-mooring-with-estonia-order-2899963>(01.04.2020)
- Danish Maritime Authority. (2017). Analysis of regulatory barriers to the use of autonomous ships final report.
<https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Analysis%20of%20Regulatory%20Barriers%20to%20the%20Use%20of%20Autonomous%20Ships.pdf>(18.03.2020)
- Deketelaere Pol. (2016). The legal challenges of unmanned vessels.(Magistritöö) Genti Ülikool
https://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/349/671/RUG01-002349671_2017_0001_AC.pdf
- DIMECC. (2020). Timeline for autonomous ships .
<https://www.dimecc.com/wp-content/uploads/2017/05/timeline-autonomous-ships.jpg> (18.04.2020)
- Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2009/45/EÜ. Vastu võetud 06.05.2009

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0045&qid=1587370506988&from=ET> (15.03.2020)
- Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv EÜ 336/2006, Vastu võetud 15.02.2006
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R0336&qid=1587369605195&from=ET> (20.04.2020)
- FERRY 100 ROAD – BWB. (2020) <https://bwb.ee/vessel/100m-road-extention-ferry/> (25.04.2020)
- Fontana, A., & Frey, J. H. (1994). Interviewing The Art of Science.
- Golden, & Weisbrod. (2016). Trends, Causal Analysis, and Recommendations from 14 Years of Ferry Accidents. *Journal of Public Transportation*, 19, 17–27.
<https://doi.org/10.5038/2375-0901.19.1.2>
- Henriques, M. (2017). A pre-analysis on autonomous ships Summary.
[.https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Autonomie%20skibe_DTU_rapport_UK.pdf](https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Autonomie%20skibe_DTU_rapport_UK.pdf) (10.03.2020)
- IMO COLREGs (2020). Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972
<http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/COLREG.aspx> (17.03.2020)
- IMO. Rahvusvahelise laevakokkupõrgete vältimise eeskirja konventsioon (1972). RT II 2005, 19, 64 <https://www.riigiteataja.ee/akt/917361> (17.03.2020)
- IMO MARPOL (2020) International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) (1973).
[http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx) (17.03.2020)
- IMO ISM (2020). International Safety Management (ISM) Code 1993.
<http://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/SafetyManagement/Pages/ISMCode.aspx> (19.03.2020)
- IMO. Principles of Minimum Safe Manning (2011).
<http://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/VisionPrinciplesGoals/Pages/PrinciplesOnSafeManning.aspx> (20.04.2020)

- IMO. (2018). IMO takes first steps to address autonomous ships, 2, 99–100.
<http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/08-MSC-99-MASS-scoping.aspx>
- IMO. (2019). International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974.
[http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx) (14.03.2020)
- IMO MSC99. (2018). Establishing international test area “Jaakonmeri” for autonomous vessels. <http://www.autonomous-ship.org/testarea/MS99-finland.pdf> (25.04.2020)
- IMO MSC100. (2018). Interim guidelines for MASS trials.
<http://www.autonomous-ship.org/testarea/MS100-norway.pdf> (25.04.2020)
- Kaubandusliku meresõidu koodeks , Riigi Teataja RT I, 10.03.2016, 17 § (2016).
<https://www.riigiteataja.ee/akt/KMSK> (25.04.2020)
- Keskkonnaministeerium. (2016). Kliimapoliitika põhialused aastani 2050.
https://www.envir.ee/sites/default/files/362xiii_rk_o_04.2017-1.pdf
- Kirchner, A. (2019). Rise of the Machines – Legal analysis of Seaworthiness in the context of autonomous shipping.
- Komianos, A. (2018). The Autonomous Shipping Era. Operational, Regulatory, and Quality Challenges. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 12, 335–348. <https://doi.org/10.12716/1001.12.02.15>
- Kongsberg Maritime. (2016). Autonomous ship project, key facts about YARA Birkeland.
<https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/> (02.04.2020)
- Kretschmann, L., Burmeister, H. C., & Jahn, C. (2017). Analyzing the economic benefit of unmanned autonomous ships: An exploratory cost-comparison between an autonomous and a conventional bulk carrier. *Research in Transportation Business and Management*, 25, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.06.002>
- Lloyd’s Register. (2017). LR Code for Unmanned Marine Systems.
http://info.lr.org/1/12702/2017-06-19/431vy2/12702/163649/LR_Code_for_Unmanned_Marine_Systems_February_2017.pdf
- Love, A. (2018). The Elektra: Finland’s first hybrid-electric ferry <https://www.ship-technology.com/features/elektra-finlands-first-hybrid-electric-ferry/>
- Mathieu, B. (2016). Unmanned vessels: a major challenge for the next decades.

- Meremeeste väljaõppe, diplomeerimise ja vahiteenistuse aluste rahvusvaheline konventsioon, 1978. RT II 1996, 8, 27. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13072790> (04.04.2020)
- Meresõiduohutuse seadus (2001). RT I, 03.01.2020, 7 (15.03.2020)
- Moraiti, E. (2018). Autonomous Ships: A Techno-Anthropological study of automated vessels. [https://projekter.aau.dk/projekter/en/studentthesis/autonomous-ships-a-technoanthropological-study-of-automated-vessels\(05a972fa-f650-46fc-aa4d-dbc3b375b8da\).html](https://projekter.aau.dk/projekter/en/studentthesis/autonomous-ships-a-technoanthropological-study-of-automated-vessels(05a972fa-f650-46fc-aa4d-dbc3b375b8da).html)
- MUNIN Results. (2020). <http://www.unmanned-ship.org/munin/about/munin-results-2/>
- Õunapuu, L. (2014). Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes. Tartu Ülikool. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/36419/ounapuu_kvalitatiivne.pdf
- Rahvusvaheline mereotsingute ja -pääste 1979. aasta konventsioon RT II 2001, 11, 56 (2001). Riigi Teataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/78419> (05.04.2020)
- Rahvusvahelise Tööorganisatsiooni Meretöö Konventsioon 2006. RT II, 08.03.2016, 4 <https://www.riigiteataja.ee/akt/208032016004> (04.04.2020)
- Rakov, M. (2018). Mehitamata laevadele kohalduv õigusraamistik.(Magistritöö) Tartu Ülikool. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/60037/rakov_martin.pdf
- Reisilaevade ning 20-se ja suurema kogumahutavusega laevade miinimumkoosseisu määramise nõuded (2005). RTL 2005, 111, 1709 <https://www.riigiteataja.ee/akt/959366> (15.03.2020)
- Ringbom, H. (2019). Regulating autonomous ships—concepts, challenges and precedents. *Ocean Development and International Law*, 50(2–3), 141–169. <https://doi.org/10.1080/00908320.2019.1582593>
- Rolls-Royce and Finferries demonstrate world's first Fully Autonomous Ferry. (2018). <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2018/03-12-2018-rr-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry.aspx>
- Rothblum, A. (2000). Human Error and Marine Safety. National Safety Council Congress and Expo. http://www.bowles-langley.com/wp-content/files_mf/humanerrorandmarinesafety.pdf
- S3-ID. (2020). ATEX e-Muster TM. <http://www.s3-id.com/emuster.html>

- Senčila, V., & Alop, A. (2019). Possibility to use gartner hype cycle approach for autonomous shipping. In *Transport Means - Proceedings of the International Conference* (Vol. 2019-October, pp. 574–577). Kaunas University of Technology.
- SOLAS XI-2 ISPS Code (2004).
http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide_to_Maritime_Security/Pages/SOLAS-XI-2%20ISPS%20Code.aspx
- Stopford, Martin. (1997). *Maritime economics*. Routledge.
 DOI: 10.4324/9781315041339
- The Institute of Marine Engineering, S. and T. (2017). Legal stance and insurance of unmanned ships. Retrieved March 26, 2020, from <https://www.imarest.org/themarineprofessional/item/3185-legal-stance-and-insurance-of-unmanned-ships>
- The Shipowners' Club. (2017). P&I cover for autonomous vessels. <https://www.shipownersclub.com/pi-cover-autonomous-vessels/>
- Tunncliffe, A. (2019). Ellen E-ferry: world first a glimpse of the future of ferries. <https://www.ship-technology.com/features/ellen-e-ferry/>
- UN. (1982). *United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982*. Unclos.
http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/UNCLOS-TOC.htm
- VIKING LIFE-SAVING EQUIPMENT A/S. (2020). Evacuation System | VIKING Automatic Gangway VU 100 VU 150, ISO. <https://www.viking-life.com/en/minislide-systems/marine-evacuation-systems-/evacuation-systems-/4864-vu000-viking-automatic-gangway-vu100-vu150-undertun-uis-mes-20-50>
- VTS Finland joins One Sea. (2020). <https://www.oneseaecosystem.net/vts-finland-joins-one-sea/>
- Wilson. (2020). Running costs. <https://www.wilsonship.no/en/ship-management/running-costs>
- Wróbel, K., Montewka, J., & Kujala, P. (2017). Towards the assessment of potential impact of unmanned vessels on maritime transportation safety. *Reliability Engineering and System Safety*. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2017.03.029>