



**TAL
TECH**

EESTI JÄÄMURDETEENUSE OSUTAMISE ALTERNATIIVIDE ANALÜÜS

Lõpparuanne

Oktoober 2023

Uuring on valminud Tallinna Tehnikaülikooli (TalTech), Aker Arctic Technology Inc, logscale oy ja Saaresalu OÜ koostöös Transpordiameti tellimusel

Uuringu autorid

- **Ulla Pirita Tapaninen (TalTech Eesti Mereakadeemia)**, professor, vastutav täitja
- **Riina Palu (Saaresalu OÜ)**, projektijuht
- **Pentti Kujala (TalTech)**, analüütik
- **Rivo Uiboupin (TalTech Meresüsteemide Instituut)**, analüütik
- **Sander Rikka (TalTech Meresüsteemide Instituut)**, analüütik
- **Ilja Maljutenko (TalTech Meresüsteemide Instituut)**, analüütik
- **Tõnis Hunt (TalTech)**, doktorant-nooremteadur, põhitäitja
- **Mashrura Musharraf (TalTech)**, analüütik
- **Aleksandr Kondratenko (TalTech)**, analüütik
- **Liangliang Lu (TalTech)**, analüütik
- **Markku Mylly (logscale oy)**, jäämurdetööde juhtimise ekspert
- **Lauri Ojala (logscale oy)**, jäämurdetööde juhtimise ekspert
- **Teemu Heinonen (Aker Arctic)**, laevajuhtimise ekspert
- **Reko-Antti Suojanen (Aker Arctic)**, laevaehitusinsener



Aker Arctic

Viited uuringule

Tapaninen, U. P., Palu, R., Kujala, P., Uiboupin, R., Rikka, S., Maljutenko, I., Hunt, T., Musharraf, M., Kondratenko, A., Lu, L., Mylly, M., Ojala, L., Heinonen, T., Suojanen, R-A. (2023) Eesti jäämurdeteenuse osutamise alternatiivide analüüs. Lõpparuanne. Tallinna Tehnikaülikool, Aker Arctic Technology Inc, logscale oy, Saaresalu OÜ

Tallinna Tehnikaülikool Eesti Mereakadeemia

Telefon: 613 5500

E-post: emera@taltech.ee

Kopli 101, 11712 Tallinn

SISUKORD

TABELITE LOETELU	4
JOONISTE LOETELU	6
SISSEJUHATUS	9
1. AJALOOLISE JA PRAEGUSE OLUKORRA ANALÜÜS	12
2. JÄÄOLUD SOOME LAHES JA LIIVI LAHES	36
3. JÄÄMURDETEENUSE JUHTIMISMUDELID	52
4. JÄÄMURDEVAJADUS JA LAEVADE VARIANDID	83
5. JÄÄMURDJATE VARIANDID NING KULU- JA EFEKTIIVSUSE ANALÜÜS	106
6. FINANTSANALÜÜS	138
7. SEOTUD OSAPOOLTE KAASAMINE	147
8. JÄRELDUSED	159
LISAD	156

TABELITE LOETELU

Tabel 1. Eesti sadamate kaubavoogude jaotus, 2002–2022, mln t. (Allikas: Eurostat) ..	14
Tabel 2. Laevaliiklus Eesti sadamates (Allikas: EMDE)	17
Tabel 3. Kaubalaevaliiklus Paldiski piirkonna kaubasadamates kokku ja peamiste kaubalaevade tüüpide kaupa detsember kuni aprill. (Allikas: EMDE)	18
Tabel 4. Talvine kaubalaevade liiklus kokku ja peamiste kaubalaevade tüüpide järgi Tallinna piirkonna– Bekkeri, Meeruse, Vene-Balti, Miiduranna sadamates (Allikas: EMDE)	20
Tabel 5. Kaubalaevaliiklus kokku ja peamiste kaubalaevade tüüpide kaupa Tallinna piirkonna kaubasadamates – Vanasadamas ja Muuga sadamas. (Allikas: EMDE)	21
Tabel 6. Kaubalaevaliiklus kokku ja peamiste kaubalaevade tüüpide kaupa Kunda ja Sillamäe sadamates. (Allikas: EMDE)	24
Tabel 7. Kaubalaevaliiklus kokku ja peamiste kaubalaevade liikide kaupa Pärnu sadamas. (Allikas: EMDE)	26
Tabel 8. Kaubalaevade laiuaste kokkuvõtte piirkondade lõikes meetrites	30
Tabel 9. Laeva tehnilised andmed	31
Tabel 10. Sadamaid külastavate laevade parameetrite muutuse võrdlus aastatel 2018 ja 2022 (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad)	32
Tabel 11. Tüüpilised jäähooajad karmide, keskmiste ja soojade talvede puhul: 2010/2011, 2017/2018 ja 2019/2020. Jääpäevad, perioodi pikkus, hooaja algus, hooaja lõpp ja jää keskmine paksus tabeli ridadena	46
Tabel 12. Karmide, keskmiste ja soojade talvede osakaal eri stsenaariumide ja perioodide puhul	48
Tabel 13. Soomes veeteetasudega kaetud tegevuste tulud ja kulud, miljonit eurot. (Allikas: Riigieelarved aastateks 2020–2024 ning FTIA 2021. ja 2022. aasta finantsaruanded) ..	65
Tabel 14. Arctia Icebreaking Oy mis on Arctia Oy jäämurdele keskenduv tütarettevõtte, kasumiaruande andmed, jäämurde (miljonites eurodes). (Allikas: Finder.fi)	66
Tabel 15. Jäämurdetegevuse tulud ja kulud Rootsis (miljonites Rootsi kroonides). (Allikas: Rootsi Veeteede Ameti 2022. aasta aruanne (Årsredovisning))	67
Tabel 16. Jäämurde peamised tulemusnäitajad Eestis aastatel 2018–2022. (Allikas: Transpordiamet, Juhtkonnapoolne ülevaatus 14.04.2023)	70
Tabel 17. Jäämurde peamised tulemusnäitajad Rootsis 2020–2022. (Allikas: Rootsi Veeteede Ameti 2022. aasta aruanne)	70
Tabel 18. Jäämurdeteenuse osutamise üldised haldusvõimalused	76
Tabel 19. Jäämurdeteenuse osutamise üldised haldusvõimalused Eestis	80
Tabel 20. Võimalused jäämurdeteenuse osutamise korraldamiseks Eestis	81
Tabel 21. Jäämurdja stsenaariumid	97
Tabel 22. Talvised stsenaariumid	97
Tabel 23. Jäämurdja talveperioodi kombineeritud stsenaariumide maatriks	97
Tabel 24. Kõikide stsenaariumide maatriks	101
Tabel 25. IB stsenaarium 1 – kerge talv (IB S1 – WS1)	102
Tabel 26. IB stsenaarium 1 – keskmine talv (IB S1 – WS2)	102
Tabel 27. IB stsenaarium 1 – karm talv (IB S1 – WS3)	102

Tabel 28. IB stsenaarium 2 – kerge talv (IB S2 – WS1)	103
Tabel 29. IB stsenaarium 2 – keskmine talv (IB S2 – WS2)	103
Tabel 30. IB stsenaarium 2 – karm talv (IB S2 – WS3)	103
Tabel 31. IB stsenaarium 3 – kerge talv (IB S3 – WS1)	103
Tabel 32. IB stsenaarium 3 – keskmine talv (IB S3 – WS2)	104
Tabel 33. IB stsenaarium 3 – karm talv (IB S3 – WS3)	104
Tabel 34. Peamiste tulemusnäitajate keskmine ooteaeg (min) kõigi stsenaariumide puhul	105
Tabel 35. Laevadele esitatavad nõuded mitmesugustel mitmeotstarbelisel kasutusel .	112
Tabel 36. Muude võimekuste mõju laevale kui jäämurdjale ja mõju kuludele	112
Tabel 37. Laevade kättesaadavus jäämurdeks	113
Tabel 38. Eesti jäämurdja disainivalikud ja hinnangulised maksumused	120
Tabel 39. Eesti jäämurdja projekteerimisvõimalustega seotud tegevuskulude madalam hinnang	122
Tabel 40. Eesti jäämurdja projekteerimisvõimalustega seotud tegevuskulude kõrgem tase	122
Tabel 41. Kokkuvõtte aastaringse tegevuse hinnangulisest kapitalist ja tegevuskuludest (ühe eesmärgiga) Soome lahes asuva 1 IB puhul	123
Tabel 42. Kokkuvõtte aastaringseks tegevuse prognoositud kapitali- ja tegevuskuludest Soome lahes asuva 2 (üheotstarbelise) jäämurdja puhul	124
Tabel 43. Kokkuvõtte aastaringseks tegevuse prognoositud kapitali- ja tegevuskuludest Soome lahes asuva 3 (üheotstarbelise) jäämurdja puhul	124
Tabel 44. Kokkuvõtte aastaringseks tegevuse prognoositud kapitali- ja tegevuskuludest Liivi lahes asuva (üheotstarbelise) jäämurdja puhul.....	124
Tabel 45. Soome lahes 1 jäämurdja hooajalise tegevuse (üksnes jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõtte	125
Tabel 46. Soome lahes 2 jäämurdja hooajalise tegevuse (üksnes jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõtte	125
Tabel 47. Soome lahes 3 jäämurdja hooajalise tegevuse (üksnes jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõtte	125
Tabel 48. Liivi lahes asuva jäämurdja hooajalise tegevuse (üksnes jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõtte	126
Tabel 49. Liivi lahes asuva pukseri ja eemaldatava jäämurdevööri hooajalise tegevuse (ainult jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõtte.	126
Tabel 50. Stsenaarium 1: jäämurde kogukulu avalikule sektorile esimese viie tegevusaasta jooksul.....	145
Tabel 51. Stsenaarium 2: jäämurde kogukulu avalikule sektorile esimese viie tegevusaasta jooksul.....	146
Tabel 52. Stsenaarium 3 Jäämurde kogukulu avalikule sektorile esimese viie tegevusaasta jooksul.....	146
Tabel 53. Organisatsioonide esindajad, keda intervjueriti.....	149
Tabel 54. Kokkuvõtte talvise navigatsiooniabi võimaluste hinnangulisest maksumusest Eestis. Jäämurdjate kulud põhinevad 5. peatükis toodud andmetel.	151

JOONISTE LOETELU

Joonis 1. Eesti peamised kaubasadamad. TEN-T põhivõrgu sadamad on tähistatud mustaga. (aluskaardi allikas: https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maainfo)	13
Joonis 2. Eesti sadamate kaubavood, 2010–2022, mln t. (Allikad: Eesti Sadamate Liit, Tallinna Sadam, Statistikaamet, AS Saarte Liinid)	13
Joonis 3. Ekspordi-impordi ja transiitkauba laadimine ja lossimine Eesti sadamates, 1993–2022, t. (Allikas: Statistikaamet)	14
Joonis 4. Eesti sadamate kaubavood kvartalite kaupa, 2021–2023, 1. kvartal, tuh t. (Allikas: Statistikaamet).....	15
Joonis 5. Eesti sadamate kahe kaubagrupi kaubavoogude dünaamika aastatel 2021–2023 1. kvartal, tuh t. (Allikas: Statistikaamet)	15
Joonis 6. Eesti sadamate kahe kaubagrupi kaubavoogude dünaamika aastatel 2021–2023 1. kvartal, tuh t. (Allikas: Statistikaamet)	16
Joonis 7. Eesti sadamate transpordivahendite kaubagrupi kaubavoogude dünaamika aastatel 2021–2023, 1. kvartal tuh. t. (Allikas: Statistikaamet).....	16
Joonis 8. Paldiski Põhjasadamat külastavate IA Super ja IA jääklassiga laevade osakaal erinevate laevatüüpide lõikes. (Allikas: EMDE)	18
Joonis 9. Paldiski Lõunasadamases peatuvate IA Super või IA jääklassiga laevade osakaal eri laevatüüpide lõikes. (Allikas: EMDE)	19
Joonis 10. Tallinna kaubasadamaid külastavate IA Super- või IA-klassi laevade osakaal – Bekkeri, Meeruse, Vene-Balti, Miiduranna sadamates. (Allikas: EMDE)	21
Joonis 11. Tallinna piirkonna Vanasadamas ja Muuga sadas peatuvate IA Super või IA jääklassiga laevade osakaal. (Allikas: EMDE)	22
Joonis 12. Kunda ja Sillamäe sadamaid külastavate IA Super- ja IA-jääklassiga laevade osakaal. (Allikas: EMDE)	25
Joonis 13. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Väinamerel. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design).....	27
Joonis 14. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Liivi lahes. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design).....	28
Joonis 15. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Soome lahe lääneosas. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)	28
Joonis 16. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Tallinna piirkonnas. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)	29
Joonis 17. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Soome lahe idaosas. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)	29
Joonis 18. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus kogu Soome lahes. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design).....	30
Joonis 19. Aastate 1993–2021 vahel, mil merejää kontsentratsioon on ületanud künnisväärtust. Uuringu kohta esitatud andmed; integreeritud parameetrid (nt merejää ulatus;) tuleatakse selle piirkonna näidisvõrgupunktide abil.....	38
Joonis 20. a) keskmine jäähooaja pikkus (st ajavahemik) ja b) päevade arv, mil jääkate on jääperioodil tekkinud. Andmed saadakse ajavahemiku 1993–2021 kohta keskmiste näitajate arvutamise teel.	39

Joonis 21. a) Keskmine jääperiood alguspäev ja b) lõupäev, mida arvutatakse alates 1. oktoobrist. Väärtus saadakse ajavahemiku 1993–2021 kogu andmekogumi keskmisena.	40
Joonis 22. a) keskmine, b) maksimaalne ja c) jää paksuse standardhälve. Väärtused on saadud 1993. ja 2021. aasta andmetest.....	41
Joonis 23. a) tõenäosus, et jää paksus on alla 20 cm, b) tõenäosus, et jääpaksus jääb vahemikku 20–40 cm, c) tõenäosus, et jää paksus on üle 40 cm. Väärtused on saadud 1993. ja 2021. aasta andmetest.	41
Joonis 24. Merejää ulatuse keskmine (sinine), maksimaalne (violetne) ja standardhälve (punane) uuringupiirkonnas. Andmed pärinevad aastatel 1993–2021 kogutud teabest. Merejää ulatuse andmetesse on arvestatud ka Väinamere piirkond.....	42
Joonis 25. Merejää ulatus üksikutel talvedel. Värvimuutus tähistab merejää ulatuse laienemist igal talvel, mis viitab omakorda jää tekke ja sulamise keerulisele olemusele. Merejää ulatuse andmetes on arvestatud ka Väinamere piirkonda	43
Joonis 26. Hooajaline keskmine jääulatuse (vasak telg) ja keskmine õhutemperatuur paremal teljel (telje suund pöörduv). 2010/2011., 2017/2018., 2019/2020. aasta iseloomulikud rasked, keskmised ja kerged talved on esile tõstetud	47
Joonis 27. Hooajaline keskmine õhutemperatuur 2 m võrdluskliima ja erinevate kliimastenaariumide puhul	47
Joonis 28. Must joon tähistab ERA5 tuule kiirust, sinine joon tähistab CMIP6 tuule kiirust, roheline, punane ja violetne on vastavalt SSP245, SSP370 ja SSP585 teekonnad. Tuulekiiruse väärtused vastavad viie talve keskmisele väärtusele, et tagada andmete parem loetavus.....	49
Joonis 29. Tuuleroosid ERA5 jaoks (must), kliimamudeli juhtimine (sinine), SSP370 (punane), SSP585 (violetne) ja SSP245 (roheline). Need viited ei sisaldu merenduskonventsioonis.....	49
Joonis 30. Näited laevadest, mida kasutatakse jäämurdeteenuste osutamiseks Läänemere piirkonnas.	59
Joonis 31. Läänemere jääkatte ulatus viimastel talveperioodidel, km ² . (Allikas: Soome transporditaristu amet (FTIA) 2021)	60
Joonis 32. Hooajal 2019–2020 ja 2020–2021 Eestis, Soomes ja Rootsis tegutsevate jäämurdjate arv. (Allikas: 2020. ja 2021. aasta ehitusteabe modelleerimine)	60
Joonis 33. Valitud liikumiskaugus meremiilides (NM) jääkatte servast maksimaalse jääperioodi ajal 15. veebruaril 2021, mis on keskmise jääkattega aasta. Sulgudes toodud arvud tähistavad 15 cm paksust jääd. (Allikas: Soome Meteoroloogia Instituut, andmed on kättesaadavad siin).....	61
Joonis 34. Läänemere jääkatte ulatus aastatel 2003–2023 (km ²) ja kõige raskemate ja kergemate jääaastate kaardid. Kaugused meremiilides jääservast maksimaalse jääkatte ulatuse ajal. Sulgudes olevad arvud viitavad 15 cm paksusele jääle. (Allikas: Soome Meteoroloogia Instituut, vaata siit)	62
Joonis 35. Veeteetasu laekumine Eestis 2004–2022 miljonites eurodes. (Allikas: Eesti Rahandusministeerium)	64
Joonis 36. Jäämurdjate osutatud abi Soome sadamates merealade kaupa aastatel 1996–2012. (Allikas: FTIA)	66
Joonis 37. Eesti, Läti, Rootsi ja Soome paigutus nende jäämurdeteenuse vajaduste mahtu ja prognoositavust arvestades.	71
Joonis 38. Peamised haldusalased kaalutlused ning strateegilised ja operatiivsed küsimused seoses pikaajalise jäämurdeteenuse kavandamisega.....	73

Joonis 39. Merejää ulatuse keskmine (sinine), maksimaalne (violetne) ja standardhälve (punane) uuringupiirkonnas. Andmed pärinevad aastatel 1993–2021 kogutud andmetest.	85
Joonis 40. a) keskmine ja b) maksimaalne jääpaksus. Väärtused on saadud 1993. ja 2021. aasta andmetest.	85
Joonis 41. Hooajaline keskmine merejää ulatus aastate jooksul Copernicuse mereteenuse kordusanalüüsi andmete põhjal. Punased ringid tähistavad karme talvesid, rohelised ringid vastavad soojadele talvedele ja sinised ringid tähistavad keskmist talve. Eraldamine toimub protsentilide 20 ja 80 põhjal.....	86
Joonis 42. Viirutatud kohad viitavad piirkondadele, kus on taotletud tuulepargi ehitusluba. (Allikas: Maa-amet 2023).....	86
Joonis 43. Eesti merealasse kavandatud avamere tuule- ja mereliikluslad. Allikas: https://mereala.hendrikson.ee/kaardirakendus.html (29.8.2023).....	87
Joonis 44. IA Super jääklassi tootetanker jääd murdva vööriga.	91
Joonis 45. IA Super jääklassiga pirnvööriga parvlaev iseseisvalt jääoludes	92
Joonis 46. DAT-tanker Tempera liigub achter ees Soome lahe jääoludes.....	93
Joonis 47. EST WNS modelleerimisraamistiku korralduslik skeem (Kulkarni et al. 2022b).	95
Joonis 48. Eesti talvise navigatsioonisüsteemi (EST WNS) mudeli demonstratsioon.....	96
Joonis 49. Joonis 3. a)-c) talviseid stsenaariume esindavad jääkaardid ja d) sümbolid	101
Joonis 50. Laevade liikumine peatub jääolude tõttu	104
Joonis 51. Eemaldatav käituriga jäämurdevöör Saimaa (sinine) kinnitatud pukserile Calypso (must).	115
Joonis 52 Jäämurre Soome lahel	117
Joonis 53 Kasuta Liivi lahel ühte jäämurdjat	118
Joonis 54. Veeldatud maagaasi punkrihinna trend Rotterdamis (USA dollarites). (Allikas: Shipandbunker.com)	140
Joonis 55. Toornafta hinna areng (USD/Bbl) (september 2023). (Allikas: tradingeconomics.com).....	141
Joonis 56. Diislikütuse hinnakujunemine piirkonniti (september 2023). (Allikas: Businessanalytiq.com)	141
Joonis 57. IFO 380 punkrihinna areng Rotterdamis (USA dollarites). (Allikas: Shipandbunker.com)	142
Joonis 58. Globaalsed punkrihinnad IFO 380 (USA dollarites). (Allikas: Shipandbunker.com)	143
Joonis 59. Stsenaarium 1: jäämurde rahavoog kokku	145
Joonis 60. Stsenaarium 2: jäämurde rahavoog kokku	146
Joonis 61. Stsenaarium 3: jäämurde rahavoog kokku	147
Joonis 62. Tüüpilised jäähooajad karmidel talvedel (2010/2011), keskmised (2017/2018) ja pehmed talved (2019/2020) jääpäevade arvuna. Allikas: 2. peatükk (TalTech MSI)	152

SISSEJUHATUS

Võimsate jäämurdjate ja jääklassiga kaubalaevade areng on võimaldanud talvist navigeerimist nii Läänemere põhjaosas kui ka teistes hooajaliselt või isegi püsivalt jääga kaetud merepiirkondades. Seega on need varem rannikud ja merealad sulgenud jäätõkked enamasti ületatud.

Näib, et praeguste talvise meresõidu ohtude tagajärjed piirduvad väikeste konstruktsioonikahjustustega. Viimastel aastakümnetel ei ole Läänemerel jää põhjustatud inim- ja keskkonnakahjusid põhjustavaid laevaõnnetusi toimunud. Samas ei saa unustada, et mõned kõige rängemad õnnetused laevanduse ajaloos on vahetult jääoludega seotud. Titanic põrkas 1912. aastal kokku jäämäega, katastroofis hukkus enam kui 1500 inimest. 1989. aastal uppus naftatanker Exxon Valdez, mis püüdis marsruudil jääd vältida ja merre lekkis üle 40000 tonni naftat. Selliseid suuri katastroofe tuleb Läänemerel hoolika riskijuhtimisega vältida. Teisest küljest on vajalik võimekus maandada väikeste, kuid sagedaste õnnetuste (nt naftareostuse) riske.

Läänemere liiklusmaht ja -marsruudid on pärast 1990. aastat kiirelt ja olulisel määral muutunud. Laevaliiklus Soome lahes on viimastel aastakümnetel märkimisväärselt kasvanud ning piirkonna kasvava majandustegevuse tulemusel kasv jätkub. COVID-19, sõda Ukrainas ja sellega seotud sanktsioonid on meretransporti vähendanud, kuid maht on taastumas.

Käesoleva uuringu eesmärk on analüüsida alternatiive ja pakkuda välja optimaalne lahendus jäämurdeteenuse osutamiseks Eestis ajavahemikus 2029–2054, sh milliseid aluseid või laevakombinatsioone peaks riik optimaalse lahenduse tagamiseks eelistama, millised võimalused on tehniliselt ja majanduslikult teostatavad. Samuti tuleb analüüsida võimalike uute jäämurdjate omandiõiguse küsimusi.

Analüüsis on arvestatud jäämurdeteenuseid vajavate Eesti sadamate liiklusvoogusid, erinevate kavandatud stsenaariumide (sh sadamatele jäämurdeteenuste osutamise otstarbekus) mõju erasektorile ja riigile, toodud välja olemasolevatele jäämurdjatele jaoks investeeringud ja eeldatav kasutusiga, hinnatud jäämurdjate erinevate omandivormidega seotud maksumust, IMO ja ELi eeskirju, pakutud optimaalsed lahendused ja soovituslikud meetmed Transpordiametile ja teistele asjaosalistele (nt Kliimaministeerium).

Jäämurdeteenuse korraldamise eesmärk Eestis on tagada, et teenus ja seda kasutavad sadamad on majanduslikult jätkusuutlikud ning toimivad riigi majanduse seisukohalt optimaalselt.

KOOSTAJAD

Aruande koostas konsortsium, mis koosnes neljas erinevas organisatsioonis töötavatest ekspertidest, kellel on Eesti jäämurdeteenuse osutamise alternatiivide analüüsimiseks vajalikud teadmised ja oskused.

Konsortsiumi juhtis Tallinna Tehnikaülikooli (TalTech) Eesti Mereakadeemia (EMERA) koos Meresüsteemide Instituudiga (MSI). TalTechi koostööpartneriks oli konsultatsioonifirma Saaresalu, pakkudes hankelepingu täitmisel projektijuhtimise ja sidusrühmade kaasamise teenust. Eesti kolleegid tegid koostööd Soome spetsialistidega, tehnoloogiaettevõtte Aker Arctic ja konsultatsioonifirma logscale oy toetasid lepingu täitmist oma eriteadmistega.

TalTech EMERA

Eesti Mereakadeemia (EMERA) on ainus omataoline merenduse tippkeskus Eestis. Merenduse uurimisgruppi juhib professor Ulla Tapaninen, keda aitab nooremteadur Tõnis Hunt. Ulla Tapaninenil on 30-aastane töökogemus Soome laevandusettevõtetes, ülikoolides ja avalikus sektoris logistika ja meretranspordi valdkonnas. Ta nimetati 2022. aastal Soome aasta logistikaspetsialistiks. Tõnis Hunt on üle 25 aasta töötanud Eesti sadamate ja laevanduse juhtimisalase hariduse valdkonnas.

Projektis osaleb Läänemere talvise navigatsioonisüsteemi simulatsioonide ekspert professor Pentti Kujala, kes on tegelenud Soome jäämurdjate ehitamise küsimustega nii laevatehastes kui ka ülikoolis. Professor Pentti Kujala võitis 2020. aastal transpordiuuringute konkursil auhinna veetranspordi valdkonnas oma Läänemere jääkattega vetes ning Arktikas ja Antarktikas toimuva laevanduse ohutuse parandamist käsitlevate mahukate projektide eest. Neid projektide rahastajateks olid Euroopa Komisjon, Lloyd's Register Foundation ja Soome valitsus. Professor Kujala kaastöötajateks on andmeteaduse ja -analüüsi ekspert, kaasprofessor Mashrura Musharraf ning Aleksandr Kondratenko ja Liangliang Lu.

TalTech MSI

Meresüsteemide instituut (MSI) täitis Soome lahe ja Liivi lahe merejääolude statistika arvutamise ülesandeid. Töögruppi juhib instituudi direktor Rivo Uiboupin ja teda abistab vanemteadur Sander Rikka.

SAARESALU

2010. aastal asutatud Saaresalu OÜ on Eesti merendus- ja logistikavaldkonna konsultatsioonifirma. Projektijuht Riina Palul on enam kui 20-aastane kogemus Eesti logistika- ja merendussektori projektides nii riiklikus kui ka rahvusvahelises kontekstis.

AKER ARCTIC

Aker Arctic Technology Inc on jääklassiga laevade ja jäämurdjate tehnoloogiaarendusele, disainile, inseneritööle, eritoodetele, konsultatsiooni- ja katsetamisteenustele spetsialiseerunud Soome inseneriettevõtte. Aker Arctic on koostanud 60 % maailma jäämurdjate projektidest, viimati Rootsi uute jäämurdjate jaoks, mida rahastab EL. Tegevjuht Reko-Antti Suojanenil on enam kui 20 aastat kogemusi jäämurdjate projekteerimisel ning tema kaastöötaja Teemu Heinonen on spetsialiseerunud EEDI aluste jäämurdeomaduse vajadusuuringutele.

LOGSCALE

Logscale oy on Soome logistikakonsultatsioonifirma, mis keskendub ettevõtetele ja avaliku sektori haldusasutustele, eelkõige transpordisektori juhtimisele, merenduspoliitikale ja ohutusele, riiklikule varustuskindlusele, logistika tulemuslikkusele vajalike uuringute analüüsidele. Professor Lauri Ojala on töötanud kaubanduse ja transpordi soodustamise eksperdina näiteks Maailmapangas, Aasia Arengupangas ja OECDs. Ta on töötanud ka mitme riigi transpordiministeeriumide transpordi-, logistika- ja merenduspoliitika eksperdina. Markku Mylly on endine Euroopa Meresõiduohutuse Ameti (EMSA) tegevdirektor, Soome veeteede ameti peadirektor, Soome ja Euroopa Liidu laevaliikluse juhtimissüsteemide arendaja, laevandusettevõtte ja Soome Sadamaliidu tegevjuht ning töötanud ka Soome kaubalaevade kaptenina.

ARUANDE ÜLESEHITUS

Uuringu lõpparuande seitsme peatüki struktuur koosneb järgmistest osadest:

Sissejuhatus

Peatükk 1. Ajaloolise ja praeguse olukorra analüüs

Peatükk 2. Jääolud Soome lahes ja Liivi lahes

Peatükk 3. Jäämurdeteenuse juhtimismudelid

Peatükk 4. Jäämurdevajadus ja laevade variandid

Peatükk 5. Jäämurdjate variandid ning kulu- ja efektiivsuse analüüs

Peatükk 6. Finantsanalüüs

Peatükk 7. Seotud osapoolte kaasamine

Peatükk 8. Järeldused

Käesolev aruanne on uuringu lõpparuanne, mis esitleb Eesti jäämurdeteenuse osutamise alternatiive.

1. AJALOOLISE JA PRAEGUSE OLUKORRA ANALÜÜS

1.1 EESTI VÄLISKAUBANDUS JA LAEVADE LIIKUMINE

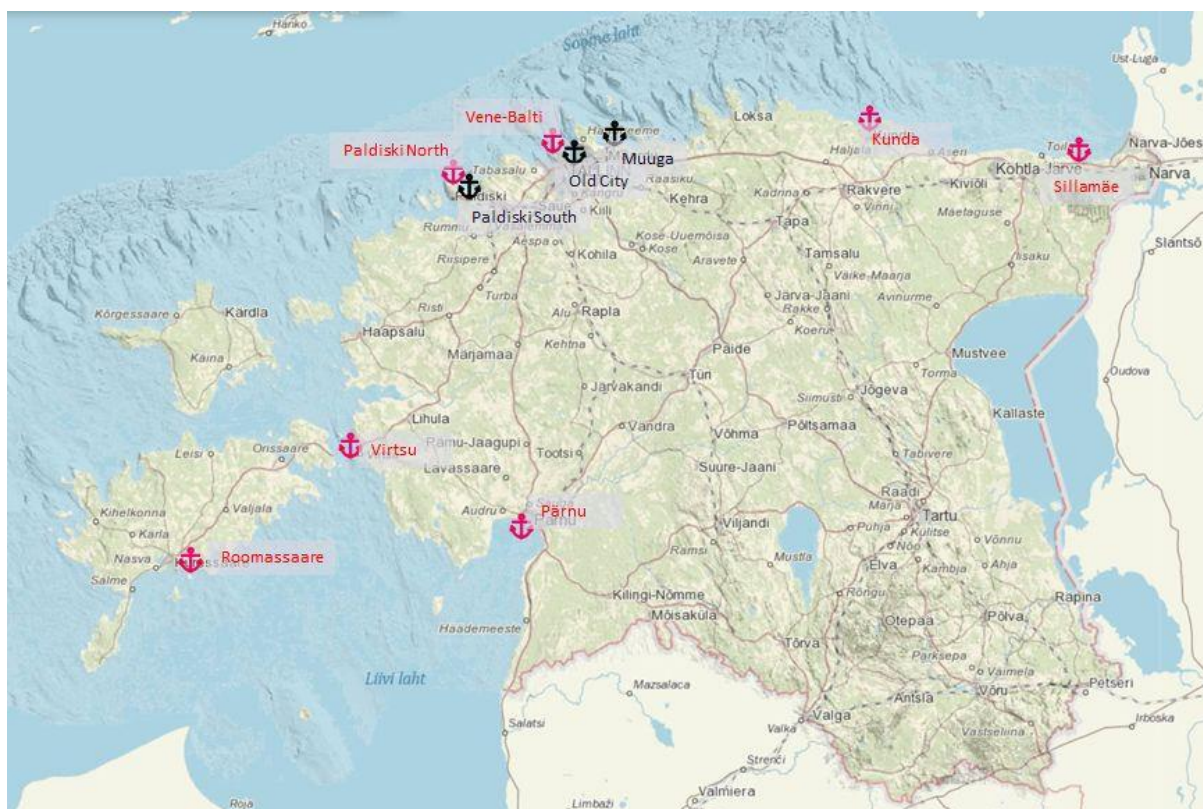
EESTI VÄLISKAUBANDUS

Eesti peamised kaubanduspartnerid on naaberriigid, peamiselt teised ELi riigid. 2022. aastal ulatus ekspordimaht 21,3 miljardi euroni, kusjuures peamised ekspordipartnerid olid Soome 14,5 %, Läti 14,1 %, Rootsi 9,18 %, Leedu 6,11 %, Saksamaa 5,74 %, USA 5,45 %, Holland 4,18 %, Venemaa 3,57 %, Norra 3,54 % ja Taani 3,04 % transpordi kogumahust. 2022. aastal oli impordi rahaline maht 24,9 miljardit eurot. Kümme peamist impordipartnerit olid Soome 16,9 %, Leedu 10,2 %, Saksamaa 9,91 %, Läti 9,63 %, Venemaa 7,24 %, Rootsi 6,93 %, Poola 6,55 %, Madalmaad 4,3 %, Hiina 3,83 % ja Itaalia 2,5 %. Kui vaadata Eesti kaubanduspartnereid, on ilmne, et meretransport on peamine ja mõnel juhul ainus võimalus nende riikidega kauplemiseks. Seetõttu on aastaringne mereühendus ja vabalt opereeritavad sadamad kaubanduse seisukohalt hädavajalikud. 55% Eesti väliskaubandusest toimub meritsi (Statistikaamet, 2023).

ÜLEVAADE EESTI SADAMAID LÄBIVATEST KAUBAVOOGUDEST

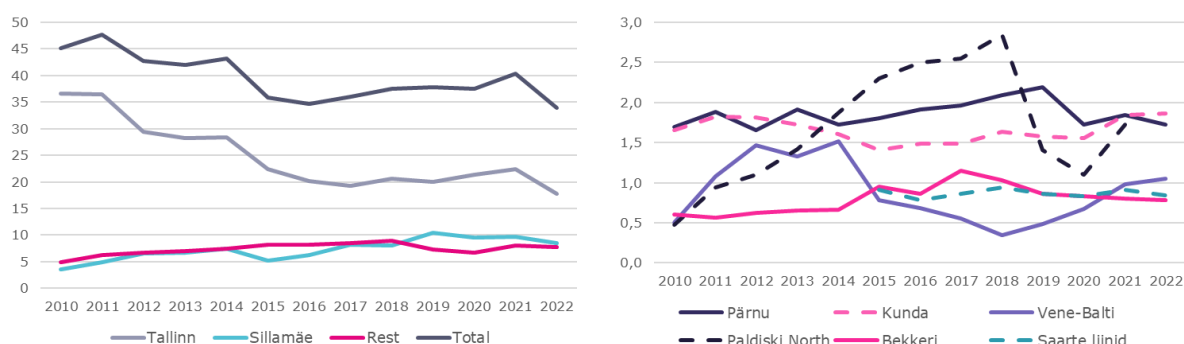
Eesti peamised kaubasadamad, Tallinna Sadam (Muuga sadam, Vanasadam ja Paldiski Lõunasadam), Sillamäe, Kunda, Vene-Balti, Paldiski Põhjasadam asuvad Eesti põhjarannikul (Joonis 1). Muud olulised kaubasadamad, Pärnu sadam ja kolm AS Saarte Liinide sadamat – Virtsu, Roomassaare ja Heltermaa, asuvad edelarannikul ja suursaartel.

TEN-T sadamavõrku kuuluvad Heltermaa, Kuivastu, Pärnu, Paldiski Lõunasadam, Rohuküla, Sillamäe, Tallinna Sadam (Vanasadam, Muuga sadam) ja Virtsu sadam. Tallinna Sadam on selles võrgustikus põhisadam. Muud sadamad on osa üldvõrgust.



Joonis 1. Eesti peamised kaubasadamad. TEN-T põhivõrgu sadamad on tähistatud mustaga. (aluskaardi allikas: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maainfo>)

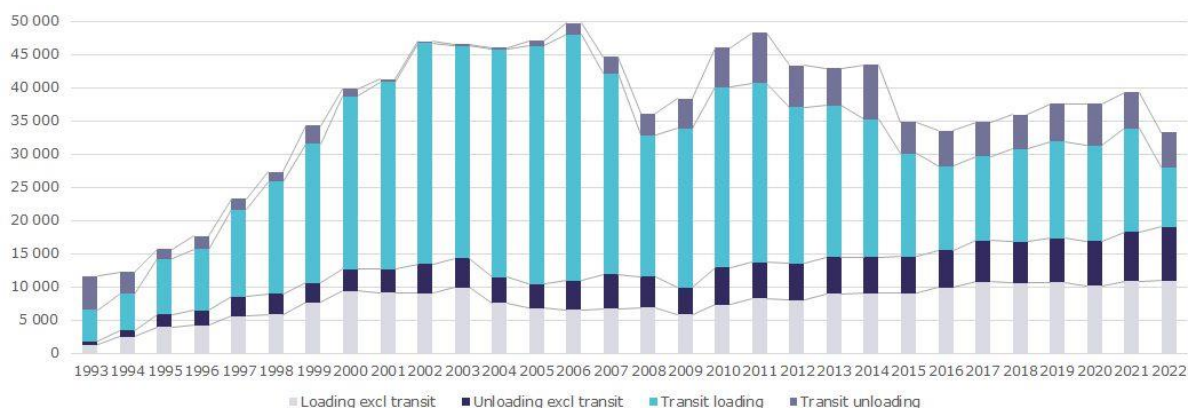
Enamik lastidest käideldakse Tallinna Sadama sadamates ja Sillamäe sadamas (Joonis 2). Teiste sadamate lastikäive ei ole viimastel aastatel 2 miljoni tonni piiri ületanud.



Joonis 2. Eesti sadamate kaubavood, 2010–2022, mln t. (Allikad: Eesti Sadamate Liit, Tallinna Sadam, Statistikaamet, AS Saarte Liinid)

Alates iseseisvuse taastamisest on Eesti sadamates käideldavaid kaubavooge tugevalt mõjutanud peamiselt ida-lääne suunaline transiit (Joonis 3). Selles suunas toimvat transiiti on omakorda mõjutanud Venemaa ning Eesti ja Euroopa Liidu vahelised poliitilised suhted. Transiidi mahus algas suur muutus 2015. aastal (pärast Krimmi annekteerimist Venemaa poolt 2014. aastal). Möödunud, 2022. aasta, oli esimene aasta, mil impordi- ja ekspordikaubavood transiitkaubavoogusid ületasid (vastavalt 57,4 % ja 42,6 %). Eelmine

aasta oli ühtlasi Venemaa ja Ukraina vahelise sõja puhkemise aasta, mil Venemaale kehtestati karmid sanktsioonid.



Joonis 3. Ekspordi-impordi ja transiitkauba laadimine ja lossimine Eesti sadamates, 1993–2022, t. (Allikas: Statistikaamet)

Aastate jooksul on Eesti sadamate peamiseks kaubagrupidiks olnud vedel- ja kuivpuistkaubad (Tabel 1). Enamik lastidest on olnud transiitkaubad. Peamised impordi- ja ekspordikaubad on veeremilaevadel veetavad kaubad, konteinerid ja metsasaadused.

Tabel 1. Eesti sadamate kaubavoogude jaotus, 2002–2022, mln t. (Allikas: Eurostat)

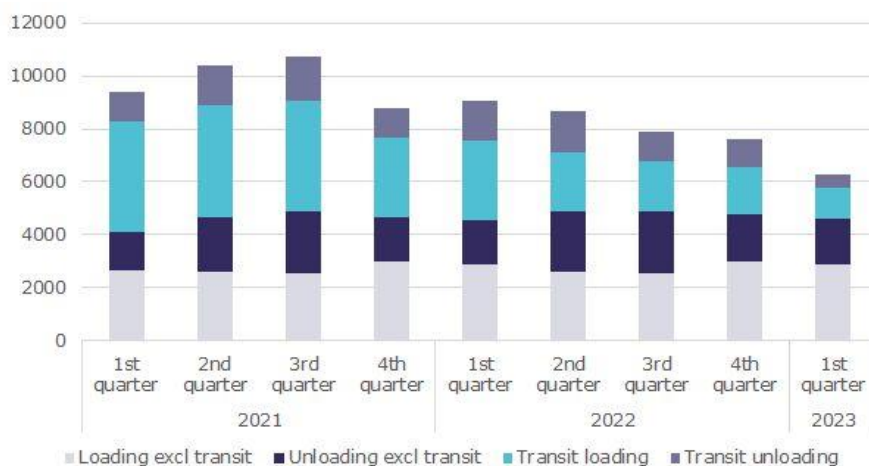
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Dry bulk	1 615	1 081	182	285	441	1 106	562	177	361	394	361	423	514	803	730	884	594	1 084	1 224	768	1 015
Agricultural products	1 183	1 815	2 287	3 945	7 340	3 797	315	1 587	1 452	345	39	65	127	13	0	0	0	0	0	0	879
Coal	4 606	3 832	3 810	3 615	3 535	3 258	2 195	2 935	4 655	4 400	4 908	4 052	4 182	4 205	4 940	5 394	5 989	6 999	7 642	8 600	5 665
Dry bulk other	921	1 012	1 008	1 120	1 381	1 364	1 366	1 188	1 296	1 528	1 641	1 777	1 976	1 743	1 790	1 996	1 995	1 960	1 808	1 892	2 215
Large containers	6 939	8 035	7 051	2 825	325	690	233	40	873	951	314	3	72	32	5	66	0	173	278	141	32
Crude oil	0	0	0	0	0	2	3	13	153	290	240	419	541	679	398	517	444	768	920	927	369
Liquefied gas	20 834	19 663	22 258	24 364	25 354	23 106	20 905	23 037	27 378	29 345	24 765	24 041	23 756	14 842	12 393	11 988	12 363	11 979	12 709	13 304	10 315
Refined oil products	31	17	103	1 670	1 657	576	326	111	686	726	966	1 239	1 619	1 357	1 588	1 364	1 918	2 177	1 479	1 773	818
Liquid bulk other	2 756	3 378	2 972	2 507	2 098	2 465	1 867	1 496	2 466	2 828	2 603	3 046	2 648	2 652	2 919	3 023	3 245	3 035	2 408	2 913	2 848
Forestry products	142	556	854	387	412	305	342	135	304	384	248	262	260	230	206	234	188	232	204	306	317
Iron and steel products	1 307	721	1 208	1 218	4 968	4 724	4 679	3 705	460	754	416	380	380	454	641	560	330	443	354	352	219
Other general cargo	11	0	0	0	40	1	1	0	687	674	631	605	600	504	561	620	644	623	591	747	816
Ro-Ro mobile non-self-propelled units	4 313	5 167	3 051	3 109	2	42	20	6	2 849	3 017	3 209	3 138	3 438	3 876	4 025	4 447	4 702	4 741	4 973	5 741	6 080
Ro-Ro mobile self-propelled units	44 659	45 278	44 783	45 044	47 546	41 458	32 813	34 431	43 619	45 636	40 339	39 451	40 114	31 389	30 195	31 092	32 413	34 217	34 590	37 462	31 589
TOTAL																					

SÕJA MÕJU

Majanduslikel ja poliitilistel teguritel on suur mõju merekaubavoogudele ja seega ka sadamate läbilaskevõimele. Eestit ja siinseid sadamaid on geograafilise asukoha tõttu tugevalt mõjutanud majanduslikud ja poliitilised suhted Venemaaga.

Alates 2022. aastast, kui Venemaa alustas sõda Ukraina vastu, on kaubavoogudes toimunud suur muutus. Sadamaid läbivad kaubavood on vähenenud (Joonis 4).

Sõda on põhjustanud tõsiseid häireid ka Musta mere kaubavoogudes. Kuigi ka Ukraina tavapärane majandustegevus on häiritud, tuleb sealt endiselt kaubavoogusid, ekspordida/importida, näiteks teravilja. Üks teoreetiline võimalus on suunata neid kaubavooge läbi Eesti sadamate. Selline marsruudimuutus tõstab loomulikult teravilja hinda, kuid on olemas ka alternatiivseid marsruute.

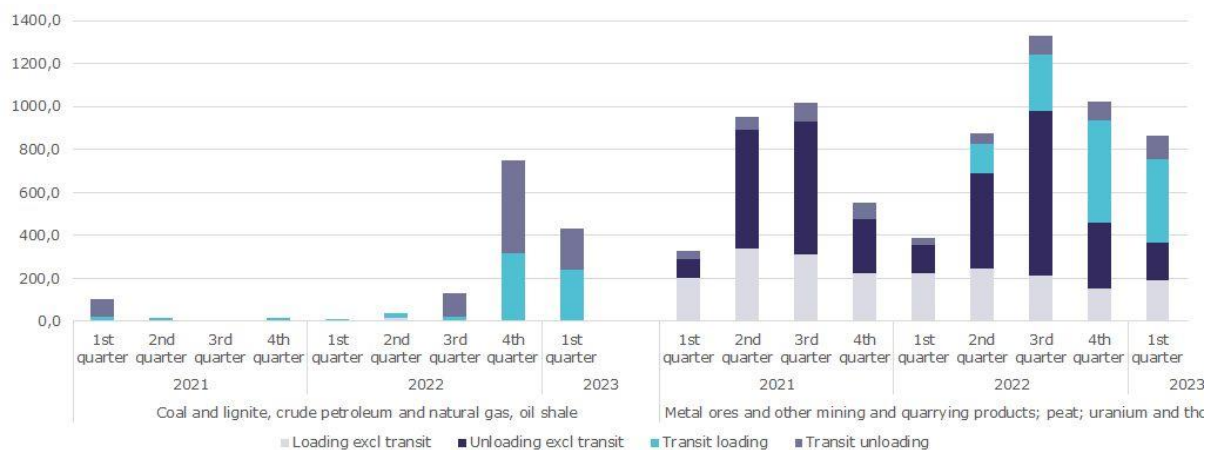


Joonis 4. Eesti sadamate kaubavood kvartalite kaupa, 2021–2023, 1. kvartal, tuh t. (Allikas: Statistikaamet)

Kui vaadelda kaubavoogusid ja sõjast enam mõjutatud kaubagruppe detailsemalt, võime märgata huvitavaid arenguid. Kuigi mõnede kaubagruppide nagu „Koks ja rafineeritud naftatooted“ (mis on olnud Eesti sadamates suurim kaubagrupp) ja „Kemikaalid ja keemiatooted...“ maht on tugevas languses (Joonis 5), on teiste kaubagruppide, nagu „Kivisüsi ja pruunsüsi, toornafta ja maagaas, põlevkivi“ ning „Metallimaagid ja muud kaevandus- ja karjääritooted...“ maht kasvanud (Joonis 6). Kaubagrupi „Transpordivahendid“ transiidivood on langenud nulli (2023.a 1. kvartal'), samal ajal on impordi- ja ekspordivood kasvanud (Joonis 7).



Joonis 5. Eesti sadamate kahe kaubagrupi kaubavoogude dünaamika aastatel 2021–2023 1. kvartal, tuh t. (Allikas: Statistikaamet)



Joonis 6. Eesti sadamate kahe kaubagrupi kaubavoogude dünaamika aastatel 2021–2023 1. kvartal, tuh t. (Allikas: Statistikaamet)



Joonis 7. Eesti sadamate transpordivahendite kaubagrupi kaubavoogude dünaamika aastatel 2021–2023, 1. kvartal tuh. t. (Allikas: Statistikaamet)

1.2 JÄÄMURDJA KASUTAMISE AJALOOLINE ANALÜÜS

Käesolevas aruandes on kasutatud elektroonilise mereinfosüsteemi (EMDE) andmeid. EMDE andmed on täpsemad kui AIS-andmed. AIS-infosüsteemis võib süsteemi enda teavitusele tuginedes esineda lühiajalisi lünki ning AIS-süsteem ise ja AIS-andmed käesoleva uuringuga hõlmatud aastate kohta on ainult osaliselt kättesaadavad.

LAEVALIIKLUS SADAMATES

Laevaliiklus on viimastel aastatel püsinud Eesti peamistes sadamates stabiilsena. EMDE andmetel ulatus laevade aastane arv enne COVID-19 pandeemiat 12,1 tuhandeni. Alates pandeemiast (2020–2022) on laevade arv olnud vahemikus 10–11 tuhat. (Tabel 2).

Tabel 2. Laevaliiklus Eesti sadamates (Allikas: EMDE)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Laevaliiklus	11 573	11 634	11 837	12 139	11 673	12 108	10 958	11 056	10 729
..., jäämurdjaga teenindatavates sadamates	10 133	10 289	10 485	11 051	11 015	11 539	10 394	10 373	9 919
... (ilma ro-ro- ja ro-pax-laevadeta)	4 387	3 848	3 981	4 229	4 338	4 653	3 980	3 948	3 804

Märkus:

- Jäämurdeteenust vajavad sadamad on Muuga, Kunda, Sillamäe, Vanasadam, Paldiski Lõuna, Paldiski Põhja, Miiduranna, Paljassaare (ei ole oluline kaubasadam), Vene-Balti, Bekkeri, Meeruse ja Pärnu sadam. (*Jäämurdetööde kord - Riigi Teataja*).
- Ro-ro- ja ro-pax-laevad on peamiselt regulaarsed liinilaevad.

Jäämurde aspektist tuleks laevaliiklust vaadelda mitte terve aasta, vaid talve ja varakevade kuude jooksul. Seetõttu on laevaliikluse analüüs detsembrist aprillini toodud kuude lõikes ja hõlmab kaubalaevu.

Paldiski piirkond

Paldiski piirkonnas on kaks sadamat: Paldiski Põhjasadam ja Paldiski Lõunasadam. Nimekirja lisatakse lähikuudel Pakrineeme sadam.

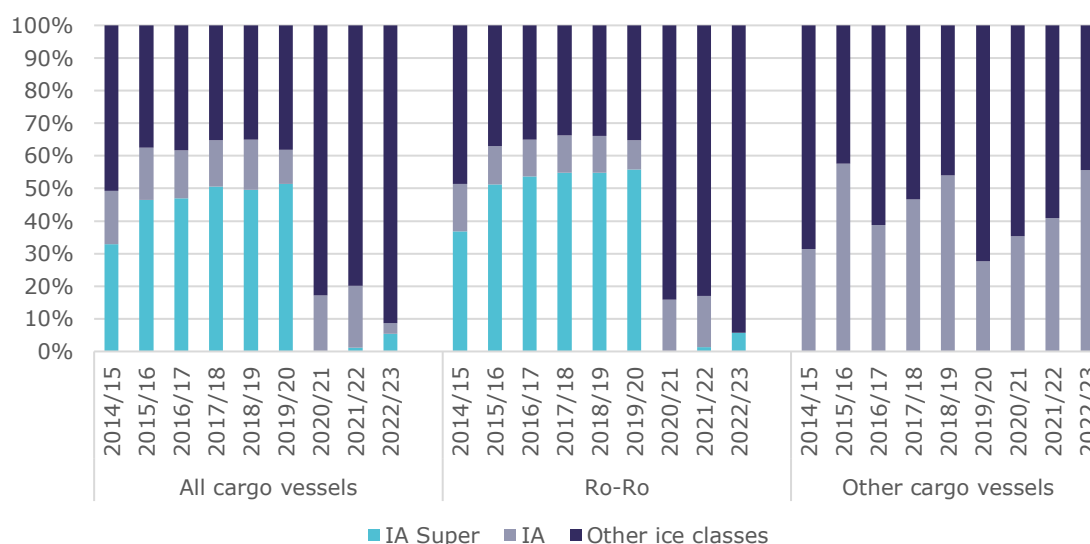
Enamik neid kahte sadamat külastavatest laevadest on erinevat tüüpi ro-ro- ja ro-pax-laevad, mis sõidavad peamiselt liinilaevadena (Tabel 3). Lisaks nendele laevadele külastavad sadamaid peamiselt segalastilaevad (Tabel 3). COVID-19 pandeemia ja Ukraina sõjal on märkimisväärne mõju Paldiski Põhjasadama kaubalaevade liiklusele. Samal ajal on Paldiski Lõunasadam suutnud laevaliikluse mahtu säilitada ja ro-ro-liiklust isegi suurendada.

Tabel 3. Kaubalaevoliiklus Paldiski piirkonna kaubasadamates kokku ja peamiste kaubalaevade tüüpide kaupa detsember kuni aprill. (Allikas: EMDE)

TALV	Paldiski Põhjasadam			Paldiski Lõunasadam			
	Kokku	Ro-ro	Segalastilaev	Kokku	Ro-ro	Segalastilaev	Tanker
2014/2015	337	302	32	323	165	65	67
2015/2016	355	322	31	330	166	79	63
2016/2017	394	345	47	356	162	101	65
2017/2018	380	350	28	371	189	114	57
2018/2019	385	348	35	345	188	99	50
2019/2020	370	341	26	326	204	58	58
2020/2021	238	221	16	321	221	62	32
2021/2022	174	152	20	333	214	66	47
2022/2023	150	141	8	354	229	66	53

Paldiski Lõunasadama laevoliiklusest moodustasid märkimisväärse osa eri tüüpi tankerid, kuigi viimase kahe talve jooksul on nende arv vähenenud 18-20 %-lt ligikaudu 15 %-le.

Peamised IA Super- ja IA-jäaklassi laevad, mis külastavad Paldiski Põhjasadamat, on ro-ro-laevad (Joonis 8). Aastatel 2015/16 - 2019/20 oli ligikaudu 65 % ro-ro-laevade jääklass IA Super või IA. Järgnevatel talvedel vähenes jääklassiga IA Super laevade osakaal drastiliselt, jõudes 2020/21. aastal 0-ni. Samal ajal suurenes jääklassi IA laevade osakaal, kuid seda laevoliikluse vähenemise kontekstis. Uuritud perioodil vaid ühel Paldiski Põhjasadamat külastanud laeval jääklass IA Super. Talvede keskmisena olid 42 % laevadest, v.a ro-ro-laevad, jääklassiga IA.



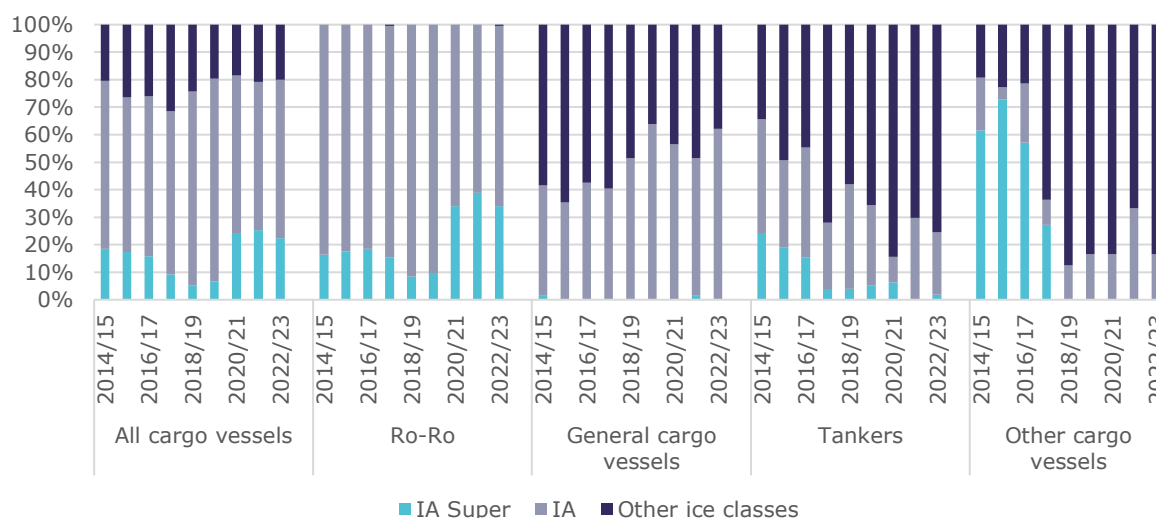
Joonis 8. Paldiski Põhjasadamat külastavate IA Super ja IA jääklassiga laevade osakaal erinevate laevatüüpide lõikes. (Allikas: EMDE)

Paldiski Põhjasadama ro-ro-laevade keskmine brutoregistertonnaaž ja keskmine pikkus on viimase kolme aasta jooksul kasvanud: kogumahutavus on kasvanud 2 0-21,2 tuhandelt 22-23 tuhandeni ja pikkus 165-170 meetrilt üle 180 meetrini. Samal ajal on keskmine kandevoime vähenenud 7,8 tuhandelt tonnilt 5,7-6,4 tuhandele tonnile. Segalastilaevade

keskmised mõõtmed on: GT $\approx$ 3,4 tuh, LOA $\approx$ 97 m, dwt $\approx$ 4,5 tuh tonni. Erinevate jääklassidega segalastilaevadel ei ole mõõtmetes märkimisväärsed erinevusi. (EMDE, 2023)

Suurimad Paldiski Põhjasadamat külastanud laevad on ro-ro-laevad, millest suurim oli 238 m pikk, laius 34,6 m, süvis 7,2 m. Muude laevatüüpide puhul ei ole laevade pikkus viimastel aastatel ületanud 150 m. (EMDE, 2023) Riikliku sadamaregistri andmetel võivad Paldiski Põhjasadamat külastavate laevade maksimaalsed mõõtmed olla – pikkus 250 m, laius 36 m ja süvis 12 m (Transpordiamet, 2023a).

Kõik Paldiski Lõunasadamat külastanud ro-ro-laevad olid kas jääklassiga IA Super või IA (Joonis 9) ja need moodustavad enamuse seda sadamat külastatavatest sellistest laevadest. Viimase viie talve jooksul on enam kui poolte segalastilaevade jääklass IA. Tankeritest on Paldiski Lõunasadamas käinud vaid vähesed IA Super-jääklassi laevad. Kuigi IA jääklassi laevade arv ja osakaal on vähenenud, moodustavad need endiselt üle 20 % kõikidest sadamat külastanud tankeritest (v.a talv 2020/21). Teiste laevatüüpide seas olid vahemikus 2014/15 ja 2016/17 IA Super jääklassiga laevad peamiselt konteinerilaevad.



Joonis 9. Paldiski Lõunasadamas peatuvate IA Super või IA jääklassiga laevade osakaal eri laevatüüpide lõikes. (Allikas: EMDE)

Paldiski Lõunasadamat külastavate ro-ro-laevade suurus on viimastel aastatel (viimased 6 aastat) püsinud stabiilsena, keskmine kogumahutavus (GT) jääb vahemikku 20-22 tuhat tonni, keskmine pikkus on 168-171 meetrit ja keskmine kandevõime 9-10 tuhat tonni. (EMDE, 2023)

Paldiski Lõunasadamat külastavate segalastilaevade mõõtmed on viimastel aastatel suurenenud. Keskmine kogumahutavus on 2022/23 talveks kasvanud ligikaudu 2,8-3,8 tuhandelt 3,9-4,3 tuhandeni. 2020/2021 ja 2021/2022 aasta talvedel oli keskmine pikkus tõusnud 92-98 meetrilt üle 100 meetrini ning sel talvel oli see 104,8 m. Kandevõime on kasvanud vastavalt 3,8-4,9 tuhandelt ligikaudu 5,4 ja üle 6 tuhande tonnini. Samuti erinevad laevade keskmised suurused jääklasside IA/IA Super ja teiste jääklasside vahel. Kõrgema jääklassiga laevad on suuremad. IA Super jääklassi laevad on pikkusega ligikaudu 130 m, süvis 7,8 m, kogumahutavusega 6,4 tuhat ja kandevõimega 6,4 tuhat

tonni. IA jääklassi laevad on pikkusega 107-110 m, süvisega 6-6,5 m, kogumahutavusega 4,3-5,3 tuhat tonni ja kandevõimega 5,8-7,3 tuh tonni. Madalama jääklassiga segalastilaevad on 92-95 m pikad, süvisega ligikaudu 5,5 m, kogumahutavusega 3-3,3 tuhat tonni ja kandevõimega 4,2-4,8 tuh tonni. (EMDE, 2023)

Paldiski Lõunasadamat külastavad tankerid on peamiselt naftasaaduste- ja kemikaalitankeerid. Naftasaaduste tankeri keskmine pikkus on olnud 161 m, süvis 10,5 m, kogumahutavus 20,6 tuhat tonni, kandevõime 33,1 tuhat tonni. Laevad, mille jääklass on madalam kui IA ja IA Super, on olnud suuremad kui vastava jääklassiga laevad. Madalama jääklassi naftasaaduste tankerite keskmine pikkus on olnud 170 m, süvis 11,4 m, kogumahutavus 24,8 tuhat ja kandevõime 40,6 tuhat tonni. (EMDE, 2023)

Käesoleval aastal on suurim Paldiski Lõunasadamat külastanud ro-ro laev olnud pikkusega 205 m, laius 25,5 m, süvisega 8,5 m. Enne seda, alates 2014 aastast, on suurim laev olnud toornafta tanker, mille pikkus oli 256 m, laius 43 m ja süvis 22 m. (EMDE, 2023) Paldiski Lõunasadamat külastavate laevade suurimad mõõtmed saavad olla – pikkus 250 m, laius 45 m ja süvis 14,5 m, sissepääsukanali minimaalne laius on 180 m ja sügavus 15,5 m (EH2000) (Transpordiamet, 2023a).

Tallinna piirkond

Tallinna piirkonna väiksemates Bekkeri, Meeruse, Vene-Balti ja Miiduranna kaubasadamates on peamised kaubalaevad segalastilaevad ja tankerid (Tabel 4). Tabelist nähtub selgesti viimaste arengute mõju maailmas (nt COVID-19, sõda Ukrainas, majanduskasvu aeglustumine).

Tabel 4. Talvine kaubalaevade liiklus kokku ja peamiste kaubalaevade tüüpide järgi Tallinna piirkonna– Bekkeri, Meeruse, Vene-Balti, Miiduranna sadamates (Allikas: EMDE)

TALV	Bekkeri		Meeruse		Vene-Balti			Miiduranna	
	Kokku	Segalasti-laevad	Kokku	Segalasti-laevad	Kokku	Segalasti-laevad	Tanker	Kokku	Tanker
2014/2015	47	45	35	33	93	44	36	9	9
2015/2016	51	47	21	19	75	45	22	9	9
2016/2017	59	55	42	42	72	41	16	9	8
2017/2018	52	50	40	39	81	52	22	11	3
2018/2019	55	53	32	31	85	59	19	2	1
2019/2020	56	53	33	33	99	65	21	10	9
2020/2021	59	56	8	8	95	52	32	7	7
2021/2022	48	48	10	10	155	48	94	29	28
2022/2023	44	42	3	2	70	37	22	6	6

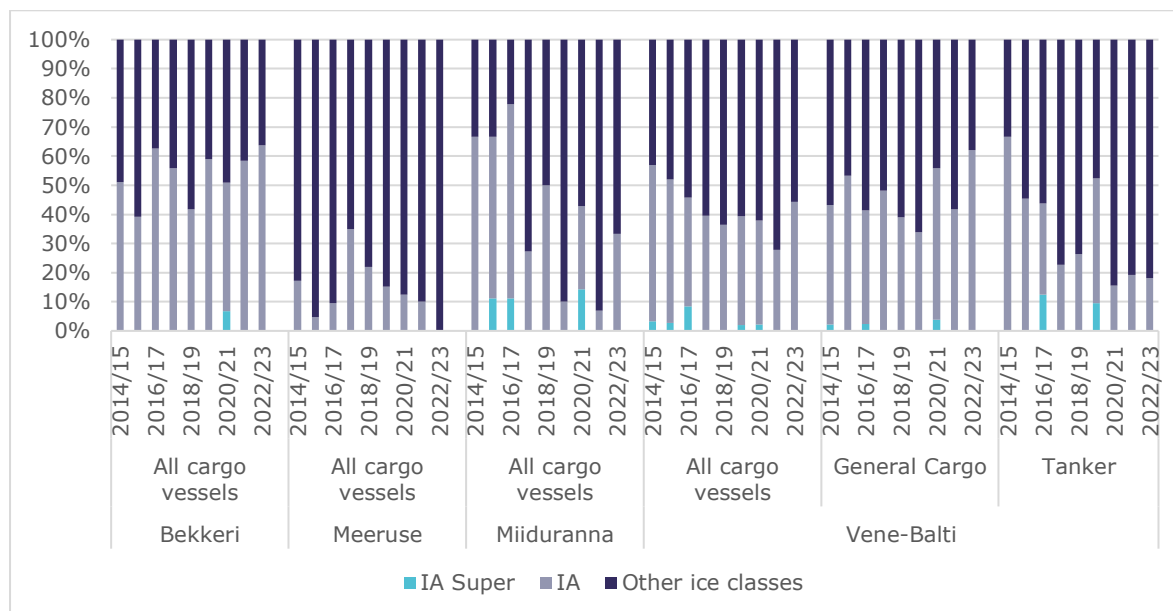
Vanasadama laevaliikluses on esikohal ro-ro-, peamiselt ro-pax-laevad, kuna Vanasadam on peamine liinireisijate sadam (Tabel 5). Eesti peamise ja suurima kaubasadamana on laevaliiklus Muuga sadamas kõige mitmekesisem. Muuga sadama laevaliiklusest moodustavad suurema osa ro-ro, segalasti- ja konteinerlaevad. Enne sõda Ukrainas olid olulises rollis ka tankerid, kuid pärast Venemaale sõja tõttu kehtestatud sanktsioone on tankerite liiklus oluliselt vähenenud. Vanasadam ja Muuga sadam on omavahel seotud ro-

ro-liikluse kaudu, kuna Muuga sadamas ro-ro-liikluseks ebasobiva ilma korral suunatakse laevad Vanasadamasse.

Tabel 5. Kaubalaevoliiklus kokku ja peamiste kaubalaevade tüüpide kaupa Tallinna piirkonna kaubasadamates – Vanasadamas ja Muuga sadamas. (Allikas: EMDE)

TALV	Vanasadam		Muuga					
	Kokku	Ro-ro	Kokku	Ro-ro	Segalasti-laevad	Tanker	Puistlasti-laev	Konteineri-laev
2014/2015	1899	1891	468	0	114	184	20	150
2015/2016	1958	1954	450	1	130	155	34	130
2016/2017	2050	2044	451	0	117	135	34	165
2017/2018	1902	1898	568	206	91	104	35	132
2018/2019	1826	1818	635	203	139	119	25	149
2019/2020	1720	1719	582	174	110	143	29	126
2020/2021	1600	1600	897	480	116	123	43	131
2021/2022	1706	1704	793	408	148	96	24	116
2022/2023	1939	1938	533	223	121	43	17	128

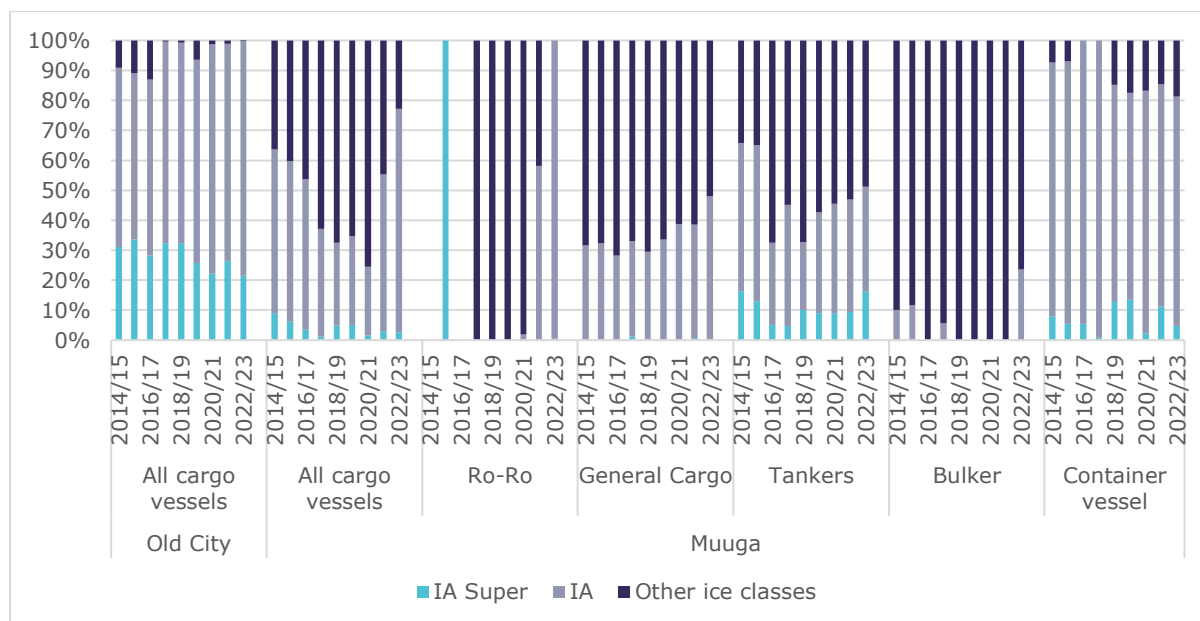
Tallinna piirkonna väiksemaid kaubasadamaid külastavate laevade jääklasside jaotuses ühtset mustrit pole (Joonis 10). Sadamaid külastavate laevade jääklass on kas IA või madalam.



Joonis 10. Tallinna kaubasadamaid külastavate IA Super- või IA-klassi laevade osakaal – Bekkeri, Meeruse, Vene-Balti, Miiduranna sadamates. (Allikas: EMDE)

Vanasadamat külastavatest liinilaevadest on enamik samad laevad ja viimastel aastatel on neil kõigil jääklass IA või IA Super, mistõttu on sadama laevoliikluse statistika jääklassi

osas teiste Eesti kaubasadamatega võrreldes ebatüüpiline (Joonis 11). Enamiku Muuga sadamat külastavate liinilaevade, ro-ro- ja konteinerlaevade jääklass on IA või IA Super.



Joonis 11. Tallinna piirkonna Vanasadamas ja Muuga sadas peatuvate IA Super või IA jääklassiga laevade osakaal. (Allikas: EMDE)

- Nagu Paldiskis, on ka Tallinna piirkonna väikekaubasadamates erinevused segalastilaevade suurustes võrreldes erinevate jääklassidega laevade suuruseid. Näiteks Bekkeri sadamas on IA jääklassi laevade pikkus ligikaudu 108 m, süvis 6,4 m, kogumahutavus 4,4 tuhat ja kandevõime 6,3 tuhat tonni. Madalama jääklassiga laevad on keskmise pikkusega 90-103 m, süvisega 5,5-5,7 m, kogumahutavus 3,1-4,1 tuhat ja kandevõimega 4,3-5,6 tuhat tonni. Vene-Balti sadama IA jääklassi laevade keskmine pikkus on ligikaudu 110 m; süvis 6,6 m, kogumahutavus veidi vähem kui 5 tuhat ja kandevõime vahemikus 6,9-7,3 tuhat tonni. Samal ajal on sadamat külastavad madalama taseme jääklassiga laevad pikkusega ligikaudu 92 m, süvisega 5,3 m, kogumahutavus ligikaudu 2,9 tuhat ja kandevõimega tavaliselt alla 4 tuhande tonni. Muuga sadamas on jääklassiga kaubalaevade keskmine pikkus 102,5 m, süvis 6,2 m, kogumahutavus ligikaudu 4 tuhat ja kandevõime ligikaudu 56,4 tuhat tonni. Madalama jääklassiga laevade keskmine pikkus on 92,5 m, süvis 5,1 m, kogumahutavus tavaliselt alla 3 tuhande ja kandevõime alla 4 tuhande tonni. Viimastel aastatel on Muuga sadamat külastavate segalastilaevade suurused vähenenud. (EMDE, 2023)
- Tankerite keskmine suurus ei esinda kuigi hästi "tavalist" Muuga sadamat külastavat vedellastilaeva, sest tankerid on erinevad tüüpi. Suurimad on toornafta tankerid, mille keskmine pikkus on ligikaudu 230 m, süvis 14 m, kogumahutavus üle 56 tuhat tonni ja kandevõime ligikaudu 102 tuhat tonni. Naftasaaduste tankerite suurused on järgmised: keskmine pikkus on ligikaudu 150 m, süvis 8,6 m, kogumahutavus 15,7 tuhat ja kandevõime ligikaudu 24 tuhat tonni. Kemikaalitankerite, mis annavad samuti märkimisväärse panuse laevaliiklusesse, pikkus on keskmiselt 135 m, süvis 8,2 m, kogumahutavus 9,7 tuhat ja kandevõime 14,6 tuhat tonni. Viimasel kahel aastal, kus vedellasti kaubavood on

vähenenud, on laevade arv ja suurused samuti vähenenud, välja arvatud kemikaalitankerite puhul, mille suurus on aastate jooksul varieerunud. Huvitav on seegi, et erinevalt segalastilaevadest on IA ja IA Super jääklassi laevade keskmised suurused väiksemad kui madalama jääklassi laevadel. (EMDE, 2023)

- Vene-Balti ja Miiduranna sadamaid külastavad tankerid on üsna sarnased, Vene-Balti sadamatesse saabuvad laevad on veidi suuremad ja esindavad lisaks naftasaaduste tankeritele ka toornafta- ja kemikaalitankereid. Vene-Balti sadamat külastavad keskmise suurusega IA ja IA Super jääklassiga laevad on pikkusega ligikaudu 144 m, süvis 8,7 m, kogumahutavus 11,6 tuhat ja kandevõime 17,5 tuhat tonni. Miiduranna sadamas on laeva keskmised parameetrid vastavalt 141 m, 8,6 m, 10,3 tuhat ja 15,1 tuhat tonni. Madalama jääklassi laevad on väiksemad, Vene-Balti sadamat külastavate laevade keskmine suurus on ligikaudu 106 m, süvis 6,3 m, kogumahutavus 5,7 tuhat ja kandevõime 8,6 tuhat tonni. Miidurannas on laeva keskmised parameetrid vastavalt 97 m, 6,1 m, 5,1 tuhat ja 7,8 tuhat tonni. (EMDE, 2023)
- Kuna Muuga sadamat külastavad ro-ro tüüpi laevad on liinilaevad, on nende varieeruvus piiratud. Selles osas on IA jääklassi laevad keskmise pikkusega 179 m, süvisega 6,5 m, kogumahutavusega 22 tuhat ja kandevõimega 7,6 tuhat tonni suuremad kui madalama jääklassiga laevad, mille keskmine pikkus on 160 m, süvis 5,4 m, kogumahutavus 17,5 tuhat ja kandevõime 4,9 tuhat tonni. (EMDE, 2023)
- Viimastel aastatel on Vanasadamat külastanud vaid mõned ro-pax laevad, mille jääklass ei ole IA ega IA Super. Viimase kolme aasta jooksul on IA Super jääklassiga ro-pax-laeva keskmine pikkus 189 m, süvis 6,7 m, kogumahutavus 38,7 tuhat ja kandevõime 5,3 tuhat tonni. IA jääklassiga ro-pax-laeva keskmine pikkus on samas 193 m, süvis 6,95 m, kogumahutavus 41,3 tuhat ja kandevõime 5,5 tuhat tonni. (EMDE, 2023)
- Muuga sadamat külastavad puistlastilaevad on peamiselt ilma IA või IA Super jääklassita. Nende laevade keskmine pikkus on 186 m, süvis 11 m, kogumahutavus 25,6 tuhat ja kandevõime 43 tuhat tonni. (EMDE, 2023)
- Muuga sadamat külastava konteinerilaeva keskmine pikkus on 168 m, süvis 9,4 m, kogumahutavus 15,8 tuhat ja kandevõime 19,1 tuhat tonni. (EMDE, 2023)
- Bekkeri sadamat külastanud suurima laeva mõõtmed saavad olla: pikkus 190 m, laius 31 m ja süvis 10,2 m, sissepääsukanali minimaalne laius on 114 m ja sügavus 10,5 m (Eesti Transpordiamet, 2023). Suurim Bekkeri sadamat külastanud laev on olnud 190 m pikk, 28,54 m lai ja süvisega 10,4 m (EMDE, 2023)
- Meeruse sadamas on suurima sadamat külastava laeva mõõtmed: pikkus 140 m, laius 24 m ja süvis 6,3 m, sissepääsukanali minimaalne laius on 50 m ja sügavus 7,9 m (EH2000) (Eesti Transpordiamet, 2023). Suurim Meeruse sadamat külastanud laev on olnud 136,4 m pikk, 19 m lai ja süvisega 8,5 m. (EMDE, 2023)
- Miiduranna sadamat külastava suurima laeva mõõtmed on: pikkus 195 m, laius 32 m ja süvis 12,3 m, sissepääsukanali minimaalne laius on 110 m ja sügavus

12,8 m (EH2000) (Eesti Transpordiamet, 2023). Suurim Miiduranna sadamat külastanud laev on olnud 195 m pikk, 32,2 m lai ja süvisega 12,5 m. (EMDE, 2023)

- Vene-Balti sadamat külastava suurima laeva mõõtmed on: pikkus 200 m, laius 35 m ja süvis 10,6 m (Eesti Transpordiamet, 2023a). Suurim Vene-Balti külastanud laev on olnud puistlastilaev, mille pikkus on 191,1 m, laius 32,3 m ja süvis 13 m. (EMDE, 2023) Sissepääsukanali minimaalne laius on 120 m ja sügavus 8,7 m (EH2000) (Eesti Transpordiamet, 2023a).
- Vanasadamas on kõige suuremad laevad olnud kruisilaevad, mille pikkus on 333,3 m, laius 37,9 m ja süvis 8,65 m. Sellised suured kruisilaevad külastavad sadamat suvel. Talveperioodil on suurimad laevad ro-pax-laevad, pikkusega 212 m, laiusega 30,6 m ja süvisega 7,1 m. (EMDE, 2023). Suurima sadamat külastanud laeva mõõtmed on: pikkus 340 m, laius 42 m ja süvis 10,3 m, sissepääsukanali minimaalne laius on 265 m ja sügavus 9,8 m (EH2000) (Eesti Transpordiamet, 2023a).
- Naftatankerid on suurimad Muuga sadamat külastanud laevad, nendest suurima pikkus on 330 m, laius 60 m ja suurim süvis 21,5 m. Selline laev on olnud konkurentsilt suurim Muuga sadamasse saabunud alus. Suuruselt järgmine oli oluliselt lühem, 285 m (laius 50 m ja süvis 16,5 m). (EMDE, 2023), suurima sadamat külastava laeva mõõtmed on: pikkus 300 m, laius 50 m ja süvis 16,9 m, sissepääsukanali minimaalne laius on 200 m ja sügavus 17,6 m (EH2000) (Eesti Transpordiamet, 2023 a).

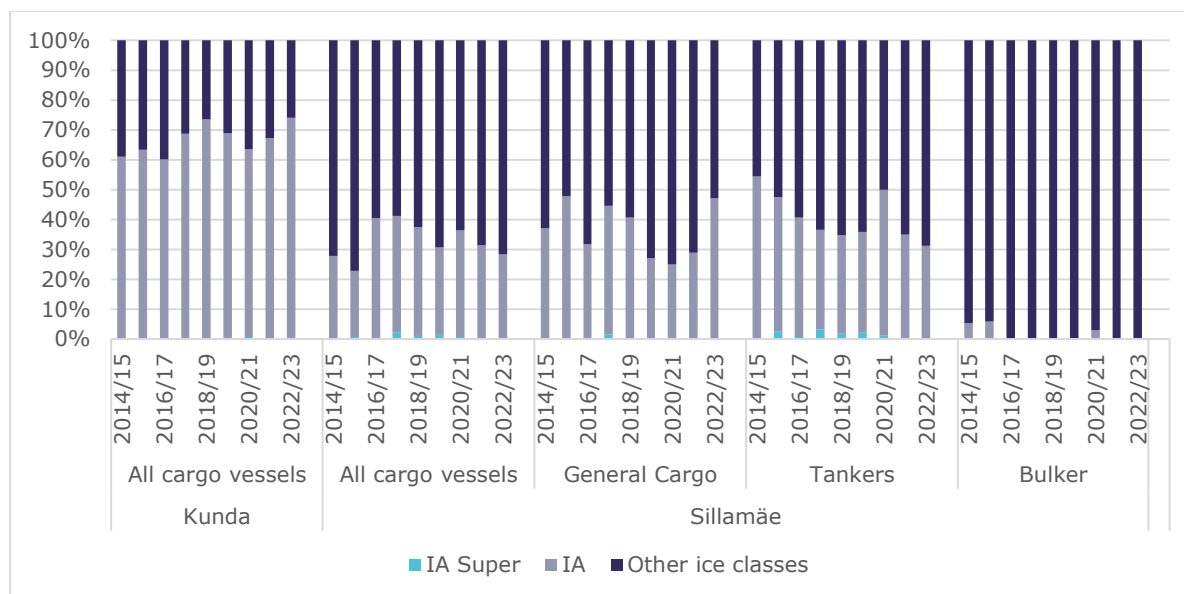
Soome lahe idaosa

Kunda sadamas on peamiseks laevatüübiks segalastilaevad. Eelmisel talvel oli Sillamäe sadamas kõige sagedasem laevatüüp samuti segalastilaev. Varem moodustasid enamuse tankerid. (Tabel 6)

Tabel 6. Kaubalaevoliiklus kokku ja peamiste kaubalaevade tüüpide kaupa Kunda ja Sillamäe sadamates. (Allikas: EMDE)

TALV	Kunda		Sillamäe					
	Kokku	Segalasti-laevad	Kokku	Ro-ro	Segalasti-laevad	Tanker	Puistlasti-laev	Konteineri-laev
2014/2015	208	194	277	100	54	103	19	0
2015/2016	183	173	268	125	46	80	17	0
2016/2017	178	169	244	0	66	150	11	16
2017/2018	169	158	262	0	65	161	16	20
2018/2019	181	170	272	0	64	167	23	18
2019/2020	148	143	293	0	85	176	28	4
2020/2021	156	151	286	0	92	160	34	0
2021/2022	150	144	232	3	52	157	17	3
2022/2023	170	167	102	0	51	16	32	3

Enam kui 60 % Kunda küllastavatest laevade jääklass on IA (Joonis 12). Sillamäe sadamas on ligikaudu 30 % või enamal laeval jääklass vähemalt IA. Aastatel 2016–2020 sadamat külستانud konteinerilaevade jääklass oli IA. Sama võib öelda ka ro-ro laevade puhul, mis külستانasid sadamat aastatel 2014–2016.



Joonis 12. Kunda ja Sillamäe sadamaid külستانavate IA Super- ja IA-jääklassiga laevade osakaal. (Allikas: EMDE)

Kunda sadamat külستانavate laevade mõõtmetes on väikesed erinevused kui võrrelda jääklassiga IA või IA Super laevade mõõtmeid madalama jääklassiga laevade mõõtmetega. Jääklassiga IA/IA Super laevad on suuremad, pikkus veidi üle 100 m, maksimaalne süvis 5,8-5,9 m, kogumahutavus vahemikus 3,8-4,1 tuhat, kandevõime 5,2-5,6 tuhat tonni. Madalama jääklassiga laevade keskmine pikkus on 90-94 m, süvis vahemikus 5,0-5,4 m, kogumahutavus ligikaudu 3 tuhat, kandevõime ligikaudu 4 tuhat tonni. Suurim Kunda sadamat külستانanud laev on olnud puistlastilaev pikkusega 199,9 m, laiusega 32,3 m ja süvisega 11,3 m. (EMDE, 2023). Suurima sadamat külستانava laeva mõõtmed on: pikkus 150 m, laius 30 m ja süvis 8,6 m, sissepääsukanali minimaalne laius on 70 m ja sügavus 9,4 m (EH2000) (Transpordiamet, 2023a).

Sillamäe sadamat külستانavate erineva jääklassiga segalastilaevade keskmine suuruste vahe ei ole nii suur. On huvitav, et viimase kahe talve jooksul on madalama jääklassiga laevade keskmised mõõtmed veidi suuremad kui IA-jääklassiga laevade keskmised, mis on pigem kahanenud. Aastate jooksul on IA jääklassiga laevade keskmised mõõtmed: pikkus 103 m, süvis 6 m, kogumahutavus alla 4 tuhande ja kandevõime üle 5,4 tuhande tonni. (EMDE, 2023)

Sillamäe sadamat külستانavate tankerite mõõtmete muster sarnaneb Muuga sadamaga, kus toornaftatankerid on suurimad, millele järgnevad naftasaaduste tankerid ja kemikaalitankeerid. Toornaftatankerite keskmised mõõtmed on: pikkus 243 m, süvis 14,7 m, kogumahutavus 57,8 tuhat ja kandevõime 104,5 tuhat tonni. IA ja IA super jääklassiga toornafta tankerid on veidi pikemad (248 m), veidi suurema kogumahutavusega (60,4 tuhat tonni) ja kandevõimega (peaaegu 109 tuhat tonni). Naftasaaduste tankerite keskmine kogumahutavus ja kandevõime on Sillamäe sadamat külستانavate erinevate jääklassiga laevade puhul sarnane. Erinevused on pikkuses ja

süvises. Kuigi jääklassiga IA ja IA Super laevad on suurema süvisega, on nad lühemad. Kõigi naftasaaduste tankerite keskmine pikkus on 148 m, süvis 8 m, kogumahutavus 13,4 tuhat ja kandevõime 20,5 tuhat tonni. Kemikaalitankeerite keskmised mõõtmed on: pikkus 130 m, süvis 8 m, kogumahutavus 9,5 tuhat ja kandevõime 13,6 t tuhat tonni. IA ja IA super jääklassiga laevad on keskmisest veidi väiksemad ja madalama jääklassiga laevad veidi suuremad. (EMDE, 2023)

Sillamäel, nagu ka Muuga sadamas, on puistlastilaevad enamasti madalama jääklassiga laevad. Sillamäele saabuvate puistlastilaevade keskmine pikkus on 180 m, süvis 11 m, kogumahutavus 24,4 tuhat ja kandevõime 41,3 tuhat tonni. (EMDE, 2023)

Suurimad Sillamäe sadamat külastanud naftasaaduste tankerite mõõtmed on: pikkus 280,5 m, laius 50 m ja süvis 16,5 m (EMDE, 2023). Suurima sadamat külastada saava laeva mõõtmed on: pikkus 275 m, laius 56 m ja süvis 15,2 m, sisenemiskanali minimaalne laius on 300 m ja sügavus 16,3 m (EH2000) (Transpordiamet, 2023a).

Liivi laht, Pärnu sadam

Pärnu sadam on Eesti ainus suur kaubasadam Liivi lahes. Pärnu sadamat külastav peamine laevatüüp on segalasti-laev (Tabel 7). Ligikaudu 70 % laevadest on jääklassiga IA.

Tabel 7. Kaubalaevaliiklus kokku ja peamiste kaubalaevade liikide kaupa Pärnu sadamas. (Allikas: EMDE)

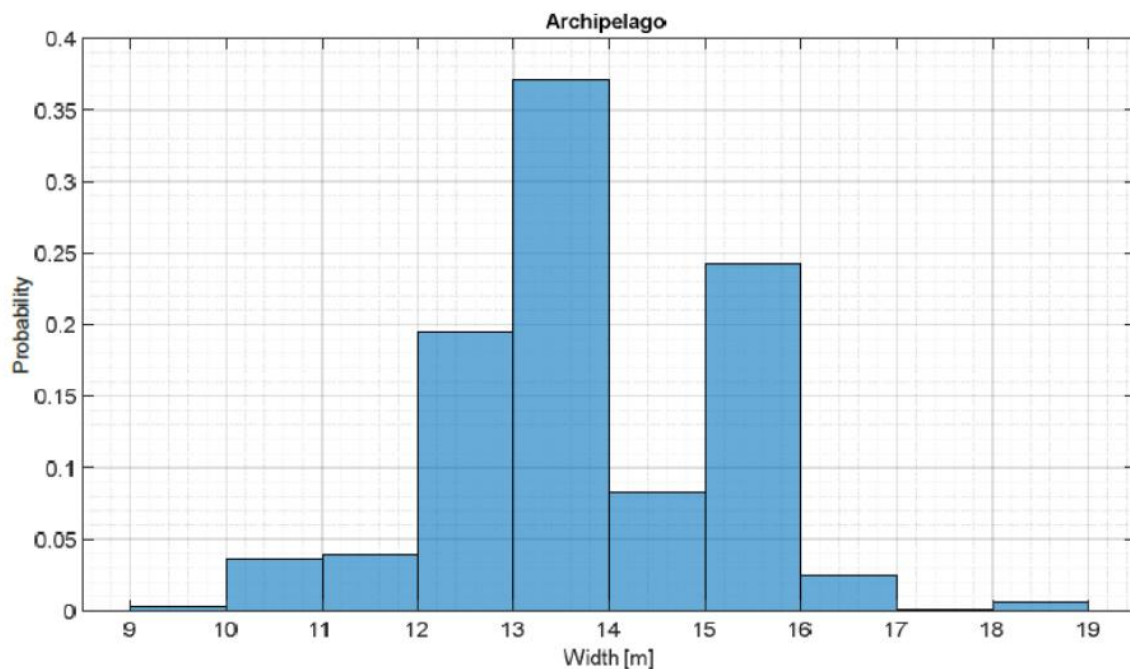
TALV	Pärnu		Laevad	
	Kokku	Segalasti-laevad	jääklassiga IA	% kogusmahust
2014/15	211	206	146	69,2 %
2015/16	215	212	140	65,1 %
2016/17	268	264	190	70,9 %
2017/18	245	239	153	62,4 %
2018/19	265	263	157	59,2 %
2019/20	208	207	119	57,2 %
2020/21	207	204	149	72,0 %
2021/22	189	189	132	69,8 %
2022/23	223	219	160	71,7 %

Viimase kolme aasta jooksul on Pärnu sadamat külastava laeva keskmised mõõtmed: pikkus 108 m, süvis 6 m, kogumahutavus 4,4 tuhat ja kandevõime ligikaudu 6 tuhat tonni. Jääklassiga IA laevad on veidi suuremad, viimaste aastate keskmine pikkus 110 m, süvis 6,2 m, kogumahutavus üle 4,5 tuhande ja kandevõime üle 6,3 tuhande tonni. Madalama jääklassiga laevad on veidi väiksemad. (EMDE, 2023)

Pärnu sadamat külastanud suurim laev on olnud 145,6 m pikk, 18,25 m lai ja süvisega 7,35 m (EMDE, 2023). Suurima sadamat külastava laeva mõõtmed saavad olla: pikkus 140 m, laius 25 m ja süvis 6,8 m, sissepääsukanali minimaalne laius on 45 m ja sügavus 7 m (Transpordiamet, 2023 a).

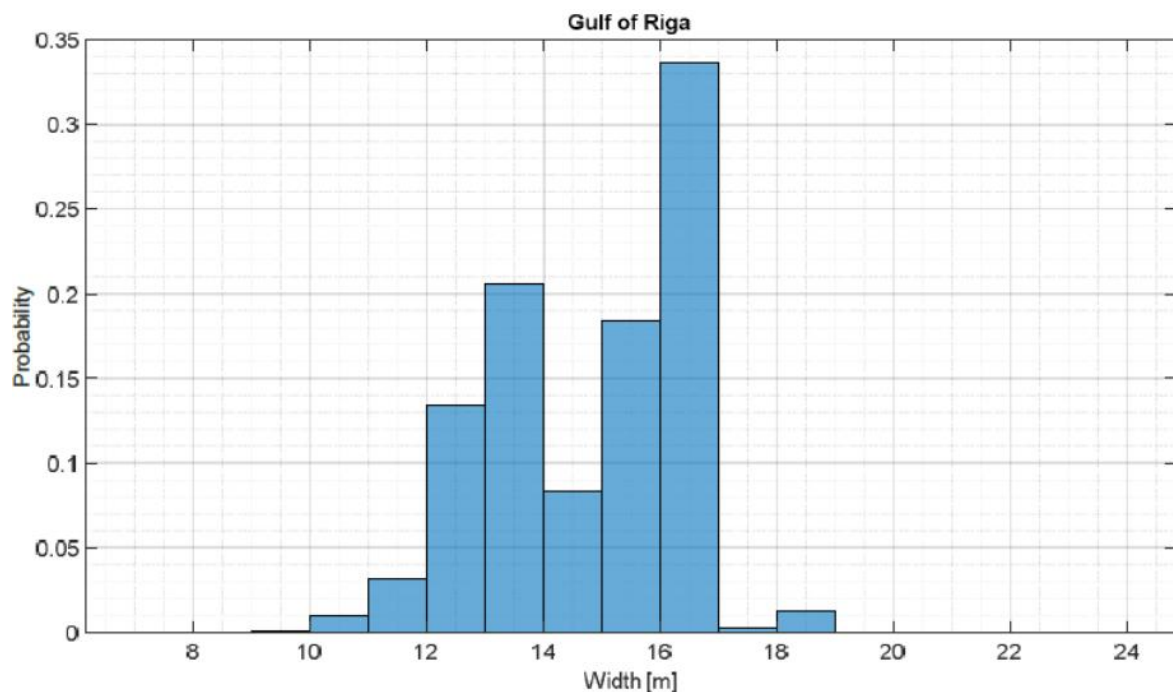
LAEVADE JAOTUS LAIUSE ALUSEL

Analüüsis vaadeldi Eraldi laevade laiust ja selle jaotust, kuna laeva laius on jäämurde oluline parameeter. Selles analüüsis on sadamad piirkondadesse rühmitatud. Vastavad piirkonnad on Väinameri (Joonis 13), Liivi laht (Joonis 14), Soome lahe lääneosa (Joonis 15), Tallinna piirkond (Joonis 16), Soome lahe idaosa (Joonis 17) ja kogu Soome laht. Analüüsitud andmed põhinevad Eesti laevaliikluse kohta 2014–2022 saadud andmetel.



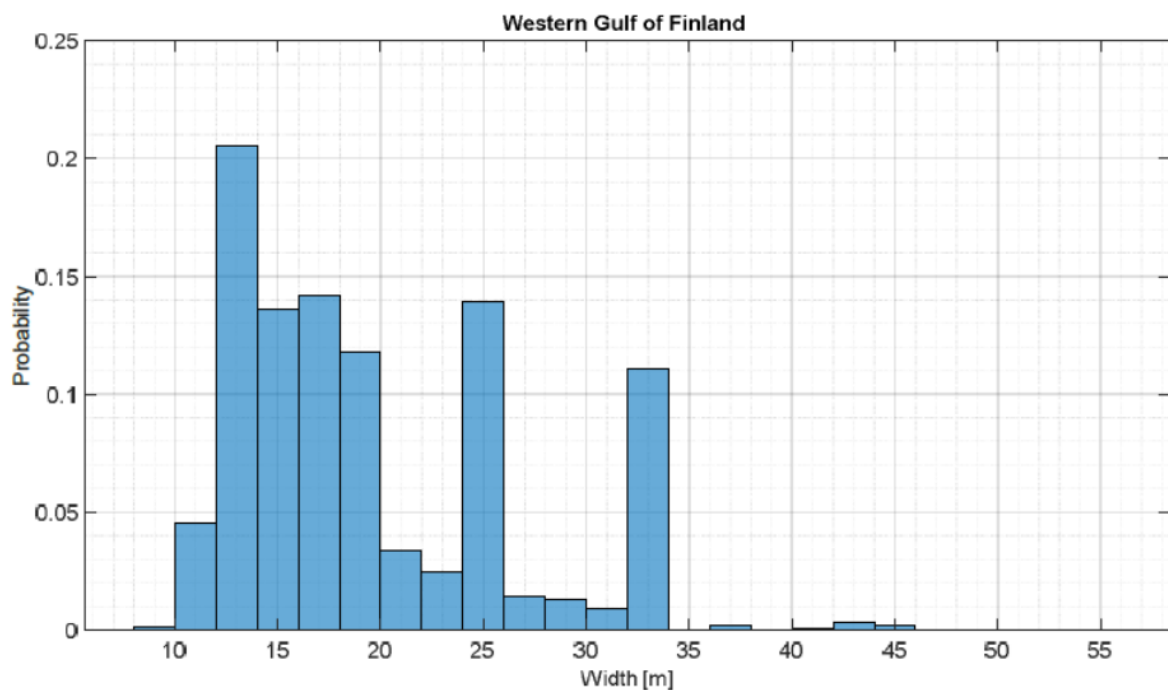
Joonis 13. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Väinamerel. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)

Liivi lahe Eesti osa peamine sadam on Pärnu.



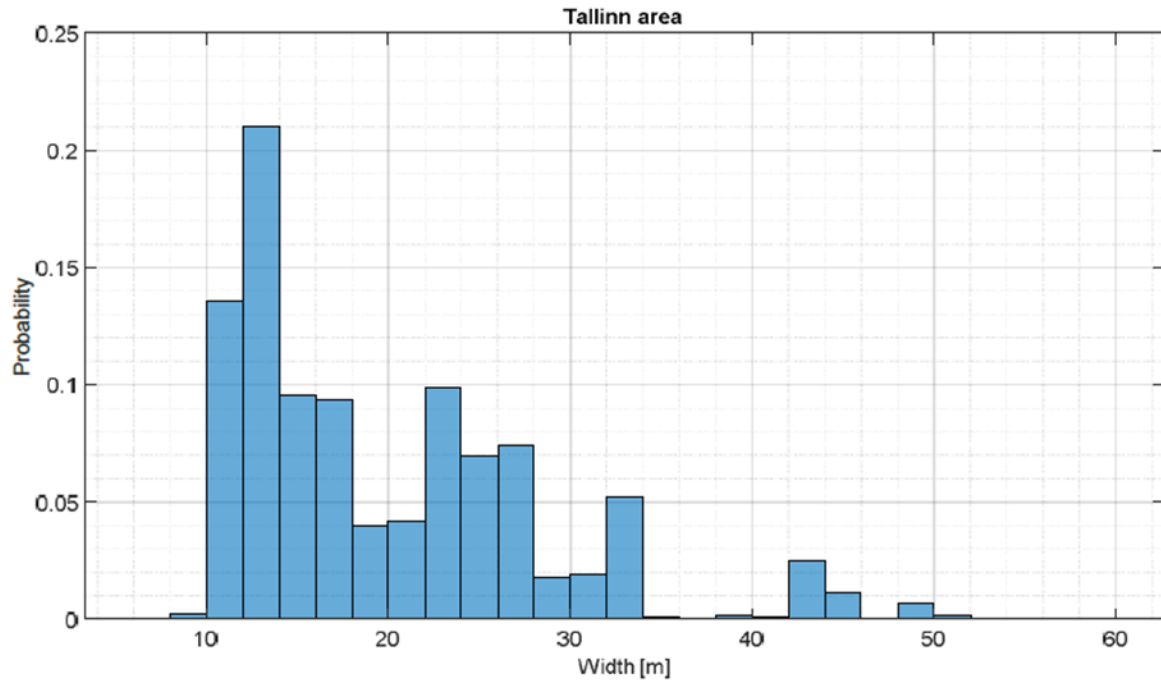
Joonis 14. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Liivi lahes. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)

Soome lahe lääneosa sadamad on Paldiski sadamad: Paldiski Lõuna- ja Paldiski Põhjasadam.



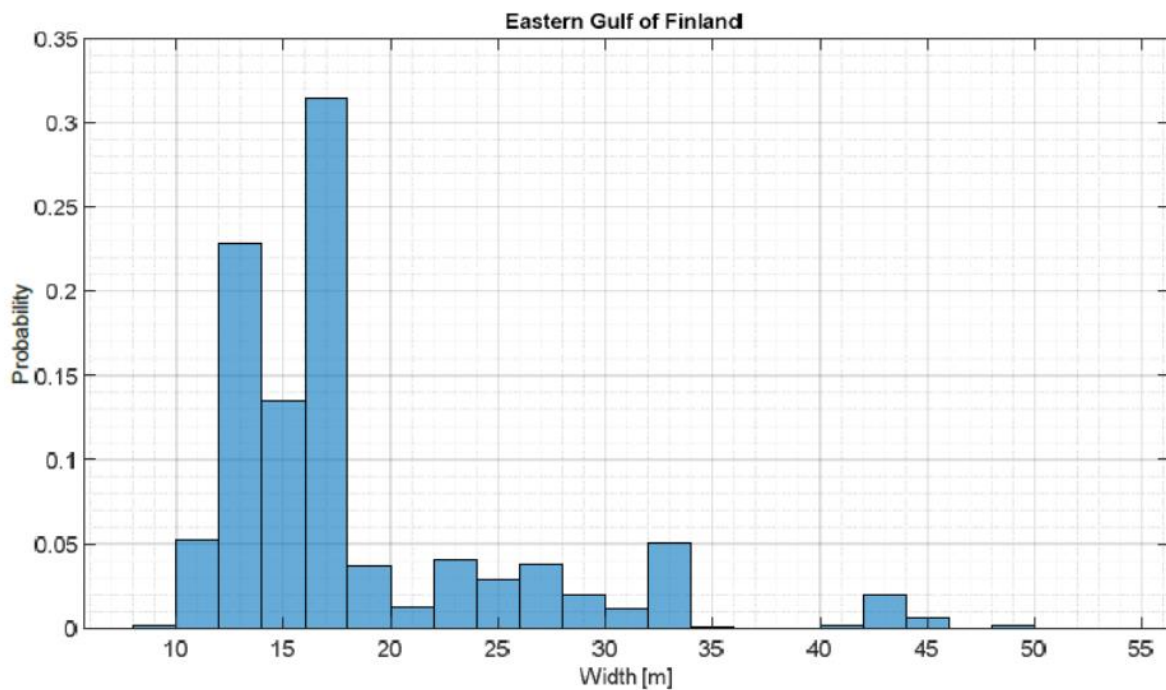
Joonis 15. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Soome lahe lääneosas. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)

Tallinna piirkonda kuuluvad kaubasadamad nagu Muuga, Vanasadam, Vene-Balti, Bekkeri, Meeruse, Paljassaare ja Miiduranna sadam.



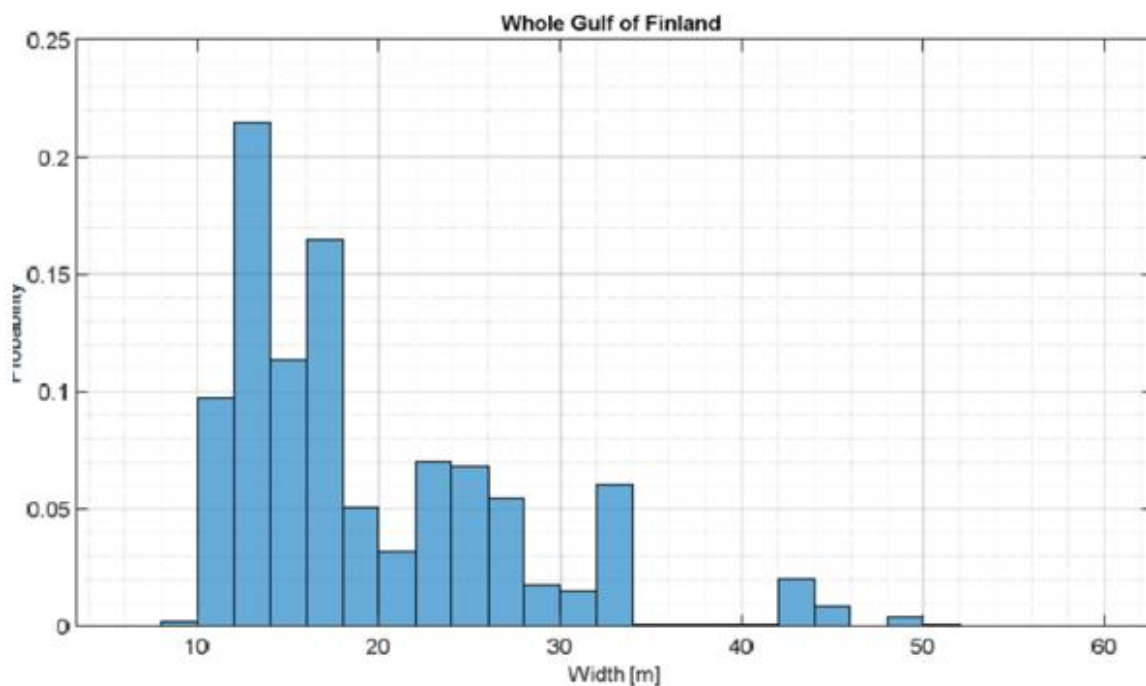
Joonis 16. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Tallinna piirkonnas. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)

Sillamäe ja Kunda sadamad on peamised kaubasadamad Soome lahe idaosas.



Joonis 17. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus Soome lahe idaosas. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)

Kogu Soome lahe kohta saadud laevade laiuste andmed on toodud Joonis 18.



Joonis 18. Laevade (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad) laiuste jaotus kogu Soome lahes. (Allikas: EMDE, Aker Arctic Design)

Kokkuvõtte kaubalaevade laiuste jagunemisest piirkondade kaupa on esitatud Tabel 8. 95% juhtudest on Soome lahes laev kitsam kui 32,26 meetrit ning Liivi lahes kitsam kui 16,5 meetrit.

Tabel 8. Kaubalaevade laiuste kokkuvõtte piirkondade lõikes meetrites

	Saarestik	Liivi laht	Soome lahe lääneosa	Tallinna piirkond	Soome lahe idaosa	Kogu Soome laht
70. protsentiil	14,4	16,0	23,2	23,4	17,0	23,0
75 protsentiil	15,21	16,3	25,0	25,0	18,25	24,5
80t protsentiil	15,45	16,5	25,0	27,0	23,0	25,4
85t protsentiil	15,45	16,5	27,34	27,6	26,0	27,4
90. protsentiil	15,45	16,5	32,2	32,0	28,5	31,0
95. protsentiil	15,46	16,5	32,2	32,26	32,24	32,26

JÄÄMURDELAEVASTIK

Jäämurdetööde korra kohaselt (Jäämurdetööde *kord – Riigi Teataja*) on jäämurdjatega riigi teenindatavad sadamad Muuga sadam, Tallinna ja Kopli lahe sadamad, Paldiski Põhjasadam, Paldiski Lõunasadam, Kunda sadam ja Sillamäe sadam, mida teenindatakse kuni akvatooriumini, Pärnu sadamat teenindatakse avamerelt kuni koordinaatidega 58° 21',4 N ja 24° 27',0 E määratud punktini.

Riik teostab jäämurret laevadega Tarmo, EVA-316 ja Botnica. Viimati nimetatud laeva omanik on TS Shipping (Tallinna Sadama tütarettevõtte) ja teenust osutatakse tšarterlepingu alusel (Transpordiamet, 2023b). Riik käitab ka mitmeotstarbelist laeva nimega Sektori. Tarmo ja EVA-316 on vanad laevad (vt Tabel 9), vastavalt 60 ja 43 aastat. Tarmo ja Botnica teenindavad põhjaranniku sadamate laevaliiklust ning EVA-316 Liivi lahe ja Pärnu lahe laevaliiklust. Väinamere sadamatele ja saarestikule jäämurde teenust ei pakuta.

Tabel 9. Laeva tehnilised andmed

	Tarmo	EVA-316	Botnica
Ehitamise aasta	1963	1980	1998
GT	3916	907	6370
Kandevõime	veeväljasurve 1585 t	veeväljasurve 266	veeväljasurve 2890 t
Pikkus	84,5 m	57,9 m	96,7 m
Laius	21,2 m	12,2 m	24,0 m
Süvis	7,4 m	3,8 m	7,8 m
Peamasin	10 120 kW	3x 1 717 kW	12x 1 258 kW
Kiirus	15,5 sõlme	12 sõlme*	16,5 sõlme/8 sõlme (jää)
Meeskond	33	13	19...23

Lisaks on jäämurde-/jääklassiga laevad mitmel äriühingul:

- TS-laevad (suursaari teenindavad viis reisiparvlaeva);
- Alfons Håkans (jääklassiga 1A pukser Sillamäel, Kundas, Muugal, Paldiskis ja Pärnus);
- Sillamäe sadam (pukser Arno);
- Kunda sadam (pukser Kunda);
- Saarte Liinid (pukser Panda);

- Kihnu Veeteed (väikesaari teenindavad reisiparvlaevad);
- Tallink, Viking Line, Eckerö Line (reisiparvlaevad ja ro-ro-laevad, mis sõidavad Vanasadamast ja Muuga sadamast lähtuvatel marsruutidel);
- Merevägi (Kindral Kurvits, Raju, Valve).

1.3 TULEVASE LAEVALIIKLUSE PROGNOOSID, ARVESTADES KAUBANDUSMAHTE NING LAEVADE JA SADAMATE ARENDAMIST

Nagu on näidatud Tabel 10, ei ole laevade mõõtmete muutus viimase viie aasta jooksul ühtset mustrit moodustav. Tähelepanuväärne muutus on toimunud Muuga sadamas, kus sõja tõttu on laevaliiklus ja laevade mõõtmed oluliselt vähenenud. Vaadates kaugemale minevikku, toimusid negatiivsed muutused Muuga ja Sillamäe sadamate jaoks pärast 2014. aastat, mil Venemaa okupeeris Krimmi ja Venemaa vastu kehtestati sanktsioonid.

Tabel 10. Sadamaid külastavate laevade parameetrite muutuse võrdlus aastatel 2018 ja 2022 (v.a ro-ro- ja ro-pax-laevad)

	Laeva- liiklus	AV GT	AV LOA	AV Dmax	AV vee- välja- surve
Paldiski Põhja	↓	Ī	Ī	Ī	↑↑
Paldiski Lõuna	Ī	–L ON	–L ON	–L ON	↓
Muuga	↓	↓	↓	–L ON	↓
Vanasadam	↑	↑	↑	↑	↑
Vene-Balti	↑	Ī	↑↑	↑↑	Ī
Bekkeri	Ī	↑	Ī	Ī	Ī
Meeruse	↓	Ī	Ī	Ī	Ī
Miiduranna	↑	↑	↑↑	↑	↑
Sillamäe	↓	↑	Ī	Ī	↑
Kunda	↓	Ī	Ī	Ī	Ī
Pärnu	↓	↑	Ī	Ī	↑↑

Märkused:

10%...	↑
5...10%	≈↑
5...-5%	≈
-5...-10%	≈↓
-10%...	↓

Tulevikku vaadates võib öelda, et ida-lääne transiidi kaubavooge teenindavate sadamate puhul sõltub kõik Eesti ja tema idanaabri Venemaa poliitilistest suhetest. Suhete normaliseerumisel kaubavood ja laevaliiklus suurenevad. Millal see juhtub, on raske

prognoosida. Muude sadamate puhul, mis teenindavad peamiselt impordi- ja ekspordi kaubavoogusid, on keskse tähtsusega riigi ja kaubanduspartnerite majanduslik areng. Kaaluda tuleb ka alternatiivseid logistilisi lahendusi, nt maismaatransporti.

Jäämurdevajaduse seisukohast saab Eesti sadamad jagada neljaks piirkonnaks: Paldiski, Tallinn, Eesti idaosa ja Liivi laht. Viimaste aastate statistika põhjal teenindavad Tallinna sadamad ligikaudu 50 % Eesti sadamate kaubavoogudest, Paldiski sadamad 12-15 %, Ida-Eesti sadamad 28-30 % ja Liivi lahe sadamad ligikaudu 7 %.

Viimased aastad on näidanud, et Eesti idaosas ning Liivi lahes ja Pärnus on vaja jäämurdevõimekust. Kuigi Tallinna ja Paldiski piirkonnas, kus asuvad Eestile olulised sadamad, ei ole nõudlust jäämurdeteenuse järele, peaks olema valmidus nendes piirkondades mingil kujul jäämurdeteenuse pakkumiseks.

Sadamate teenindatavad kaubavood sõltuvad sisemaa ja rannikupiirkonna majanduslikust olukorrast ning poliitilistest suhetest naabrite ja võimalike partneritega. Paljude aastate jooksul on transiit moodustanud suure osa sadamate kaubavoogudest. Ukraina sõda on neid vooge mõjutanud ja mõjutab ka eesmisevatel aastatel. Kuigi esimestel kuudel peale sõja algust on mõnede kaubavoogude mahud suurenenud, siis pikemas perspektiivis transiidivood vähenevad.

Kuna laevaliiklus teenindab kaubavoogusid, suureneb või väheneb see kooskõlas kaubavoogude muutustega. Muutused laeva suuruses võivad sellele protsessile teatavat mõju avaldada. Eesti sadamate laevaliikluse statistika kohaselt ei ole Eesti kaubasadamaid külastavate laevade suuruses viimase kümne aasta jooksul märkimisväärsed muutusi toimunud.

IMO seadis 2011. aastal eesmärgid, mille kohaselt tuleb uute laevade ehitus planeerida selliselt, et laevade kütusekulu ja selle tulemusel kasvuhooonegaaside heitkogused väheneksid. Energiatõhususe indeksit tähistab EEDI, seda kasutatakse laeva energiatõhususe indeksi (süsinikdioksiidi heide tonnkilomeetri kohta) arvutamiseks. Laeva käitamiseks peab indeksi väärtus jääma alla IMO kehtestatud kontrollväärtuse. Nõuded karmistuvad järk-järgult, mille tulemusel on ka uute laevade heitkogused vähenevad. Määrus on juba avaldanud olulist mõju laevade energiatarbimisele, näiteks laevakere kuju kujundamisega, samuti asjaolule, et kõige uuemate laevade masinate võimsus on tavaliselt väiksem kui vanematel laevadel.

IMO kehtestas 2021. aastal nõude, mille kohaselt peavad olemasolevad laevad vastama ka IMO kehtestatud energiatõhususe nõuetele. Vastav indeks, EEXI, karmistub järk-järgult nagu ka EEDI.

EEDI määrus on juba muutunud ja EEXI uus määrus kehtestab muutusi ka Läänemerele liiklevatele uutele laevadele. Uued laevad on väiksema võimsusega ning vajavad seetõttu talvel rohkem jäämurdja abi (vt 4.1.5 Laevade jääLÄBIMISVÕIME IMO UUTE EESKIRJADEGA SEoses).

VÖTMETÄHTSUSEGA KÜSIMUSED

Ei	Ülesanne/küsimus*	Vastus
1	Millised muutused on Eesti vete laevaliikluses (kasutage lepingupartneri esitatud AIS-andmestikke) ja jäämurdeteenuste ootustes viimase viie aasta jooksul toimunud (sh eeldatavad muutused laevade vajadustes järgmise 25 aasta jooksul seoses jäämurdeteenustega)?	Sadamate lasti läbilaskevõimet mõjutavad mitmed tegurid – majanduslikud tegurid, peamiselt sadamate sisemaa ja rannikupiirkonna majandus; poliitilised tegurid, nt poliitilised suhted naabritega või poliitiline olukord sisemaal ja rannikupiirkonnas; kliima, ilmastikutingimused; tehnoloogilised tegurid; ja logistikaga seotud tegurid. Viimase viie aasta jooksul on Eesti vetes toimunud kaks laevaliiklust mõjutanud sündmust: 2020. aasta alguses alanud COVID-19 pandeemia ning Venemaa alustatud Ukrainas ning Venemaa ja Valgevene suhtes alates 2022. aastast kehtestatud sanktsioonid. Kuigi pandeemial oli ülemaailmne majanduslik mõju ning see mõjutas Eestis sisuliselt kõiki sadamaid, on sõja tõttu kehtestatud sanktsioonid mõjutanud neid Eesti sadamaid, mille kaudu käideldakse ida-lääne transiitvedusid – peamiselt Muuga, Sillamäe ja Paldiski sadamaid. Laevaliiklus vähenes 2020. aastal, mil algas pandeemia, sadamaid külastavate laevade üldarv peaaegu igas jäämurdeteenust pakkuvas sadamas (Tabel 2-14). Sõja mõjul vähenes laevaliiklus oluliselt Muuga ja Sillamäe ehk peamistes transiidisadamates. Viimase viie aasta jooksul ei ole laeva mõõtmete muutumises ühtset mustrit (Tabel 10). Tähelepanuväärne muutus on tekkinud Muuga sadamas, kus laevaliiklus ja laevade mõõtmed on sõja mõjul oluliselt vähenenud. Varem leidis Muuga ja Sillamäe sadamate jaoks aset negatiivne muutus pärast 2014. aastat, mil Venemaa okupeeris Krimmi ja kehtestati sanktsioonid Venemaa vastu. Tuleviku jäämurdevajadusega seotud lahendusi käsitletakse alljärgnevates peatükkides.
2	Millised Eesti sadamad vajavad jäämurdeteenuseid ja mil määral võttes arvesse jäätingimusi? Milliseid kaupu ja millistes kogustes nendes sadamates talvel laaditakse/lossitakse (andmed saab alla laadida elektroonilisest mereinfosüsteemist)? Millised on kaubaveo alternatiivid ja milline on sadama sulgemise mõju?	Viimased aastad on näidanud, et Soome lahe idaosas ning Liivi lahes ja Pärnus on vaja jäämurdevõimekust. Kuigi Tallinna ja Paldiski piirkonnas, kus asuvad Eestile olulised sadamad, ei ole jäämurdejate teenuste järele nõudlust olnud, peaks neis piirkondades olema valmidus mingis vormis jäämurdeteenuste pakkumiseks karmidel talvedel. Sadamate teenindatavad kaubavood sõltuvad sisemaa ja rannikupiirkonna majanduslikust olukorrast ning poliitilistest suhetest naabrite ja võimalike partneritega. Laevaliikluse tihedus sõltub omakorda teenindatavate kaubavoogude mahust, kuigi muutused laeva suuruses võivad seda arengut mingil määral muuta. Eesti sadamate laevaliikluse statistika kohaselt ei ole Eesti kaubasadamaid külastavate laevade suuruses viimase kümne aasta jooksul märkimisväärsed muutusi toimunud. Vaja on aastaringiselt toimivaid sadamaid, et tagada veoste liikumine Eestisse/Eestist/Eesti kaudu. 55% Eesti väliskaubandusest toimub meritsi. Maismaatranspordi marsruutidel esinevate häirete korral ja tekib samuti vajadus kaubaliikluse ümbersuunamiseks. Äärmuslikes olukordades, näiteks COVID-19 pandeemia ajal, võib

meretransport olla ainus võimalik lahendus inimeste ja kaupade Eestisse ja Eestist välja transportimiseks.

ALLIKAD JA VIITED

2. Aker Arctic Design (2023) Statistics of the Merchant vessels visiting Estonian ports.
3. EMDE (2023) *Vessel Traffic* public report, database, from 01 May 2022 available at <https://www.emde.ee>
4. Estonian Ports Association (2023) Statistics, website from 05 May 2023 available at <https://www.estonianports.com/statistics/>
5. Estonian Transport Administration (2023a) *State Port Register* , database, from 05 June 2022 available at <https://www.sadamaregister.ee/>
6. Estonian Transport Administration (2023b) Jäämurdetööd ja talvine navigatsioon from 10 June 2022 available at <https://www.transpordiamet.ee/jaamurre-ja-talvine-navigatsioon>
7. Eurostat (2023) *Gross weight of goods transported to/from main ports – Estonia – quarterly data*, database, website from 28 May 2023 available at https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/MAR_GO_QM_EE_custom_6678848/default/table
8. *Jäämurdetööde kord–Riigi Teataja*. (n.d.). website from 10 June 2023, available at <https://www.riigiteataja.ee/akt/103022022006>
9. Port of Tallinn (2023) Key Figures; website from 05 May 2023 available at <https://www.ts.ee/en/investor/key-figures/>
10. Saarte Liinid (2023). Aruanded, majandustegevuse ülevaade ja ainuaktsionäri otsused, website from 05 May 2023 available at <https://saarteliinid.ee/ettevottest/>
11. Statistics Estonia (2023) *Statistical database*, database, from 15 May 2022 available at <https://andmed.stat.ee/et/stat>

2. JÄÄOLUD SOOME LAHES JA LIIVI LAHES

2.1 TAUST JA KASUTATUD ANDMED

Uuringus kasutatakse Copernicuse merekeskkonna seire teenuse (Baltic Sea Physical Reanalysis, CMEMS) kordusanalüüsi andmeid (Ringgaard et al., 2023), et hinnata jääkatte omadusi Eesti rannikul. Andmekogum hõlmab 29 aasta (1993. aasta jaanuarist kuni 2021. aasta detsembrini) jäähooaja andmeid. Mudelist kasutatakse analüüsiks jääkontsentratsiooni ja jää paksuse andmeid.

CMEMS mudel (Ringgaard et al., 2023) loob põhjaliku füüsilise kordusanalüüsi kogu Läänemere piirkonna kohta. Analüüsi koostamiseks kasutatakse NEMO-Nordic jää-ookeani mudelit, mis põhineb NEMO-4-I (Nucleus for European Modelling of the Ocean), koos PDAFi assimileerimise skeemiga. Assimileerimine hõlmab merepinna temperatuuri ning soolsuse ja temperatuuri profiilide vaatlusi.

NEMO-Nordic mudel on ühendatud merejää ja termodünaamilise mudeliga SI3 ning ühendatud süsteemi valideerimise tagab CMEMS (Panteleit et al., 2023). Pemberton et al. (2017) on varem tõestanud sarnase modelleerimissüsteemi sobivust kogu Läänemere hooajalise jääkatte täpseks kajastamiseks.

CMEMSi analüüs pakub 2 km horisontaalset eraldusvõimet, mis näitab merejää kontsentratsiooni ja jää kogupaksust iga võrguruudu kohta päevas. Selles uuringus kasutatakse hooajalisi keskmisi väärtusi, mis arvutatakse päevaväärtuste keskmistena, et tagada põhjalikum analüüs. Uuringusse on vastavate jääparameetrite arvutamiseks kaasatud vaid Eestit ümbritsevaid alasid.

MEREJÄÄ KONTSENTRATSIOON

Jää kontsentratsiooni hindamine sõltub selle arvutamiseks kasutatud võrguruudu pindalast. Erinevad süsteemid (teenused, seadmed või mudelid) võivad anda erineva suurusega võrguruudualade kohta erinevad jääkontsentratsiooni väärtused. Väga madala jääkontsentratsiooni puhul, mis viitab jää olemasolu ebatõenäolisusele, loetakse võrguruut jäävabaks.

Merejää kontsentratsioon on jääga kaetud piirkonna hinnang konkreetsetes võrguruudus. Võrguruut klassifitseeritakse jääga kaetuks, kui selle merejää kontsentratsioon ületab läviväärtuse, mis on käesolevas uuringus 0,15. Need merejää kontsentratsiooni läviväärtused arvutatakse, tagades, et minimaalne jääsisaldus vastab jääpangale, mille suurus on ligikaudu 380x380 meetrit (0,144 ruutkilomeetrit). See lähenemisviis võimaldab standardiseerida merejää olemasolu kogu uurimispiirkonnas.

MEREJÄÄ PAKSUS

Arvulistest rakendustes eristatakse paksuse jaotust mitmes paksuskategoorias, mis arvestab konkreetset jääkontsentratsiooni ja -ruumala piirkonna kohta. Jää ruumalast tuleneb vaste jää mahule vastavale paksusele. Jää muutujate evolutsioonivõrrandeid saab hõlpsasti tuletada paksuskategooria piiride integreerimise kaudu.

Jää paksuse modelleeritud väärtused valideeritakse jääkaartidega, mis saadakse kõige ajakohasemate jäägraafikute kombineerimisel satelliit-tehisavade radari (SAR) andmetega. Satelliitandmetel on oluline roll jääkaartidel esitatud teabe täpsuse suurendamisel.

Siiski on oluline märkida, et jää paksuse vaatlused ja valideerimine nii mudelite kui ka satelliit-kaugseire kaudu on üsna piiratud. Jää paksuse hindamiseks kaugseirest on tehtud märkimisväärsed jõupingutusi kuid valideerimine sõltub siiski vahetult jää paksuse mõõtmisest, mida on keeruline teostada, kuna puuduvad tervet piirkonda katvad seadmed ja täiustatud mõõtmistehnoloogiad.

ARVUTATUD PARAMEETRID

Soome lahes ja Liivi lahes on varem kasutatud jääolude kirjeldamiseks nelja, jää kontsentratsioonil põhinevat näitajat:

1. Jääpäevad: See parameeter saadakse, arvutades kogu jäähooaja jooksul jää kahendarvu keskmise (merejää kontsentratsioon $> 0,15$) ja seejärel korrutades tulemuse selle jäähooaja pikkusega, mis kestab 1. oktoobrist kuni 31. maini (kokku 243 päeva).
 - a. Jää kahendarv: See tähistab merejää olemasolule või puudumisele viitavat kahendväärtust (0 või 1). Võrguruut loetakse jääga kaetuks, kui selle merejää kontsentratsioon ületab läviväärtust 0,15.
2. T1 (esimene jääpäev): See tähendab esimest päeva, mil merejää püsib vähemalt kolmel järjestikusel päeval.
3. T2 (viimane jääpäev): See tähendab viimast päeva, mil merejää oli püsinud vähemalt kolm järjestikust päeva.
4. Jääperiood: See näitaja viitab esimese ja viimase jääpäeva vahelisele ajalisele vahele päevades.

Lisaks arvutatakse jää paksuse iga-aastane statistiline kirjeldus kogu andmekogumi kohta:

1. Jää keskmine paksus: Keskmine jää paksus andmekogumis või iga aasta kohta.
2. Jää maksimaalne paksus: Suurim registreeritud jää paksuse väärtus andmekogumis või konkreetse aasta jooksul.
3. Jää paksuse standardhälve: viitab sellele, palju varieeruvust või lahknevusi jää paksuse väärtustes esineb, näitab varieeruvust keskmise paksuse puhul.
4. Erinevate jääpaksuste tõenäosus: Erinevate jää paksuse kategooriate tõenäosus, eelkõige:
 - a. Jää paksus alla 20 cm
 - b. Jää paksus 20–40 cm
 - c. Jää paksus üle 40 cm

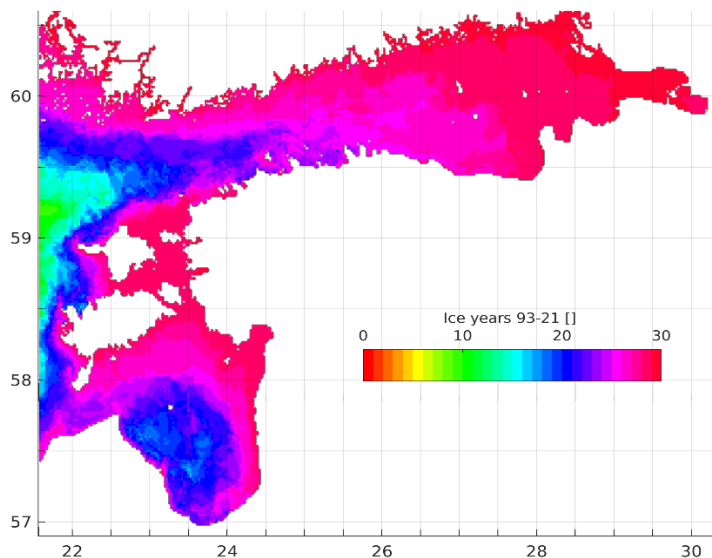
Neid parameetreid ja statistilisi kirjeldusi arvesse võttes saab Soome lahe ja Liivi lahe jääolusid põhjalikult kirjeldada ja analüüsida.

2.2 JÄÄTINGIMUSED SOOME LAHES JA LIIVI LAHES

Pikaajaline andmete analüüs, mis hõlmab ajavahemikku 1993–2021, näitab jää märkimisväärselt esinemist kogu uuringupiirkonnas, nagu nähtub Joonis 19. Isegi Läänemere keskosa ja Soome lahe vaheliste alade jääolud on püsinud enam kui 10 aasta jooksul määratletud lävest kõrgemal. Jääkatet on sel perioodil esinenud igal aastal ka Soome lahe kirdeosas.

Lisaks on Väinameri ja Pärnu laht igal talvel pidevalt jääga kaetud, välja arvatud 2019/2020. aasta talv, mil nendes piirkondades jääd ei moodustunud.

Need pikaajalise andmeanalüüsi tulemused annavad väärtusliku ülevaate jää olemasolu ja kontsentratsiooni ajaloolistest mustritest uuringupiirkonnas. Vaatlused toovad esile jää püsimise erinevates piirkondades ning võivad aidata paremini mõista jää dünaamikat ja kliimamuutusi Soome lahes ja Liivi lahes vaadeldaval perioodil.



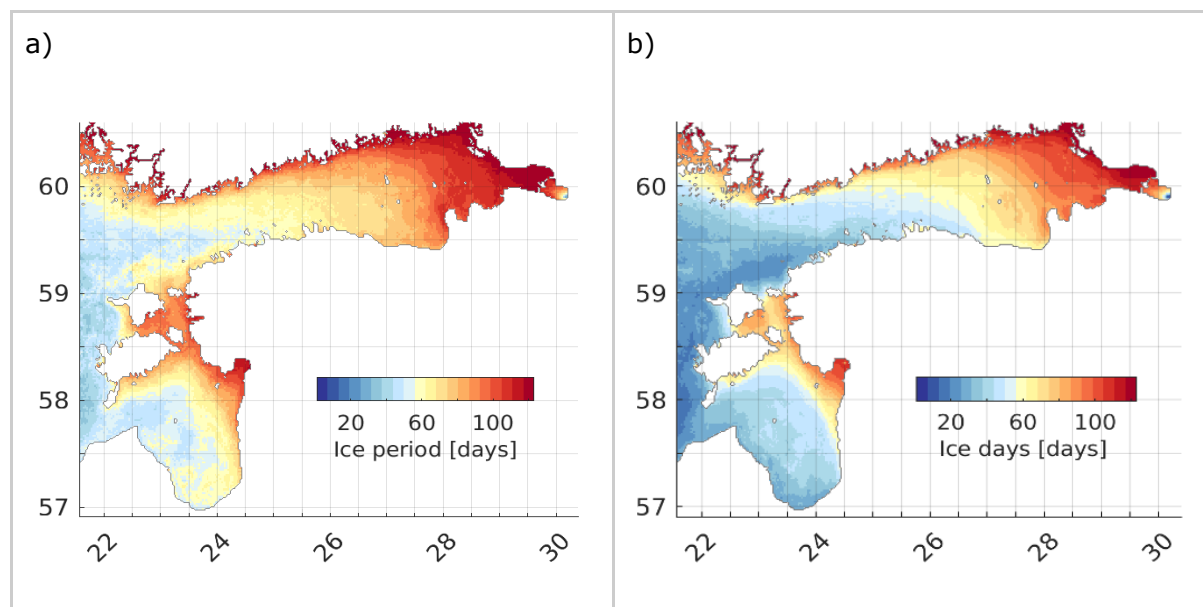
Joonis 19. Aastate 1993–2021 vahel, mil merejää kontsentratsioon on ületanud künnisväärtust. Uuringu kohta esitatud andmed; integreeritud parameetrid (nt merejää ulatus;) tuletatakse selle piirkonna näidisvõrgupunktide abil.

Joonisel 20 (a) on toodud jäähooaja keskmine pikkus päevades ja joonisel 20 (b) jääpäevade arv jäähooajal. Soome lahel on märgatav trend, kus jäähooaeg on Tallinna-Helsingi joonest ida poole jäävates piirkondades pikem ja sellest joonest lääne poole jäävatel aladel lühem, ulatudes tavaliselt 40–60 päevani. Soome lahe idaosas on pikimad jääperioodid, mis kestavad kuni 120 päeva.

Liivi laht ja Pärnu laht eristuvad pikemate jäähooaegadega, mis ületavad 100 päeva, kuid Liivi lahe avatud aladel kestab jäähooaeg ligikaudu 40–60 päeva. Need alad on avatumad tuule mõjule ja jää ei ole nii püsiv kui suletud lahtedes.

Joonis 20 (b) tähistab jäähooaja üksikute jääpäevade keskmist kestust kogu andmekogumi ulatuses. Vaatamata üle 60 päeva kestvatele jäähooaegadele Tallinna-Helsingi joonest ida pool, esineb püsivat jääkatet palju lühemat aega. Ainult Kunda sadamast idas on püsivat jääkatet kauem kui 60 päeva.

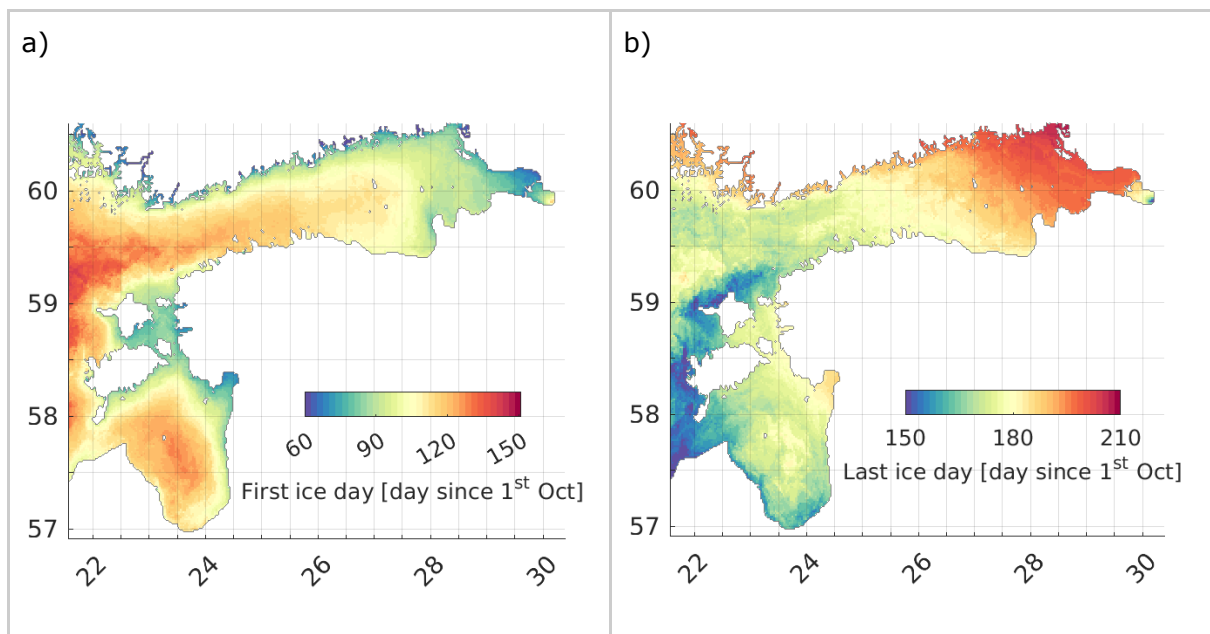
Pärnu laht, Joonis 20 (b), on alates Kihnu saare ümbrusest jääga kaetud üle 100 päeva. Teisalt on Riia lahe avatud aladel püsivat jääkatet keskmiselt vähem kui 50 päeva.



Joonis 20. a) keskmine jäähooaja pikkus (st ajavahemik) ja b) päevade arv, mil jääkate on jääperioodil tekkinud. Andmed saadakse ajavahemiku 1993–2021 kohta keskmiste näitajate arvutamise teel.

Ligi 30 aastat hõlmavate põhjalike andmete põhjal täheldatakse jäähooaja algust tavaliselt detsembri lõpus (nagu on näidatud Joonis 21 (a)). Suhteliselt suletud piirkondades, nagu Väinameri ja Pärnu laht, algab jäähooaeg siiski varem kui teistes piirkondades. Neil aladel võib jää moodustuda enne detsembri lõppu.

Teisest küljest on jäähooaja lõpus sõltuvalt konkreetsest piirkonnast varieeruvus suurem (nagu on kujutatud Joonis 21 punktis b). Näiteks võivad Soome lahe kirdeosad säilitada jääkatte kuni jäähooaja lõpuni, mis kestab käesoleva uuringu puhul kuni 31. maini. Seevastu Läänemere keskosa ja Soome lahe vahel asuvatel aladel on lühemad jääperioodid ning jääkate laguneb varem.



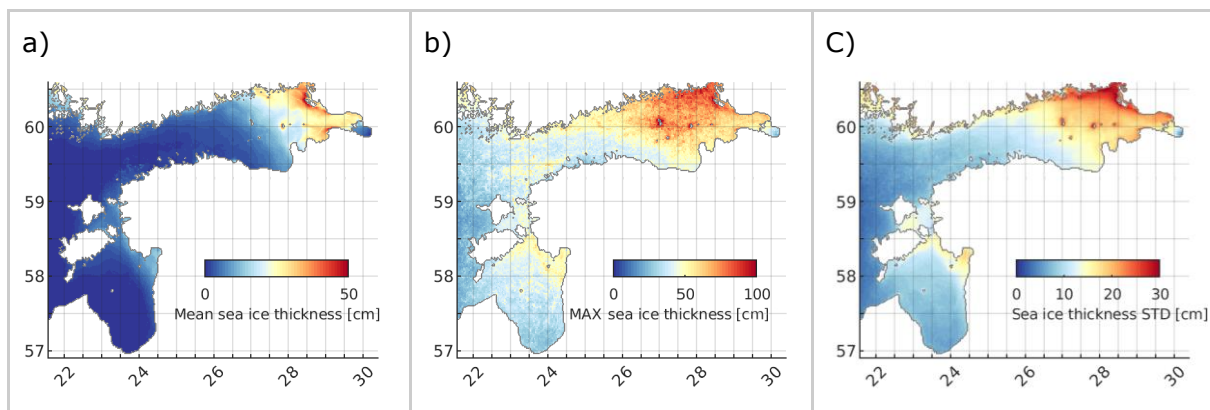
Joonis 21. a) Keskmine jääperiood alguspäev ja b) lõpupäev, mida arvutatakse alates 1. oktoobrist. Väärtus saadakse ajavahemiku 1993–2021 kogu andmekogumi keskmisena.

Andmeanalüüsi põhjal jääb Eesti rannikut ümbritseva jää keskmine paksus püsivalt ligikaudu 10 cm või isegi alla selle, nagu on märgitud Joonis 22 punktis a. Ainus erand sellest trendist on Pärnu laht, kus jää paksus on keskmiselt 15 cm.

Teisest küljest ilmneb Joonis 22 (b) et maksimaalne jääpaksus on palju suurem. Soome lahe kirdeosas võib jää paksus kõige külmematel talvedel ulatuda ligikaudu 80 cm-ni. Soome lahe lõunarannikul on analüüsitud andmete kohaselt maksimaalne jääpaksus olnud ligikaudu 40 cm.

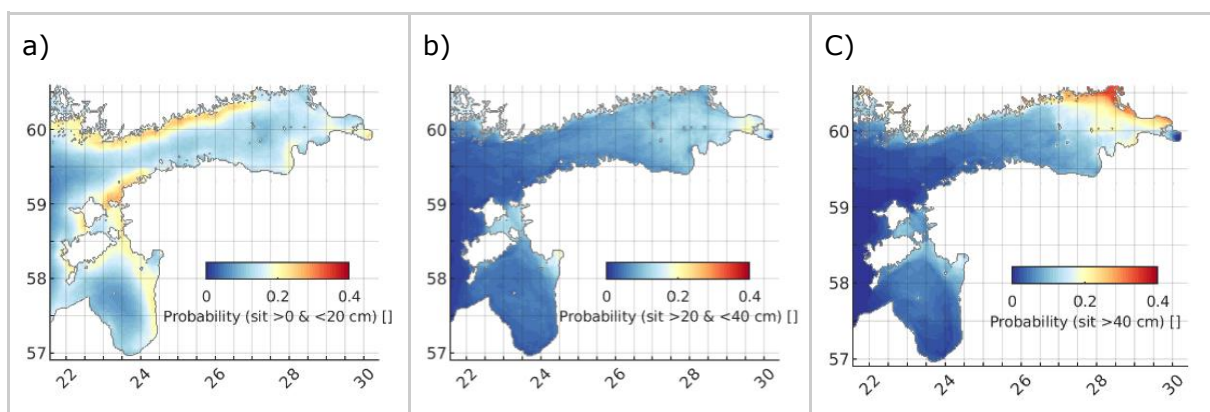
Liivi lahes jääb jää maksimaalne paksus tavaliselt vahemikku 40–60 cm. Sarnaseid mustreid jää esinemises täheldatakse Pärnu lahes ja teistes suletumates piirkondades, kus esineb paksemat jääd. Seevastu Liivi lahe avatud osades enamasti väga paksu jääd ei teki. Oluline on, et jää maksimaalne paksus ei hõlma kuhjumist, mis võib Läänemeresel jää lokaalselt paksust oluliselt suurendada (Leppäranta ja Myrberg, 2009).

Jää paksuse (Joonis 22, (c)) standardhälve näitab enamikus piirkondades suhteliselt ühtlast varieeruvust ligikaudu 10 cm piires erinevalt Soome lahe lõunarannikust, kus jää paksuse varieeruvus on siiski suurem.



Joonis 22. a) keskmine, b) maksimaalne ja c) jää paksuse standardhälve. Väärtused on saadud 1993. ja 2021. aasta andmetest.

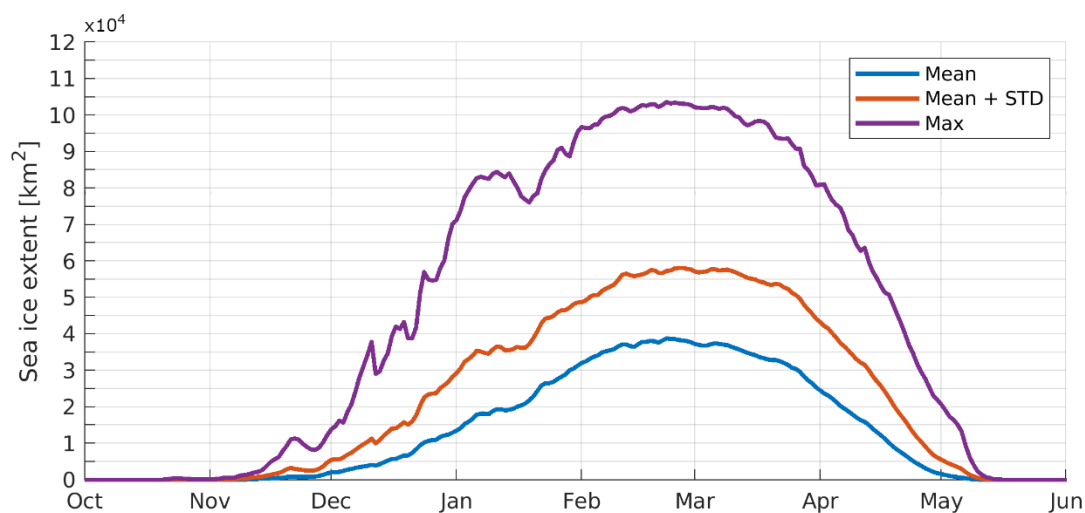
Analüüs näitab, et suurim tõenäosus on täheldatud alla 20 cm paksuse jää puhul (Joonis 23 (a)). Siin on kaks erandit: Pärnu laht ja Soome lahe idaosa, kus on suurem tõenäosus, et jää paksus jääb vahemikku 20–40 cm (Joonis 23(b)). Lisaks jäävad piirkonnad, kus on kõige suurem tõenäosus, et jää on paksem kui 40 cm, valdavalt Soome lahe kirdeossa (Joonis 23(c)).



Joonis 23. a) tõenäosus, et jää paksus on alla 20 cm, b) tõenäosus, et jääpaksus jääb vahemikku 20–40 cm, c) tõenäosus, et jää paksus on üle 40 cm. Väärtused on saadud 1993. ja 2021. aasta andmetest.

Joonis 24 annab ülevaate merejää ulatuse keskmisest, maksimaalsest ja standardhälbest, mõõdetuna ruutkilomeetrites (mereljää ulatuse arvutus hõlmab ka Väinamere piirkonda). Andmete kohaselt algab merejää paksenemine keskmiselt detsembri lõpus, järk-järgult laienedes, kuni jõuab veebruari lõpuks või märtsi alguseks maksimaalse näitajani, mis on ligikaudu 40,000 ruutkilomeetrit.

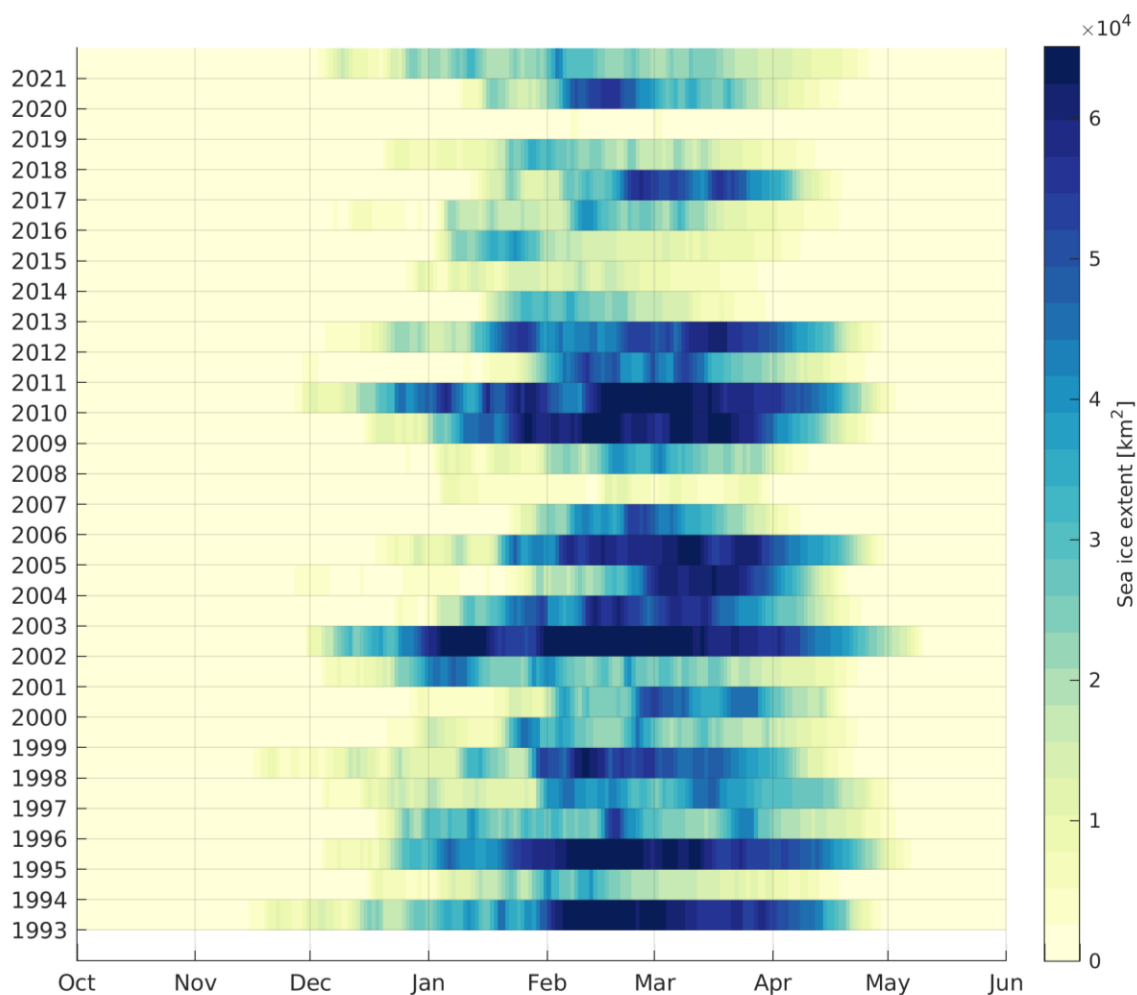
Kõige külmematel talvedel algab jäähooaeg juba novembri keskel ning siis tekib paksem jääkate. Sellistel talvedel jõuab merejää oma maksimaalse paksuseni, kattes ligikaudu 100,000 ruutkilomeetrit. Selline merejää ulatuse oluline erinevus tavaliste ja külmade talvede vahel toob esile temperatuuritingimuste mõju merejää hooajalisele kestusele ja laienemisele.



Joonis 24. Merejää ulatuse keskmine (sinine), maksimaalne (violetne) ja standardhälve (punane) uuringupiirkonnas. Andmed pärinevad aastatel 1993–2021 kogutud teabest. Merejää ulatuse andmetesse on arvestatud ka Väinamere piirkond

Teisalt ilmneb Joonis 25 merejää ulatuse oluline varieeruvus nii erinevatel talvedel vahel kui ka talve sees. Näiteks 1993., 1995. ja 2002. aasta talvedel esines suhteliselt järjekindel jääkatte paksenemine, mis jõudis haripunkti märtsi alguses. Seevastu 1996., 2000. ja 2003. aasta talvedel ilmneb keerukam muster: jääkatte paksenemise perioodidele järgnes osaline sulamine (ja muud jää sulamisega seotud protsessid) ja sellele järgnev uus paksenemine, mille tulemuseks on mitu jää ulatuse maksimaalset väärtust ühe talve jooksul.

Need tähelepanekud viitavad merejää ulatuse dünaamilisele olemusele, mille puhul mängivad rolli erinevad tegurid, sealhulgas temperatuurikõikumised ja ilmastikumustrid, hooajaliste erinevuste kujunemisel.



Joonis 25. Merejää ulatus üksikudel talvedel. Värvimuutus tähistab merejää ulatuse laienemist igal talvel, mis viitab omakorda jää tekke ja sulamise keerulisele olemusele. Merejää ulatuse andmetes on arvestatud ka Väinamere piirkonda

2.3 HINNANG TULEVASTELE JÄÄOLUDELE

KLIMAATILISED VÕRDLUSANDMED

ERA5 (Hersbach jt, 2023) andmed, mida kasutatakse käesoleva uuringu lähteallikana, on Euroopa Keskpika Ilmaennustuse Keskuse (ECMWF) koostatud põhjalik andmekogum, mis annab hulgaliselt kliima- ja atmosfääriteavet. Erinevate pakutavate muutujate hulgas on 2 m õhutemperatuur kliimatingimuste mõistmisel oluline parameeter. See muutuja väljendab õhutemperatuuri, mida mõõdetakse 2 meetri kõrgusel Maa pinnast.

ERA5 2 m õhutemperatuuri andmekogum tagab ulatusliku ruumilise ja ajalise katvuse, pakkudes tunniandmeid globaalsel skaalal. Andmed on saadud mitmest vaatlusalikast, sealhulgas satelliitidelt, ilmajaamadest ja muudest instrumentaalmõõtmistest, kasutades andmete assimilatsiooni tehnikaid väga täpsete ja usaldusväärsete hinnangute saamiseks.

Teadlased kasutavad sageli ERA5 2 m õhutemperatuuri andmeid, et analüüsida ja uurida pikaajalisi suundumusi, kliimamudeleid ja temperatuurimuutusi eri piirkondades. Sellel on oluline roll kliima modelleerimisel, ilmaennustamisel ja kliimamuutuste mõju uurimisel kohalikul ja globaalsel tasandil.

KASUTATUD KLIIMASTSENAARIUMID

Selles uuringus kasutatud kliimaandmete kogum pärineb CMIP6 (ühendatud mudeli võrdlusprojekti faas 6) katsest. CMIP6 on rahvusvaheline koostööalgatus, mis koondab mitmeid kliima modelleerimise grupe kogu maailmas. Selle peamised eesmärgid on edendada kliimamudeleid, hinnata nende tulemuslikkust ja koostada usaldusväärseid prognoose tulevaste kliimamuutuste kohta. CMIP6 hõlbustab standardse raamistiku loomisega varasema, praeguse ja tulevase kliima simuleerimist erinevate stsenaariumide koostamiseks.

Üks CMIP6-sse kaasatud kliimamudelitest on NorESM2-MM (Norra Maasüsteemi mudel 2 – keskmise resolutsiooniga versioon, Seland et al., 2020), mille on välja töötanud Norra kliimakeskus. Sellised kliimamudelid nagu NorESM2-MM kasutavad Maa kliimasüsteemi simuleerimiseks terviklikku lähenemisviisi, mis hõlmab erinevaid füüsilisi protsesse, sealhulgas atmosfääri, ookeani, maa ja jää vastastikmõju.

CMIP6 kaudu saavad teadlased juurdepääsu mitmesugustele kliimamudeli väljunditele, mis võimaldab neil uurida ja võrrelda erinevaid mudelisimulatsioone. See koostöö aitab oluliselt kaasa meie arusaamisele kliimadünaamikast ja tulevaste kliimamuutuste võimalikest mõjudest.

ÜHISED SOTSIAAL-MAJANDUSLIKUD TEEKONNAD (SSP)

Allpool kirjeldatud võimalused (O'Neill et al., 2017) võimaldavad uurida erinevaid võimalikke kliimamuutusi erinevaid sotsiaal-majanduslikke ja poliitilisi otsuseida arvestades. Alljärgnevalt kokkuvõtte iga stsenaariumi kohta:

1. **SSP245** (jagatud sotsiaal-majanduslik teekond 2.4 – „Keset teed“):

- Kujutab endast tulevast stsenaariumi, milles tehakse mõõdukaid jõupingutusi kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamiseks ja kliimamuutustega kohanemiseks.
- Hõlmab järkjärgulist üleminekut puhtamatele ja säästvamatele energiaallikatele ja tehnoloogiatele, mille tulemuseks on maailma keskmise temperatuuri mõõdukas tõus sajandi lõpuks.
- Sotsiaal-majanduslik areng on mõõdukas, rõhutades tasakaalustatud majanduskasvu ja jätkusuutlikke tavasid.
- Maailma rahvastiku kasv on suhteliselt kontrolli all ning hariduse, tervishoiu ja juhtimise valdkonnad toimivad paremini.
- Standardiga SSP245 seotud temperatuuri tõus on 2100. aastaks üldiselt vahemikus 1,5–2,5 °C industriaalühiskonna eelse tasemega võrreldes.

2. **SSP370** (jagatud sotsiaal-majanduslik teekond 3.7 – „Piirkondlik rivaalitsemine“):

- Näeb ette tulevikku, kus ülemaailmsed jõupingutused kliimamuutuste leevendamiseks on piiratud, tuues kaasa märkimisväärse kasvuhoonegaaside heite ja väiksema rõhuasetuse jätkusuutlikkusele.
- Energiaallikate jaotuses domineerivad jätkuvalt fossiilkütused, mille tulemuseks on maailma keskmise temperatuuritaseme märkimisväärne tõus sajandi lõpuks.
- Sotsiaal-majanduslik areng on killustatud ja piirkondliku suunitlusega, kliima- ja keskkonnaküsimustes on vähem rahvusvahelist koostööd.
- Maailma rahvaarv suureneb või väheneb järk-järgult, kuid esineb märkimisväärseid piirkondlikke erinevusi ning õiglane areng on komplitseeritud.
- SSP370-ga seotud temperatuuri tõus on 2100. aastaks enamasti vahemikus 2,6 °C - 3,7 °C industriaalühiskonna eelse tasemega võrreldes.

3. **SSP585** (jagatud sotsiaal-majanduslik teekond 5.8 – „Fossiilkütusel põhinev areng“):

- Tegemist on tulevikustsenaariumiga, mille puhul rahvaarv kasvab kiiresti, majandusareng on kiire ja sõltutakse suurel määral fossiilkütustest.
- Kasvuhoonegaaside heitkogused suurenevad märkimisväärselt, tuues kaasa maailma keskmise temperatuuri märkimisväärse tõusu sajandi lõpuks. See stsenaarium vastab suurimale heitkoguste kasvule selle SSP korral.
- Sotsiaal-majanduslik areng on turupõhine ning kiire tehnoloogiline areng ei pruugi kliima seisukohast jätkusuutlik olla.
- Piiratud rõhuasetus keskkonna- ja kliimapoliitikale toob kaasa suurema surve ökosüsteemidele ja loodusvaradele.
- SSP585-ga seotud temperatuuri tõus on 2100. aastaks enamasti vahemikus 3,3–5,7 °C industriaalühiskonna eelse tasemega võrreldes.

Need stsenaariumid annavad kriitilise ülevaate erinevate kliimameetmete ja poliitiliste valikute võimalikest tulemustest, aidates poliitikakujundajatel ja teadlastel mõista oma otsuste mõju kliimamuutustele ja globaalsele soojenemisele.

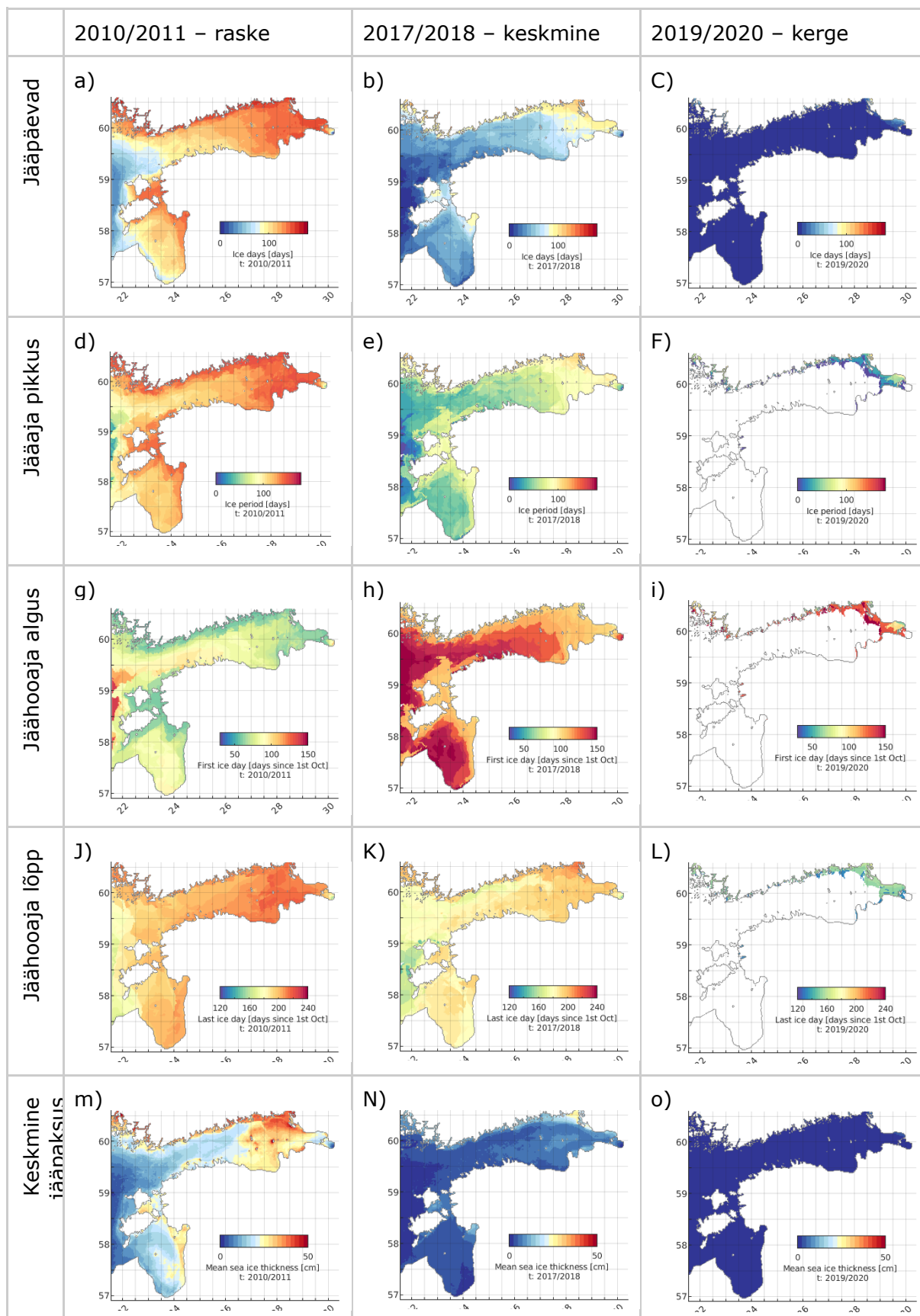
JÄÄ KLIIMAPROGNOOSID

Kliimastsenaariumide täpseks hindamiseks ei saa neid otseselt võrrelda varasema võrdluskliimaga (ERA5 praeguse uuringu puhul). Selle asemel tuleb neid võrrelda vastava kliimamudeli ajaloolise kliimakontrolli perioodiga (ccp). Ideaaljuhul peaksid varasemad kliimaandmed statistiliselt vastama kliimamudeli kontrolliperioodi väljundile.

Karmide, keskmiste ja soojade talvede esinemise muutuste hindamiseks kasutatakse kõigepealt võrdlusnäitajast (ERA5) pärit hooajalist keskmist õhutemperatuuri, mida võrreldakse vastavate talvede keskmise merejää ulatusega. Samal viisil toimitakse ka kliimamudeli kontrolliperioodi õhutemperatuuride puhul. Vajadusel korrigeeritakse kliimamudeli kontrolliandmeid. Sellisel viisil saab analüüsida kliimaprognose, kuna need on asetatud varasemate kliimadega samasse võrdlussüsteemi.

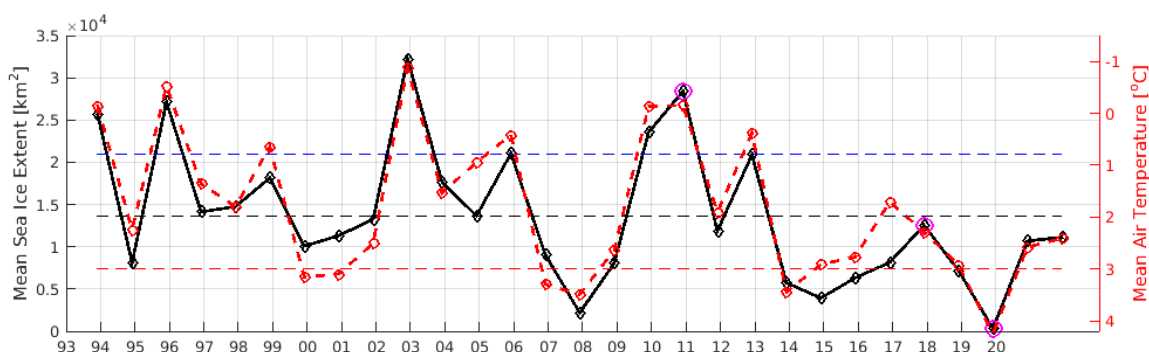
Tabel 11 on toodud näited karmide, keskmiste ja soojade talvede tingimustest, mis illustreerivad erinevat tüüpi talvede liigitamise kriteeriume.

Tabel 11. Tüüpilised jäähooajad karmide, keskmiste ja soojade talvede puhul: 2010/2011, 2017/2018 ja 2019/2020. Jääpäevad, perioodi pikkus, hooaja algus, hooaja lõpp ja jää keskmine paksus tabeli ridadena



Uuringus kasutatakse atmosfääri kliima võrdlustingimuste kujutamiseks ERA5 andmekogumit. Kasutatud on ERA5 andmekogumi 2 m õhutemperatuuri aegrida 25,0 pikkus- ja 57,95 laiuskraadi kohta.

Analüüsi käigus leiti, et keskmine õhutemperatuur näitas kõige paremaid skaleerimistulemusi (korrelatsioon $r = 0,92$, RMSD = 0,34) hooajalise keskmise jääulatusega (Joonis 26) võrreldes. Need tulemused näitavad tugevat korrelatsiooni keskmise õhutemperatuuri ja merejää hooajalise keskmise ulatuse vahel, mis annab väärtusliku ülevaate atmosfääritingimuste ja merejää dünaamika koosmõjust.

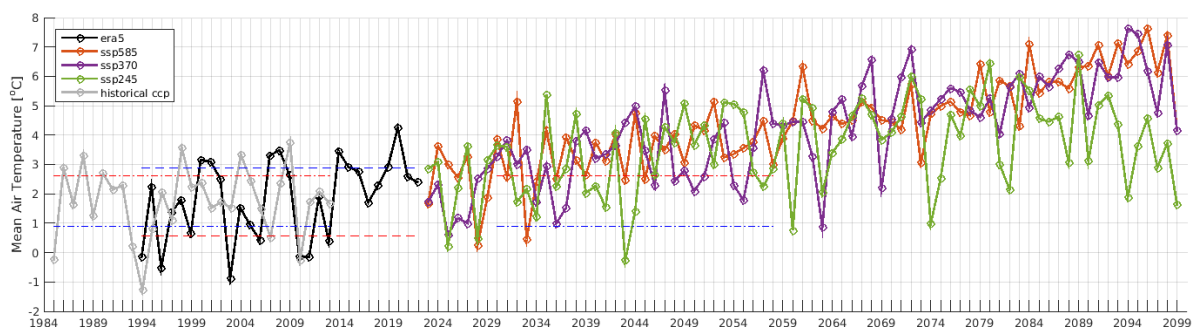


Joonis 26. Hooajaline keskmine jääulatus (vasak telg) ja keskmine õhutemperatuur paremal teljel (telje suund pöördub). 2010/2011., 2017/2018., 2019/2020. aasta iseloomulikud rasked, keskmised ja kerged talved on esile tõstetud

Arvestades suuri sarnasusi 2 m temperatuuri ja merejää ulatuse (nagu on näidatud Joonis 267) vahel, on võimalik hinnata tulevast jää ulatust üksnes temperatuuri erinevate kliimaproгноoside põhjal. Joonis 27 on kujutatud hooajalist keskmist 2 m õhutemperatuuri võrdluskliima ja erinevate kliimastsenaariumide puhul.

SSP370 ja SSP585 stsenaariumides on näha temperatuuri kuni sajandi lõpuni ulatuv lineaarne kasvutrajektoor, mis viitab pidevale soojenemisele. Teisest küljest viitab kergeim kliimastsenaarium SSP245 sajandi lõpu poole 2 m õhutemperatuuri mõningasele langusele.

Käesolevas uuringus, mille eesmärk on anda jääkliima hinnanguid kuni 2050. aastani, näivad kliimastsenaariumi kujunemisel tekkivad erinevused minimaalsed. Iga stsenaariumi puhul võib 2 m õhutemperatuur langeda 0°C või madalamale, mis viitab karmidele või keskmistele talvetingimustele.



Joonis 27. Hooajaline keskmine õhutemperatuur 2 m võrdluskliima ja erinevate kliimastsenaariumide puhul

Tabel 12 on toodud kokkuvõtte merejää ulatuse kliimastenaariumist sõltuvast muutumisest. Kõik stsenaariumid ennustavad karmide talvede arvu vähenemist. Selle tulemusena eeldatakse, et karmid talved on oluliselt harvemad. SSP370 stsenaariumi puhul esinevad karmid talved kuni 2070. aastani ja tõenäoliselt saajandi lõpus uuesti ka SSP245 stsenaariumi korral.

Soojade talvede arvu kasv on märgatavam stsenaariumide SSP370 ja SSP245 puhul, mis näitab ligikaudu 10 % tõusu. Ka SSP585 stsenaariumis prognoositakse soojade talvede sageduse vähenemist kuni 7 %.

Keskmise talve osakaal suureneb kõigis kliimastenaariumides, kusjuures kõige suuremat tõusu täheldati stsenaariumi SSP585 puhul. Kõige soojemas kliimastenaariumis, SSP585, esinevad kõige ekstreemsemad ilmastikutingimused, eriti saajandi alguses, mil kliima oluliselt muutub. See tähendab, et nendes äärmuslikes ilmastikutingimustes võib soojemate kliimastenaariumide korral esineda ka karme talvesid.

Need tulemused näitavad, et kliimastenaariumi valik mõjutab karmide, keskmiste ja kergete talvede sagedust (tabel 1, tabel 2). Lisaks võib stsenaariumide SSP370 ja SSP585 puhul täheldatud soojenemise trend viia selgemate muutusteni kliimas, mõjutades äärmuslike ilmastikunähtuste esinemist. Tabel 11 on toodud näiteid karmidest, keskmistest ja soojadest talvetingimustest, mis illustreerivad eri tüüpi talvede liigitamise kriteeriume. Jääperioodi pikkus (teine rida) näitab ka jää ulatust vastaval talvel: kõik piirkonnad, kus on rohkem kui null jääpäeva, viitavad jää olemasolule neil talvedel.

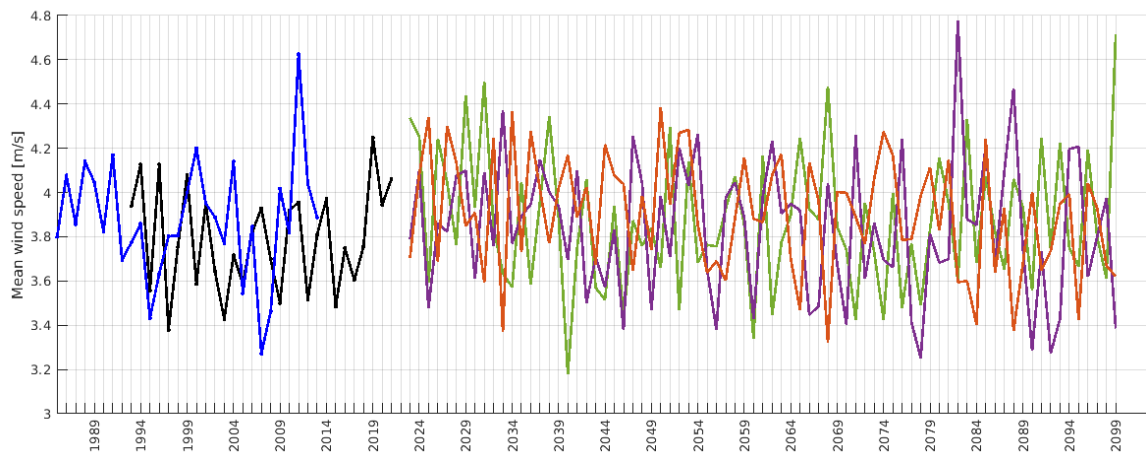
Tabel 12. Karmide, keskmiste ja soojade talvede osakaal eri stsenaariumide ja perioodide puhul

Kliima	Talvede osakaal [%]					
	Karm	Keskmine	Soe			
ERA5	21	59	21			
keskne vastaspool	21	59	21	% Muutused võrreldes ccp-ga		
SSP585 (2030–2055)	3	79	17	–18	20	–4
SSP370 (2030–2055)	0	69	31	–21	10	10
SSP245 (2030–2055)	3	66	31	–18	7	10

TUULE KLIIMAPROGNOOSID

Kliimamuutuste tõttu on tõenäoline, et muutuvad ka tuulemustrid üldise kliimamuutuse tõttu, mis omakorda võib muuta jää dünaamikat. Tuule kiiruse ja suuna muutuste hindamiseks kasutatakse samuti CMIP6 ja ERA5 andmeid. Järgmistel joonistel tähistab must ERA5 tuulekiiruse andmeid ja sinine kliimamudeli juhtimisandmeid. Rohelised, punased ja violetsed on vastavalt SSP245, SSP370 ja SSP585 rajad.

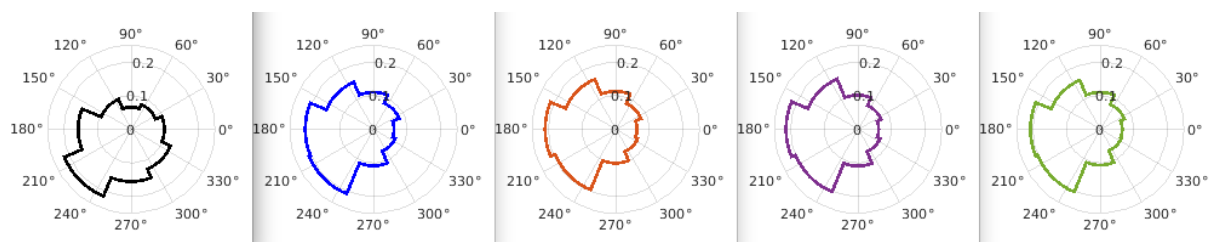
Joonis 28 on kujutatud tuulekiiruse prognoose eri SSP-de korral (tuulekiiruse keskmised väärtused arvutatakse müra vähendamiseks viie talve kohta keskmisena). Uurimispiirkonnast ei nähtu tuulekiiruse suundumustes suuri muutusi.



Joonis 28. Must joon tähistab ERA5 tuule kiirust, sinine joon tähistab CMIP6 tuule kiirust, roheline, punane ja violetne on vastavalt SSP245, SSP370 ja SSP585 teekonnad. Tuulekiiruse väärtused vastavad viie talve keskmisele väärtusele, et tagada andmete parem loetavus.

Tuule suuna hindamine on isegi keerulisem kui tuule kiiruse hindamine. Joonis 29 on kujutatud tuuleroosi ERA5 (must), kliimamudeli kontroll (sinine), SSP370 (punane), SSP585 (violetne) ja SSP245 (roheline) jaoks. On selgelt näha, et ERA5 (must) ja kliimamudeli kontroll (sinine) ei lange kokku peamise tuulesuunaga. Eri kliimastenaariumide tuulemustrite täpseks hindamiseks peaksid kliimamudeli kontroll ja ERA5 (praeguse uuringu puhul) statistiliselt kokku langema. Seetõttu ei ole erinevate SSP-de tuulesuundade võrdlemine kliimamudeli kontroll väärtustega tegelikkuses kuigi täpne. Tuleb tähele panna, et kasutatud on globaalse mudeli andmeid (palju väiksema eraldusvõimega, ligikaudu 100 km), mis ei pruugi lokaalseid tingimusi õigesti esindada. Neile küsimustele vastuste saamiseks on vaja palju põhjalikumalt analüüsi või isegi lokaalset kõrge resolutsiooniga kliima modelleerimist.

Tuulesuundade osas näitab kontrollstenaarium, et valitsev tuule suund on edelasuunaline (SW). Tuule suund muutub märkimisväärselt erinevates SSP-stenaariumides. Stenaariumi SSP585 kohaselt nihkub tuule suund rohkem läände (W), ning selline on tuule suund ka stenaariumide SSP370 ja SSP245 puhul. See ühine nihe toob esile valitsevate tuulemustrite muutumise võrreldes kontroll stenaariumiga. Andmed viitavad SSP-de stenaariumide lõikes võimalikule üleminekule läänesuunalisema tuule suunas, mis tähendab märkimisväärselt muutust tuulemustrites, mis võivad omakorda mõjutada kohalikke kliima- ja ilmastikutingimusi.



Joonis 29. Tuuleroosid ERA5 jaoks (must), kliimamudeli juhtimine (sinine), SSP370 (punane), SSP585 (violetne) ja SSP245 (roheline). Need viited ei sisaldu merenduskonventsioonis.

VÖTMETÄHTSUSEGA KÜSIMUSED

Ei	Ülesanne/küsimus*	Vastus
1	Millised on kliimamuutuste (sagedamad tormid ja jääkamakate moodustumine) mõju jääoludele Soome lahes ja Liivi lahes?	Kuna temperatuurid peaksid tõusma kõigis kliimastsenaariumides nii sajandi keskpaigas kui ka pärast seda, võime oodata keskmiste ja kergete jääolude esinemise tõusu. Seetõttu eeldatakse, et karmid talved muutuvad oluliselt harvemaks (ligikaudu 3 % talvedest on karmid, 71 % on keskmiselt külmad ja 26 % on järgmistel aastakümnetel pigem soojad). Siiski on oluline märkida, et äärmuslikes ilmastikutingimustes on soojemate kliimastsenaariumide korral olemas võimalus ka karmide talvede tekkeks.

ALLIKAD JA VIITED

Ringgaard, I., Korabel, V., Spruch, L., Lindenthal, A., Huess, V. Product User Manual, Tech. rep., Copernicus Marine Environment Monitoring Service, https://catalogue.marine.copernicus.eu/documents/PUM/CMEMS-BAL-PUM-003-011_012.pdf, 2023

Panteleit, T., Verjovkina, S., Jandt-Scheelke, S., Spruch, L., Huess, V. Quality Information Document, Tech., rep., Copernicus Marine Environment Monitoring Service, <https://catalogue.marine.copernicus.eu/documents/QUID/CMEMS-BAL-QUID-003-011.pdf>, 2023

Pemberton, P., Löptien, U., Hordoir, R., Höglund, A., Schimanke, S., Axell, L. and Haapala, J., 2017. Sea-ice evaluation of NEMO-Nordic 1.0: a NEMO-LIM3. 6-based ocean-sea-ice model setup for the North Sea and Baltic Sea. Geoscientific Model Development, 10(8), pp.3105–3123.

Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J.-N. (2023): ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS), DOI: 10.24381/cds.adbb2d47

Leppäranta, Matti, and Kai Myrberg. Physical oceanography of the Baltic Sea. Springer Science & Business Media, 2009.

Seland, Ø., Bentsen, M., Olivié, D., Toniazzo, T., Gjermundsen, A., Graff, L. S., Debernard, J. B., Gupta, A. K., He, Y.-C., Kirkevåg, A., Schwinger, J., Tjiputra, J., Aas, K. S., Bethke, I., Fan, Y., Griesfeller, J., Grini, A., Guo, C., Ilicak, M., Karset, I. H. H., Landgren, O., Liakka, J., Moseid, K. O., Nummelin, A., Spensberger, C., Tang, H., Zhang, Z., Heinze, C., Iversen, T., and Schulz, M.: Overview of the Norwegian Earth System Model (NorESM2) and key climate response of CMIP6 DECK, historical, and scenario simulations, Geosci. Model Dev., 13, 6165–6200, <https://doi.org/10.5194/gmd-13-6165-2020>, 2020.

O'Neill, B.C., Kriegler, E., Ebi, K.L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D.S., Van Ruijven, B.J., Van Vuuren, D.P., Birkmann, J., Kok, K., Levy, M. and Solecki, W., 2017. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global environmental change*, 42, pp.169–180.

3. JÄÄMURDETEENUSE JUHTIMISMUDELID

3.1 SISSEJUHATUS

Vajalike jäämurdeteenuste osutamise juhtimisvõimaluste hindamine on koostatud selliselt, et see annaks otsuste tegemiseks kindla aluse. See annab erapooletu eksperthinnangu Eesti valitsuse käsutuses olevate võimalike ja realistlike võimaluste kohta selles küsimuses, kus võimaluste või alternatiivide tugevaid ja nõrku külgi ning riske on kvalitatiivselt ja kvantitatiivselt kaalutud.

Peatükk sisaldab järgmisi uuringu muude osadega (peatükkidega) kooskõlastatud osi.

1. Ülevaade võimalikest juhtimisvõimalustest, mis pakuvad vajalikke jäämurdeteenuseid, tuginedes peamistele teoreetilistele konstruktsioonidele ja praktilistele rahvusvahelistele näidetele.
2. Kirjeldus juhtimisvõimalustest, mida saab pidada võimalikuks ja toimivaks Eesti jäämurdeteenuse ja/või laevastiku ja laeva(de) haldamisel ja käitamisel.
3. Kirjeldatud juhtimisvõimaluste vajalike haldus-, juhtimis- ja muude oluliste ressursside analüüs Eesti jäämurdeteenuse vajadustest lähtudes.

Hinnang põhineb kirjandusallikate ja dokumentide analüüsil ning autorite pikaajalistel teadmistel jäämurde haldamisel ja korraldamisel ning on valminud Eesti, Soome ja Rootsi peamiste sidusrühmade ja ekspertide intervjuueringi teel.

3.2 RAHVUSVAHELINE KOOSTÖÖ JÄÄMURDMISEL LÄÄNEMERE PIIRKONNAS

MITMEPOOLNE LEPING JÄÄMURDEALASE KOOSTÖÖ KOHTA PÕHJAMAADE VAHEL 1961. AASTAL

Soome, Taani, Norra ja Rootsi¹ sõlmisid juba 1961. aastal jäämurdekoostöö lepingu. Selle eesmärk on hõlbustada laevanduse toimimist ja edendada talvist mereohutust Põhjamaade navigatsioonivetes, tehes koostööd jäämurdjatega ja kehtestades ühtsed eeskirjad jäämurdjate tegevuse kohta.

1961. aasta lepingu algteksti kohaselt toimub Põhjamaade jäämurdjate koostöö Põhjameres, Ahvenameres Rootsi ja Ahvenamaa saarestiku vahel, Läänemeres Bornholmist põhja pool ning Öresundi, Kattegati ja Skageraki väinades. Lepinguosaline riik

¹ Lepingu soomekeelne versioon on kättesaadav [siin](#).

peab kasutama Põhjamaade jäämurdjate koostöös kõiki riigile kuuluvaid või renditud jäämurdjaid, mis ei ole tingimata vajalikud jäämurdjate tegevuseks oma rannikuvetes.

Lepinguriigi jäämurdjaid kasutatakse peamiselt ülesannete täitmiseks oma riigiga piirnevatel veeteedel. Piirkondlikku koostööd korraldatakse vajaduse korral peamiselt järgmiste riikide vahel:

- Soome ja Rootsi Botnia lahes, Ahvenamaal ja Läänemere põhjaosas,
- Taani ja Rootsi veeteedel Öresundi väinas ja lõunas, Kattegati ja Skageraki väinade lõunaosas ning
- Norra ja Rootsi Skageraki väina põhjaosas.

BALTIC ICEBREAKING MANAGEMENT (BIM)

Baltic Icebreaking Management (BIM), mis asutati 2003. aastal, on organisatsioon, millel on liikmeid kõigist Läänemere riikidest. BIM on Balti riikide jäämurdjateenustega seotud asutuste iga-aastaste, enam kui 25 aastat kestnud kohtumiste tulemus. Karmi talve 2002/2003 navigatsioonihooaja järel käivitati HELCOMi raames projekt, mille eesmärk on parandada talvise navigatsiooni ohutust Läänemeres. HELCOMi soovitus talvise laevaliikluse ohutuse kohta Läänemere piirkonnas võeti vastu 2004. aasta märtsis.

BIMi peamine eesmärk on tagada Läänemeres hästi toimiv ja aastaringne meretranspordisüsteem ning tõhustada Läänemere riikide vahelist operatiivkoostööd strateegilise ja talvise navigatsiooniabi valdkonnas.

BIMi liikmesriigid on Taani, Eesti, Soome, Saksamaa, Läti, Leedu, Norra, Poola, Venemaa ja Rootsi. Alates 2022. aastast ei ole Venemaa osalenud BIMi tegevuses osalenud ning võrgustiku tegevus on hetkel mõnevõrra seiskunud. Alates talveperioodist 2005–2006 on BIM avaldanud igal aastal, kokku 16, talvise navigatsiooni aruannet. Viimane kättesaadav aruanne pärineb perioodist 2020–2021 ning on kättesaadav [siin](#).

SOOME-ROOTSI TALVISE NAVIGATSIOONI UURINGUTE NÕUKOGU AASTAST 1972

1972. aastal sõlmisid Soome ja Rootsi veeteede ametid kokkuleppe talvise navigatsiooni tehniliste tingimustega seotud teadusuuringute alase koostöö kohta, mida nimetati Soome-Rootsi talvise navigatsiooni uurimisprogrammiks (WNRB). Seda kontrollivad endiselt Soome ja Rootsi talvise navigatsiooniga tegelevad ametiasutused.

Aasta kogueelarve on praegu 200 000 eurot, mille rahastamine on jagatud võrdselt kahe riigi vahel. Aastaeelarvet kasutatakse 3–6 eraldi uuringu rahastamiseks, mis põhinevad võistleva pakkumismenetlusel. Tänapäevaks on WNRB rahastanud Soome või Rootsi ülikoolide, teadusasutuste ja konsultatsioonifirmade enam kui 120 uuringut. Raportites on käsitletud enamasti tegelikke rakenduslikke ja praktilisi nähtusi ning nõukogu poolt määratletud aktuaalseid ja vajadustel põhinevaid küsimusi. Raportid on tugevas seoses kaasaegsete regulatiivsete küsimuste või talvise navigatsiooni tehnoloogiliste väljakutsetega, sealhulgas jäämurdjate ja jäämurdjate operatsioonide temaatikaga. Raportitega saab tutvuda [siin](#).

Üks WNBR-i olulisemaid saavutusi on olnud Soome-Rootsi jääklassi reeglite ([FSICR](#)) väljatöötamise toetamine. Eeskirjade väljatöötamine algas juba 1930. aastatel ning neid on viimastel aastatel korduvalt muudetud, näiteks 1971., 1985., 1999., 2003., 2010. ja 2017. aastal. FSICR on kujunenud jääs kasutatavate laevade klassifitseerimise ülemaailmseks standardiks.

SOOME-ROOTSI KAHEPOOLNE KOKKULEPE JÄÄMURDEALASE KOOSTÖÖ KOHTA ALLKIRJASTATI 2012. AASTAL

Lepingu eesmärk on parandada jäämurdjate kättesaadavust ning vähendada ooteaegu ja kulusid. Leping tõhustab Soome ja Rootsi vahelist koostööd talviste mereveeteenuste planeerimisel ja korraldamisel. Sel viisil on isegi karmidel jäärohketel talvedel tagatud senisest tõhusamad ja ökonoomsemad jäämurdeteenused.

Kokkulepe annab kokkuhoidu, kuna lähim jäämurdja aitab laevu olenemata nende sihtsadamast. Seetõttu vähenevad jäämurdjate tühisõidud ning sellest tulenevad kütusekulud ja ooteajad. Pikemas perspektiivis vähenevad lepingualal jäämurdmise kogukulud, kui pooled ei pea halvimate jääoludega toimetulekuks tagama seadmete olemasolu üksi.

Leping kehtib 20 aastat kuni aastani 2032. Kokkuleppe kohaselt peab Soomel olema viis jäämurdjat. Neli neist peavad olema nn A-klassi jäämurdjad ja üks B-klassi jäämurdja. Soomel on lepingus nõutud jäämurdjad.

Koostööd on tehtud peamiselt Botnia lahes, kuid karmidel jäätalvedel on kogu Läänemere vesikonnas toetatud Soome ja Rootsi suunduvat liiklust. Koostöö põhimõtted on järgmised:

- Mõlemad pooled tagavad vajaliku jäämurdevõimsuse
- Operatsioonide ühine haldamine ja abi määramine IBNETi kaudu
- HELCOMi soovitusel põhinevate piirangute kehtestamise ja väljastamise ühised põhimõtted
- Talvise navigatsioonibi ühine prioriseerimine
- Kulude jagamise põhimõtted

SOOME-EESTI KAHEPOOLNE KOOSTÖÖ JÄÄMURDE KORRALDAMISEKS

Eesti ja Soome transpordiametid kirjutasid 2010. aastate alguses alla vastastikusele memorandumile jäämurdealase koostöö kohta, kuid kahe riigi vahel ei ole selles osas ametlikku kokkulepet ega lepingut. Pärast vastastikuse memorandumi allkirjastamist on selle vajalikkuse üle vaheldumisi intensiivseid arutelusid peetud.

Praktikas ei ole Soome talvisel navigeerimisel kasutatud ühtegi Eesti jäämurdjat ega Eestis Arctia Icebreaking Oy jäämurdjaid. Soomes paiknev ettevõtte Alfons Håkans on aga juba 1990. aastate keskpaigast võtnud Eesti vetes kasutusele oma suured merepuksid. Praeguse valitsusega sõlmitud lepingu valmidustasu on ligikaudu 200.000 eurot aastas, millele lisandub päevatasu.

EL-I RAHASTATUD ROOTSI, SOOME JA EESTI TALVISE NAVIGATSIOONI PROJEKTID

Alates esimesest talvise mereteede projektist WINMOS I kuni 2015. aastani on WINMOSi projektide eesmärk tagada säästev tõhus meretransport aastaringiselt ja leevendada merejää põhjustatud tõkestavat mõju:

- Nähakse ette võimalikud tulevased muutused ning analüüsitakse nende mõju talvisele navigatsioonisüsteemile ning jäämurdevõimsusele esitatavaid nõudeid;
- Töötatakse välja ettepanekud jäämurdjate erinevate kontseptsioonide ja konstruktsioonide ning jäämurdjate laevastiku koosseisu kohta, mis vastavad meretranspordi tööstus- ja keskkonnanõuetele;
- Olemasolevate jäämurdjate heitkoguste vähendamine;
- Olemasoleva Soome-Rootsi jäämurde juhtimissüsteemi (IBNet) ajakohastamine ja teabe kättesaadavuse parandamine merelaevanduse kõigi asjaomaste sidusrühmade jaoks;
- Merejääs navigeerimise koolitusmeetodite väljatöötamine; ja
- Piisavate jäämurderessursside tagamine.

Kaks WINMOS projekti on lõpule viidud ning kolmandale projektile eraldati 2023. aasta juulis Euroopa Ühendamise Rahastu (CEF) järgmised vahendid:

- [WinMOS I](#) (kuni 2015. aasta lõpuni), eelarve 139 miljonit eurot, millest 29,6 miljonit eurot saadi TEN-T meremagistraalidest (Motorways of the Seas)
 - Juhtiv partner: Rootsi Veeteede Amet; Soome Transpordiagentuur, Soome Meteoroloogiainstituut, Aalto Ülikool, Novia rakenduskõrgkool (Soome), ILS Ship Design & Engineering (Soome), Image Soft Ltd., Aker Arctic Technology Inc. (Soome) ja **Eesti Veeteede Amet**
- [WinMOS II](#) (2016–2019) eelarve oli 19 miljonit eurot, millest 6,6 miljonit eurot rahastati Euroopa Ühendamise Rahastust.
 - Juhtiv partner: Soome transpordi infrastruktuuri amet (FTIA); teised partnerid Rootsi Veeteede Amet, Arctia Icebreaking Ltd., Aalto Ülikool, Novia rakenduskõrgkool (Soome), ILS Ship Design & Engineering (Soome) ja **Veeteede Amet**
- WinMOS III (2023–2027) projekt eelarvega ligikaudu 186,9 miljonit eurot, millest ligikaudu 30 miljonit eurot rahastati Euroopa Ühendamise Rahastust.
 - Suurem osa vahenditest kasutatakse Rootsi uue jäämurdja ehitamiseks, mis valmib 2027. aastal.
 - Juhtiv partner: Rootsi Veeteede Amet, teised partnerid FTIA (Soome osa eelarvest 2,9 miljonit eurot) ja **Eesti transpordiamet liitunud partnerina**

Rootsi kavatseb ELi uue sõjaväelise liikuvuse programmi raames taotleda rahalist abi ka oma uue jäämurdja ehitamiseks. Järgmine taotlusvoor lõpeb 21. septembril 2023, selle

raames jagatakse kokku 790 miljonit eurot. Kui Rootsi taotlus on edukas, võib sellest programmist jaguda märkimisväärsed rahalisi vahendeid ka Eestile, kui riik otsustab hankida uusi jäämurdjaid.

EUROOPA MERESÕIDUOHUTUSE AMET (EMSA) JA SELLE ROLL LÄÄNEMERE PIIRKONNAS

EMSA ei keskendu jäämurdele ega koostööle, kuid tegeleb jääoludes reostustõrjetööde korraldamisega. Komisjon on aeg-ajalt korraldanud nende hankeid teenuste osutamiseks neljaks aastaks (võimalik on sõlmida kuni kaks järjestikust lepingut). Selleks võib kasutada mitmeotstarbelisi jäämurdjaid, tingimusel et need on varustatud vajalike seadmetega ja võimsusega.

EMSA viimases viieaastases [strateegias](#) 2020–2024 on ameti eesmärk tõhustada reostuse vältimise meetmeid, suurendades liikmesriikide suutlikkust ning töötades välja praktilised suunised ja vahendid laiemal merendusvaldkonna jaoks.

EMSA ülesanne naftareostustõrjes on pakkuda mitmesuguseid teenuseid, et aidata rannikuriikidel kogu Euroopas kiiresti, tulemuslikult ja tõhusalt reageerida laevade ning nafta- ja gaasirajatiste põhjustatud nafta- või keemilise merereostuse juhtumitele. EMSA pakutavaid teenuseid võib kirjeldada kui „töövahendit“, millest taotluse esitanud riik saab valida kõige sobivamad reageerimisvahendid. Nende teenuste kaudu on EMSA eesmärk täiendada ja tõhustada olemasolevaid reageerimisressursse riiklikul ja piirkondlikul tasandil.

EMSA on kommerts-laevade käitajatega sõlmitud lepingute alusel loonud naftareostusele reageerimiseks valmidust omavate laevade võrgustiku. EMSA lepingulised laevad on spetsiaalselt kohandatud naftareostusele reageerimiseks ja on tegevusvalmiduses, tegeledes muul ajal oma tavapärase kommertstegevusega.

Naftareostuse tekkel katkestab nimetatud laev oma tavapärase tegevuse ja antakse taotluse esitanud poole käsutusse naftareostusele reageerimise teenuste jaoks täisvarustuses ning kindlaksmääratud tingimustel ja tariifide alusel. Pärast abitaotluse esitamist on naftareostuse tõrjelaeva valmisoleku aeg maksimaalselt 24 tundi.

Olenemata nende ärilisest tegevuspiirkonnast, saab kõiki EMSA võrgustikku kuuluvaid laevu mobiliseerida, et reageerida naftareostusele kõikjal Euroopa vetes ja ühistes merepiirkondades. EMSA kommerts-laevade nafta taaskasutusseadmete ja -vahenditega katab varustamisega seotud kulud. EMSA lepinguliste laevade keskmine reostuse kogumise mahutite suurus on ligikaudu 3 600 m³.

Igal EMSA lepingulisel laeval on järgmised omadused:

- Kiirus 12 sõlme kiireks saabumiseks sündmuskohale ning väikese kiirusega manööverdusvõime reageerimisoperatsioonide tarvis
- Suutlikkus dekanteerida üleliigset vett, maksimeerides seeläbi pardal hoiustamisvõimsuse kasutamist
- Suur kogutud naftareostuse hoiustamisvõimsus

- Suutlikkus kogutud lasti soojendamiseks ja suure võimsusega pumpade kasutamiseks, et hõlbustada raskete viskoosete õlisegude lossimist kaldarajatistesse
- Naftalaigu tuvastamise süsteem, mis hõlbustab laeva positsioneerimist paksemates õlilaikudes ja võimaldab öiseid operatsioone.

Kõik laevade varustatus hõlmab isoleerimise ja mehaanilise eemaldamise võimalust, mida saab kasutada reageerimistoiminguteks sõltuvalt ilmastikutingimustest ja saasteaine liigist:

- Reostuskorjетиivad
- Avamerepoomid ja skimmerid (teatavatel laevadel on saadaval ka suure võimsusega skimmerid ja poomid).

Praeguste Eesti laevade sobivuse hindamine Euroopa Meresõiduohutuse Ameti (EMSA) jääoludes naftareostuse kõrvaldamise hangetes osalemiseks ületab käesoleva uuringu piire. Kokkuvõttes võib märkida, et MPSV Botnica võib olla põhimõtteliselt sobiv, kui see on varustatud vajalike seadmete ja vajaliku hoiuruumiga. Sama kehtib võimalike tulevaste laevade kohta, mida Eestis jäämurdeks kasutatakse või hangitakse.

3.3 ÜLEVAADE JÄÄMURDETEENUSE KORRALDAMISE VÕIMALUSTEST

Algatuseks tuleb osaliselt või täielikult riiklikult rahastatava jäämurde ja sellega seotud teenuste pakkumise võimaluste kaalumiseks hinnata järgmist:

- osutatava teenuse laad;
- teenuste maht ja teenuste osutamiseks vajalik vastav suutlikkus;
- teenuse vajaduse geograafiline ulatus; ja
- vajaduste prognoositavus.

OSUTATAVA TEENUSE LAAD

Selles uuringus käsitletakse eranditult teenuseid, mida osutatakse kommerts-laevadele talvisel navigeerimisel jääga kaetud veeteedel või laevateedel, mis asuvad sadamate akvatooriumide piiridest väljas. Sadamates, mis vajavad sadama akvatooriumis jäämurret, on omad või lepingu alusel töötavad pukserid. Jäämurdjad sisenevad sadama akvatooriumisse ainult erandjuhtudel.

Vaadeldavad teenused koosnevad mitmest elemendist, näiteks:

- jäämurdjad, mis hoiavad lahti veeteid ja abistavad kaubalaevu, juhtides konvoid või pukseerides üksikut laeva jääga kaetud vetes sihtkohta jõudmisel;

- eeskirjad, menetlusreeglid ja järelevalvesüsteemid, millega tagatakse jääga kaetud vetes laevaohutus, sealhulgas tehniliste miinimumnõuete kehtestamine, näiteks abikõlblike laevade jääklass;
- haldussüsteem, mille abil määratakse jäämurdjad sihtotstarbelistesse piirkondadesse ja laevateedele hallatakse tõhusalt laeva, kalda ja jäämurdja vahelist sidet nii, et olemasolevad jäämurdjad saaksid aidata laevu parimal võimalikul viisil, pidades silmas liiklusolukorda ja jäätingimusi, ning
- jäämurdjate ja jäämurdjate laevastike omamine ja haldamine.

Kuigi jäämurdjad on talvise navigatsiooniabi pakkumisel hädavajalikud, vajavad nad ka neid muid komponente, et pakkuda laevandusettevõtjatele ja lõppkokkuvõttes ka lasti vastuvõtjatele hästi toimivaid teenuseid.

ÜLEVAADE JÄÄMURDJATEST MAAILMAS

2016. aastal oli kokku 22 riigis laevu, mida saaks ühel või teisel viisil jäämurdjana käsitleda. See loetelu ei hõlma jääklassi omavaid kaubalaevu². Loetellu kantud 152 laevast liigitati 2016. aastal jäämurdjateks 92 alust, mis tegelesid peamiselt jäämurde- ja eskortoperatsioonidega (Aker Arctic 2016). Ligikaudu 60 % kõigist aktiivsetest jäämurdjatest maailmas on ehitatud ja 80 % projekteeritud Soomes.

2016. aastal oli 92 nimekirja kantud jäämurdjast suurim laevastik Venemaal (52), järgnesid Soome (8), Kanada (7) ja Rootsi (5).

Eestil on selles nimekirjas kaks jäämurdjat: riigile kuuluv jäämurdja Tarmo ja multifunktsionaalne jäämurdja Botnica, mille omanik on TS Shipping OÜ (AS Tallinna Sadam). Mõlemat kasutatakse Soome lahes. EVA-316, mis on nüüd Riigilaevastikus koos jäämurdja Tarmoga, liigitati „muud liiki aluseks“. Seda kasutatakse Liivi lahes. Näited laevadest, mida kasutatakse jäämurdeks Läänemere piirkonnas: Joonis 30.

Ülejäänud 40 laeva 152 laeva nimekirjast tegelesid peamiselt avamereoperatsioonidega, sealhulgas operatsioonidega jääs, 11 olid peamiselt teadusmissioonidega tegelevad uurimislaevad ja 9 muud laevad, näiteks pääste- või mereväelaevad.

² Maailma laevastikus oli ligikaudu 2100 kaubalaeva Soome-Rootsi jääklassiga IA või IA Super (kaks kõrgeimat klassi) ja ligikaudu 120 IA või IA Super jääklassiga uut laeva on ehitamisel 2022. aasta sügise seisuga. Koguarvust moodustasid ligikaudu 40 % puistlastilaevad, 23 % kemikaali- või tootetankerid, 17 % konteinerilaevad ja 11 % ro-ro- või ro-pax-laevad. Ülejäänud 9 % olid toornafta või gaasitankerid.



Joonis 30. Näited laevadest, mida kasutatakse jäämurdeteenuste osutamiseks Läänemere piirkonnas.

Ülevalt vasakult: M/V Hermes, ankrutõstesüsteemiga (AHTS) laev, mille omanik ja käitaja on Alfons Håkans, LOA = 71,5 m, laius = 16,0 m, ehitatud = 1983; Lipp = Küpros; foto = Alfons Håkans

Üleval paremal: eemaldatava käituriga jäämurdevöör Saimaa, mis kuulub FTIA-le. Ehitatud ja käigus olnud algselt Saimaa järvel koos Alfons Håkansi pukseriga, kuid siirdus 2022. aastal Soome lahe idaossa. laius = 12,6 m, ehitatud = 2020; Lipp = Soome; foto = FTIA. See uudne lahendus võib sobida ka Liivi lahe jaoks.

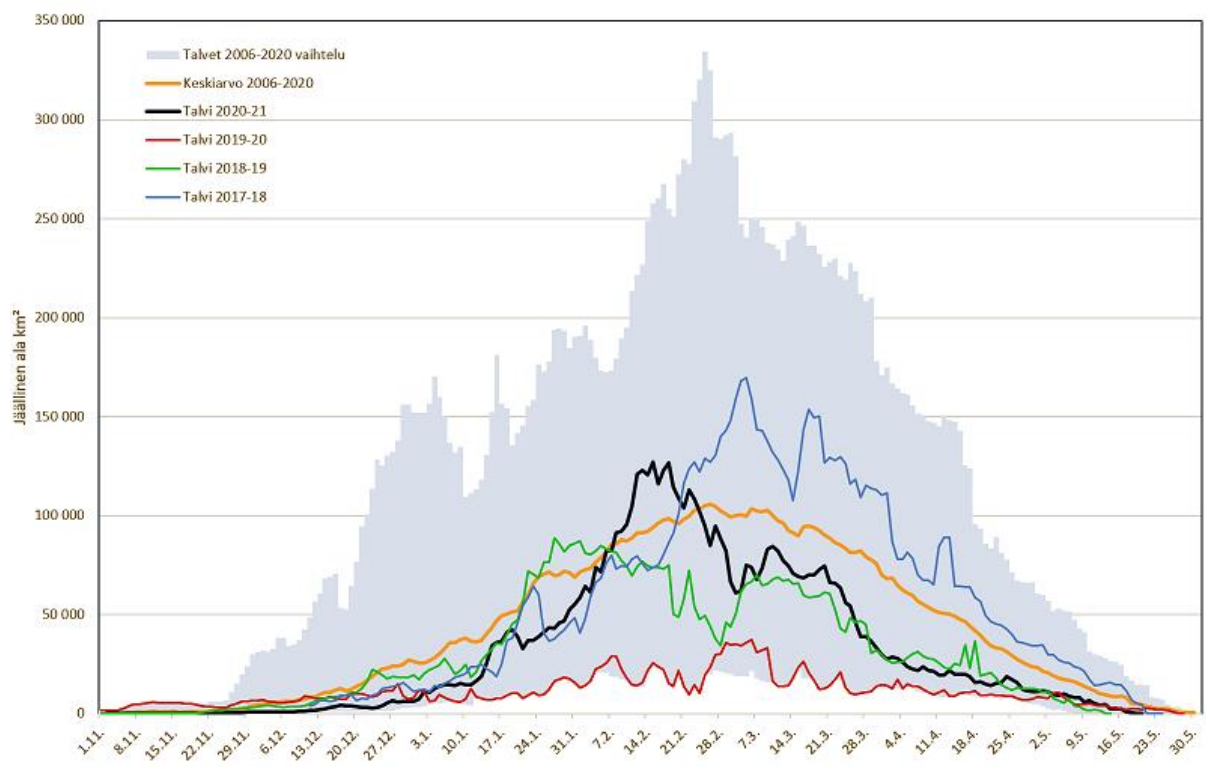
All vasakul: MPSV Botnica, mille omanik on TS Shipping (Tallinna Sadam) ja mida käitatakse Transpordiametiga sõlmitud lepingu alusel, LOA = 97,3 m, laius = 24,3 m, Ehitatud = 1998; Lipp = Eesti, foto = ESTOFENNIA

All paremal: IB Polaris, mille omanik ja käitaja on Arctia Icebreaking Oy, LOA = 110,0 m, laius = 24,0 m, ehitatud = 2016; Lipp = Soome; foto = Arctia

TEENUSE OSUTAMISE MAHT JA VAJALIK LÄBILASKEVÕIME

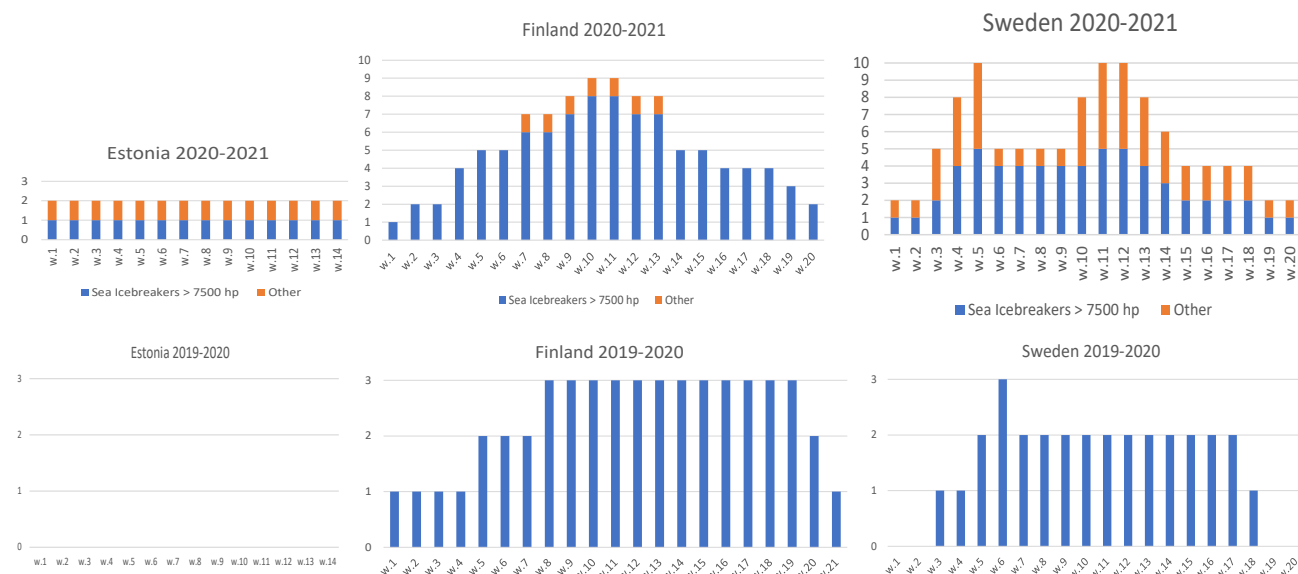
Teenuse osutamise maht sõltub suuresti laevaliikluse mahust, teenindatavate laevateede pikkusest ja marsruutidest ning jääolude raskusastmest ning kestusest talveperioodil. See kajastub seejärel vajalikus jäämurdevõimekuses. (Joonis 31)

Ülekaalukalt suurim jäämurdelaevastik maailmas on Venemaal, arvestades riigi jääga saastunud ranniku pikkust, eriti Arktikas. Läänemere sadamad Soome lahe idaosas on Venemaa merekaubanduse jaoks väga olulised väravad. Lisaks Venemaale vajavad ulatuslikke jäämurdeteenuseid ka Soome ja Rootsi.



Joonis 31. Läänemere jääkate ulatus viimastel talveperioodidel, km². (Allikas: Soome transporditaristu amet (FTIA) 2021)

Talve karmuse varieerumine kajastub loomulikult ka hõivatud jäämurdjate arvus, mida illustreerib Joonis 32. See näitab, et „tavalisel” perioodil, nagu aastatel 2020–2021, olid Rootsis ja Soomes tippnädalatel tegevuses 9 - 10 jäämurdjat ning mõlemas riigis kestis kogu periood 20 nädalat, samas kui Eestis töötas Botnica (ehitatud 1998. aastal; 97,3 meetrit pikk ja 24,3 meetrit lai) ja väiksem Tarmo (ehitatud 1963, 84 meetrit pikk ja 21 meetrit lai) 14 nädalat.



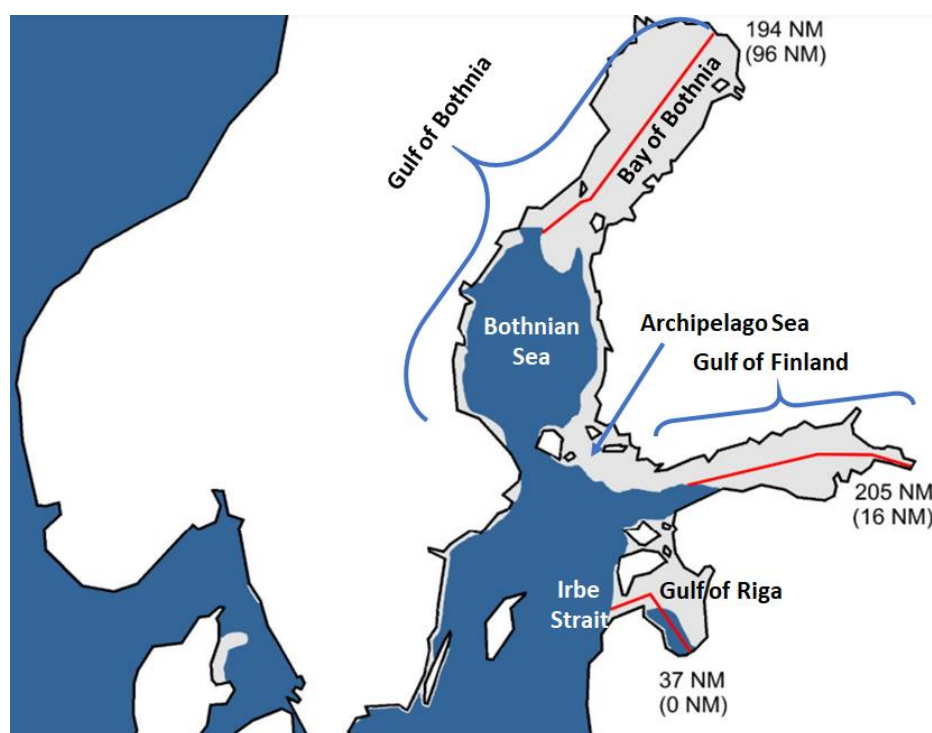
Joonis 32. Hooajal 2019–2020 ja 2020–2021 Eestis, Soomes ja Rootsis tegutsevate jäämurdjate arv. (Allikas: 2020. ja 2021. aasta ehitusteabe modelleerimine)

Soojal talveperioodil 2019–2020 ei pidanud Eesti jäämurdjaid üldse rakendama. Nii Soomes kui ka Rootsis oli käigus maksimaalselt kolm jäämurdjat; Soomes 12 nädala, kuid Rootsis ainult ühe nädala jooksul. Kogu periood kestis Soomes 21 nädalat ja Rootsis 16 nädalat. Eesti mere jääkatet on analüüsitud üksikasjalikumalt 2. peatükis.

TEENUSE VAJADUSE GEOGRAAFILINE ULATUS

Läänemerel hõlmab Soome jäämurdjate tegevuspiirkond nii Botnia lahe, Ahvenamaa ja Mandri-Soome vahelist³saarestikku kui ka Soome lahe. Rootsi jaoks tekivad vajadused peamiselt Botnia lahes.

Näiteks 2021. aasta üsna tüüpilisel jäätalvel oli laevade liikumisulatus jääkatte servast maksimaalse jääkatte perioodil Botnia lahe põhjapoolseimatesse sadamatesse ligikaudu 200 meremiili ja ligikaudu 100 meremiili paksemas kuni 15 cm paksusega jääs (Joonis 33).

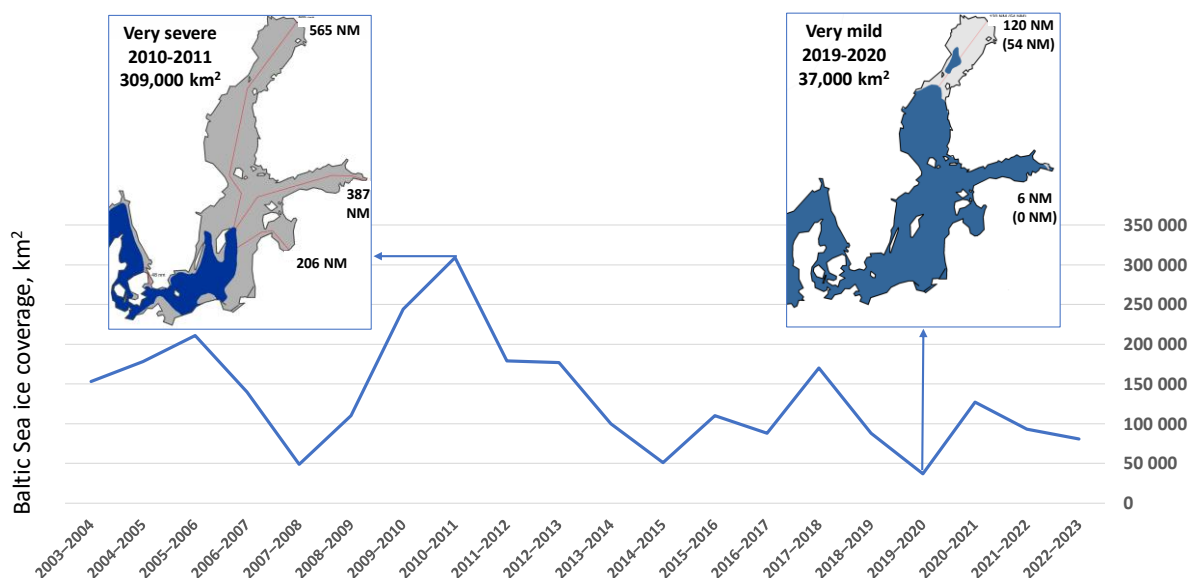


Joonis 33. Valitud liikumiskaugus meremiilides (NM) jääkatte servast maksimaalse jääperioodi ajal 15. veebruaril 2021, mis on keskmise jääkattega aasta. Sulgudes toodud arvud tähistavad 15 cm paksust jääd. (Allikas: Soome Meteoroloogia Instituut, andmed on kättesaadavad [siin](#))

Jääkatte muutused võivad aasta jooksul väga suured olla. Alates 2003. aastast oli kõige suurem jääkatte ulatus (309,000 km²) aastatel 2010–2011, kui kaugus jääkatte servast Riiga oli 206 meremiili ja Kemisse 565 meremiili maksimaalse jääkatte ajal. Väiksem

³ Botnia laht (Pohjanlahti) jaguneb i) Perämerieks Vaasast põhja pool ja ii) Selkämerieks Vaasast lõunas ulatudes Ahvenamaani.

jääkattega kaetus (37,000 km²) oli aastatel 2019–2020, kui jääd oli ainult Botnia lahes. (Joonis 34)



Joonis 34. Läänemere jääkatte ulatus aastatel 2003–2023 (km²) ja kõige raskemate ja kergemate jääaastate kaardid. Kaugused meremiilides jääservast maksimaalse jääkatte ulatuse ajal. Sulgudes olevad arvud viitavad 15 cm paksusele jääle. (Allikas: Soome Meteoroloogia Instituut, vaata [siit](#))

Eesti kaks eraldi piirkonda, kus võib vaja minna jäämurdja abi, on Soome lahe sadamad ja Liivi lahe sadamad, nagu Pärnu, Kuivastu, Virtsu ja Roomassaare sadam.

Liivi lahes oli 2021. aastal maksimaalse jääkatte ajal distantis Riiga jää servast ligikaudu 40 meremiili (kogu distantisil kaetud alla 15 cm paksuse jääga). Kaugus Pärnu sadamasse oli isegi pikem (Joonis 33).

Pärnu sadama jääperiood on tavaliselt pikem kui Soome lahe sadamates, sest sadam asub lahes ja jõe suudmes, kus mage vesi külmub kergemini kui soolane merevesi. Tuule mõju jää hajutamisele on eraldatud lahes palju nõrgem kui merel.

JÄÄMURDEVAJADUSE PROGNOOSITAVUS

Nagu on kujutatud Joonis 31, on jääkatte ulatuse osas aastate lõikes suured erinevused. Vajadust jäämurde abi järele mõjutavad ka ilmastikutingimused, eriti siis, kui jääkate tuule- ja/või merehoovuste mõjul liikvele läheb.

Eeskätt talvise jääperioodi lõpus võib liikuv jää ja jääsupi moodustumine põhjustada väga raskeid jäätingimusi nii kaubalaevadele ja ka jäämurdjatele. Seega võib isegi üsna „kergetalvel“ nõudlus jäämurde abi järele suur olla. See kehtib eriti Soome rannikul Botnia lahe põhjapoolseimates osades, kuna tuuled puhuvad peamiselt läänest. See tähendab, et võivad hakata moodustuma mitme meetri kõrgused jääkuhjatised. Sarnane nähtus võib esineda ka Liivi lahe piirkonnas, kuigi väiksemas ulatuses.

Üldiselt on jää moodustumise prognoositavus ja vajadus jäämurdeabi järele riigiti ja aastate lõikes oluliselt erinev. Eesti sadamates tekivad harva väga karmid jääolud.

Rootsi ja Soome sadamate olukord, eriti Botnia lahes, on palju keerulisem, sest liikuva jää moodustumine ja isegi mitme meetri kõrgune rüsi jää on seal tavaline. Seda juhtub eriti Soome rannikul, kuna tuule suund on peamiselt läänest. Talvehooaja viimastel nädalatel muutub sulav jää jääsupiks, mis võib tõsiselt mõjutada laevade liikumist, näiteks sõukruvide edasilükkamisjõudu. Teisest küljest on jäätingimused Botnia lahes üsna etteaimatavad, sest piirkond on jääga kaetud kõigi keskmiste ja isegi kõige soojemate talvede ajal.

Botnia lahes osutatakse peaaegu igal talvel Soome sadamatesse ja sealt tagasi liikumiseks abi 1000 - 2000 laevale ning veidi vähematele Rootsi sadamatesse sõitvatele laevadele (vt ka Joonis 36).

Tihe parv- ja kaubalaevade liiklus Tallinna ja Muuga sadamates tähendab, et laevatee püsib suures osas lahti. Soome lahe harvemini külastatavates sadamates on olukord teistsugune. Lisaks põhja-lõuna suunale on vaja hoida lahti ka ida-läänesuunalised laevateed. Soome lahes on Eesti, Soome ja Venemaa kehtestanud kohustusliku laevaettekannete süsteemi GOFREP (Gulf of Finland Reporting). Süsteem hõlmab Soome lahe rahvusvaheliste vete läänepoolsest laevaettekannete joonest ida pool jäävat, eeskätt ida-läänesuunalist liiklust. Lisaks on Eesti ja Soome kohustanud laevaettekannete süsteemi kasutama oma territoriaalvetes, mis jäävad laevaliikluse korraldamise süsteemi tööpiirkonnast välja.

Eesti sadamatel Liivi lahes on madalamad sissesõiduteed ja neid külastavad väiksema tonnaažiga laevad, mis tähendab, et jäämurdeteenuste vajadus on oluliselt erinev kui Soome lahel.

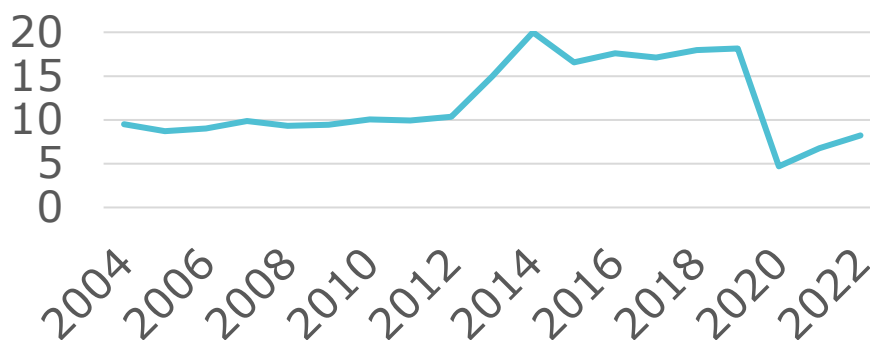
EESTI, SOOME JA ROOTSI JÄÄMURDETEENUSE MAHT JA KULUD

Talvise navigatsiooniabi vajadus Eestis erineb oluliselt Rootsi või Soome vajadustest vajalike teenuste prognoositavuse, kestuse, katvuse ja läbilaskevõime poolest. Seda on kujutatud Joonis 377.

Eestis on jäämurdeteenuse osutamise aeg lühem kui Soomes või Rootsis. On ka aastaid, mil jäämurdeteenuseid väljaspool Eesti sadamat üldse ei vajata, näiteks aastatel 2019–2020 (Joonis 32). See kajastub ka jäämurdeteenuste iga-aastastes kuludes, mis on riigi kanda. Soomes on see sõltuvalt talvest 40–65 miljonit eurot ja Rootsis 20–40 miljonit eurot.

EESTI

Eestis on varasemalt jäämurde aastakulu jäänud vahemikku 5–7 miljonit eurot (BIM 2022), kuid see on viimastel aastatel kasvanud ca 8 miljoni euroni. Veeteetasuna saadav tulu on olnud väga erinev: aastatel 2004–2012 oli see ligikaudu 10 miljonit eurot ja aastatel 2013–2019 15–20 miljonit eurot. COVID-19 ja sellega seotud otsusel vähendada veeteetasu oli märkimisväärne mõju veeteetasu laekumisele, mis vähenes 2020. aastal 4,7 miljoni euroni, kuid on pärast seda küündinud 2022. aastal 8,2 miljoni euroni; vt Joonis 35. Veeteetasu laekumist on mõjutanud ka Venemaa transiitvedude kiire vähenemine.



Joonis 35. Veeteetasu laekumine Eestis 2004–2022 miljonites eurodes. (Allikas: Eesti Rahandusministeerium)

SOOME

Ligikaudu 75–80 % Soome jäämurde kuludest katavad veeteede kasutamisest saadavad tulud, kuid nendest kaetakse ka muud laevateede hooldustööd. Muid ülesandeid arvestades jääb kulude osakaal vahemikku 45–55 %. Alates 2015. aastast on veeteetasudest saadav tulu Soomes ligikaudu 45 miljonit eurot, samas kui jäämurdeteenuste tegelikud kulud on olnud vahemikus 40–65 miljonit eurot.

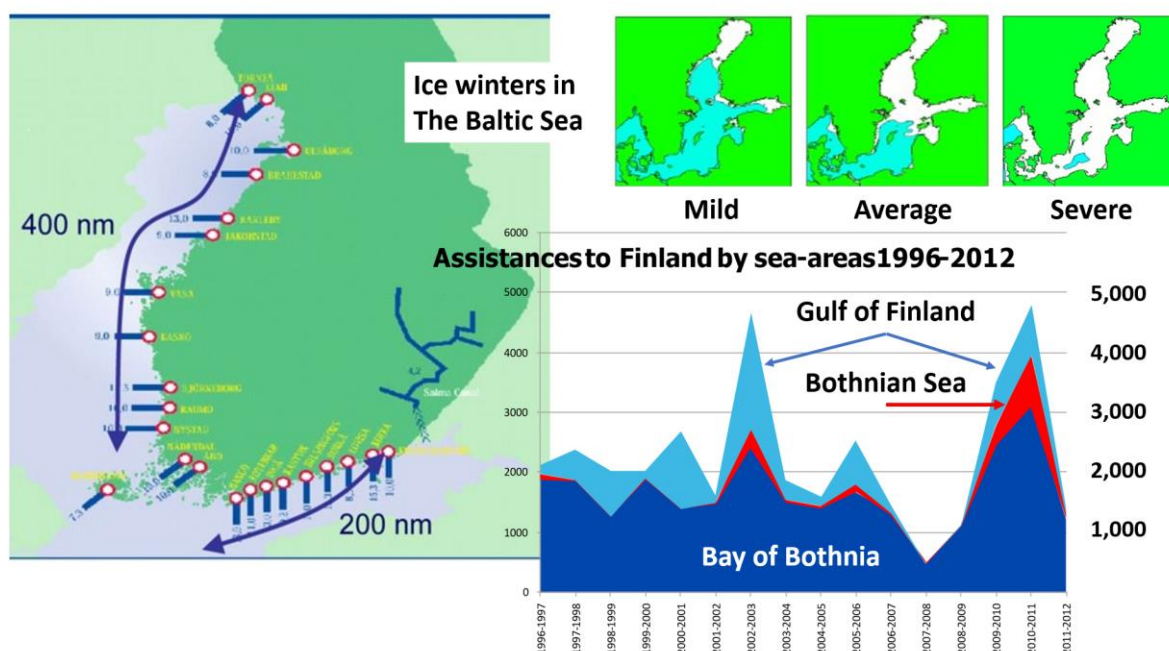
Enne 2015. aastat oli iga-aastane veeteetasu laekumine 80–90 miljonit eurot. Märkimisväärne langus 2015. aastal oli tingitud valitsuse otsusest kompenseerida eeldatavat laevanduse kulude kasvu, kui Läänemeres jõustusid IMO uued väävlihte eeskirjad (SECA).

Tabel 13 annab mõningad finantsandmed Soome jäämurdeoperatsioonide kohta. Üksikasjalikum kulustruktuur, välja arvatud kütusekulud, ei ole valitsuse allikatest kättesaadav. 2022. aastal tasus FTIA jäämurdjate kütusekulud ligikaudu 12,9 miljoni euro mahus, mis oli ligikaudu 5,7 miljonit eurot rohkem kui 2021. aastal ja ligikaudu 10,1 miljonit eurot rohkem kui 2021. aastal. Suured erinevused tulenevad lisaks kütusehindade muutustele peamiselt jääkattega talvede karmuse erinevustest.

Tabel 13. Soomes veeteetasudega kaetud tegevuste tulud ja kulud, miljonit eurot. (Allikas: Riigieelarved aastateks 2020–2024 ning FTIA 2021. ja 2022. aasta finantsaruanded)

	2020	2021	2022 (Target)	2022 (Actual)	2023 (Budget)	2024 (Estimate)
Revenues						
Fairway due revenue	46,7	44,7	47,8	51,7	45,0	51,0
Other income	1,6	0,8	0,3	0,9		
Total income	48,3	45,5	48,1	52,6		
Total cost						
Total separate costs (incl. icebreaking)	74,3	92,9	84,0	103,8		
Share of total joint costs	15,1	4,3	4,7	5,0		
Total costs as a whole	89,4	97,2	93,7	108,8		
Surplus (+) / Deficit (-)	-41,1	-51,7	-45,6	-56,2		
Cost coverage of all activities under Fairway Due Act	54%	47%	51%	48%		
<i>State budget allowance for icebreaking services to FTIA</i>	64,0	62,0	60,0	n.a.		
<i>Fairway dues % of allowance for icebreaking in the state budget</i>	75%	73%	80%	n.a.		

Tavaliselt paigutub üle 80 % kõigist jäämurdepäevadest ja Soome jäämurdjate osutatavast abist Botnia lahele. Seda illustreerib Joonis 36 aastate 1996–2012 kohta, kust nähtub, et suured erinevused on sõltuvad talvede karmusest ja pikkusest.



Joonis 36. Jäämurdjate osutatud abi Soome sadamates merealade kaupa aastatel 1996–2012. (Allikas: FTIA)

Ettevõtte Arctia Icebreaking OY kulustruktuur on mõnevõrra üksikasjalikum (Tabel 14). Sooja talve jooksul pakub Arctia Soomes kõiki vajalikke jäämurdeteenuseid. Karmil talvel võib see osakaal olla 80 %; muu vajaduse katmine sõltub Rootsi ja Soome koostööst või hangitakse erasektorist.

Tabel 14. Arctia Icebreaking Oy mis on Arctia Oy jäämurdele keskenduv tütaretevõtte, kasumiaruande andmed, jäämurde (miljonites eurodes). (Allikas: Finder.fi)

Arctia Icebreaking Oy	2022	2021	2020	2019
Turnover ('000 €)	47 467	43 998	43 258	43 603
Change of turnover in %	7,9 %	1,7 %	-0,8 %	-3,1 %
Operating margin in %	33,3 %	36,4 %	35,2 %	32,7 %
Operating profit ('000 €)	2 403	2 903	8 402	7 482
Operating profit in %	5,1 %	6,6 %	19,0 %	17,2 %
Result for the financial year ('000 €)	37	2 382	1 959	14
Personnel	206	191	180	173

Arctia Oy on börsil noteerimata äriühing, mis kuulub täielikult riigile ja selle üle teostab järelevalvet peaministri büroo omandisuhete osakond. Erinevalt näiteks lootsifirmast Finnpilot Pilotage Oy või Traffic Management Finland Oy, mis haldavad maantee-, raudtee- ja laevaliiklust, ei ole ettevõttele siiski eriülesandeid usaldatud.

Arctia äritegevus on jagatud kolme tegevusvaldkonda: 1) jäämurdmine, 2) laevateede hooldus ja 3) hüdrograafiline mõõdistamine. Kaks viimast ühendati Arctiaga 2019. aastal, kui Arctia Oy-ga ühines veel üks riigile kuuluv äriühing Meritaito Oy.

Arctia juhatuses on praegu kuus liiget, kelle nimetab ametisse peaministri büroo. Üks liige esindab omandisuhete osakonda, ülejäänud viis on kogenud ärieksperdid ning esindavad äri- ja/või muid riigiettevõtteid. Arctia kui riigi osalusega äriühingu üle teostab auditeerimist ja kontrolli Soome Riigikontroll (vt nt VTV poolt 2020. aastal läbi viidud ettevõtte audit).

ROOTSI

Rootsi Veeteede Ameti (SMA) osutatud Rootsi jäämurdeteenuste peamised finantsandmed on toodud tabelis 15. SMA omab ja käitab viit Läänemeres kasutatavat Rootsi jäämurdjat. Jäämurdja Oden on väljaspool talveperioodi aeg-ajalt prahitud teaduslikele missioonidele. Rootsi jäämurdeoperatsioonide üksikasjalikum kulustruktuur ei ole kättesaadav.

Tabel 15. Jäämurdegevuse tulud ja kulud Rootsis (miljonites Rootsi kroonides). (Allikas: Rootsi Veeteede Ameti 2022. aasta aruanne (Årsredovisning))

	2022	2021	2020
Direct operating income	in SEK million		
Allowance	40	-	-
Other external income	66	85	58
Total direct operating income	106	85	58
Direct operating costs			
Personnel costs	-28	-25	-33
Other external costs	-314	-319	-274
Depreciation	-21	-21	-17
Total direct operating cost	-363	-365	-324
Profit before indirect operating items	-257	-280	-266
Indirect operating costs	4	8	4
Indirect operating income	-34	-39	-42
Operating result	-287	-311	-304
<i>SEK to EUR at the end of the year</i>	<i>0,090</i>	<i>0,097</i>	<i>0,100</i>

Kõik Rootsi jäämurdekulud on võimalik katta veeteetasudega, mis on kogutud rahvusvahelisest kaubalaevaliiklusest. Rootsis peaks 2023. aastal laekuma veeteetasu ligikaudu 100 miljonit eurot, jäämurdeteenuste kulud on aga 20–40 miljonit eurot. (SMA 2022, Merkel ja Viertuh t 2022 ja BIM 2022).

LÄTI

Läti osas puuduvad andmed jäämurde kulude kohta. Jäämurdmine Riia sadamas ja Liivi lahes Irbe väina või Kolka neemeni toimub 1968. aastal Soomes ehitatud jäämurdja Varmaga (LOA = 86,5 m, laius = 21,2 m; jäämurdja Tarmo sõsarlaev) ja Foros (LOA = 71,6 m, laius = 18,0 m, ehitatud Soomes 1983).

Need kuuluvad äriühingule SIA „LVR Flote“. Ettevõtte ainuaktsionär on Freeport of Riga Authority, mis kuulub täielikult Läti valitsusele. LVR Flote asutati 13. septembril 2010. (LVR Flote 2023)

VEETEETASUDE KOGUMINE EESTIS, SOOMES JA ROOTSIS

Veeteetasutasku kogumiseks pädevad asutused on vastavalt Eesti Transpordiamet⁴, Soome Toll ja Rootsi Veeteede Amet. Kuigi territoriaalvetesse sisenevatelt laevadelt faarvaatritasku kogumise põhimõte on neid kohaldavates riikides sarnane, on nende arvutamise alus Eestis, Soomes⁵ ja Rootsis erinev.

Veeteetasutasku koguvad ainult ligikaudu pool tosinat ELi riiki, sest enamikus teistes riikides on laevateid väheste või puuduvate saarte ning puuduva talvise navigatsiooni tõttu lihtsam korras hoida.

Lisaks laeva tüübile ja suurusele ning sisenemiste arvule aastasku kasutavad Eesti ja Soome tasku kriteeriumina ka laeva jääklassi. Soomes on kõrgeima ja madalaima jääklassi maksude erinevus väga suur, kuid Eestis on üsna väike. Rootsi peab seevastu oluliseks laeva keskkonnamõju ja kasutab veeteetasu kindlaksmääramisel olulise komponendina nn puhta laeva indeksit (CSI). Muud veeteetasu komponendid Rootsis on kaupade või reisijate arv ja varustuskindluse tasku.

Võrdluseks, Rootsis on rahvusvahelises liikluses ligikaudu 75,000 laevakülastust aastasku, kuid vähem kui 10,000 neist jääb Botnia lahe sadamatesse Stockholmist põhja pool, kus jäämurdeteenust on vaja peaaegu igal talvel. Vastav koguarv on Soomes ligikaudu 30,000 ja Eestis ligikaudu 10,000. (Merkel ja Viertuh t 2022, Ojala et al. 2023 ja Statistikaamet 2023)

JÄÄMURDETEENUSE PEAMISED TULEMUSNÄITAJAD

Jäämurdeteenuse kolm peamist tulemusnäitajat on järgmised:

- Jäämurd keskmine ooteaeg
- Kättesaadavus (avatud sadamad)
- Kättesaadavus (laev sai abi ooteajata)

Oluline on märkida, et keskmine ooteaeg arvutatakse ainult nende laevade puhul, mida tegelikult abistatakse. Soojal talvel suudavad peaaegu kõik laevad ilma abita liikuda, nagu näiteks Rootsis, Soomes ja Eestis aastatel 2020–2022.

JÄÄMURDEABI PEAMISED TULEMUSNÄITAJAD EESTIS

Eestis on seatud tulemuslikkuse võtmemõõdikuks, et jäämurdeteenust vajavate laevade ooteaeg jääks alla 72 tunni. Jäämurdeteenuse tegelik tulemuslikkus Eestis aastatel 2018–2022 on näidatud

⁴ Alates 1. jaanuarist 2023 kuni 31. detsembrini 2023 on kõik Eesti sadamasse või Eesti sadama reidile saabuvad laevad vabastatud 37,5 % ulatuses veeteetasu maksmisest. Vabastust kohaldatakse kõikidele laevadele, olenemata nende tüübist ja lipust. (Vt [siit](#))

⁵ Vastavalt Eesti meresõiduohutuse seaduse 11. peatükile „Veeteetasu“ (vt [siin](#)): „Veeteetasu on üldkasutataval veeteel navigatsioonilise korraldamise, jäämurde- ja informatsiooniteenuse ning sellele veetele meresõiduohutuse tagamiseks paigaldatud infrastruktuuri kasutamise eest võetav tasku.“

Tabel 16.

Tabel 16. Jäämurde peamised tulemusnäitajad Eestis aastatel 2018–2022.
(Allikas: Transpordiamet, Juhtkonnapoolne ülevaatus 14.04.2023)

	2018	2019	2020	2021	2022
Gulf of Finland	Up to 4 hours	0 hours	No icebreaking assistance needed		
Gulf of Riga	Up to 48 hours	Up to 4 hours	No icebreaking	Up to 4 hours	Up to 4 hours

JÄÄMURDEABI PEAMISED TULEMUSNÄITAJAD ROOTSIS

Rootsi Veeteede Ametil on jäämurdeks kolm peamist tulemusnäitajat, nagu on näidatud Tabel 17. Jäämurdja keskmine ooteaeg on maksimaalselt 4 tundi, mis on sama väärtus, mida kasutatakse ka Soomes. Paika on pandud ka ooteajata abi saavate laevade tulemusnäitaja, mis on nii Rootsis kui ka Soomes 90 %.

Tabel 17. Jäämurde peamised tulemusnäitajad Rootsis 2020–2022. (Allikas: Rootsi Veeteede Ameti 2022. aasta aruanne)

	Target	Achieved in		
		2022	2021	2020
Average waiting time on icebreaker assistance	Max. 4 hours	2 h 54 min.	2 h 24 min.	2 h 36 min.
Availability (open ports)	100%	99.9 %	99.9 %	100%
Availability (ship received assistance without waiting time)	90%	98.4 %	99.0 %	99.4 %

JÄÄMURDETEENUSE PEAMISED TULEMUSNÄITAJAD SOOMES

Jäämurdja keskmine ooteaeg on maksimaalselt 4 tundi, mis on sama väärtus, mida kasutatakse ka Rootsis. Ooteajata abi saavate laevade tulemusnäitaja on nii Rootsis kui ka Soomes 90%.

Soomes oli jäämurdeteenuse keskmine ooteaeg 2022. aastal 3,7 tundi, mis on keeruliste tingimuste tõttu võrreldes eelmise aasta talvega veidi pikenenud, seega on teenuse tasemenõudega kehtestatud 4,0 tunni eesmärk saavutatud. Eesmärgi piires abi saanud laevade koguarv (maksimaalselt 4,0 tundi ooteaega) püsis eelmise aasta tasemel 95,5 %. Eesmärk (90 %) ületati.

Kuigi 2021/2022 aasta talv liigitati pehmeks talveks, oli see jäämurdetoimingute jaoks keeruline, nt rüüsi jää tõttu. Lisaks sellele oli suurtel jäämurdjatel ka tehnilisi probleeme, millest mõned olid pikaajalised.

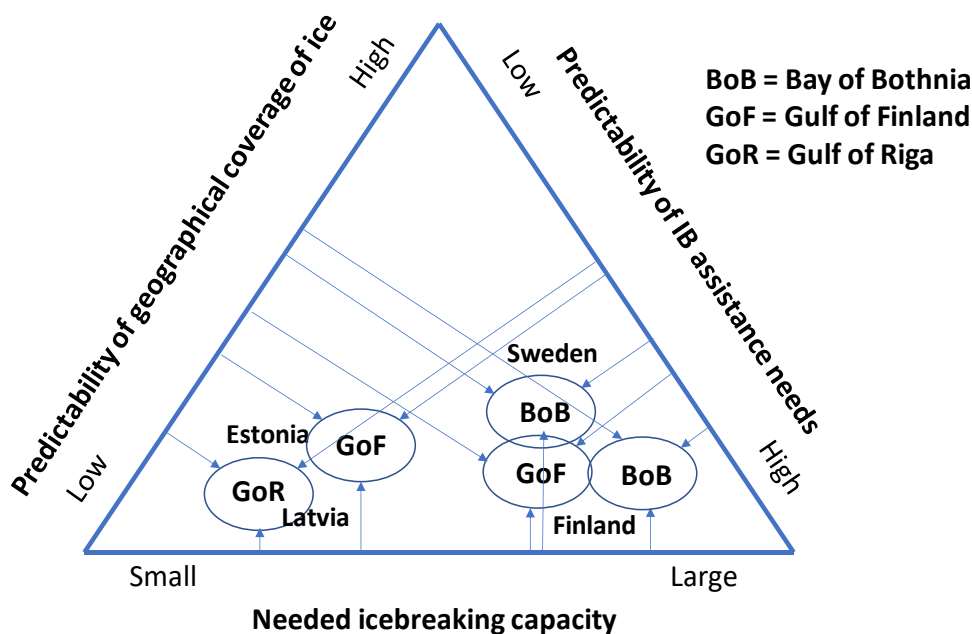
FTIA järelevalve all olnud jäämurdepäevi kogunes 2022. aastal 888 (2021. aastal 710 ja 2020. aastal 325). Neist 177 päeval osutasid 2022. aastal teenust muud teenuseosutajad kui Arctia Icebreaking; 2021. aastal oli vastav arv 83 ja 2020. aastal ainult 3.

Arctia Icebreaking osutas 2022. aastal Soomes jäämurdeteenust peaaegu 2100 korral, 2021. aastal ligikaudu 1500 korral, 2020. aastal 700 korral ja 2019. aastal 1700 korral. Kaheksast jäämurdjast seitsmel oli 2021. aastal 627 operatiivset jäämurdepäeva, 2020. aastal 322 päeva ja 2019. aastal 547 päeva, mis kajastab suuri erinevusi talvede karmuses (Arctia 2022; vaata Lisa 1 ja Lisa 2 Arctia kohta).

EESTI, LÄTI, ROOTSI JA SOOME TALVISE NAVIGATSIOONIABI VAJADUS

Kokkuvõttes erineb talvise navigatsioonibi vajadus Eestis ja Lätis märkimisväärselt Rootsi ja Soome omast. Seda on kujutatud Joonis 37, millel on arvestatud

- Jäämurdeteenuse vajaduse prognoositavust,
- Jääkatte geograafilise ulatuse prognoositavust ning
- Vajalikku jäämurdevõimekust.



Joonis 37. Eesti, Läti, Rootsi ja Soome paigutus nende jäämurdeteenuse vajaduste mahtu ja prognoositavust arvestades.

Graafikus kasutatakse indikatiivseid ja üldisi skaalasid madalast kõrgeni ja väikestest suurteni. Nagu näitab jäämurdeteenusega seotud aastane kulude määr, on vajadused suurimad Soomes, kus kulud on enamasti kaks korda suuremad kui Rootsis ja ligikaudu kümme korda suuremad kui Eestis.

KASUTATUD JÄÄMURDJATE KÄTTESAADAVUSE MÕISTED

Transpordiamet sõlmis hiljuti TS Shipping OÜ-ga 10-aastase lepingu jäämurdeteenuste osutamiseks Soome lahes ajavahemikul 20.12.2022–20.04.2032. Seda teenust osutatakse MPSV Botnicaga, nagu eelmise 10-aastase tšarterlepingu raames, igal aastal 20. detsembrist kuni 20. aprillini. (Port of Tallinn 2021)

Lepingu eeldatav kogumaksumus on 54,2 miljonit eurot ehk 5,4 miljonit eurot aastas ehk ligikaudu 44,600 eurot päevas. Alates 2025/2026. aasta tööperioodist võib lepingutasu indekseerida Eesti tarbijahinnaindeksiga, kuid mitte rohkem kui 3 % aastas. Lepingutasu on fikseeritud, st transpordiamet maksab kõikide prahtimispäevade eest, olenemata jäämurdja tegelikust kasutamisest. (Port of Tallinn 2021)

Seega on Soome lahe teenuste osutamise põhimaht juba kuni aastani 2032 tagatud, sest Botnica on selles piirkonnas olnud Eesti peamine jäämurdja, samas kui 60 aastat käigus

olnud jäämurdja Tarmo on olnud lisateenuse osutaja. Peamine küsimus on, kuidas Tarmo võimekust tulevikus asendada.

Olukord on vähem pingeline väiksemate jäämurdjate või vajaliku jäämurdevõimsusega laevade puhul, mida saaks kasutada Liivi lahe madalamatel laevateedel, kus jää on ka oluliselt õhem kui Soome lahes. 10 aasta jooksul on vaja asendada ka EVA-316 või pakkuda lisavõimsust laevadega, mis on varustatud käituriga jäämurdevõõriga või ilma (vt Joonis 30). Sellise lahenduse mereoludele sobivuse tõendamiseks on vaja täiendavaid katseid, kuna Saimaa järve lokaalsed jääolud erinevad oluliselt mereoludest, kus jää liigub.

Maailma jäämurdjate laevastik on väga väike. See tähendab ka seda, et Soome lahes on talviseks navigatsiooniabiks sobivate suurte merejäämurdjate turg väga piiratud. Samas võib Rootsis käimasolev kahe uue jäämurdja hange, mis tuleb tarnida selle kümnendi lõpuks, luua eelduse praegu kasutatavate laevade (nagu Ymer, Atle ja Frej, kõik Soomes 1970. aastate keskel ehitatud laevad) müümiseks järgmise 5–7 aasta jooksul. Kui Soome algatab lähiaastatel ise uue ehitushanke, võib sarnane võimalus tekkida ka olemasolevate Soome jäämurdjate puhul.

Eesti jaoks on üks võimalus osta tulevikus üks või mõned neist laevadest. Teine võimalus võiks olla kokkulepe, mille kohaselt Eesti hangiks tippnõudluse nädalatel vajaliku jäämurdevõimekuse teenusena olemasolevatelt Soome või Rootsi teenusepakkujatelt, ilma et tekiks vajadust oma jäämurdjasse investeerimiseks ja selle juhtimiseks. Üks tippnõudluse probleem on see, et selle aja jooksul on täielikult hõivatud ka Soome ja Rootsi jäämurdjad.

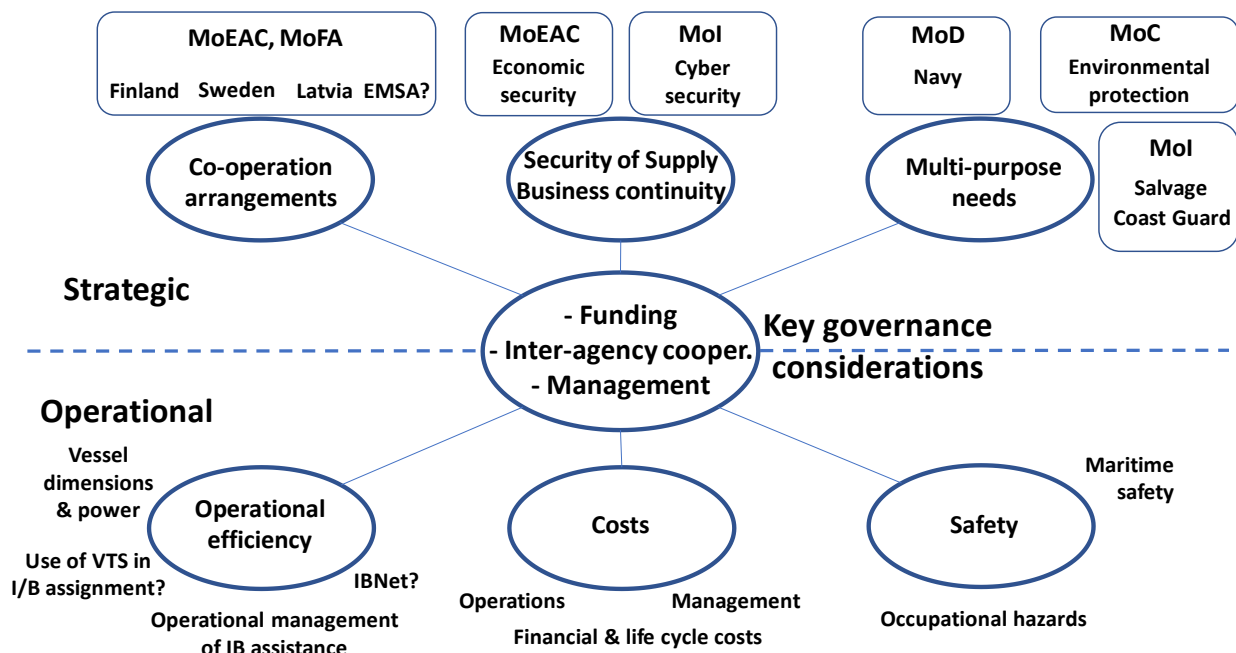
Kolmas ja kõige kallim, kuid ka palju pikaajalisem võimalus oleks hankida Tarmo asemele uus alus. Uus jäämurdja võib olla kasutusel 2070. aastateni või kauem.

Kokkuvõtteks võib öelda, et enne selle kümnendi lõpuks on Eestis vaja teha otsus, kuidas jäämurdja Tarmo võimekus kõige paremini asendada.

3.4 ÜLEVAADE EESTI JÄÄMURDETEENUSE ÜLDISTEST JUHTIMISVÕIMALUSTEST

TALVISE NAVIGATSIOONI VAJADUSTEST LÄHTUVAD PEAMISED JUHTIMISKAALUTLUSED

Hästi toimiva jäämurdeteenuse kõige olulisem ülesanne on tagada sujuv kaubavedu riigi sadamatesse jääga kaetud vetes. Kas valitsus otsustab tellida uue aluse, osta kasutatud jäämurdja või osta teenust väliselt teenuseosutajalt või kasutada nende võimaluste kombinatsiooni, on peamised aruteluteemad seotud a) varade või teenuse rahastamise; b) asutustevahelise koostööga ministeeriumide ja valitsusasutuste vahel; ning c) protsessi ja sellest tulenevate operatsioonide juhtimisega. (Joonis 38)



Joonis 38. Peamised haldusalased kaalutlused ning strateegilised ja operatiivsed küsimused seoses pikaajalise jäämurdeteenuse kavandamisega

MOC = kliimaministeerium; Mod = kaitseministeerium; MoEAC = Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium; MOFA = välisministeerium; Moi = siseministeerium

Nagu on kujutatud Joonis 38, on kolm põhikaalutlust a-c seotud strateegilisema tasandi ja pikaajaliste küsimustega, näiteks:

- i) koostöökokkulepped naaberriikide Soome, Läti ja Rootsiga;
- ii) tarnekindlus peab tagama katkematud mereveoteenused Eestisse ja Eestist, mis on seotud jäämurdeteenuse osutamise järjepidevuse tagamisega; ja
- iii) otsused muude ülesannete kohta, mida jäämurdjad suudaksid täita mitmeotstarbeliste võimekuste ja seadmetega. Need on uue jäämurdja valimisel eriti olulised küsimused.

Operatiivsematest küsimustest, on olulised eeskätt iv) töö tõhususe ja tulemuslikkuse tagamise kord. Selleks on vajalik hea koostöö eri ministeeriumide haldusalasse kuuluvate valitsusasutuste ja ka väliste teenuseosutajatega, nagu TS Shipping, vahel.

Muud operatiivjuhtimisega seotud küsimused hõlmavad näiteks võimalust kasutada Eesti laevaliikluse korraldamise süsteemi⁶ töotajaid ja laiemat suutlikkust jäämurdjate määramisel konkreetsete abiülesannete täitmiseks. Vahetud teemad on kulud ja kasu

⁶ Laevaliikluse korraldamise teenused ulatuvad lihtsate teabesõnumite edastamisest laevadele, näiteks teave teiste laevade asukohe või meteoroloogiliste ohtude kohta, kuni ulatusliku liikluse korraldamiseni sadamas või veeteel. Eesti laevaliikluse korraldamise keskus (VTS) töötab Transpordiameti struktuuris.

Eestile, kui riik liitub Soome-Rootsi jäämurdjate infosüsteemiga IBNet⁷. Neid küsimusi, näiteks v) ohutusküsimusi nii merel kui ka maismaal käsitletakse hiljem eraldi.

Lõppkokkuvõttes on keskne otsustusparameeter vi) kulud. Kulude all mõeldakse tegevuskulusid, näiteks prahtimistasud, kütus, mehitamine või muud igapäevased jooksvad kulud. Muud olulised kulukategooriad on varade finants- ja kasutuskulud. Nagu näitab nüüd 60 aastat käigus olnud jäämurdja Tarmo, võivad jäämurdjad nõuetekohase hooldusega väga kaua kasutuses püsida. Arvestades uute⁸ või isegi kasutatud jäämurdjate kõrget hinda ja nende väga pikki elutsükleid, tuleb ka rahalisi vahendeid hoolikalt planeerida. Uue aluse hankimisel tuleb kindlaks määrata ka elutähtsate transporditaristu investeeringute jaoks kättesaadavad rahastamisallikad, nt EList.

Lisaks sellele tuleb arvesse võtta ka jäämurdeteenuse osutamise halduskulusid. Need sõltuvad suuresti haldamisse ja käitamisest kaasatud inimeste arvust, kuid hõlmavad ka erinevaid riist- ja tarkvarakulusid.

PEAMISED VALITSEMISALASED KAALUTLUSED EESTI JÄÄMURDEVÕIMEKUSEGA SEoses 2023. AASTAL

2023. aasta juulist alates kuuluvad kõik riigi omanduses olevad laevad ja paadid, sh senised politseile ja piirivalvele ning tollile kuulunud ja lootsiteenuse alused, Riigilaevastiku koosseisu, välja arvatud Mereväe laevad. Kehtiv otsus on, et kõik riigi tellitud või hangitud uued laevad, sealhulgas võimalikud uued jäämurdjad, viiakse Riigilaevastiku koosseisu.

Jäämurdja teenindusvõimsuse jaotamisega tegeleb jäämurdjate omandisuhetest sõltumata praegu Transpordiamet. Amet on Kliimaministeeriumi haldusalas.

ÜLEVAADE EESTI JÄÄMURDETEENUSE OSUTAMISE ÜLDISTEST HALDUSVÕIMALUSTEST

Selles osas on kirjeldatud Eesti jäämurdeteenuse üldisi haldusvõimalusi, mida seejärel hinnatakse faktiliste tõendite alusel. Need valikud on tihedalt seotud eespool esitatud peamisi halduskaalutlusi käsitleva aruteluga ning need võib jagada kolme põhiossa, millest igaühel on konkreetset erinevused:

1. Eesti riik hangib jäämurdja kas uue või kasutatud laevana ning haldab kogu protsessi ise.
2. Riik sõlmib jäämurdeteenuse osutamiseks avaliku ja erasektori vahelise kokkuleppe.
3. Riik hangib vajaliku jäämurdevõimekuse kommertsteenuse osutajalt, ilma et ta tegeleks laeva omandiõiguse, mehitamise või tehnilise haldamisega.

⁷ IBNet sisaldab teavet ilma, jääolude ja liiklusolukorra kohta ning edastab teavet erinevate ühendatud üksuste (jäämurdjad, koordineerimiskeskused, laevaliikluse korraldamise keskus jne) vahel.

⁸ Uue jäämurdja maksumust on raske hinnata, sest seda mõjutavad paljud tegurid, nt laeva mõõtmed, varustatuse tase ja jõuseadme(te) valik ning kus ja millal see ehitatakse. 100 meetri pikkuse uue jäämurdja maksumuse ligikaudne suurusjärg on umbes 100 miljonit eurot või rohkem.

Kõigi kolme eespool esitatud valikuvõimaluse puhul tuleb riigil arvesse võtta järgmisi põhidetaile:

a) Laeva(de) või hangitavate teenuse rahastamine

- Uue aluse ehitamiseks vajaliku investeringu ligikaudne suurusjärg on 100+ mln eurot
- Kasutatud laeva hind sõltub suuresti laeva vanusest, suurusest ja seisukorrast, kuid võib olla kümneid miljoneid eurosid; võrdluseks: 14 aastat käigus olnud Botnica hind oli 2012. aastal 50 miljonit eurot.⁹
- Hangitud teenuse puhul on üheks näitajaks Botnica aastane kulu, mis on alates 5,6 miljonit eurot. Sõltuvalt jäämurdeteenuse osutamise lepingu laadist ja pikkusest on aastane kulu ühekohaline number miljonites eurodes

b) Laeva(de) omandiõigus

- Laevaomanik vastutab laeva poolt õnnetusjuhtumite korral tekitatud kahju eest, seega omanik peab tagama piisavad teadmised vastutusest, sealhulgas kohtuvaidluste korral juurdepääsu vajalikule õigusalasale nõustamisele.
- Riigi omandis oleva laeva suhtes kohaldatakse rahvusvahelise (merendus)õiguse alusel teistsuguseid regulatsioone kui kommerts-laeva suhtes. See võib mõjutada riigile kuuluva laeva kasutamist teatud olukordades, näiteks teise riigi territooriumile sisenemisel.

c) Laeva(de) hooldus, mis koosneb kahest kesksest osast:

- Tehniline hooldus, sealhulgas laeva- ja vastutuskindlustus, (kuiv)dokkimine, jooksvad hooldus- ja remonditööd, laeva(de) ülevaatused ja lklassi alla viimine ning sellega seotud aruandluskohustused
- Ohutusjuhtimine ja usaldusväärse ohutuskultuuri säilitamine nii maismaal kui ka laeva(de) pardal, sealhulgas vastavus lipuriigi siduvatele eeskirjadele ja asjakohastele rahvusvahelistele eeskirjadele, nagu ISM ja ISPS
- Laeva(de) mehitamine ja meeskonna kutsestandardite tagamine.

d) Laeva(de) käitamine, et tagada varade tõhus kasutamine

- Laeva punkerdamise lepingute haldamine, mis on laeva jooksvate kulude kõige olulisem osa
- Navigatsioonivastutus lasub alati kaptenil ja laeva(de) meeskonnal.

⁹ USA rannavalve hinnangul on teise kasutatud piiramata sõidupiirkonnaga jäämurdja maksumus 150 miljonit USA dollarit (ligikaudu 135 miljonit eurot). USA rannavalve hinnangul on vaja osta olemasolev kommertsjäämurdja, et katta uue aluse tarnimisega tekkiv ajaline vaheperiood. See summa on väga suur osaliselt piirangu tõttu, mille kohaselt tuleb USA valitsuse laevad ehitada Ameerika Ühendriikides. Veelgi enam, Jones Act, tuntud ka kui 1920. aasta Merchant Marine Act, eeldab, et kogu kauba- ja reisilaevade liiklus USA sadamate vahel toimuks USA lipu all sõitvatel laevadel.

- Juhised, kuidas ja kus laeva(sid) parimal võimalikul viisil kasutada, peaks tulema pädevalt asutuselt, st valitsusasutuselt, seega Transpordiametilt.

JÄÄMURDETEENUSE ÜLDISED HALDUSVÕIMALUSED

Tabelis 18 on esitatud võimalikud võimalused jäämurdeteenuse korraldamiseks, milles riik ja välised teenuseosutajad võivad täita erinevaid ülesandeid. Neid alternatiive Eesti puhul hinnatakse detailsemalt punktis 3.3, allpool on esitatud näited teiste riikide valikute kohta.

Täielikku riigipoolset korraldust rakendatakse näiteks Rootsis, Taanis, Kanadas ja USAs. Rootsi Veeteede Ametil ([SMA](#)) on täielik vastutus viie Rootsi jäämurdja eest alates omandist kuni hoolduse, mehitamise ja käitamiseni. Nende jäämurdjate kodusadamaks on Luleå Põhja-Botnia lahes. SMA on ka riiklik pädev asutus, mis teostab järelevalvet talvise navigatsioonibi üle ja vastutab ka jäämurdjate operatiivse kasutamise eest.

Tabel 18. Jäämurdeteenuse osutamise üldised haldusvõimalused

Option	Type or note	Vessel		c) Maintenance, safety and manning			d) Operating the vessel(s)*
		a) Financing	b) Ownership	Technical maintenance	Safety management	Manning	Navigational responsibility
1. Fully governmental operation		Gov:t agencies finance, own, maintain and operate the vessel(s)					
2. Public-Private-arrangements	2 a) Time chartering to an external service provider (SP)	Gov:t agencies finance, own and maintain the vessel(s)					SP
	2 b) Bareboat chartering to an external service provider	Gov:t finances and owns the vessel(s)		An external service provider maintains and operates the vessel(s)			
	2 c) Theoretically possible, but a risky option for the Government.	Gov:t finances the vessel(s)	The vessel is owned and operated by an external service provider; a highly trusted partner and a mutual long-term committment is required				
3. Procuring the service from the market either short or long term	3 a) A fully state-owned company	The vessel is financed, owned and operated by the provider of icebreaking and winter navigation assistance services					
	3 b) A company, where the state has a majority ownership						
	3 c) A fully privately owned commercial company						
	3 d) A company, where the state has a minority ownership						

*) Bunkering of the vessel is part of operating duties, but the cost of bunker is usually separately negotiated between the Gov:t and SP

Kaks suuremat Taani jäämurdjat, 75 meetri pikkused Danbjørn ja Isbjørn on mõlemad ehitatud 1960. aastate keskel. Laevad kuuluvad Taani mereväele. 65 meetri pikkune ekspeditsiooniline jäämurdja Thorbjørn on eraomandis.

Kanadas¹⁰ juhib rannavalve (Coast Guard) jäämurdjate operatsioone rannikul ja Suurel järvistul. USA rannavalvel (USCG) on praegu üks polaarklassi jäämurdja, 1976. aastal

¹⁰ Vaata lähemalt aadressilt: <https://www.ccg-gcc.gc.ca/icebreaking-deglacage/program-programme-eng.html>

tellitud 121 meetri pikkune rannavalvekutter Polar Star ja 2000. aastal tellitud 128 meetri pikkune keskklassi jäämurdja rannavalvekutter Healy.

[USCG](#) tellib või plaanib tellida kuni kuus uut avamere jäämurdjat, kuid Polar Security Cutter ei valmi tõenäoliselt enne 2027. aastat, mis on oluline viivitus võrreldes algse, 2024. aasta tähtajaga. USCG soovib nüüd selle ajaperioodi kompenseerimiseks osta mõne olemasoleva kommertsjäämurdja 150 miljoni USA dollari eest (ligikaudu 135 miljonit eurot) (High North News 2023).

Avaliku ja erasektori võimalused 2a-2c viitavad olukorrale, kus riigi omanduses olevad jäämurdjad on lühemaks või pikemaks ajaks prahitud. Need tehingud võivad toimuda ka väljaspool tegelikke talvekuusid, sest jäämurdjaid saab kasutada ka kaabli paigaldamise, platvormi või tuuleparkide ehitamise toetamiseks (üksikasjalikum teave on esitatud lisainfos nr 1.

Lisainfo 1. Ülevaade mitmeotstarbeliste jäämurdjate offshore-turust

Offshore tööstusharuna on laevandusturu heterogeenne ja muutlik osa, kus kasutatakse eri tüüpi ja suurusega varustuslaevu, ik. *Offshore Supply Vessel* (OSV) või teeninduslaevu, ik. *Service Operation Vessel* (SOV).

OSV ja SOV laevade või turgude määratlused võivad erineda, kuid üldiselt viitavad need ankrutõstesüsteemiga laevadele, ik *Anchor Handling Tug Ship* (AHTS), suurplatvormide varustuslaevadele, ik. *Platform Supply Vessel* (PSV), valve- ja päästelaevadele, avamereplatvormi teenindavatele meeskonnalaevadele ning mitmesugustele muudele avamere vaatlus- ja uurimislaevadele. Avamerel võib kasutada ka raskeveolaevu, näiteks tuuleturbiinide paigaldamise laevu, ik. *Wind Turbine Installation Vessel* (WTIV; vt näiteks [Wärtsilä](#)).

Need spetsiaalselt ehitatud või spetsialiseerunud laevad täidavad ülesandeid, mis on seotud näiteks nafta- või gaasiplatvormide, kaablite paigaldamise, tuuleparkide või muude avamere ehitusprojektidega.

OSV-laevade turu suurus ja areng

Konsultatsioonifirma [Fortune](#) Business Insights'i andmetel peaks OSV ülemaailmne turg kasvama 14,5 miljardilt USA dollarilt 2021. aastal 23,6 miljardile USA dollarile 2028. aastaks. Turul domineerivad 4–5 ülemaailmset teenuseosutajat, kellel on kuni 40 suurt teeninduslaeva, mille aastatulu on 3–5 miljardit USA dollarit.

Suured teenusepakkujad on võimelised sõlmima ka kuni 10-aastaseid või pikemaajalisi lepinguid mitme teeninduslaevaga, näiteks 10+3 aasta ja ligikaudu 100 miljoni euro suuruse lepingu nelja laevaga suures Põhjameri tuuleparkide piirkonnas (vt nt Ühendkuningriigis asuv [North Star Shipping](#)).

Samuti on ruumi väikestele, paindlikele ja kulutõhusatele nišiteenuse osutajatele, kuid nende ülesanded on tavaliselt projektipõhised ja nõudluse pikaajaline vajadus on piiratud.

Viimastel aastakümnetel on *offshore*-turg olnud turbulentne, kuna nõudlus teenuste järele nafta- ja gaasiväljade ehitamisel ning kaablite paigaldamisel on vähenenud. Samal ajal on turule sisenenud suur hulk uusi või moderniseeritud vanemaid laevu,

põhjustades SOV-de ja OSV-de ülepakkumist (Markets and Markets 2023). Viimasel ajal on tuuleparkide ehitamine tekitanud uut nõudlust, seal võiks kasutada ka mitmeotstarbelisi jäämurdjaid.

2022. aastal kasutati ligikaudu 60–70 % ülemaailmsest teeninduslaevade võimsusest tuuleparkide käitamiseks, kus Põhjameri on ülekaalukalt suurim turg. Nafta ja gaasiga seotud tegevus moodustas 10–20 % võimsusest, samas kui 10–15 % laevadest oli rentimata ehk teisisõnu saadaval, kuid ilma lepinguta. Vähem kui 5 % teeninduslaevadest olid ümber ehitamisel, hooldamisel või varustamisel ([Spinergie 2023](#)).

Soome kogemus

Soome mitmeotstarbelised jäämurdjad Fennica ja Nordica, mis ehitati vastavalt 1993. ja 1994. aastal Soome Veeteede Ameti tarvis, olid suuresti motiveeritud *offshore*-turu võimaluste kasutamisest. Kuid nende kommertsedu jäi oodatust väiksemaks. Pettumust valmistav kogemus on muu hulgas seotud Soome jäämurdjate oluliselt suuremate meeskonnakuludega kui näiteks Eesti jäämurdjatel.

Täna on ettevõtte Arctia Icebreaking Ltd omandis olevad ja käitatavad Fennica ja Nordica võrreldes olemasolevate uuemate laevadega turul üsna vanad ja ebasobivad laevad enamiku *offshore*-tööde jaoks. Viimase 2–3 aasta jooksul ei ole neid mitmeotstarbeliste funktsioonide tarvis enam prahitud.

Augustis 2023 teatas Arctia Icebreaking Ltd, et sõlmis lepingu aastase rendi kohta 2023.–2025. meresõiduhooaegadeks Kanada ettevõtte Baffinland Iron Mines Corporationiga. Leping hõlmab jäämurdeteenuseid ühe mitmeotstarbelise jäämurdjaga. Prahtimine ei mõjuta Arctia jäämurdevõimekust Läänemerel, kuna tegevus viiakse lõpule enne Soome jäämurdehooaega. Aastatel 2018–2022 sõlmis sama klient Botnicaga lepingu sarnaste ülesannete täitmiseks.

Eesti kogemus

Viimastel aastatel alates juunist kuni oktoobri lõpuni on Botnica aidanud Kanada Arktikas Panamaxi suurusega kaubalaevu rauamaagi eksportimisel Milne Inleti sadamast avamerele. Laev on töötanud ka Euroopa tuuleparkide ehitusobjektidel (Tallinna Sadam 2021 ja intervjuud).

Kanada Arktikas valitsevad tingimused on muuhulgas mitmeaastase jää tõttu väga keerulised. Toimingud nendes vetes põhjustavad laeva ja selle kere oluliselt suuremat kulumist kui Soome lahe tingimused. See asjaolu võib lühendada laeva majanduslikku kasutust ja põhjustada aja jooksul oodatust suuremaid hooldus- ja remondikuluseid.

Järeldus

Võimekus sellel keerulisel turul tegutsemiseks pika aja jooksul nõuab kõrgelt kvalifitseeritud ja ettevõtlusele suunatud juhtimist ning aktiivset suhtlemist potentsiaalsete klientidega. See tähendab ühtlasi seda, et mitmeotstarbelise jäämurdja kommertskasutust ei saa riigiasutus tõhusalt juhtida. Selle asemel on vaja äriliselt orienteeritud ettevõtet ja asjakohaste eesmärkidega juhtkonda.

Väikesemahulise mitmeotstarbelise laevateenuse osutaja kliendid on sageli suured OSV-teenuse pakkujad, kes võivad oma ülesannete täitmisel vajada alltöövõtjaid, kuid võivad samuti olla ka suured Arktikas tegutsevad tööstus- või kaevandusettevõtted. Selles äris püsimiseks on loomulikult vaja ka kvalifitseeritud meeskondi ja hästi hooldatud laevu.

Kokkuvõttes on *offshore*-turg väga volatiilne ja suure riskiga ärisegment, eriti väikeste pakkujate jaoks. Nõudluse prognoositavus on madal ja tulevaste lepingute periood on harva pikem kui 1–2 aastat. Võrreldes investeerimisvajaduste ja laevade pika kasutuseaga on see väga lühike periood.

Teisisõnu tuleb olla ettevaatlik, kui mitmeotstarbelise jäämurdja puhul, mille majanduslik kasutusiga on 50+ aastat, lisatakse kasumlikkuse ja kulude arvutustesse *offshore*-turu tegevused.

Varianti 2a võib kasutada ka lühiajaliseks jäämurdeteenuse osutamiseks välisriigis, näiteks juhul, kui Rootsi jäämurdjaid kasutatakse Soome (või erandjuhtudel Eesti) vetes. On mõeldav, et Soome jäämurdjad saavad Eestis teenust osutada või vastupidi. See nõuaks riikidevahelist kokkulepet vastastikuse jäämurdeeenuste osas, mille õiguslik alus peab tingimata olema ametlik prahtimisleping.

Valikuvõimalust 3a kasutatakse Soomes ja Lätis. Soome Veeteede Ametile varem kuulunud jäämurdelaevastik anti esmakordselt 2004. aastal üle uuele riigile kuuluvale ettevõttele Finstaship, mis sai selle laevastiku omanikuks, haldajaks ja käitajaks koos endiste Soome Veeteede Ameti töötajatega. Seejärel muudeti Finstaship 2010. aastal 100 % riigi osalusega aktsiaseltsiks Arctia Shipping Oy, nüüd Arctia Ltd. (Oy). Arctia jäämurdjate kodusadamad on Helsingi ja Kotka sadamad Soome lahes.

Lätis tegutsevad SIA „LVR Flote“ jäämurdjad Varma (Tarmo sõsarlaev) ja Foros. SIA „LVR Flote“ on Riia sadama tütarettevõte, mis omakorda kuulub täielikult Läti valitsusele.

Lisaks võimalusele 1a kasutatakse Eestis ka variante 3b ja 3c. Riigil on enamusosalus börsil noteeritud Tallinna Sadamas, kuhu kuulub TS Shipping OÜ. Ettevõttele kuulub mitmeotstarbeline jäämurdja Botnica, kes osutab Soome lahes jäämurdeteenust, sealhulgas Muuga sadamas, Tallinna ja Kopli lahe sadamates, Paldiski Põhja- ja Lõunasadamades, Kunda ja Sillamäe sadamates Transpordiametiga sõlmitud 10-aastase lepingu alusel. Praktikas teenindab Botnica peamiselt Sillamäe ja Kunda sadamatesse suunduvat liiklust.

3c-ga sarnaselt kasutatakse Liivi lahe jäämurdetöödel aeg-ajalt erateenusepakkujaid, näiteks Alfons Håkans Ltd., millega Eesti valitsusel on sõlmitud valmidusleping.

Variandid 2c ja 3d on hüpoteetilised, nii et need jäetakse järgnevast arutelust välja.

3.5 JÄÄMURDETEENUSE KORRALDUSVÕIMALUSED EESTIS

Tuginedes jäämurdeteenuse üldistele halduse võimalustele, on praegune olukord Eestis ja ülejäänud võimalused esitatud tabelis 19.

Täielikult riigi korraldatud tegevus (1. võimalus) jaguneb siin kolmeks valikuvariandist, kus praegune kord on näide variandist 1a. Valikuvariant 1b näeb ette olukorda, kus valitsus otsustab tellida turult uue või kasutatud jäämurdja.

2023. aastal anti vastloodud Riigilaevastikule üle kõik teised riigi omandis olevad laevad ja alused, välja arvatud varem piirivalvele kuulunud suuremad laevad, mis anti üle Eesti mereväele. Nende hulka kuuluvad väiksemad laevad, näiteks 45 meetri pikkune Raju, 36 meetri pikkune Pikker, aga ka 63,9 meetri pikkune Kindral Kurvits, mis on võimeline ka reostust tõrjuma.

Tabel 19. Jäämurdeteenuse osutamise üldised haldusvõimalused Eestis

Option	Type or note	Assigning the vessel(s)	Vessel		c) Maintenance, safety and manning			d) Operating the vessel(s)*
			a) Financing	b) Ownership	Technical maintenance	Safety management	Manning	Navigational responsibility
1. Fully governmental operation	1 a) Current arrangement	Transpordiamet	Government	Riigilaevastik (RL) vessels Tarmo and EVA 316				
	The new vessel would go to Riigilaevastik							
2. Public-Private-arrangements	2 a) Time chartering to an external service provider (SP)			Riigilaevastik				SP
	2 b) Bareboat chartering to an external service provider			RL	External service provider			
3. Procuring the service from the market either short or long term	3 a) A fully state-owned company or state agency		In use in Finland (Arctia Oy) and Latvia (LVR Flote)					
	3 b) A company, where the state has a majority ownership		TS Shipping as a service provider with a 10 year contract on Botnica in the Gulf of Finland					
	3 c) A fully privately owned commercial company		This option has been used for short term peak demand assignments with e.g. Alfons Håkans in Gulf of Riga					
	3 d) A company, where the state has a minority ownership		Not applicable					

*) Bunkering of the vessel is part of operating duties, but the cost of bunker is usually separately negotiated between the Gov:t and SP

= Shaded fields indicate an option currently used in Estonia

Tabelis 19 esitatud peamised valikud on esitatud tabelis 20 koos hinnanguga hetkeolukorrale Eestis. See hinnang on aluseks üksikasjalikumale analüüsile, mis viiakse lõpule peamiste sidusrühmadega peetud intervjuudega.

Tabel 20. Võimalused jäämurdeteenuse osutamise korraldamiseks Eestis

Option		1. Fully governmental operation		2. PPP option	3. Procuring the service from an external provider either short or long term		
Governance considerations		1 a) Current set-up with IB Tarmo and EVA 316	1 b) Purchase of a new or used icebreaker	2 a) T/C or 2 b) B/B out to a service provider	3 a) A fully state-owned company or state agency	3 b) State majority ownership; TS within the T/C period	3 c) Privately owned company
Co-operation arrangements		Managed by TA (MoTC) or RL (MoC)	Managed by RL and TA with MoC and MoTC	As long-term solutions, options 2 a) and 2 b) are rather risky. As a short-term solution, these options may be utilised during off-season periods. These short-term contracts may also be a possibility in option 1 b)	Managed by TA and MoTC / MoC		
Security of Supply and business continuity		Secure service provider; only two vessels	Secure service provider		Secure, if from FIN or SWE	Secure service provider	Limited risks in short term
Preconditions for operational efficiency		On system level depending on the cooperation b/w TA, RL and VTS	Set-up as with Tarmo and EVA 316		A new interface; possible effects	As in 1 a), but with TS instead of RL	
Multipurpose features	Environmental	Limited capacity	Depending on N/B layout and S/H equipment		As in option 1 b)	As in option 1 a)	Limited or no capacity
	Coast Guard or Navy	Not included	Unlikely				Not possible
	Salvage	Not included, but according to int'l maritime law	Possible, and according to int'l maritime law				Limited capacity, depending on contract
Safety	At sea	RL responsibility	RL responsibility		Main responsibility with the service provider	Mainly TS responsibility	
	On land		RL and TA responsibility				
Costs	Purchase price or T/C costs	Capital value of current ships is low	Very high for a N/B, S/H price depending on availability		Depending on contract and market situation		
	Management	For RL and TA in their own costs	Mainly RL responsibility; L/C costs (very) high for a N/B		Main responsibility with the service provider		
	Life cycle	RL responsibility					

MoC = Ministry of Climate; MoTC = Ministry of Transp. & Comm.; PPP = Public-Private Partnership;

TA = Transprodiamet; TS = TS Shipping OÜ; RL = Riigilaevastik

T/C = Timecharter; B/B = Bareboat charter; N/B = Newbuilding; S/H = second hand; L/C = life cycle

= Shaded fields indicate an option currently used in Estonia

Kui Eesti otsustab hankida uusi jäämurdjaid, võib Euroopa Ühendamise Rahastu (CEF) või uus sõjaväelise liikuvuse (*Military Mobility*) programm olla kõige olulisemaks rahastusallikaks. Mõlemad rahastusallikad piiravad laevade kasutamist väljaspool nende

kavandatud tegevuspiirkonda või kasutamisalala. See tähendab, et multifunktsionaalsed ülesanded väljaspool Eestit ei oleks tõenäoliselt võimalikud ning seda liiki rahastamine võiks seega sobida ainult tavapärastele jäämurdjatele. Igal juhul tuleb rahastamistingimusi ja -piiranguid põhjalikult uurida.

2023. aasta juulis sai Rootsi Euroopa Ühendamise Rahastust ligikaudu 90 miljonit eurot 2027. aastal valmiva uue jäämurdja ehitamiseks. Rootsi taotleb 2023. aasta septembris ELi sõjaväelise liikuvuse programmi raames rahalist toetust ka oma teise uue jäämurdja ehitamiseks, selle programmi raames jagatakse kokku 790 miljonit eurot.

VÖTMETÄHTSUSEGA KÜSIMUSED

Ei	Ülesanne/küsimus*	Vastus
4	Millised alternatiivid on jäämurde rahastamise korraldamiseks võimalikud? Millist mõju avaldab jäämurdeteenuste osutamine veeteede tasude laekumisele ja vastupidi?	Vt tabel 18 talvise navigatsioonibi üldised juhtimisvõimalused.
9	Milliseid muudatusi saaks Eestis jäämurdeteenuse tõhusamaks muutmisel teha?	Vt JÄRELDUSED osa Muud kaalutlused
10	Arvestades asjaolu, et jäämurdja kasutusega on 50 aastat ja mitmeotstarbelise laeva majanduslikult ratsionaalne kasutusega on 25 aastat, milline on riigi seisukohast kõige mõistlikum stsenaarium?	Vt 3. peatüki Selgitus 1. Ülevaade mitmeotstarbeliste jäämurdjate offshore-turust , 5. peatükk ja JÄRELDUSED osa uue mitmeotstarbelise jäämurdja plussid ja miinused

ALLIKAD JA VIITED

Arctia (2022) 2021 Vuosikatsaus (Annual report).
https://www.arctia.fi/media/vuosikertomukset/vuosikertomus-2021/arctia_vuosikatsaus_2021.pdf

Aker Arctic (2016) List of operational icebreakers as per 28 Nov. 2016 collected by Aker Arctic for Baltice.org (BIM), available at:
https://baltice.org/app/static/pdf/operational_icebreakers.pdf

BIM (2020) Baltic Sea Icebreaking Report 2019-2020 by Baltic Icebreaking Management; available at: <https://baltice.org/app/static/pdf/BIM%20Report%202019-2020.pdf>

BIM (2021) Baltic Sea Icebreaking Report 2020-2021 by Baltic Icebreaking Management; available at: <https://baltice.org/app/static/pdf/BIM%20Report%202020-2021.pdf>

High North News (2023) "New US Icebreaker Delayed Until 2027, Russia Orders 6th and 7th Nuclear Icebreaker", published 9 Feb. 2023, available at: <https://www.highnorthnews.com/en/new-us-icebreaker-delayed-until-2027-russia-orders-6th-and-7th-nuclear-icebreaker>

LVR Flote (2023) Company website: [RIGA FREEPORT FLEET \(lvrflote.lv\)](http://lvrflote.lv)

Merkel, A. and Vierth, I (2022) Granskning av förslag till modell för farledsavgifter, VTI PM 2022:2, available at: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1652402/FULLTEXT01.pdf>

Ojala, L, Solakivi, T, Helminen, R, Kajander, S and Paimander, A (2023) Suomen merikuljetusten huoltovarmuuskapasiteetti, Huoltovarmuuskeskus (National Emergency Supply Agency of Finland) available at: <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/files/f8a073d180b1e9990749032249c30520b7ed28cc/suomen-merikuljetusten-huoltovarmuus.pdf>

Port of Tallinn (2021) MPSV Botnica's 10-year icebreaking service to the Transport Administration; website from 3 February 2021 available at: <https://www.ts.ee/en/mpsv-botnicas-10-year-icebreaking-service-to-the-transport-administration/>

SMA (2022) Konsekvensutredning angående förslag till ändringar av föreskrifter om farledsavgift, Swedish Maritime Administration, available at: <https://www.sjofartsverket.se/globalassets/om-oss/lagrum/aktuella-remisser/konsekvensutredning-farledsavgifter-2023.pdf>

Statistics Estonia (2023) TS154: INTERNATIONAL SHIPPING TRAFFIC THROUGH PORTS, available at: https://andmed.stat.ee/en/stat/majandus_transport_veetransport/TS154

Finnish Transport Infrastructure Administration/ Väylävirasto (2021) 142 vuorokautta kestänyt jäänmurtokausi päättyi, (FTIA, Finnish Transport Infrastructure Agency) at <https://www.epressi.com/tiedotteet/logistiikka-ja-liikenne/142-vuorokautta-kestanyt-jaanmurtokausi-paattyi.html>

VTV (National Audit Office of Finland, 2020) Jälkiseurantaraportti: Yritysvastuun ohjaus ja toteutus valtionyhtiöissä Case: Arctia Oy, Kemijoki Oy, Vapo Oy. <https://www.vtv.fi/julkaisut/jalkiseurantaraportti-yritysvastuun-ohjaus-ja-toteutus-valtionyhtiöissä-case-arctia-oy-kemijoki-oy-vapo-oy/>

4. JÄÄMURDEVAJADUS JA LAEVADE VARIANDID

Käesolev peatükk annab ülevaate Eesti jäämurde kontekstist ning tutvustab 11 stsenaariumi (üheksa baasstsenaariumi ja kaks täiendavat stsenaariumi) kohta Eestis jäämurdeteenuste osutamise alternatiivide kohta.

4.1 KONTEKST

4.1.1 ÜLEVAADE KAUPADE JA LAEVADE LIIKUMISEST

VIITED 1.PEATÜKILE

Viimased aastad on näidanud, et Eesti idaosas ning Liivi lahes ja Pärnus on vaja jää murdmise võimekust. Kuigi Tallinna ja Paldiski piirkonnas, kus asuvad Eestile olulised sadamad, jäämurdjate teenuste järele nõudlust ei ole, peab olema valmidus nendes piirkondades mingis vormis jäämurdeteenuste pakkumiseks.

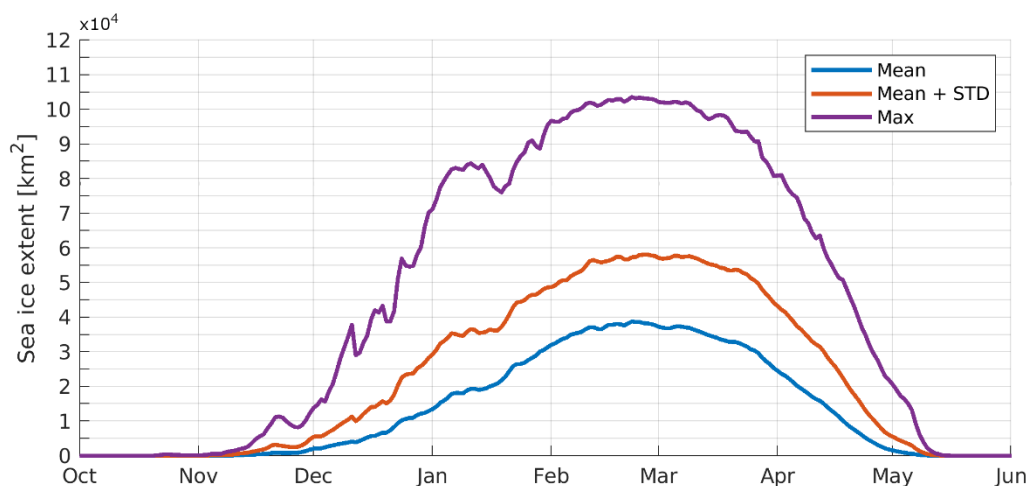
Sadamate teenindatavad kaubavood sõltuvad sisemaa ja rannikupiirkonna majanduslikust olukorrast ning poliitilistest suhetest naabrite ja võimalike partneritega.

Kuna laevaliiklus teenindab neid kaubavoogusid, suureneb või väheneb maht kooskõlas kaubavoogude muutustega. Muutused laeva suuruses võivad seda mingil määral muuta. Eesti sadamate laevaliikluse statistika kohaselt ei ole Eesti kaubasadamaid külastavate laevade suuruses viimase kümne aasta jooksul märkimisväärsed muutusi toimunud.

4.1.2 ÜLEVAADE JÄÄTINGIMUSTEST

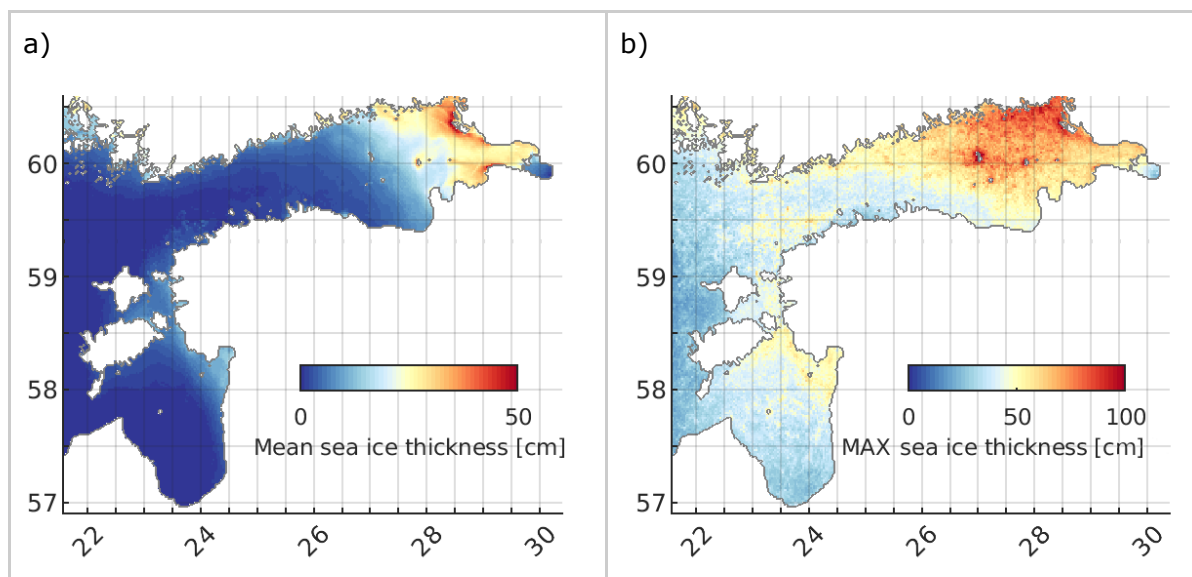
PEAMINE 2. PEATÜKIST

Aastatel 1993–2022 jõudis jää keskmine ulatus veebruari lõpus või märtsi alguses oma maksimaalse ulatuseni ligikaudu 40000 km² (Joonis 39). Merejää ulatus sõltub suurel määral kogu talve keskmisest temperatuurist (keskmiselt 5 kuud). Seetõttu on merejää ulatuse varieeruvus suur, ulatudes maksimumist ligikaudu 100 000 km² kuni vähem kui 1 000 km²-ni (2019/2020 talv).



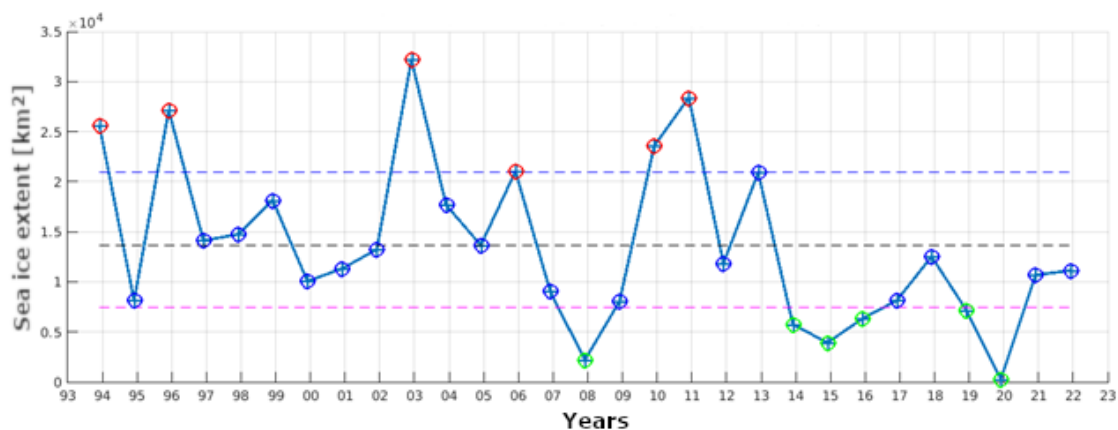
Joonis 39. Merejää ulatuse keskmine (sinine), maksimaalne (violetne) ja standardhälve (punane) uuringupiirkonnas. Andmed pärinevad aastatel 1993–2021 kogutud andmetest.

Aastatel 1993–2022 oli keskmine jääpaksus Eesti rannikul püsivalt ligikaudu 10 cm või vähem (Joonis 40 (a)). Ainus erand sellest trendist on Pärnu laht ja teised suletud alad, kus jää paksus on suurem. Maksimaalne jääpaksus on palju suurem ja võib kõige külmemal talvel ulatuda kuni 80 cm-ni. Analüüsitud andmed ei sisalda siiski ühtegi jääkuhjatist, mis võib lokaalselt palju suuremat paksust põhjustada.



Joonis 40. a) keskmine ja b) maksimaalne jääpaksus. Väärtused on saadud 1993. ja 2021. aasta andmetest.

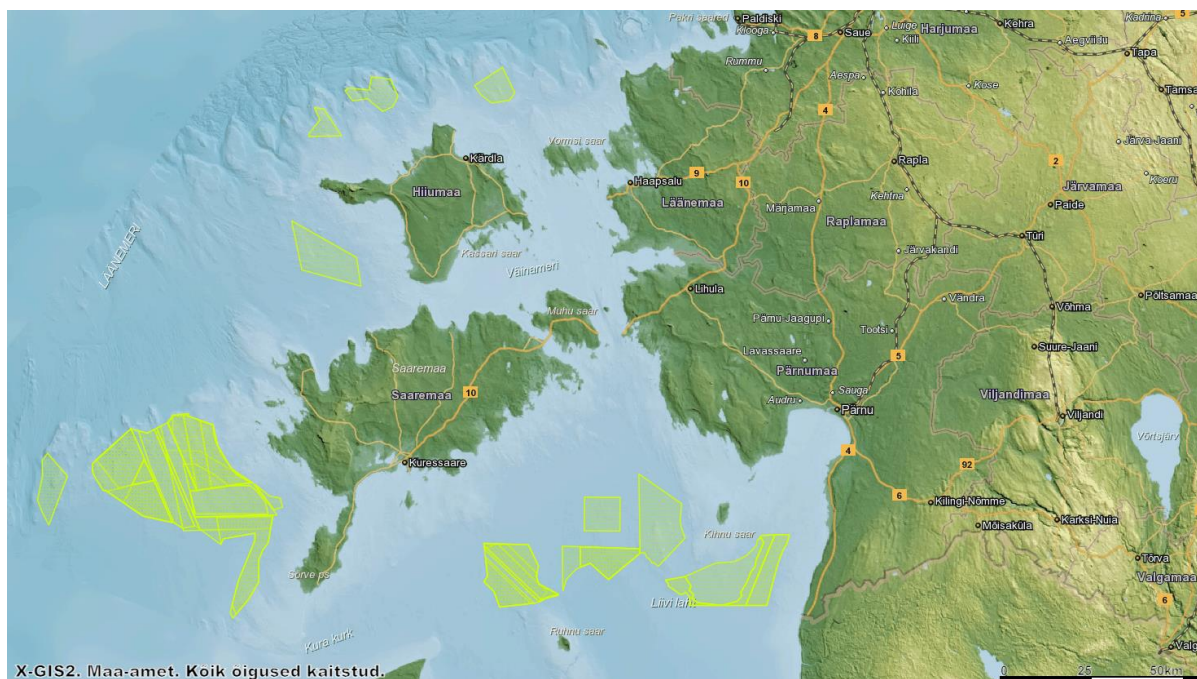
Aastatel 1993–2022 on ligikaudu 20 % talvedest olnud karmid, 60 % on olnud keskmised ja 20 % on olnud soojad talved (Joonis 41). Kuna kliimastsenaariumides prognoositakse temperatuuri tõusu, on oodata keskmiste ja soojade talvede osatähtsuse kasvu. Seetõttu eeldatakse, et karmid talved muutuvad oluliselt harvemaks. Siiski on soojemate kliimastsenaariumide puhul ja äärmuslikes ilmastikutingimustes võimalus karmimate talvede tekkeks.



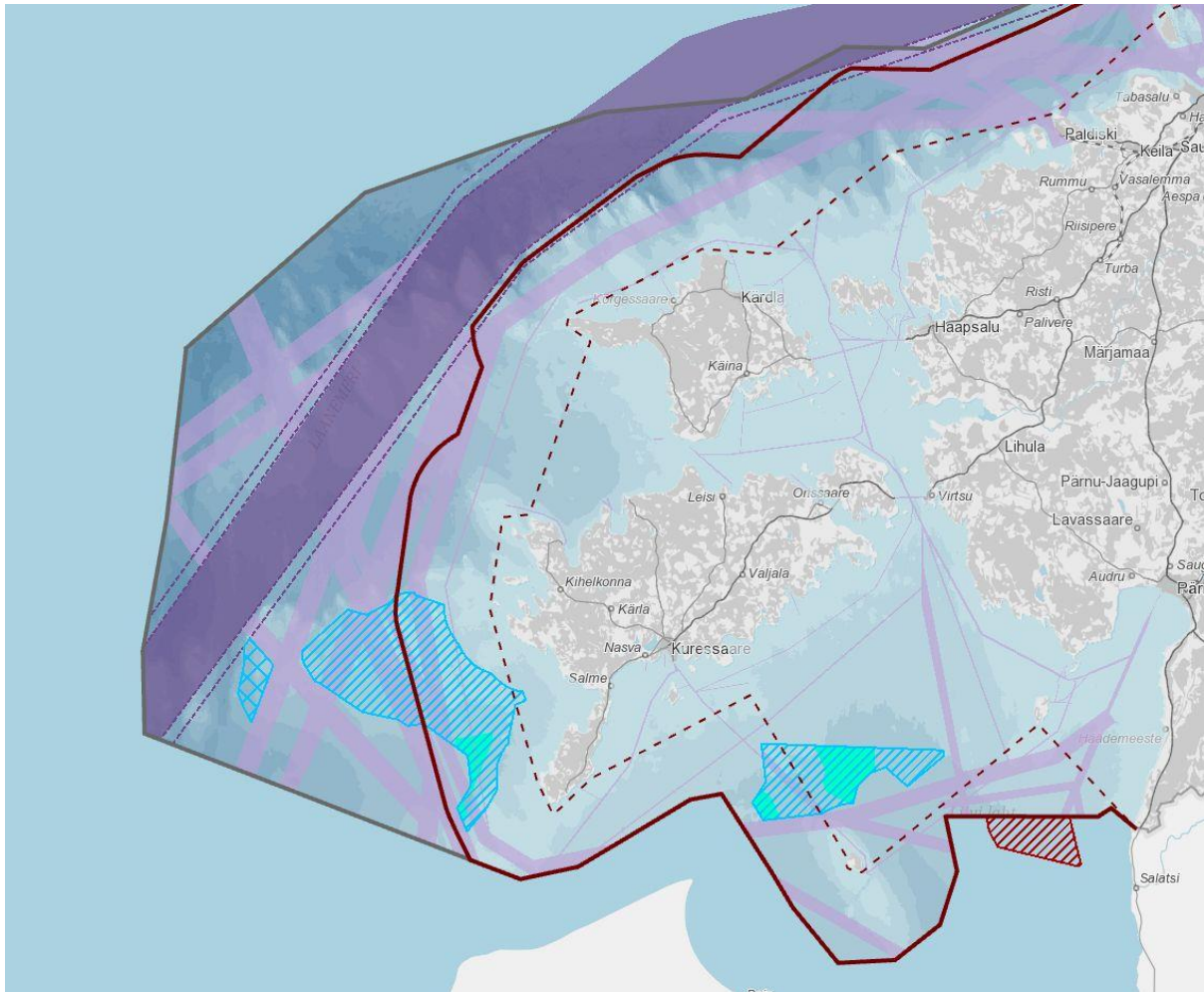
Joonis 41. Hooajaline keskmine merejää ulatus aastate jooksul Copernicuse mereteenuse kordusanalüüsi andmete põhjal. Punased ringid tähistavad karme talvesid, rohelised ringid vastavad soojadele talvedele ja sinised ringid tähistavad keskmist talve. Eraldamine toimub protsentiilide 20 ja 80 põhjal.

TUULEPARKIDE ASUKOHAD JA JÄÄ

Navigatsioonimärkide, sammaste ja teiste konstruktsioonide merejää tingimustes ehitamisel on pikad traditsioonid, mis kirjeldavad viise, kuidas neid ehitada selliselt, et ehitised taluksid merejää jõudu. Seevastu jää moodustumise ja sulamistingimuste andmeid tuuleparkide ja nende ümbruse kohta (tuulikute vundamendid) on suures osas puudu. Joonis 42 on kujutatud alasid, mille kohta on taotletud tuulepargi ehitusluba (viirutatud alad). Oluline osa Liivi lahe arendustest keskendub piirkondadele, kus jääd mõjutavad tuuleolud ja selle dünaamika. Ainult karmide talvede ajal võib kavandatud tuuleparkide idapoolseimates piirkondades tekkida püsijää. Muudel juhtudel on suurem tõenäosus, et jääpangad liiguvad läbi tuuleparkide.



Joonis 42. Viirutatud kohad viitavad piirkondadele, kus on taotletud tuulepargi ehitusluba. (Allikas: Maa-amet 2023)



Joonis 43. Eesti merealasse kavandatud avamere tuule- ja mereliiklusalad.
Allikas: <https://mereala.hendrikson.ee/kaardirakendus.html> (29.8.2023)

Ühest küljest on mõttekas hinnata, kas mitmed sambad suurendavad jää moodustumise tõenäosust ning kas karmidel talvedel moodustuks püsijää. Teisest küljest suurendaksid sambad võimalust, et jääpangad purunevad väiksemateks tükkideks või hakkavad tuulistes tingimustes kuhjuma. Igal juhul muudaksid tuulepargid Liivi lahe looduslikku jäädünaamikat, mis omakorda mõjutaks tõenäoliselt ka jäämurde vajadusi. See on oluline teema, mis nõuab kõrgresolutsiooniga hüdrodünaamilist- ja jää modelleerimist ning põhjalikumat analüüsi, mis ei kuulu käesoleva uuringu ülesannete hulka

4.1.3 KESKKONNAMUUTUSED JA -EESKIRJAD

Aastaks 2050 muutub laevandus rangemate keskkonnanalaste eeskirjade tõttu rohkem kui varasemate aastakümnete jooksul.

EESKIRJADE KARMISTAMISE TAUST

2018. aastal kehtestas Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (IMO) eesmärgi vähendada 2050. aastaks laevanduse kasvuhoonegaaside heitkoguseid 50 % võrra ning 2023. aasta juulis karmistas IMO oma eesmärgi veelgi. IMO kasvuhoonegaaside muudetud strateegia sisaldab suuremat ühist eesmärki saavutada rahvusvahelise laevanduse kasvuhoonegaaside netonullheide 2050. aasta paiku, kohustust tagada 2030. aastaks

alternatiivsete null- ja nullilähedase kasvuhoonegaaside heitega kütuste kasutuselevõtt ning soovituslikke kontrollpunkte 2030. ja 2040. aastaks.

2023. aasta juulis tegi Euroopa Parlament lõpuks otsuse ka paketi „Fit for 55“ kohta, milles sätestati laevakütuste süsinikusisaldus, kütuse jaotamine ja maksustamine ning mis hõlmas ka laevandust heitkogustega kauplemise süsteemi ühe osana.

Need on vaid viimased muudatused kasvuhoonegaaside heite määrustes. Esimesed rahvusvahelised eeskirjad laevanduse kasvuhoonegaaside vähendamiseks jõustusid enam kui kümme aastat tagasi.

LAEVA TEHNILISED JA KÄITAMISEESKIRJAD

IMO seadis 2011. aastal eesmärgid, mille kohaselt tuleb uute laevade konstruktsioon projekteerida nii, et laevade kütusekulu ja seega kasvuhoonegaaside heitkogused väheneksid. EEDI tähistab energiatõhususe indeksit (*Energy Efficiency Design Index*), st seda kasutatakse laeva energiatõhususe indeksi (süsinikdioksiidi heide tonnkilomeetri kohta) arvutamiseks. Laeva käitamiseks peab indeksi väärtus olema väiksem kui IMO kehtestatud kontrollväärtus. Need nõuded karmistuvad järk-järgult, seega uued laevad muutuvad järk-järgult vähem heidet tekitavaks. Määrus on juba avaldanud olulist mõju laevade energiatarbimisele, näiteks laevakere kuju projekteerimisel, samuti asjaolule, et kõige uuematel laevadel on mootorivõimsus tavaliselt väiksem kui vanematel laevadel.

IMO kehtestas 2021. aastal nõude, et olemasolevad laevad peavad vastama ka IMO kehtestatud energiatõhususe nõuetele EEXI (*Energy Efficiency Existing Ship Index*). Ja nagu EEDI, karmistub EEXI järk-järgult.

EEDI määrus on juba muutunud ja EEXI uus määrus muudab Läänemeres tegutsevate uute laevade ehitust. Uued laevad on võimsuselt väiksemad ja vajavad seetõttu talvel rohkem jäämurdja abi (vt 4.1.5 Laevade jääLÄBIMISVÕIME IMO UUTE EESKIRJADEGA SEoses).

IMO kiitis 2021. aastal heaks ka palju vastuolulisema määru CII (*Carbon Intensity Indicator*), st CO₂-mahukuse näitaja. See nihkus laeva konstruktsioonidelt laeva käitamisele, st laev peab vähendama teatavaid kasvuhoonegaaside heitkoguseid.

HEITKOGUSTEGA KAUPLEMINE

EL võtab sel aastal kasutusele ka turupõhise kontrollivahendi – heitkogustega kauplemise süsteemi (HKS). Heitkogustega kauplemise süsteem tähendab, et käitaja peab pärast iga aastat tagastama oma heitkoguste täielikuks katmiseks piisavalt saastekvoote, vastasel juhul määratakse suured trahvid.

Praktikas tekib olukord, et mida rohkem kasvuhoonegaase atmosfääri paisatakse, seda rohkem tuleb osta saastekvoote ja seda suurem on nende hinnatõus. Eesmärgiks on luua olukord, kus laevandusettevõtja jaoks on kõige mõistlikum vähendada heitkoguseid, selle asemel, et osta saastekvoote. Kuna CO₂-heite turgu jagatakse ka teiste tööstussektoritega, suunab süsteem tegevusi heitkoguste vähendamiseks seal, kus seda on kõige lihtsam või odavam teha, ning vastavad ettevõtted müüvad seejärel õigused teiste tööstusharude ettevõtetele.

Heitkogustega kauplemine kehtestatakse laevanduse jaoks esimest korda 2023. aastal, arvestades mõningaid käesoleva aasta heitkoguseid, ning järgnevatel aastatel

karmistatakse seda. Raske on hinnata, milline on saastekvootide hind tulevikus ja kuidas see mõjutab sektori arengut.

CO₂-heite vähendamise meetmed on Läänemere laevanduse seisukohalt eriti keerulised, sest merel tekib igal aastal jääkate. See tähendab, et laevad peavad olema tugevamad ja neil peab olema rohkem võimsust, et jätkata seilamist ka talvel – ning fossiilkütuste kasutamisel eralduks rohkem CO₂. See tähendab, et Läänemere laevandus ning Läänemere piirkonna ekspordi- ja imporditööstus on halvemas konkurentsiolukorras kui Lõuna-Euroopa laevandus. Seetõttu saavad jääklassiga laevad kuni 2030. aastani ELi merenduse heitkogustega kauplemise süsteemis viieprotsendilist soodustust. Kahjuks ei ole see piisav, et vähendada jää tõttu tekkinud kütusekulu ja see maksuvabastus kehtib ainult kuus aastat, pärast seda tuleb leida lahendused, kuidas Läänemere laevandus suudaks konkurentsivõimet säilitada.

KÜTUSEID KÄSITLEVAD EESKIRJAD

EL on seadnud ühtlasi eesmärgi merel kasutatava kütuse aastase arvutusliku süsinikusisalduse vähendamiseks. See FuelEU Maritime tähendab, et osa kasutatavast kütusest peab olema süsinikuvaba, sellisel juhul kasutatakse biokütuseid või muid uusi mittefossiilseid kütuseid, näiteks metanooli. Seda määrust karmistatakse järk-järgult ja sel on tõenäoliselt laevandusele märkimisväärne mõju. Siiski tuleb märkida, et isegi üks fossiilkütusevabal kütusel sõitev laev vähendab laevandusettevõtja kogu laevastiku heitkoguseid ja seega võib laevandusettevõtja mitme aasta jooksul minna üle heitevabadele laevadele.

4.1.4 UUED KÜTUSED

Laevanduses on kasutusel mitmeid alternatiivseid vähese CO₂-heitega ja CO₂-heiteta kütuseid. Kütuselahenduste võrdlemisel on kõige olulisem pikaajaline perspektiiv selles osas, kui palju kasvuhoonegaase vastav kütuseliik toodab.

Kütuseallikad võib põhienergia alusel jagada kahte kategooriasse: mittetaastuvad ja taastuvad energiaallikad. Taastumatute energiaallikate hulka kuuluvad kivisüsi, ligniit, nafta, maagaas ja tuumaenergia. Taastuvad energiaallikad on tuul, päike ja biokütused.

Mõnda neist energiaallikatest võib kasutada ka laevakütusena, näiteks naftat või maagaasi. Mõned energiaallikad, näiteks tuuleenergia või biomass, muundatakse teiseks energiasvormiks. See teine energiasvorm on praegu tavaliselt elekter.

Mitmeid transpordiliike, nagu maantee- või raudteetransporti, elektrifitseeritakse kiires tempos. Kuid elektrit on pikaks merereisiks raske salvestada, mistõttu kasutatakse selle asemel vesinikku või mõnda muud sellest saadud keemilist ühendit. Vesinikul põhinevaid kütuseid saab säilitada pikka aega, vesinikuaku on efektiivsem kui traditsioonilised akud.

ALTERNATIIVKÜTUSED

Elekter – elekter on tuleviku laevanduses üks väiksema heitega kütuseid. Praegu on kõige levinumad elektrilahendused kaldaenergia, st laev on elektrivõrguga ühendatud sadamas ja sadamas eraldi abiseadmeid kasutama ei pea.

Laevad vajavad märkimisväärsel hulgal energiat ning pikematel reisidel, eriti jääoludes või isegi jäämurdjates, on elektri tootmiseks vajalike akude kogus märkimisväärselt suur.

Elekter kui selline sobib kõige paremini lühimaavedudeks, näiteks saarestikus või linnaveetranspordis kasutamiseks.

Biokütused – lihtsaim lahendus laevanduses oleks see, kui praegused fossiilkütused asendatakse biodiisli või gaasiga. Kahjuks on biokütuste tootmine oluliselt väiksem kui tarbimine. Eeldatakse, et need transpordiliigid, nagu õhustransport, kus kütuse energiatihedus on oluline, kasutavad suurema osa tulevastest biokütustest. Sellest enam meresõiduks ei piisaks.

Vesinik – vesiniku kasutamise probleem seisneb selle madalas energiatiheduses, sest isegi kui vesinik on veeldatud, vajab vesinik sama koguse energia tootmiseks enam kui kolm korda rohkem ruumi kui raske kütteõli. Seetõttu ei peeta puhtast vesinikku enam potentsiaalseks kütuseks, vaid püütakse leida lahendusi vesiniku väiksemas mahus rohkem energiat andvaks ammoniaagiks, metaaniks või metanooliks muundamiseks. See muundamine võib toimuda kas elektri või bioloogiliste kütuste abil. Kahjuks kulub ka selles protsessis alati energiat, seega on iga vesinikul põhinev kütus on paratamatult veidi halvem lahendus – kuid lahendab teisalt vesiniku rohke ruumivajaduse probleemi.

Ammoniaak – kui aine on veeldatud, on see energiatiheduse poolest juba oluliselt parem kui vesinik ega ei vaja laeval nii palju ruumi. Teisalt nõuab vedelkütuse mahuti pardal palju ruumi. Ammoniaagi probleem on selle toksilisus, mis seab aine kasutamisele kütusena täiendavaid nõudmisi.

Metaan, veeldatud maagaas, biogaas – LNG, veeldatud maagaas, on laevanduses juba laialdaselt kasutatav kütus, eriti seetõttu, et LNG ei sisalda väävlit. Veeldatud maagaasi kasutamisel tekib paraku peaaegu sama palju süsinikdioksiidi kui raske kütteõli puhul ning lisaks lasevad madala rõhuga mootorid õhku ka puhta metaani, kasvuhoonegaasi, mis on veelgi kahjulikum kui süsinikdioksiid. Metaani saab süsiniku lisamisel toota ka vesinikust.

Metanool, etanool – muud vedelikud, mille puhul vesinik on muundatud suurema tihedusega energiavormiks, mistõttu on salvestusmahu vajadus on väiksem kui vesiniku puhul. Praegu ehitavad maailma suurimad laevandusettevõtted oma uued laevad metaani kasutusvalmidusega.

Tuumaenergia on aastakümneid olnud laevakütuseks, näiteks Venemaa Arktika piirkondade jäämurdel. Nn väikereaktoreid kasutatakse praegu alternatiivkütusena, kuid tuumaenergiaga on seotud palju riske ning endiselt ei ole kindel, kas tuumaenergia abil on kommertsilahendusi võimalik üldse kasutada.

4.1.5 LAEVADE JÄÄLÄBIMISVÕIME IMO UUTE EESKIRJADEGA SEoses

IMO CO₂-heitmete vähendamise eeskirju (MARPOLi konventsiooni VI lisa 4. peatükk) kohaldatakse jääklassi PC6 (vastab FSICR IA super) või madalama klassiga kaubalaevadele. Põhimõtteliselt tähendab see, et kõik Eesti sadamaid külastavad piisava suuruse ja vastava laevatüübiga kaubalaevad peavad vastama IMO CO₂-heitme vähendamise eeskirjadele. Eeskirju ei kohaldata polaarkodeksis määratletud A-kategooria laevadele; Läänemerel seilavatel tavatüüpi kaubalaevadel siiski nii kõrgeid jääklasse ei ole.

Masinate võimsuse vähendamisel on selgelt negatiivne mõju kaubalaevade jääläbimisvõimele, kuna vajadus jäämurdjate abi järele on vahetult seotud kaubalaeva masinate võimsuse ja täismassi suhtega. Peale selle kaasnevad nõutava võimsuse vähendamisega sageli ka väga avatud ja optimeeritud laevakere vormid, mis vähendavad veelgi kaubalaevade jääläbimisvõimet. On võimalik, et sõukruvide ja jõuseadme konstruktsioon keskendub tõukejõu optimeerimisele avavee kiirustel ning funktsionaalsus jääoludes võib väheneda. Kuigi EEDI ja EEXI eeskirjad sisaldavad on jääklassi korrigeerimise tegureid, eeldatakse, et tulevane kaubalaevastik optimeeritakse veelgi avaveetingimustega, kuna suurem osa toimingutest toimub ka jääklassi kuuluvate kaubalaevade puhul avamerel. Lisaks IMO keskkonnaalastele eeskirjadele aitavad ka majanduslikud tegurid kaubalaevade avaveel liikumise võimekust optimeerida. Võib arvata, et majandustegurite tähtsus võib tulevikus suureneada, kui kasutusele võetakse uued, potentsiaalselt kulukamad alternatiivkütused.

Kokkuvõttes võib järeldada, et kaubalaevade jääläbimisvõime tulevikus eeldatavasti väheneb ja seetõttu vajavad kaubalaevad rohkem jäämurdjate abi. Varasemad uuringud on osutanud, et EEDI 0 ja 1 laev vajavad rohkem jäämurdjate abi võrreldes enne EEDI määruseid ehitatud laevadega. Nüüd on 2. etapi laevad alles kasutusele võetud ja 3. etapp võetakse kasutusele tulevikus, mis tähendab, et kaubalaevade jääläbimisvõime väheneb eeldatavasti veelgi. EEXI ja CII mõju ei ole veel tõestatud, kuna need eeskirjad on nii uued. Siiski eeldatakse, et mõju kaubalaevade jääläbimisvõimele on pigem negatiivne.

4.1.6 MUUD TEHNOLOOGIAD KAUBALAEVADE JÄÄLÄBIMISVÕIME TAGAMISEKS

Kaubalaeva head jääläbimisvõimet iseloomustab madal jäätakistus, mida on võimalik saavutada jääd murdvate vöörikujude kasutamise ja/või mootorite suurema võimsuse ja suurema käitusefektiivsusega jääoludes. Spetsiaalse jääd murdva vöörikuju kasutamine võimaldab sellistel laevadel ka talvisel ajal Läänemeres tõhusalt liigelda ning neid said täiendavalt kasutada hooajalistel toimingutel Arktikas (Joonis 44).



Joonis 44. IA Super jääklassi tootetanker jääd murdva vööriaga.

Kuid hea jääläbimisvõime nõue toob kaasa sellised kerekujud, mis ei ole avavee jaoks optimaalsed. Kannatavad eeskätt meresõiduomadused ning avaveel liikumise omadused halvenevad. Nendel põhjustel muutub Läänemeres seilavatel kaubalaevadel jääd murdvate

vööride kasutamine üha haruldasemaks, isegi Soome-Rootsi kõrgeimate jääklasside IA ja IA Super puhul. Teisalt on enamikul olemasolevatel IA Super jääklassiga reisi- ja kaubalaevadel piisav tõukejõud, et liikuda iseseisvalt (ilma jäämurdja abita) Läänemere tavapärasel marsruutidel olemasolevates jääkanalites, kuigi need on varustatud pirnvööriga (Joonis 45).



Joonis 45. IA Super jääklassiga pirnvööriga parvlaev iseseisvalt jääoludes

Teine viis iseseisva opereerimise tagamiseks ilma mootori võimsuse märkimisväärse suurendamiseta, on „kaksikkasutusega laeva“ (*Double-acting Ship* - DAS) kontseptsioon. DAS-laeva idee seisneb ahtri jäämurdeks kohandamiseks juhtudel, kui laev liigub rasketes jääoludes. Sellise laeva vöör võib sobida paremini avavee tingimustesse tavapärase jääd murdva vööriga võrreldes. Esimene ja ainus DAS-kontseptsioon väljaspool Arktikat asuvate külmuvate merede jaoks on Aframax-tankerid *Tempera* ja *Mastera*, mille Sumitomo laevatehas tarnis aastatel 2002–2003 Neste jaoks. Juba esimesed tankeri *Tempera* reisisid tõestasid ainulaadseid võimalusi kaheotstarbeliste laevade iseseisvaks navigeerimiseks Soome lahe jääoludes, mil jäävangi oli jäänud 30-40 laeva (Joonis 46). Mitu aastat vedasid mõlemad tankerid toornaftat Venemaalt Primorskist Soome Porvoo sadamasse suunduval liinil.



Joonis 46. DAT-tanker Tempera liigub achter ees Soome lahe jääoludes

4.1.7 TUUL AVAMEREL

Avamere tuuleparkide rajamise korral võib jää moodustumine piirkonnas muutuda. Ei ole veel teada, milline jää moodustumise ja jääkatte muutus olla võib. Merejää saab jagada erinevateks jääliikideks ning riiklikud meteoroloogiat instituudid ja jääuurijad prognoosivad, kas merejää on püsiv või triiviv, olenevalt jää liikuvusest. Püsijää paikneb ranniku- ja saarestikupiirkondades, näiteks Liivi lahes esineb enamasti püsijää.

Kui triivjää liigub püsijääst või ühtsest jääkattest eemale, tekib jäävälja lahvandumine. Tugevate tuulte ajal võib lahvandumise laius kasvada ligikaudu 24 tunniga 10–30 km-ni. Kui tuule suund jääb ulatuslikul alal püsima, võib selline olukord kaua kesta. Kevadel moodustub Soome lahes ja Liivi lahe osades tavaliselt poolkuukujuline lahvandumine jääväljade vahele.

Triivjää võib takistuseni jõudes kergesti kuhjuda. Tavaliselt juhtub see siis, kui jääväli liigub kiiresti tekkiva jääserva suunas. Madalapõhjalistel aladel kinnituvad jäävälja alumised osad põhja ja veepinnale jäävad osad võivad kasvada kümnete meetri kõrguseks. Jääkuhjatisi tekib ka merede keskel, kus jääpangad on üksteise vastu surutud ja murduvad tükkideks. Jäätükid kuhjuvad merepinna kohal ja veepinna all, moodustades jääkuhjatisi, mis võivad paljudel juhtudel kommerts-laevadel tõsiseks takistuseks saada. Tavaliselt on kommerts-laevadel vaja jäämurdja abi, et paakunud jääga piirkondades edasi liikuda.

Tuul võib merejääd hajutada või kokku kuhjata, tekitades mereliiklust mõjutavad tingimusi, takistades juurdepääsu rannikule või sadamate sissepääsudele. Läänemeres on valdav edelatuul. See põhjustab merejää liikumist Soome ranniku suunas Soome lahes ja Eesti ranniku suunas Liivi lahes.

Suurte merejääalade liikumine on potentsiaalselt ohtlik nähtus. Triivjää võib avaldada laevadele sellist survet, et nad kas triivivad koos jääga ja kaotavad manööverdamisvõime ja juhitavuse või külmuvad jõesse kinni. Laevanduse seisukohalt võivad jäätõkked, jääkuhjatised, rüsi jää ja triivjää kujutada endast tõsist ohtu liiklusele seal, kus seda tüüpi jää tekkeoht esineb. Läänemeres ja Liivi lahes on kõige olulisemad takistused jääkuhjatised ja rüsi jääst tekkinud tõkked. Võimsad jäätugevdatud laevad võivad murda läbi kuni meetri paksusest jääst, kuid ilma jäämurdja abita ei suuda need laevad jääkuhjatistest läbi liikuda. Jää dünaamika mõjutab oluliselt navigeerimist. Jääväljadel tekkiv surve võib olla laevadele ohtlik ning võib põhjustada viivitusi, mõnest tunnist mitme päevani.

Kommerts-laevanduse jaoks kõige ohtlikum olukord tekib siis, kui laev jääb triiviva jäävälja keskele ja lähedusest ei ole võimalik jäämurdja abi saada. Laev võib triivida jääga tuulepargi suunas ja viga saada. Samuti on võimalik, et laevad triivivad jää mõju tuuleparki ja siis muutub olukord päästmise seisukohast veelgi keerulisemaks.

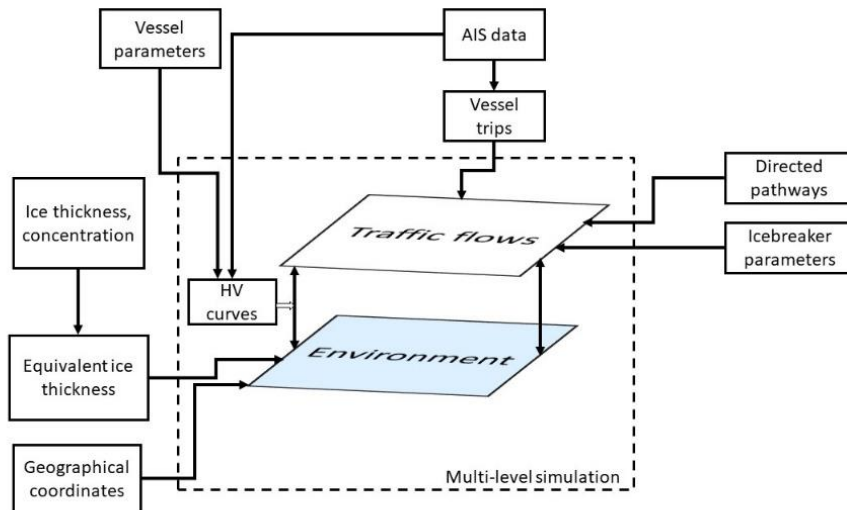
4.2 EESTI TALVISE NAVIGATSIOONISÜSTEEMI MUDEL

4.2.1 ÜLDPÕHIMÕTTED

Eesti talvise navigatsioonisüsteemi (EST WNS) simulatsiooni lähenemisviis ja raamistik põhinevad Kulkarni jt meetodil. (2022 a). Joonis 47 on kujutatud raamistiku põhielemente ja organisatsioonilisi põhimõtteid, mida rakendatakse Anylogic® tarkvara abil. Vastavalt mitmetasandilisele simulatsioonile (Delbrugger et al. 2019) on EST WNSi keskkonna- ja liiklusandmed modelleeritud eraldi kihtidel, mida nimetatakse „tasemeteks“. Iga tasand võib toimida iseseisvalt ja seda saab juhtida individuaalse simulatsioonina.

Tasand *Keskkond* hõlmab süsteemi keskkonnaaspektide üksikasju, mille alla kuuluvad geograafilised koordinaadid (laius-pikkuskraad) ja jääandmeid (jää tihedus, paksus ja jää eelarvutatud paksus). Tasand *Liiklusvood* modelleerib laevade ja jäämurdjate liikumist ajalooliste AIS-andmete põhjal kindlaks määratud marsruutide järgi.

Need kaks tasandit on seotud laevaspetsiifiliste h-v kõveratega – polünoomilised ekspressioonid, mis määravad kindlaks laeva saavutatava kiiruse jääs konkreetse samaväärse jääpaksuse puhul. H-v kõverad on määratletud erinevate väljundvõimsuste jaoks vastavalt (Kulkarni 2022 a) toodule. Jäämurdjate ja kaubalaevade kiirus muutub vastavalt jääoludele, millega nad liikumise ajal kokku puutuvad. Mudel kasutab eraldiseisvate sündmuste ja agendipõhiste simulatsiooniparadigmade kombinatsiooni, et kajastada liiklusvoogude dünaamikat, jäätingimusi ja nende vastastikmõju.



Joonis 47. EST WNS modelleerimisraamistiku korralduslik skeem (Kulkarni et al. 2022b).

Ruumilise jää tingimused on kujutatud laius-pikkuskoordinaatidega ja kaardistatud rea (r)-veeru (c) ruudustikku. Iga ruut ruudustikus (r, c) on mudeli tegur, mida iseloomustavad jää omadused kaardi vastavas punktis. Jää omadused on ajas püsivad ning uuendatakse iga virtuaalse päeva järel. Iga ruut on värvitud sinise varjundiga, mille tumedus on võrdeline samaväärse jää paksusega, mis on määratletud kui jää kogumaht jagatud pindalaga (vt Milaković et al. 2020). Mudelisse kaasatud laevad liiguvad mööda jääväljadesse jäänud läbipääsuavasid. Laevad ja jäämurdjad on modelleeritud teguritena, mida juhivad riiklikud graafikud, määraes kindlaks, kuidas nad reageerivad käitusaja sündmustele (vt Kulkarni et al. 2022 a).

4.2.2 JÄÄMURDEOTSUSTE TEGEMINE

Jäämurdjate tööloogika mõjutab EST WNS-i suutlikkust, nt kogu ooteaega. Kui laeva teekonda (reide alguspunkti ja sihtkoht) kajastavad ajaloolised AIS-andmed, siis jäämurdjate teekonnad on dünaamilised, lähtudes reaktsioonidest tööperioodil toimuvatele sündmustele. Jäämurdjat puudutavate otsuste tegemise eesmärk on minimeerida kaubalaevade ooteaega liiklemispiirkonnas vajaliku jäämurdeabi saamiseks. Iga jäämurdja vastutab kõigi laevade eest oma tegevuspiirkonnas ja laevade eest, mis sisenevad tööpiirkonda kindla ajavahemiku jooksul. Laev küsib jäämurdja abi, kui ta ei suuda iseseisvalt minimaalset nõutavat kiirust hoida (mudelis on lähtekohaks kiirus 3 sõlme). Mudelis võivad jäämurdjad korraka saada mitu abitaotlust ja seada laevad pikima ooteaja alusel tähtsuse järjekorda.

Praktikas põhineb jäämurdeotsuste tegemine kaptenite kogemustel. Kaptenid otsustavad, millist laeva (milliseid laevu) eelistada, võttes aluseks satelliitfotod jääoludest ja eeldatavast liikluse kulust järgmise mõne tunni jooksul (tavaliselt 8–12 tundi). Jäämurdjad võivad panna teatud laevad ootama lisareide kombineerimist ja lühendada ühtset ooteaega süsteemis.

Simulatsiooniraamistiku praeguses versioonis kasutatakse lihtsustatud jäämurdeteenuse otsustusprotsessi. Vastavad etapid on järgmised:

1. Iga jäämurdja peab saadud abitaotluste loetelu;
2. Jäämurdja abistab laeva, mis on oodanud kõige kauem;
3. Jäämurdja veendub, kas koos valitud laevaga saab konvoi osana abistada ka mõnda teist laeva;
4. Valitud laeva või potentsiaalset konvoid abistatakse kuni tööpiirkonna piirile lähima ohutu peatumispunktini;
5. Jäämurdja uuendab oma abitaotluste loetelu andmeid ja valib abistamiseks järgmise laeva;
6. Kui jäämurdja ei ole hõivatud, võib ta võtta vastu teise jäämurdja naaberpiirkonda kuuluvaid abitaotlusi.

Kui mudelisse on lisatud kõik omadused, toimib EST WNS mudel Joonis 48 kujutatud viisil, jää paksusele viitab vastav värvitoon.



Joonis 48. Eesti talvise navigatsioonisüsteemi (EST WNS) mudeli demonstratsioon

4.3 SIMULATSIOONISTSENAARIUMID JA TULEMUSED

4.3.1 TALV-JÄÄMURDJA-LIIKLUS-STSENAARIUMID

JÄÄMURDJA-TALV-BAASSTSENAARIUMID

Jäämurdjate erinevate kombinatsioonide mõju simuleerimiseks asutatakse järgmisi jäämurdjaid ja nende abil moodustatakse kolm stsenaariumi, nagu on kujutatud allpool Tabel 21. Jäämurdja stsenaariumid. Kolm jäämurdjat delegeeritakse Soome lahele ja üks Liivi lahele. Jäämurdja stsenaarium 1 sisaldab kahte jäämurdjat ja stsenaarium 2 on kolme ning stsenaarium 3 aktiveerib kõik neli jäämurdjat.

Tabel 21. Jäämurdja stsenaariumid

Jäämurdjad	ME võimsus (kW)	Efektiiv võimsus (kW)	Jäämurdja stsenaarium 1	Jäämurdja stsenaarium 2	Jäämurdja stsenaarium 3
Soome lahe põhijäämurdja	13000	10000	+	+	+
Soome lahe sekundaarne jäämurdja	9100	7000		+	+
Soome lahe kolmas jäämurdja	6250	5000			+
Liivi laht jäämurdja	5500	4400	+	+	+

Märkus: „+“ tähendab, et stsenaariumis on arvestatud jäämurdjaga.

Lisaks jäämurdja stsenaariumidele valitakse talvised stsenaariumid erinevate jääoludega arvestamiseks. Vastavalt arvestatakse kerge, keskmise ja karmi talvega. Vastavaid jääolusid/-kaarte kujutavates kuu alguse, keskosa ja lõpu andmetes on kujutatud, milliste jääoludega laevad kokku puutuvad. Talvised stsenaariumid on kokku võetud allpool Tabel 22. Talvised stsenaariumid

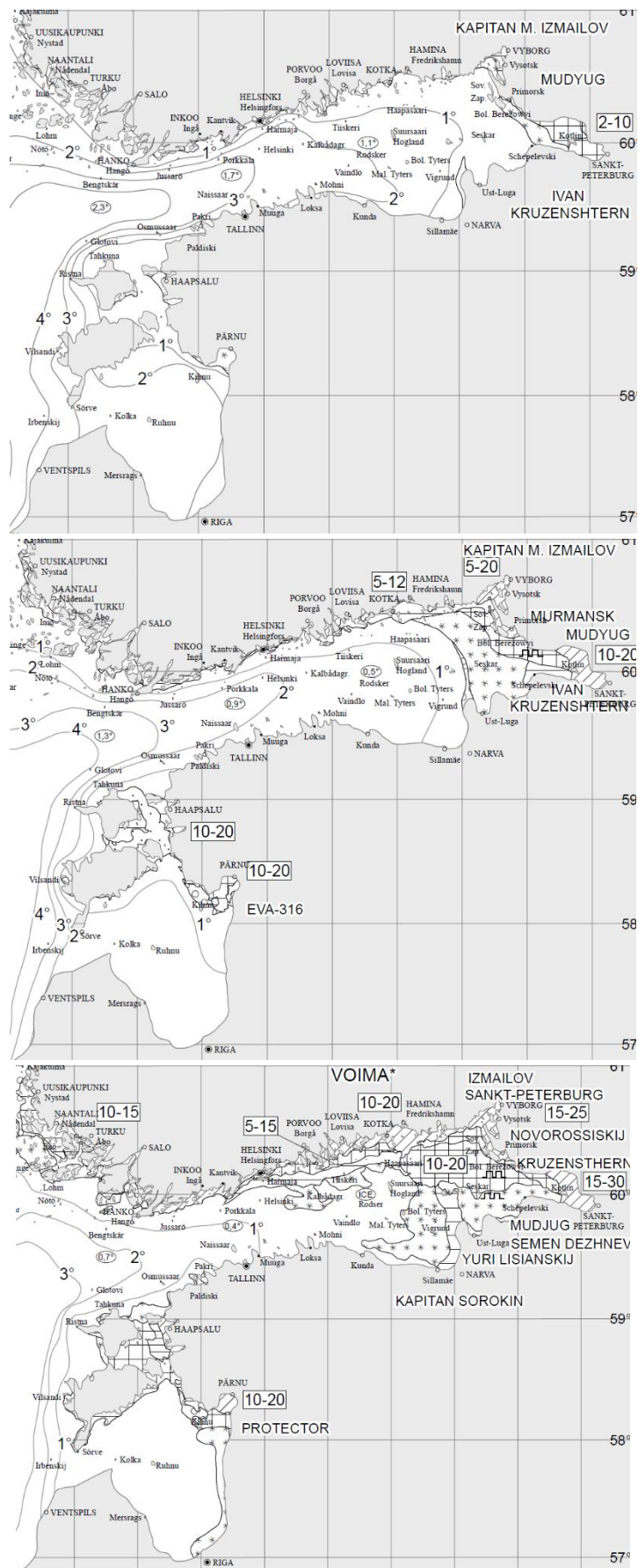
Tabel 22. Talvised stsenaariumid

Talv	Representatiivsed jääkaardid	Talvine stsenaarium 1	Talvine stsenaarium 2	Talvine stsenaarium 3
Pehme talv	Joonis 3 (a)	+		
Keskmine talv	Joonis 3 (b)		+	
Karm talv	Joonis 3 (c)			+

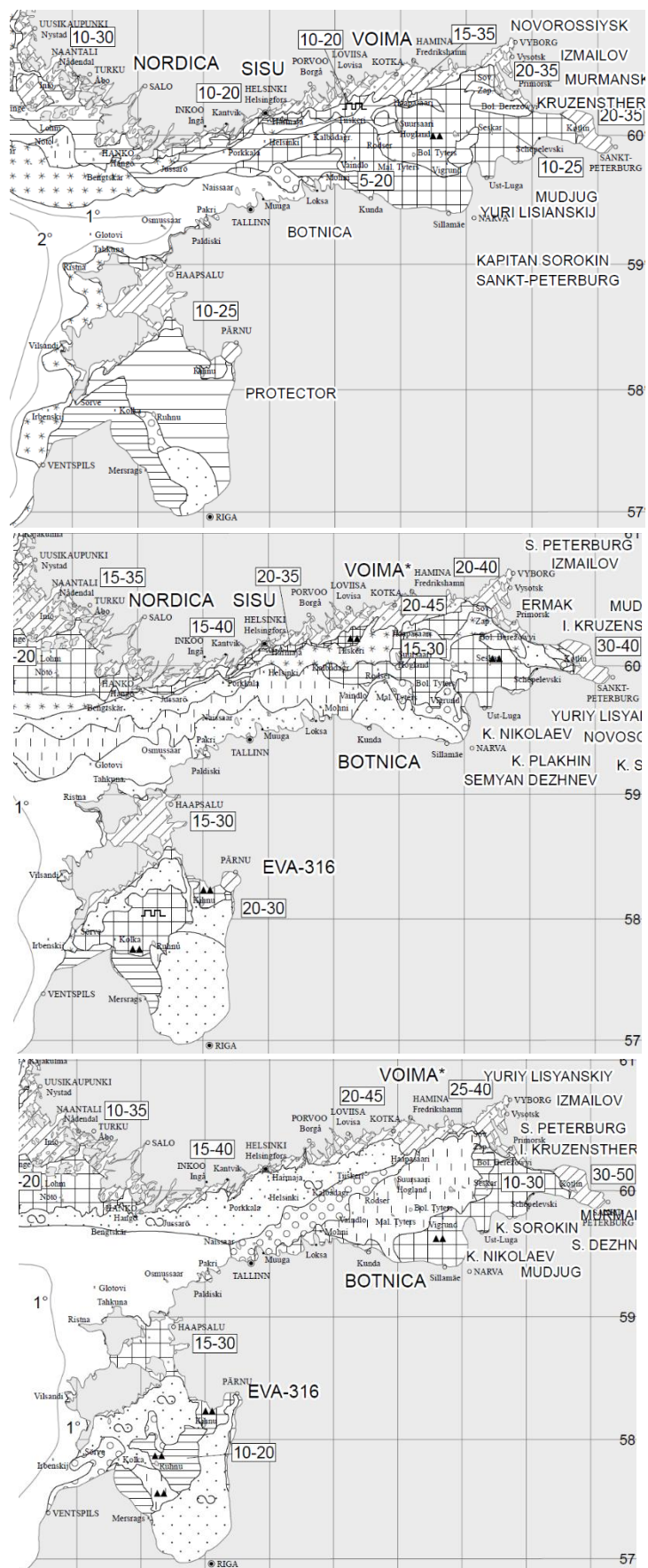
Jäämurdja stsenaariumide ja talvestsenaariumide analüüs Tabel 23 annab ülevaate jäämurdja-talv-baasstsenaariumi uuringumaatriksist, mis võimaldab vaadelda talvise navigatsiooni erinevaid võimalusi ja jäämurdeabi osutamist erinevate jäämurdjate kombinatsioonide ja jääolude korral.

Tabel 23. Jäämurdja talveperioodi kombineeritud stsenaariumide maatriks

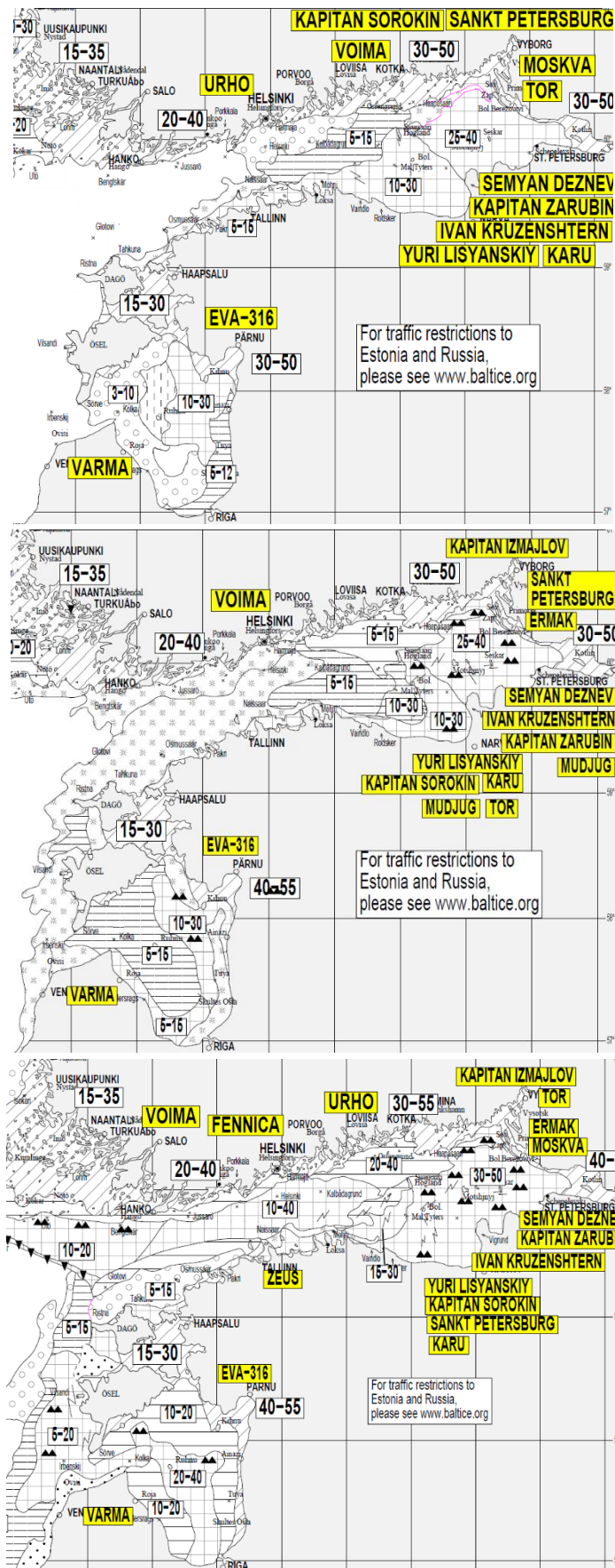
	Pehme talv	Keskmine talv	Raske talv
Jäämurdja stsenaarium 1	IB S1 – WS1	IB S1 – WS2	IB S1 – WS3
Jäämurdja stsenaarium 2	IB S2 – WS1	IB S2 – WS2	IB S2 – WS3
Jäämurdja stsenaarium 3	IB S3 – WS1	IB S3 – WS2	IB S3 – WS3



a) Soe talv: alguse-keskosa-lõpuperioodi jääolud



b) Keskmine talv: alguse-keskosa-lõpuperioodi jäälolud



C) Karm talv: alguse-keskosa-lõpuperioodi jääolud

Ice type Istüüp	Concentration Kontsentratsioon	Symbols Sümbolid	Symbols Sümbolid
Jäätüüp	Peitavus	Märkinä	
Ice free Isfritt Avovesi	-	Jammed brash barrier Stampisvall Sotjovoy	Fast ice (10/10) Fast ice
New ice (< 5 cm) Nüis (< 5 cm) Uusi jää (< 5 cm)	7 - 10/10	Rafted ice Hopskjuten is Paalekkain ajautunut jää	Sammanfrusen, kompakt eller mycket tät drivis (9-10/10) Consolidated, compact or very close pack ice
Nilas, grey ice (5-15 cm) Tunn jämn is (5-15 cm) Ohut tasainen jää (5-15 cm)	9 - 10/10	Ridged or hummocked ice Vallar eller upptornad is Ahtautunut tai ryykkiöitynyt jää	Tät drivis (7-8/10) Close pack ice
Fast ice Fastis Kiintojää	10/10	Strips and patches Strängar av drivis Ajojäanauhoja	Spridd drivis (4-6/10) Open pack ice
Rotten fast ice Rutten fastis Hauras kiintojää	-	Floebit, floeberg Isbumling Ahtojää - tai ryykkiolautta	Mycket spridd drivis (1-3/10) Very open pack ice
Open water Öppet vatten Avovesi	< 1/10	Fracture Spricka Repeama	Öppet vatten (<1/10) Open water
Very open ice Mycket spridd drivis Hyvin harva ajojää	1 - 3/10	Fracture zone Område med sprickor Repeamävöhyke	Nüis New ice
Open ice Spridd drivis Harva ajojää	4 - 6/10	Estimated ice edge Uppskattad iskant Arvioitu jään reuna	Jämn is Level ice
Close ice Tät drivis Tiheä ajojää	7 - 8/10	Icebreaker (* coordinating) Isbrytare (* koordinerande) Jäänmurtaja (* koordinaaton)	Uppskattad istocklek Estimated ice thickness
Very close ice Mycket tät drivis Hyvin tiheä ajojää	9 - 9+/10	Water temperature isotherm (°C) Vattentemperaturisoterm (°C) Veden lämpötilan tasa-arvokäyrä (°C)	Uppmätt istocklek Measured ice thickness
Consolidated ice Sammanfrusen drivis Yhteensjääntynyt ajojää	10/10	Mean water temperature Ytvattnets medeltemperatur Meriveden pinalämpötilan keskiarvo (1971 - 2000)	Isbrytare Ice breaker
Ice thickness (cm) Istjocklek (cm) Jään paksuus (cm)			

d) Jääkaardi sümbolid: vasakul pehme ja keskmine talv, paremal karm talv
Joonis 49. Joonis 3. a)-c) talviseid stsenaariume esindavad jääkaardid ja d) sümbolid

TÄIENDAVALD VÄHESE LIIKLUSEGA JA JÄÄMURDJATA STSENAARIUMID

Liikluse muutumise mõju edasiseks uurimiseks rakendatakse täiendavat stsenaariumi, mis põhineb IB S2 – WS2 oludel (2 jäämurdjat Soome lahes ja 1 jäämurdja Liivi lahes, keskmine talv), mis moodustab nn LT – IB S2 – WS2 stsenaariumi (LT-vähene liiklus). Liiklusmahtu vähendatakse juhuslikult 20 % võrra, et kujutada nii võimalikku tulevast liiklusolukorda.

Lisaks on loodud veel üks jäämurdja stsenaarium (NIB – WS2), et kajastada jäämurdja olukorda WS2 oludes (keskmine talv). Seda rakendatakse sundides kõik jäämurdjad liikuma simulatsiooni ajal nullkiirusel ehk jäämurdeteenuse osutamist ei toimu. Kõikide stsenaariumide maatriks on kokku võetud Tabel 24.

Tabel 24. Kõikide stsenaariumide maatriks

	Pehme talv	Keskmine talv	Karm talv
Jäämurdja stsenaarium 1	IB S1 – WS1	IB S1 – WS2	IB S1 – WS3
Jäämurdja stsenaarium 2	IB S2 – WS1	IB S2 – WS2	IB S2 – WS3
Jäämurdja stsenaarium 3	IB S3 – WS1	IB S3 – WS2	IB S3 – WS3
Vähese liiklusega Jäämurdjat pole		LT – IB S2 – WS2 NIB – WS2	

4.3.2 JÄÄMURDJA-TALV-LIIKLUS-STSENAARIUMIDE TULEMUSED

JÄÄMURDJA-TALVSTSENAARIUMIDE TULEMUSED

Erinevate talv-jäämurdja-stsenaariumide tulemuste simuleerimiseks hoitakse liiklusvoogude tase samal tasemel, kasutades varasemaid AIS-i liiklusandmeid 2018. aasta 15. jaanuarist kuni 15. veebruarini, nagu on näidatud joonisel 1. Tasand Keskkond ja jäämurdjad varieeruvad tabelis 1–3 toodud stsenaariumide kohaselt. Tulemusi simuleeritakse sisendite sisestamisega eraldi. Üks peamisi jäämurdeteenuse tulemusnäitajaid on iga abistatava laeva keskmine ooteaeg, st kaua peab kaubalaev jäämurdja abi ootama. See on ka peamine simuleerimise tulemus. Lisaks sellele on modelleerimise väljundiks ka talvises navigatsioonisüsteemis kasutatav jäämurdja tööaeg ja vastav kütusekulu.

Tabel 25–28 on toodud IB 1. stsenaariumi (IB S1) tulemused erinevates talvetingimustes. IB S1 kaasab kaks jäämurdjat. Tabelitest nähtub, et jääolude raskenemisel jäämurdja abi ootavate laevade keskmine ooteaeg pikeneb järsult, samuti suurenevad jäämurdjate tööaeg ja kütusekulu.

Tabel 28–31 on kujutatud IB 2. stsenaariumi (IB S2) tulemused muutuvates talvetingimustes. IB S2 kaasab kolme jäämurdjat, mille puhul on abistatavate laevade keskmine ooteaeg jääolude tõttu kerges tõusutendentsis. Kui võrrelda seda IB S1 kirjeldatuga, on kerge talve keskmine ooteaeg ligikaudu samal tasemel, veidi lühem. Keskmine talv on võrreldes IB S1-ga erinev. Tekkiva jää olukord ei suurenda kolme jäämurdja stsenaariumi puhul kergest kuni keskmise talveni laevade ooteaega ülemäära palju (~ 160 minutit), kuid karm talv põhjustab veidi pikema ooteaja (~ 400 minutit).

Tabel 31–34 on kujutatud IB 2. stsenaariumi (IB S3) tulemusi erinevates talvetingimustes. IB S3 on kaasatud neli jäämurdjat, tagades kõikide talvestsenaariumide puhul, et keskmine ooteaeg muutuvates talvetingimustes suuresti ei muutu, jäädes tasemele vähem kui ~ 150 minutit.

Tabel 25. IB stsenaarium 1 – kerge talv (IB S1 – WS1)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
Soome lahe peamine jäämurdja	57.0	91.6	~130
Liivi lahe jäämurdja	8.6	6.23	

Tabel 26. IB stsenaarium 1 – keskmine talv (IB S1 – WS2)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
Soome lahe peamine jäämurdja	661.3	1063.4	~500
Liivi lahe jäämurdja	172.4	125.0	

Tabel 27. IB stsenaarium 1 – karm talv (IB S1 – WS3)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
--	---------------------	--------------------------	--------------------------------

Soome lahe peamine jäämurdja	757.6	1218.3	~1000+
Liivi lahe jäämurdja	245.6	178.0	

Tabel 28. IB stsenaarium 2 – kerge talv (IB S2 – WS1)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
Soome lahe peamine jäämurdja	4.5	7.2	~110
Soome lahe sekundaarne jäämurdja	38.3	61.6	
Liivi lahe jäämurdja	0	0	

Tabel 29. IB stsenaarium 2 – keskmine talv (IB S2 – WS2)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
Soome lahe peamine jäämurdja	318.2	511.7	~160
Soome lahe sekundaarne jäämurdja	273.9	303.2	
Liivi lahe jäämurdja	171.7	124.5	

Tabel 30. IB stsenaarium 2 – karm talv (IB S2 – WS3)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
Soome lahe peamine jäämurdja	532.3	856.0	~400
Soome lahe sekundaarne jäämurdja	302.5	334.9	
Liivi lahe jäämurdja	235.8	170.9	

Tabel 31. IB stsenaarium 3 – kerge talv (IB S3 – WS1)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
Soome lahe peamine jäämurdja	0	0	~110
Soome lahe sekundaarne jäämurdja	51.3	82.5	
Liivi lahe jäämurdja	6.6	10.6	
Soome lahe kolmas jäämurdja	1.9	3.1	

Tabel 32. IB stsenaarium 3 – keskmine talv (IB S3 – WS2)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
Soome lahe peamine jäämurdja	177.0	284.6	~140
Soome lahe sekundaarne jäämurdja	272.1	301.2	
Liivi lahe jäämurdja	170.7	123.7	
Soome lahe kolmas jäämurdja	157.1	126.4	

Tabel 33. IB stsenaarium 3 – karm talv (IB S3 – WS3)

	Aeg süsteemis h)	Kütusekulu (tonnides)	Keskmine ooteaeg/laev (min)
Soome lahe peamine jäämurdja	295.6	475.4	~150
Soome lahe sekundaarne jäämurdja	302.0	334.3	
Liivi lahe jäämurdja	258.6	187.5	
Soome lahe kolmas jäämurdja	276.1	222.1	

TULEMUSED VÄHESE LIIKLUSE JA JÄÄMURDJATETA STSENAARIUMIDE PUHUL

Vähease liikluse korral (LT – IB S2 – WS2) väheneb ligikaudu 20 % liiklusest, mis tähendab, et keskmine ooteaeg väheneb ~ 160 minutilt ~150 minutile, samas kui kogu kütusekulu jääb samaks.

Jäämurdja puudumise korral (NIB – WS2), kus jäämurdja ei saa kaubalaevu abistada, ei saa keskmist ooteaega kohaldada. Aja jooksul jääb rohkem laevu jõesse kinni ja saadab abipalveid. Joonis 50 on kujutatud laevade kvalitatiivset liikumist jões ilma jäämurdja abita.



Joonis 50. Laevade liikumine peatub jääolude tõttu

Tabel 34 koondab kokku kõigi stsenaariumide tulemused ja annab ülevaate sellest, kuidas Eesti talvine navigatsioonisüsteem (EST WNS) võib erinevate talviste-jäämurdjate ja

liikluse kombinatsioonide korral käituda. IB stsenaariumis kasutatakse Soome lahes esmast jäämurdjat ja sekundaarset jäämurdjat. Et teha kindlaks, kui erinev on esmase jäämurdja ja kolmanda jäämurdja kohaldamine, luuakse selle kombinatsiooni jaoks veel üks lisastsenaarium, mis on modelleeritud nagu IB stsenaarium 2* karmil talvel. Hinnangulise ooteaja tulemus on sel juhul kerkinud ~470 minutini, kusjuures selles stsenaariumis on kõigi kolme jäämurdja tööaeg ja kütusekulu veidi suurenenud.

Kuigi simulatsioonitulemused näitavad stsenaariumide puhul mõistlikku trendi, on EST WNSi modelleerimisel praktilise töökorraldusega võrreldes siiski palju piiranguid ja lihtsustusi. Ooteaja absoluutväärtused tuleb hoolikalt üle vaadata. Jäämurdja abistamise loogika vajab veel täiustamist ja jäämurdja praktilist abi mõjutavaid tegureid on tegelikkuses rohkem. Kui on võimalik optimaalne kodusadam või ootekoht kindlaks määrata, nagu seda praktikas tehakse, keskmine ooteaeg tõenäoliselt väheneb. Eriti IB stsenaariumi puhul, kus vastavalt Soome lahes ja Liivi lahes on ainult üks jäämurdja, väheneb ooteaeg tõenäoliselt olulisel määral. Ranniku lähedal on võimalik saada abi pukseritelt ja teiste laevade tehtud kanalitest, mida ei saa simulatsioonis arvesse võtta. Nii väheneb ooteaega ka praktikas.

Tabel 34. Peamiste tulemusnäitajate keskmine ooteaeg (min) kõigi stsenaariumide puhul

	Pehme talv	Keskmine talv	Karm talv
Jäämurdja stsenaarium 1	~130	~500	~1000+
Jäämurdja stsenaarium 2	~110	~160	~400
Jäämurdja stsenaarium 2*	–	–	~470
Jäämurdja stsenaarium 3	~110	~140	~150
Vähese liiklusega Jäämurdja puudub		~150 EI KOHALDATA	

Lisaks ei pruugi jäämurdjate erinevate tegevuspiirkondade koostööloogika kajastada tegelikkust, sest tegelikkuses ei pruugi jäämurdja tehniliste omaduste tõttu teatud piirkondadesse siseneda. See mõju on simulatsioonides siiski väike, seega ei avalda see peamistele tulemustele olulist mõju. Tulevastes uuringutes kavandatakse mudeli täpsuse ja vastupidavuse parandamiseks edasist valideerimist ja võrdlemist praktiliste juhtumitega.

PEATÜKK 4.2 ALLIKAD JA VIITED

- Delbrugger, T., Meißner, M., Wirtz, A., Biermann, D., Myrzik, J., Rossmann, J., Wiederkehr, P., 2019. Multi-level simulation concept for multidisciplinary analysis and optimization of production systems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 103, 3993-4012. doi:10.1007/s00170-019-03722-1.
- Kulkarni, K., Kujala, P., Musharraf, M., Rainio, I., 2022. Simulation Tool for Winter Navigation Decision Support in the Baltic Sea. Applied Sciences 12: 7568. doi:10.3390/app12157568.

7. Kulkarni, K., Li, F., Liu, C., Musharraf, M., Kujala, P., 2022. System-level simulation of maritime traffic in northern Baltic Sea. In: Proceedings of the 2022 Winter Simulation Conference B. Feng, G. Pedrielli, Y. Peng, S. Shashaani, E. Song, C.G. Corlu, L. H. Lee. and P. Lendermann, eds.
8. Milaković, A.-S., Li, F., von Bock und Polach, F., Ehlers, S., 2020. Ship Technology Research, 67(2), 84-100. doi.org/10.1080/09377255.2019.1655260.

5. JÄÄMURDJATE VARIANDID NING KULU- JA EFEKTIIVSUSE ANALÜÜS

5.1 MITMEOTSTARBELISTE JÄÄMURDJATE TEHNILISED ASPEKTID

Jäämurdjate mitmeotstarbeliste funktsioonidega seotud disainilahenduste hindamisel tuleks mees pidada, et neid saab tavaliselt teostada ka teiste, jääd mittemurdvate laevadega ja sageli majanduslikult soodsamalt, sest jäämurdjad on oma olemuselt raske, võimas ja kallis. Lisaks võivad mõnel juhul erinevad funktsioonid mõjutada laeva jäämurdmisvõimekust. Teisest küljest ei saa jäämurret teostada teised laevad, vähemalt juhul, kui eesmärk on toetada suuremaid laevu rasketes jääoludes. Kuigi jäämurdjad on varustatud selliselt, et nad suudaksid erinevaid ülesandeid tõhusalt teostada, seisneb nende peamine erinevus ja kasu võrreldes „tavaliste“ laevadega selles, et nad saavad täita neile erinevaid ülesandeid ka jääoludes: nad võivad jõuda tegevuskohta ka keerulistes jääoludes ja suudavad kohapeal tegutseda jääst hoolimata. Lisaks võib mitmeotstarbeline jäämurdjad kanda lootsi, töötada pukserina või päästelaevana rasketes jääoludes.

Erinevate funktsioonide eesmärgid võivad suuresti erineda. Mõningaid funktsioone saab hõlpsasti rakendada või need ei tekita märkimisväärsed kulusid, kuid mõned lisafunktsioonid on suured, rasked, kallid ja võivad ka laeva enda suurust, kuju ja maksumust oluliselt mõjutada. Loomulikult on majanduslikult mõttekas hoida laeva hind võimalikult madalal.

Mida rohkem on mitmeotstarbelisele jäämurdjale vaja lisaülesandeid ja -funktsioone, seda enam erinevad selle põhiomadused traditsioonilisest jäämurdjast. Jäämurdjate täiendavad tehnilised omadused on järgmised:

- välistulekahjude kustutamise seadmed (Fi-Fi)
- õlireostuse kõrvaldamise süsteemid
- avariipukseerimissüsteemid
- pukseerimisseadmed, pukserid
- suur lahtine tekk lasti või muu varustuse vedamiseks
- töökraanad, mis on ette nähtud lasti ja seadmete käitlemiseks
- mahutid väikestes kogustes vedel- või kuivlasti jaoks
- lisamajutus eripersonalile
- teadusvahendid ja uurimisseadmed

Põhimõtteliselt kajastuvad need omadused laeva konstruktsioonis, suurendades selle suurust ja veeväljasurvet.

5.1.1 OLEMASOLEVAD KOGEMUSED MITMEOTSTARBELISTE JÄÄMURDJATEGA

SOOME/EESTI MITMEOTSTARBELISED JÄÄMURDJAD

Soome mitmeotstarbeliste jäämurdjate arendamine algas 1980. aastate keskel, kui Soome Veeteede Amet käivitas projekti, et leida uutele laevadele, mis oli kavas ehitada vanemate jäämurdjate asendamiseks, sekundaarne kasutusotstarve. Eesmärgiks oli, et uute jäämurdjate mitmeotstarbeline rakendamine tooks kaasa laevade parema kasutamise ja parandaks riigi omanduses oleva laevastiku majanduslikku kasutust, eeldades, et suvel prahib neid kolmas osapool, ettevõtja. Lõpuks määratleti 1990. aastate alguses uute jäämurdjate suveperioodi profiil *offshore*-turgude vajadustest lähtudes. Eelkõige oli nõudlus laevade järele, mis suudaksid teostada paindlikke torude ja kaablite merre paigutamist ja vedamist. Muud määratletud ülesanded olid näiteks kaablite remont, ankrute käitlus ja avamere naftapuurplatvormide, poolsukeldatavate üksuste ja muude avamereüksuste teiseldamine ning tekilasti transportimine.

Raumas asuv Aker Finnyardsi laevatehas tarnis 1993.aastal Soome esimese mitmeotstarbelise jäämurdja Fennica ja järgmisel aastal tema sõsarlaeva Nordica. Kui Fennica ja Nordica võeti kasutusse, lepidi kokku, et mitmeotstarbelisi jäämurdjaid kasutatakse jäävabal hooajal ligikaudu 180 päeva aastas. Talvekuudel naaseksid laevad Soome, et osaleda jäämurdeteenuse pakkumises või jääda Soome sadamasse, kui eeskätt soojadel talvedel ei ole kogu riigile kuuluvat jäämurdjate laevastikku vaja kasutada.

Kuigi laevaomanik on üldiselt laevade töövõimega rahul, on mitmeotstarbelisi jäämurdjaid jäämurde ja avameretegevuse vastuoluliste nõuete tõttu ka peetud kompromisslahendusteks. Laevu on kritiseeritud nende madalama jäämurdevõimekuse ja suutlikkuse pärast tegutseda Botnia lahe jääoludes, mida iseloomustab jää tugev kuhjumine, võrreldes 1970. aastatel ehitatud traditsiooniliste jäämurdjatega. Avavees ei ole mitmeotstarbelised jäämurdjad oma suurema kütusekulu tõttu spetsiaalselt ehitatud avamerelaevadega konkureerida suutnud. Kuna mitmeotstarbelised jäämurdjad ei suuda äriselt konkureerida spetsiaalselt ehitatud avamerelaevadega, oleksid need viimased, mida palgatakse juhul, kui neid ei pakutaks oluliselt vähendatud kasutuspäevade arvuga. Mõnikord jäid laevad lepinguteta ja veetsid pikka aega välissadamates isegi Läänemere talvisel navigatsioonihooajal.

1997. aastal telliti Finnyards'ilt kolmas mitmeotstarbeline jäämurdja. Laev Botnica valmis 1998. aastal ning see on veidi väiksem ja väiksema võimsusega kui Soome varasemad mitmeotstarbelised jäämurdjad ning sel on ka mitmeid muid erinevusi. Tallinna Sadam ostis Botnica 24. oktoobril 2012, ostuhind oli 50 miljoni eurot. Arctia Shippingi sõnul müüdi uusim riigile kuuluv jäämurdja, sest ettevõtte ei olnud suutnud leida selle jaoks kasumlikke pikaajalisi tšartelepinguid. Botnica registrisadam vahetati 28. novembril 2012 Eestisse ning Botnica on sõlmitud leping Soome lahes jäämurdeteenuse osutamiseks kuni 20. aprillini 2032. Botnica praegune käitaja on TS Shipping Ltd.

Alates omanikuvahetusest on Botnicat prahitud mitmesugusteks ülesanneteks. 2013. aastal tegutses Botnica tuukritööde tugilaevana Põhjamere taastuvate energiaallikate sektoris ning 2014. aastal toetas laev Kara meres puurimisprojekti, täites jäämurde, majutamise ja ROV-ülesandeid (tööd kaugjuhitava allveerobotiga - *Remotely Operated Vehicle*).

2018. aastal prahiti Botnica Baffini saare rauakaevandustesse, et vedada rauamaaki Baffini saarelt juulist kuni oktoobri lõpuni. Lepinguks oli võimalus ka suvedeks 2019–2022, ning laev oli ka neil aastatel rakendatud. Botnica toetas Baffini saarel Panamax-tüüpi kaubalaevu Põhja-Kanada arktilistes vetes rauamaagi eksportimisel Milne Inleti sadamast avamerele. Vastavalt prahilepingule pakkus Botnica eskordi ja jääseireteenust, reostusseire- ja hädaabiteenuseid. Botnica prahtimispäevade koguarv oli 2020. aastal 249 päeva ja laeva aastane kasutusmäär oli 68 %. 2019. aastal 261 päeva ja vastavalt 72 %.

2021. aasta suvi oli Botnica neljas suvi Kanadas. Lisaks jäämurdmisele ja -seirele viisid Kanada teadlased Botnica pardal läbi mitmeid Kanada Arktika pinna- ja veealuseid uuringuid. Erinevate seireseadmete paigaldamisel rakendati igati laeva positsioneerimisvõimekust ja ujuvseadmeid.

USA SUURELE JÄRVISTULE MÕELDUD MITMEOTSTARBELINE JÄÄMURDJA USCGC MACKINAW

USA rannavalve on seadusega kohustatud säilitama Suure järvistu vesikonnas jäämurde võimekuse, et hoida kanalid ja sadamad navigatsiooni jaoks avatuna, et rahuldada tööstuse talviseid laevatamisvajadusi. USCGC Mackinaw (WLBB-30) on USA rannavalve ainus jäämurdja Suure järvistu järvedel ja selle eesmärk on pakkuda toetust erinevate ülesannete lahendamisel. Laev on varustatud diisel-elektrilise jõuallikaga ning sel on lisaks elektrilised jõuallikad ja kerekuju, mis on optimeeritud nii jäämurdeks kui ka avavees liikumiseks. Laev, mille ehitas Marinette Marine Corporation, vahetas välja 1944. aastal ehitatud vana Mackinaw.

21. detsembril 2000 esitatud taotluses nähti ette mitmeotstarbeline jäämurdja, mis on võimeline jäämurdeks ja toimib ka Suure järvistu järvedel poilaevana. Rannavalve sõlmis 15. oktoobril 2001 Marinette Marine Corporationiga lepingu uue mitmeotstarbelise jäämurdelaeva ehitamiseks. USCGC Mackinaw veeskati 2. aprillil 2005 ja võeti kasutusele 2005. aasta oktoobris.

Uus Mackinaw suurendas oluliselt rannavalve võimekust oluliste jäämurdegevuste teostamiseks, jäädes samal ajal mitmeotstarbeliseks aluseks. Lisaks jäämurdele transpordib Mackinaw navigatsioonimärke, abistab vastavalt vajadusele otsingu- ja päästetöödel ning viib vastavalt vajadusele läbi sadama turva- ja julgeolekuoperatsioone.

KANADA RANNAVALVE MITMEOTSTARBELINE LAEV

Kanadal on projekt vahetada suur osa Kanada rannavalve (CCG) laevastikust välja kuni 16 mitmeotstarbelise laeva vastu, kusjuures esimese laeva tarne on kavandatud aastasse 2029.

Mitmeotstarbelised laevad võimaldavad Kanada rannavalvel teostada mitmeid ülesandeid, sealhulgas:

- jäämurdmine mõõdukates jääoludes ja abi laevatamisel ning kevadine üleujutuste ohjamine St. Lawrence'i veeteedel Suure järvistu järvede piirkonnas
- otsingu- ja pääste-, hädaolukordadele reageerimise ning julgeoleku- ja kaitsemissioonid
- Kanada navigatsioonimärgistuse süsteemi, mis koosneb ligikaudu 17,000 navigatsioonimärgist, haldamine

Mitmeotstarbelised jäämurdjaid on kavandatud asendama kuni kolme vanema klassi laevu samal platvormil. Eesmärk on töötada välja kompaktne laev, millel on mitu operatiivülesannet. Need kuusteist laeva asendavad peamiselt 70ndate lõpus ja 80ndate alguses ehitatud laevatuüpi 1100, mida sageli nimetatakse CCG laevastiku „tööhobuseks“, kuna need laevad teevad igapäevast tööd laevaliikluse toetamisel, hoides veeteed laevatatavad, vedades navigatsioonimärke ja pakkudes jäämurdeteenust.

Lisaks jäämurdele teostavad mitmeotstarbelised laevad ka kaubaveosülesandeid, vedades varustust põhjapoolsetesse piirkondadesse, viies läbi otsingu- ja päästeoperatsioone ning patrullmissioone. Suurem osa ajast liiguvad laevad St Lawrence'i jõel, Suurel järvistul ja Kanada idarannikul. Lisaks on neil suvine Arktika missioon, mis algab Victoriast Briti Columbias ja ulatub põhjas ümber Alaska Kanada Arktikasse.

Erinevate ülesannete, Arktika pikaajaliste missioonide ja mõnede veeteede piiratud sügavuse tõttu peab laev olema kompaktne, madala süvise, väikese laiuse suure vastupidavuse ja suure lastimahutavusega.

VENEMAA JÄÄMURDE MITMEOTSTARBELISED JÄÄMURDE-/PÄÄSTE LAEVAD

2000. aastate alguses kavatses Venemaa ehitada väikesed ja keskmise suurusega jäämurdjad (võimsusega umbes 4 ja 7 MW) kasutamiseks jäätuvates mitte-Arktika meredes ja sadamates ning kaaluti ka nende mitmeotstarbelist kasutamist. Lõpuks ehitati riikliku merepäästeteenistuse (Gosmorspassluzhba) uue laevastiku riikliku programmi raames sarnase suuruse ja võimsusega MPSV06-klassi ja MPSV07-klassi jäämurdelaevad, mille peamine eesmärk on kasutamine päästelaevadena.

Suurematel MPSV06-klassi 7 MW võimsusega laevadel on nõuetekohane jäämurdjate klass „Icebreaker6“ ja neid on aeg-ajalt kasutatud eskortteenusteks, näiteks Venemaa Kaug-Idas. Esimene selle klassi laeva ehitamine algas väidetavalt Amuri laevatehases Venemaal juba 2010. aastal, kuid hiljem ehitus peatati ja laev ei ole siiani veel valminud. Teine ja kolmas laev, Beringov Proliv ja Murman, ehitati pärast mõningast projekti täiustamist Nordic Yardsis Wismaris Saksamaal ning anti üle 2015. aasta detsembris (hind oli 75 miljonit eurot ühe laeva eest). Yantar Shipyardis (Venemaa) on nüüd ehitamisel veel kaks MPSV06M täiustatud projekti järgi ehitatavat laeva.

Lisaks rakendati sama 7 MW päästelaevade ehitamise programmi raames ka Aker Arcticu välja töötatud külg ees jääd murdva jäämurdja (*oblique icebreaker*) kontseptsiooni. Mitmeotstarbelise jääd murdva päästelaeva Baltika ehitas Arctech Helsinki Shipyard koostöös Yantar Shipyardiga ja toimetas laevaoperaatorile Gosmorspassluzhba 2014. aasta mais.

MPSV07 klassi laevad on neli jääd murdvat päästelaeva, mis tarniti aastatel 2012–2015. MPSV07 klassi 4 MW võimsus vastab jääklassile Arc5, mis tähendab, et need ei ole mõeldud töötama eskortlaevana, mis on jäämurdja põhiülesanne.

5.2 KOKKUVÕTE EESTI JÄÄMURDJATE MITMEOTSTARBELISEST KASUTAMISEST

Jäämurdeteenust on vaja vaid lühikeseks ajaks aastas, mistõttu on mõistlik püüda leida jäämurdjatele hooajavälisel ajal muid kasutusviise. „Muu“ kasutusviisi atraktiivsus sõltub peamiselt hooajavälise perioodi pikkusest. Mida pikem on jäämurdehooaeg seda väiksem on laeva mitmeotstarbelise kasutamise atraktiivsus. Loomulikult on parim võimalus selline, kus jäämurdjat kasutatakse ka suvel jäämurdel. Mõnikord on see nii olnud arktilistes uuringutes, nafta/gaasi uurimisel, avamereteenustel Arktikas ja saatelaevana jäämurdel Arktikas. Nii on vaja teha vähem kompromisse ja jäämurdjate väärtuslikke omadusi kasutatakse ka suvel.

Jäämurret Eesti vetes ja sadamates iseloomustab lühike talvehooaeg. See tähendab, et jäämurdja mitmeotstarbeliste kasutusviiside leidmiseks on head põhjused ja potentsiaalselt suur kasu. Tuleb meeles pidada, et jää murdmine on ülesanne, mida tehakse talvel ja laev peab vastama piisavatele jäämurde tehnilistele nõuetele, mis on määratletud käesolevas uuringus (Peatükk 5.4 Jäämurde stsenaariumid) ja millel on hea jäämurdmise võimekus.

Mõned olulised tehnilised aspektid, mis mõjutavad jäämurdjate töövõimet, on seotud meresõiduomaduste, lastiruumide ja kere kujuga ning need mõjutavad negatiivselt jäämurdjate võimsust ja jäämurdevõimekust. Eskortjäämurdja peab pidevalt alustama ja lõpetama abioperatsioone ja vahemaad on üsna lühikesed. Seetõttu on jäämurdjate paindlikkus eduka ja tõhusa jäämurde jaoks väga oluline tegur. Teiseks, kui „mitmeotstarbeline“ kerekuju vähendab laeva nominaalset jäämurdevõimekust, tuleb seda kompenseerida suurema mootorivõimsusega, suurendades seega ka tegevuskulusid ja heitkoguseid.

Tabel 35 on toodud jäämurdja põhinõuded ja nõuded mitmeotstarbelistele kasutusviisidele. Mõned laevatüübid vajavad rohkem funktsioone ja mõned vähem. Lisaks on tabelis 36 näidatud, millised nõuded avaldavad jäämurdele negatiivset mõju või kas mõnel omadusel võib olla isegi positiivne mõju.

Tabel 35. Laevadele esitatavad nõuded mitmesugustel mitmeotstarbelisel kasutusel

	Escort icebreaker	CG patrol vessel OPV	SOV (Offshore Wind)	Fairway maintenance	Navy Support Ship	Search and rescue
Level icebreaking capability	YES	YES	YES	SOME	SOME	SOME
Good manoeuvring/agility	YES	YES	YES	SOME	YES	YES
High engine power	YES	YES	NO	NO	NO	NO
Good seakeeping capability	NO	YES	YES	YES	YES	YES
High openwater speed	NO	YES	NO	NO	NO	NO
Dynamic positioning	NO	YES	YES	YES	YES	YES
Cargo capacity	NO	NO	SOME	SOME	SOME	SOME
Cargo handling	NO	NO	YES	SOME	YES	YES
Personnel requirement >20	NO	YES	YES	NO	YES	YES
Oil spill	NO	YES	NO	NO	NO	YES
Fi-Fi	NO	YES	SOME	NO	SOME	YES
Emergency towing	NO	SOME	NO	NO	SOME	YES
Work boat landing system	NO	YES	YES	YES	NO	NO
Helicopter operations	NO	YES	YES	NO	YES	YES

Tabel 36. Muude võimekuste mõju laevale kui jäämurdjale ja mõju kuludele

FEATURES IMPACT TO VESSEL AS ICEBREAKER		COST IMPACT
Level icebreaking capability	POSITIVE	
Good manoeuvring/agility	POSITIVE	
High engine power	POSITIVE	
Good seakeeping capability	NEGATIVE	HIGH
High openwater speed	NEGATIVE	HIGH
Dynamic positioning	NEUTRAL	MEDIUM
Cargo capacity	NEGATIVE	MEDIUM
Cargo handling	NEUTRAL	MEDIUM
Personnel requirement >20	NEUTRAL	LOW
Oil spill	NEGATIVE	MEDIUM
Fi-Fi	NEUTRAL	LOW
Emergency towing	NEUTRAL	MEDIUM
Work boat landing system	NEUTRAL	MEDIUM
Helicopter operations	NEUTRAL	MEDIUM

Kokkuvõttes näeme, et patrulllaevale (OPV-Offshore Patrol Vessel) on kehtestatud palju nõudeid, kuid samal ajal on vaja töötada ka jääoludes. Tuleb täita mõlemaid nõudeid korraga. Suurimad projekteerimisalased kompromissid on merekindlus ja suur avavees liikumise kiirus, mida on võimalik tehniliselt lahendada, kuid mis põhjustavad lisakulusid. Omadused ei suurenda tõenäoliselt jäämurdja suurust, kuid võivad mõjutada jäämurde võimekust.

Samuti on avamere varustuslaevale (SOV) palju nõudeid ja talvisel ajal tegutsemise võimekus on teretulnud. Laeva kerekujuga seotud probleeme on vähem, sest SOV-l ei ole

vaja nii suurt kiirust kui OPV-l. Lastimahutavust on võimalik vajadusel kohandada. SOV-de pikkus on ligikaudu 80 meetrit, mis on üsna lähedane Eesti sekundaarse jäämurdja suurusele.

Laevateede hoolduse ülesandeid on kõige lihtsam täita traditsioonilise jäämurdjaga ja see tooks kaasa ka vähem lisakulusid. Tasub märkida, et seda funktsiooni kasutatakse sageli Põhja-Ameerika jäämurdjates.

Üks võimalus, mida hinnati, on laeva kasutamine mereväe vajadusteks. Eesti mereväel on piiratud arv laevu ja suurimaid kasutatakse miinide jahtimiseks, kuid need on siiski väiksema suurusega kui jäämurdja. Kui on vaja suuremaid mereväelaevu, võiks sobivaks tüübiks olla mereväe abilaevad (mittelahingulaev). See oleks kasulik ka jääoludele ja riigilaevana sobiks selline alus hästi Eesti riigi laevastikuportfelli.

MITMEOTSTARBELISE LAEVA KASUTATAVUS JÄÄMURDEL

Jäämurdeülesandeid tuleb täita teatud kuude jooksul aastas ja ilmastiku ettearvamatus teeb sellest ülesandest talviti vareeruva. See talvise kasutatavuse nõue on tekitanud raskusi laeva prahtimisel. Paljud mitmeotstarbelise laeva kasutuskohad vajavad pidevalt või mitmeaastaste lepingute puhul terve aasta pikkuselt laeva olemasolu. Sellised kasutusviisid ei sobi jäämurdja mitmeotstarbeliseks kasutamiseks.

On ka funktsioonid, mis ei ole talvisel ajal vajalikud, või funktsioonid, kus laev saab tegutseda jäämurdel ja samal ajal täita teatud ülesandeid (nt SAR, patrull, naftareostuseks valmisolek).

Järgnevalt (Tabel 37) on toodud kokkuvõtte mitmeotstarbeliste kasutusviiside võimalikust ja tüüpilisest piirangust:

Tabel 37. Laevade kättesaadavus jäämurdeks

Avamere patrulllaev	Rannavalvel on enamasti patrullimismissioonid ja laev võib pakkuda jäämurdeteenuseid. Seda saab hästi kombineerida jäämurdega.
Avamerevarustuslaev	Tuulepargi avamere varustuslaevadel on tavaliselt ööpäevaringne leping ja seetõttu ei ole neid jäämurdega lihtne kombineerida.
Laevateede hoolduslaev	Toiming, mida tavaliselt tehakse avavee hooajal. Jäämurdega hästi kombineeritav.
Mereväe toetuslaev	Mereväe operatsioonid tavaliselt jäähooajal vähenevad. Üsna hästi jäämurdeks kasutatav.
Otsingu- ja päästetööde laev	SAR-operatsioonid tekivad aastaringi ja ülesanne on aeg-ajalt vajalik ka suuremate SAR-laevade jaoks. Sobib hästi jäämurdeks.

VÖTMETÄHTSUSEGA KÜSIMUSED

Ei	Ülesanne/küsimus*	Vastus
8	Kas investeeringud mitmeotstarbelisse laeva on seda väärt? Millised kasutusviisid on uute jäämurdjate jaoks vajalikud/mõistlikud? (sh kas on mõistlik varustada jäämurdjaid merereostuse kõrvaldamise võimekusega?)	Kõik mitmeotstarbelised funktsioonid lisavad jäämurdjale mõningaid kulusid, kuid eeldatakse, et jäämurdja suurus ei muutu ja olulised jäämurde nõuded säilivad vaatamata mitmeotstarbelisele kasutamisele. Soovitatav mitmeotstarbeline kasutus Eesti riigi jaoks: - Rannavalve patrull-laev (SAR-funktsiooniga) - Laevateede hoolduslaev

5.3 EEMALDATAVA JÄÄMURDEVÖÖRI KONTSEPTSIOON

Eemaldatava jäämurdevööri kontseptsioon viitab lahendusele, milles jääd murdev vöör on kinnitatud eraldi laeva, mida nimetatakse tõukuriks, külge (Joonis 51). Suvehooajal saab tõukur eemaldatava vööri täita muid ülesandeid ja jäämurdehooajal kinnitatakse vöör tõukurile ja kombinatsioon töötab jäämurdjana.

Eemaldatava vööri kontseptsioon võimaldab kasutada mitmeotstarbelist laeva, millel on mõnevõrra madalamad kulud, kuna eemaldatavat vööri saab põhimõtteliselt kasutada ainult jäämurdeks ja ühendada konkreetse laevaga ja seetõttu optimeerida avamereoperatsioone. Vöör on tavaliselt laiem kui tõukur, mis võimaldab kombinatsioonil jääs hästi manööverdada, kuid tekitab mõningaid väljakutseid ahtriosa käitamiseks ja jääkuhjatistest läbi tungimiseks. Jääkuhjatistest koormavad vööri ja tõukuri vahelist ühendusmehhanismi. Eemaldatavaid vööre kasutatakse tavaliselt siseveeteedel (järved, jõed), kus jää ja kanalid on peamised jäätumiskohad ning lained ja tuul ei ole nii olulised tegurid kui avamerel. Tõukuri meresõidumadused kombinatsioonis jäämurdevööriga ei ole nii head kui tavalisel jäämurdja ning see piirab teataval määral kombinatsiooni kasutamist avamere tingimustes.

Tõukurina kasutatakse tavaliselt puksereid, kuna neil on suur tõukejõud. Eemaldatavat vööri on võimalik käituriiga varustada, et vajadusel käitusvõimsust suurendada. Vöörile saab paigaldada ka kütusepaagid. Põhimõtteliselt võib eemaldatava vööri kinnitada ka vanale jäämurdjale ja kasutada jäämurdja laiuse suurendamiseks ja/või vana jäämurdja tõhususe parandamiseks, varustades selle kaasaegse vööriga.



Joonis 51. Eemaldatav käituriiga jäämurdevöör Saimaa (sinine) kinnitatud pukserile Calypso (must).

Eemaldatava jäämurdevööri eelised võib kokku võtta järgmiselt:

- Madal hind võrreldes täiesti uue jäämurdjaga;
- Väike mehitamisvajadus „täismöödus“ jäämurdjaga võrreldes;
- Tõukuri saab optimeerida avavee operatsioonideks, kuna lisavööri saab eemaldada ja jätta kaldale → tõukuri lai tööala;
- Lisavööri saab põhimõtteliselt kujundada ainult jäämurdeks.
- Avaveega seotud küsimuste kaalumise ei ole vajalik - lisavööri hea geomeetria;
- Lihtne/odav meetod luua laiem kanal kui tõukur üksi suudaks → kombinatsiooni hea manööverdusvõime jääs;
- Kütuse hulka ja tõukuri iseseisvalt tegutsemise aega saab suurendada, kui kütust hoitakse eemaldatavas lisavööris.

Eemaldatava jäämurdevööri seotud probleemid võib kokku võtta järgmiselt:

- Töötab kõige paremini ühtlase paksusega jää ja kanali tingimustes. Funktsionaalsus avamere tingimustes ei ole optimaalne:
 - Jõudlus jääkuhjatiste puhul;
 - Meresõiduomadused;
- Jäämurre nõuab alati jõudu ja tõukejõudu, olenemata sellest, kui tõhus on lisavööri disain → rasketesse jääoludesse sobiva tõukuri leidmine võib olla keeruline;
- Vöör on kaalukriitiline ja esitab lisavööri projekteerimisele ja ehitamisele mõningaid väljakutseid.
- Jäämurdevöör on eesmärgipäraselt ehitatud teatud pukseri tüübi jaoks ja võimalused lisavööri kinnitamiseks teistele laevadele ilma muudatusteta on piiratud. Põhimõtteliselt tähendab see, et pukser on tõenäoliselt prahitud pikaajalise lepinguga.

5.3.1 EEMALDATAVA JÄÄMURDEVÖÖRI SOBIVUS JÄÄ MURDMISEKS EESTIS

Tõukuri suurus ja võimsus seavad piirangud sellele, millistes tingimustes eemaldatavat lisavööri kasutada saab. Eestile vajalik esmane jäämurdja vajab ligikaudu 10 MW tõukejõudu (vt peatükk 5.4) ja sellised võimsad pukserlaevad on haruldased. Täiendavad käituri lisavööris võivad selles küsimuses teatud määral abiks olla. Siiski on eemaldatava jäämurdevööri jaoks vajalik laius 24 meetrit (peatükk 5.4). Pukseri ja lisavööri laiuse erinevus on eemaldatava jäämurdevööri laiust piirav tegur. Tõukuri ja lisavööri laiuse vahel ei tohiks olla liiga suurt erinevust, vastasel juhul tekivad probleemid ahtriosa käitamisega jääs. Eespool nimetatud piiranguid arvesse võttes võib järeldada, et eemaldatavat jäämurdevööri võiks pidada võimalikuks lahenduseks Liivi lahel või kolmanda jäämurdja puhul (vt selgitust peatükis 5.4) Soome lahes. Siiski on vaja pöörata tähelepanu meresõiduomadustele ja jääkuhjatiste vahel töötamisele. Nagu eelmises peatükis märgitud, kasutatakse eemaldatavaid jäämurdevööre tavaliselt sisevetel ja avamerel kasutamiseks neid teadaolevalt projekteeritud ei ole.

Liivi lahes on kasutatud eemaldatava jäämurdevööri ja pukseri kombinatsiooni. Kulude erinevusi tavalise jäämurdja ning jäämurdevööri ja pukseri kombinatsiooni vahel võrreldakse järgmistes Liivi lahte käsitlevates peatükkides.

5.4 JÄÄMURDESTSENAARIUMID

Praegu on Eestil kaks Soome lahe piirkonnas tegutsevat jäämurdjat ja üks Liivi lahes tegutsev. Kuna käesolevas uuringus hinnatakse jäämurdeteenuste osutamise erinevaid võimalusi ja võetakse arvesse selle tulevase vajadusi, tuleb uurida mitut stsenaariumi.

Kuna Soome laht ja Liivi laht on geograafiliselt üksteisest kaugel ning praktiliselt puudub võimalus operatiivtoetuseks ühest piirkonnast teise, käsitletakse neid kahte piirkonda eraldi.

Soome laht

Uuring hõlmab kolme peamist stsenaariumi, mille puhul jäämurdjate arv on erinev (Joonis 52 Jäämurde Soome). Analüüsitakse kas on vaja 1, 2 või 3 jäämurdjat Soome lahes. Kuna jäämurdjad erinevad jõudluse poolest, peamiselt jäämurdevõimekuse poolest, on koostatud kolm erinevat jäämurdenõuete taset. Need nõuded põhinevad eri sadamate olemasoleval laevaliiklusel ja jääoludel. Alloleval joonisel on kujutatud kolme erineva jäämurdja miinimumnõudeid. 24meetrist laiuse nõue on valitud seetõttu, et paljud abistatavad kaubalaevad on sellise suurusega. On ka suuremaid laevu, kuid nende arv on üsna väike.

Gulf of Finland icebreaking		
ONE icebreaker (primary icebreaker)	TWO icebreakers (second icebreaker)	THREE icebreakers (third icebreaker)
Technical requirements: -IB 60cm/8 kn -Iceridge penetration -Min beam 24m -Towing arr. YES -ice class PC5*	Technical requirements: -IB 60cm/6 kn -Iceridge penetration -Min beam 24m -Towing arr. NO -ice class PC5*	Technical requirements: -IB 50cm/6 kn -Min beam 18m -Towing arr. NO -ice class PC6*

**Eeskirjade miinimumtasemest kõrgem täiendav tugevdamine vastavalt eeldatavatele tegevusstsenaariumidele*

Joonis 52 Jäämurde Soome lahel

Simulatsioonide abil analüüsitakse kolme stsenaariumi vastavalt järgmisele korrale:

Stsenaarium 1 jäämurdja	Kasutage ühte esmast jäämurdjat
Stsenaarium 2 jäämurdjad	Kasutage ühte esmast ja ühte sekundaarset jäämurdjat
Stsenaarium 3 jäämurdjad	Kasutage ühte esmast, sekundaarset ja kolmanda taseme jäämurdjat

Kui oleks ainult üks jäämurdja, peaks selle tegevuspiirkond ulatuma Paldiskist Sillamäele ehk tegevusulatus oleks ligikaudu 140 meremiili. Pikemad vahemaad tähendavad, et

jäämurdja kulutab kohale jõudmiseks rohkem aega kui jäämurdeoperatsiooniks endaks. Seda kompenseerib osaliselt jäämurdja suurem kiirus, mida laev suudab saavutada.

Ja vastupidi, kui oleks kolm jäämurdjat, on liikumiskaugused väiksemad ja jäämurdjad saavad liikuda väiksema kiirusega.

Selles uuringus eeldatakse, et jäämurdjad tegutsevad teatud piirkondades, tarbetut liikumist vältides.

Liivi laht

Kuna Liivi lahe piirkonnas on sadamate ja liikluse arv üsna väike, on mõistlik kaaluda ainult ühe jäämurdja kasutamise võimalust. Laevaliikluse ja jääolude analüüsi ning valdkonna asjatundjate intervjuude kaudu määratleti järgmised nõuded.

**Gulf of Riga
icebreaking**

ONE icebreaker

Technical requirements:

-IB capability 50cm/6 kn

-Min. beam 16m

-Max. Draft 5 m

-towing arr. NO

-ice class PC6*

**Eeskirjade miinimumtasemest kõrgem täiendav tugevdamine vastavalt eeldatavatele tegevusstsenaariumidele*

Joonis 53 Kasuta Liivi lahel ühte jäämurdjat

Eespool nimetatud jäämurdja nõuded ei sõltu sellest, millist tüüpi jäämurdjat kasutatakse: olenemata sellest, kas kasutatakse tavalist, mitmeotstarbelist või eemaldatavat jäämurdevööri, peaks jäämurdjal olema eespool nimetatud võimekus. Seetõttu on erinevused eri variantide vahel seotud peamiselt jäämurdja kuludega.

Nagu märgitud punktis 5.3.1, võib Liivi lahe jäämurdjana kasutada võimaliku lahendusena eemaldatavat jäämurdevööri ja pukseri kombinatsiooni. Eespool nimetatud nõudeid saab täita eemaldatava jäämurdevööriga. Piisavat võimekust on võimalik saavutada pukseriga, mille pollari tõmbejõud on ~55 tonni. Sellise pukseri laius on ligikaudu 12 meetrit, mis on mõistlik, arvestades 16 m laiust eemaldatavat jäämurdevööri.

Liivi lahe jäämurdeks kaalutakse kahte erinevat stsenaariumi: tavaline eesmärgipäraselt ehitatud jäämurdja ja mootorita eemaldatava jäämurdja lisavööri ja pukseri kombinatsioon. Mõlemad lahendused on hinnanguliselt sama jäämurdevõimekusega. Mõlema stsenaariumi kulusid võrreldakse järgmistes peatükkides.

5.5 JÄÄMURDJATE KULUD

5.5.1 KAPITALIKULUD

5.5.1.1 ARVUTUSMEETOD

Käesolevas osas on lühidalt kirjeldatud põhieeldusi ja meetodit, mida kasutatakse erinevate Eesti jäämurdestsenaariumite ehituskulude (uue ehitushinna) hindamiseks.

Hinnatakse laeva kogumaksumust, jagades selle järgmistesse üldkategoriatesse: laevakere, laevasüsteemide ja varustuse, masinate, jõuseadmete ja laevatehasega seotud kulud. Iga kategooria kulude hindamisel kasutatakse sisendandmeid võrdlusalus(t)elt, mille hind on teada. Esiteks rakendatakse ja võrreldakse mudelit võrdlusalus(t)ega ning seejärel rakendatakse tulemusi uutele kontseptsioonidele.

Laevakere kulusid hinnatakse järgmisel meetodil: terase hind ja tööjõukulud arvutatakse ja kohandatakse esmalt võrdluslaeva jaoks ning seejärel skaleeritakse uue konstruktsiooni kohta, arvestades kere kaalu ja jääklassi märkega nõutavat terase kogust. Sarnast lähenemisviisi kasutatakse varustuskulude puhul, mis on jagatud laeva suuruse ja jääklassi alusel. Peamaside, elektrisüsteemide ja laeva võimsusseadmete hinnad võetakse võimaluse korral otse tarnijalt või samalaadsetelt olemasolevatelt laevadelt või määratakse paigaldatud jõuseadmete võimsuse alusel. Laevatehasega seotud kulud arvutatakse protsendina laeva väärtusest, arvestades järgmisi elemente: tehase kasum, projekteerimiskulud ja kapitalikulud.

Oluline on teada, et selliste erikasutusega laevade nagu jäämurdjate lõplik hind võib eri laevatehastes oluliselt erineda. Laevatehase hinnale avaldavad suurt mõju kaks tegurit. Esimene neist on laevatehase asukoht, mis mõjutab hinda vahetult tööjõukulude kaudu. Teine on laevatehase kogemus, millel on lõpphinnas väga oluline roll. Lõpuks mõjutab laevaehitajate pakkumist ka uue laeva ehitamiseks konkureerivate laevatehaste arv.

Võrdluse aluseks olev laevaehitusturg piirdub Põhja-Euroopa ja Kaug-Ida (Aasia) spetsiaalsete laevatehastega.

Eemaldatava jäämurdevööri ja pukseri kombinatsiooni maksumust hinnatakse sobiva jääklassiga pukseri keskmise turuhinna ja mitteiseliikuva ja lahti monteeritava, jäämurdevööri ehituskulude alusel.

5.5.1.2 ESIALGSED TULEMUSED

Tabel 38 on toodud esialgsed põhi- ja tehnilised andmed ning Eesti jäämurdja erinevate disainide hinnangulised ehituskulud. Ehituskulud põhinevad eeldusel, et arvestatud on ühe laevaga. Uue laeva hinnale on lisatud $\pm 20\%$ marginaal.

Tabel 38. Eesti jäämurdja disainivalikud ja hinnangulised maksumused

Parameeter	Liivi laht		Soome laht		
	Jäämurdja	Pukser + lisavöör	Esmane IB	Sekundaarne IB	Kolmas IB
Laius, m	16	16 (var) 12 (pukser)	24	24	18
Projekteeritud süvis, m	4.5	4.5	7.5	7.2	6.0
Pikkus (DWL), m	54	40+ 18	90	86	62
Süvis peatekilt, m	6.0	6.0	11.0	10.5	8.5
Ekvivalentkaal (hinnangul.), t	1600	1050+ 750	5700	4900	2500
Dedveit, t	700	200	3000	3000	1500
Käituri tüüp	2 asimuutkäiturit	2 asimuutkäiturit	2 elektrilist/ asimuutkäiturit	2 elektrilist/ asimuutkäiturit	2 asimuutkäiturit
Käitusvõimsus, MW (hinnanguline)	4.4	4.4	10	7	5
ME koguvõimsus, MW (hinnanguline)	5.1	5.1	13	9.1	6.2
Sõidukiirus, kn	12	11	14	13	13
Ehituskulude prognoos, miljonit eurot	40	18 + 8 = 26	100	85	50
Meeskond (min)	12	8	20	18	16

5.5.2 OPEREERIMISKULUD

5.5.2.1 OPEXI ARVUTUSTE PÕHIEELDUSED

Tegevuskulud (OPEX) hõlmavad järgmisi põhipunkte:

- Kasutuses olevate laevade hooldusega seotud püsikulud (meeskonnakulud, kindlustus, tehnilised teenused, remont, kuivdokkimine, haldamine jne).
- Jooksvad (navigatsioonipõhised) kulud, sealhulgas kütusekulud, sadama/veetee/kanali tasud ja võimalikud tasud.

Selles uuringus kasutatakse tegevuskulude võimaliku taseme esialgselt hindamiseks ilma kütusekuludeta OPEXi järgmist struktuuri:

- Meeskonna- ja varustuskulud
- Kindlustus
- Tehnilised teenused, varuosad, hooldus
- Laevaremont, kuivdokkimine, klassiülevaatus
- Juhtimiskulud

Esitatud hinnangud põhinevad kättesaadavatel avalikel statistilistel andmetel ning eri tüüpi jäämurdjate tegevuskulude varasematel hinnangutel.

5.5.2.2 PÜSITEGEVUSKULUDE PROGNOOSIMINE

Meeskonnaga seotud kulud

Laevapere kulud koosnevad laevapere liikmete palgast, sealhulgas ületunnitööst ja puhkusest, koolitusest, reisi- ja tervisekindlustusest, maksudest ja sotsiaalkuludest, toitlustamisest pardal jne. Kogupalk arvutatakse Rahvusvahelise Transporditöötajate Föderatsiooni poolt meremeestele kehtestatud miinimumpalga taseme alusel. Käesolevas uuringus kasutatakse lähtealusena „ITF International Collective Bargaining Agreement 2022–2023“ (ITF International Collective Bargaining Agreement 2022–2023) (ITF Seafarers, 2022). Arvestatakse ka laevapere palgade tegelikku taset, mis sõltub sellistest teguritest nagu nõutav töökogemus ja laevapere liikmete kodakondsus jne, kohaldades miinimumpalga taseme suhtes koefitsiente.

Eeldatakse, et jäämurdja tööperiood kestab aastaringselt ja hinnanguline palgatase katab kõik meeskonna vajadused kogu aasta jooksul. Andmete suure kõikumuse tõttu on arvutatud kaks erinevat meeskonnapalga taset.

Kindlustuskulud

Iga-aastase kindlustusmakse suurus sõltub järgmistest teguritest:

- laeva tüüp
- laeva hind (laeva väärtus)
- tehniline seisund
- sõidupiirkonnad ja tegevuse liik
- tööpäevade arv aastas
- kindlustusriskide kogum (kindlustuskate)

Jäämurdjate teadaolevate statistiliste andmete põhjal eeldatakse, et Eesti jäämurdjate kindlustuskulud on 0,5–1,0 % laeva hinnast aastas.

Tehnilised kulud

Eesti jäämurdja projekteerimisvõimaluste tehniliste kulude hindamiseks kasutatakse nii tarnijate teadaolevaid andmeid kui ka statistilisi andmeid. Tehnilised kulud hõlmavad järgmisi tegureid:

- Tehnilised teenused, varuosad, mootorite ja jõuseadme hooldus – hinnang mootorite, elektriliste- ja jõuseadmete tarnijatelt saadud teadaolevate andmete põhjal vahemikus 0,75–1,5 % laeva hinnast aastas.
- Laevaremont, kuivdokkimine, klassiülevaatus – hinnanguliselt 0,5 % (madal) või 1,25 % (kõrge) laeva hinnast aastas.

Juhtimiskulud

Juhtimiskulud on kulud, mis on seotud laeva käitamisega, tulenedes vajadusest hooldada laeva kaldapersonali poolt: superintendendid, raamatupidajad, müügiosakond, turundus jne. Käesolevas hinnangus võetakse nende kulude osakaaluks 3 % kõigist püsikuludest.

Kindlaks määratud OPEXi tegurite hinnangud (ilma kütusekuludeta) on toodud Tabel 39 ja tabelis 40.

Tabel 39. Eesti jäämurdja projekteerimisvõimalustega seotud tegevuskulude madalam hinnang

	<i>Liivi laht</i>		<i>Soome laht</i>		
	<i>Jäämurdja</i>	<i>Pukser + lisavöör</i>	<i>Esmane IB</i>	<i>Sekundaarne IB</i>	<i>Kolmas IB</i>
Ehituskulud, miljonit eurot	40	26	100	85	50
Aasta püsikulude prognoos, tuhat eurot aastas					
Meeskond ja varustus	609	345	866	774	716
Kindlustus	200	130	500	425	250
Hooldus, hooldus	300	195	750	638	375
Remont, kuivdokkimine, uuringud	200	130	500	425	250
Juhtimine	39	24	78	68	48
Kokku	1348	824	2694	2329	1638
Kuu kokku, EUR/kuu	112.4	68.7	224.5	194.1	136.5
Kokku päevas, EUR/päev	3708	2266	7409	6405	4505

Tabel 40. Eesti jäämurdja projekteerimisvõimalustega seotud tegevuskulude kõrgem tase

	<i>Liivi laht</i>		<i>Soome laht</i>		
	<i>Jäämurdja</i>	<i>Pukser + lisavöör</i>	<i>Esmane IB</i>	<i>Sekundaarne IB</i>	<i>Kolmas IB</i>
Ehituskulud, miljonit eurot	40	26	100	85	50
Aasta püsikulude prognoos, tuhat eurot aastas					
Meeskond ja varustus	752	421	1053	978	873
Kindlustus	400	260	1000	850	500
Hooldus, hooldus	600	390	1500	1275	750
Remont, kuivdokkimine, uuringud	500	325	1250	1063	625
Juhtimine	68	42	144	125	82
Kokku	2319	1438	4947	4290	2831
Kuu kokku, EUR/kuu	193.3	119.8	412.2	357.5	235.9
Kokku päevas, EUR/päev	6378	3953	13603	11799	7785

5.5.2.3 KÜTUSEKULUDE PROGNOOSIMINE

Iga-aastased kütusekulud arvutati simulatsiooniväljundi tulemuste põhjal, nagu on toodud Tabel 25–33. Antud kütusekulu väärtusele, mis vastab kaubalaevade jääs eskortimise aktiivsele tegevusele, lisatakse sadamas viibimise või merel ootamise ajal kulutatud kütuse kogus ülejäänud jäämurdehooaja kohta. Selleks hinnatakse jäämurdjate kavandatud konstruktsioonivariantide igapäevast kütusekulu. Jäämurdehooaeg, mis on määratletud ajavahemikuna, mil jäämurdja on tehniliselt valmis kohe abi osutama, on eeldatavalt 4 kuud soojadel talvedel, 5 kuud keskmistel talvedel ja maksimaalselt 6 kuud – karmide talve puhul.

Peale selle arvutati aasta ülejäänud kuude kohta seisuaajaks vajalik kütusekogus, võttes aluseks jäämurdjate variantide hinnanguline päevane kütusekulu seisuaegadel.

Arvutustes kasutatud kütuse hind on 650 eurot tonni kohta.

5.5.2.4 KAPITALIKULUDE HINNANG

Kuna uute Eesti jäämurdjate ostutehingute korraldamise skeem ei ole teada, hinnati CAPEXi esialgselt 20-aastase perioodi ametliku amortisatsiooni alusel (intressimäära ei kohaldatud). Jäämurdjate kasutusega võib olla kuni 50 aastat. Kõiki võimalikke moderniseerimis-/renoveerimiskulusid kogu kasutusea jooksul ei ole arvestatud. Allpool toodud tulemused on mõeldud üksnes soovituslikuks võrdlemiseks. Üksikasjalikum teave on esitatud WINMOS kulude arvutamise mudelis (6. peatükk).

5.5.3 KULUDE KOKKUVÕTE

Arvutatud kulude koondväärtused on esitatud kahe erineva lähenemisviisi kohta: üheotstarbelise jäämurdja kasutuskordade aastaringsed kulud (Tabel 41, Tabel 42, Tabel 43 ja Tabel 44 Liivi lahe stsenaariumi puhul) ning talvised hooajalised kulud, mis on seotud mitmeotstarbeliste jäämurdjate kasutamise kuludega (Tabel 45, Tabel 46 ja Tabel 47 kolm erinevat stsenaariumi Soome lahe ning ja Tabel 49 Liivi lahe stsenaariumide puhul).

Tabel 41 Kokkuvõte aastaringse tegevuse hinnangulisest kapitalist ja tegevuskuludest (ühe eesmärgiga) Soome lahes asuva 1 IB puhul

Talvine tüüp	SOE	KESKMINE	KARM
Tegevuskuud	12	12	12
Iga-aastased tegevuskulud	2,694, 000 EUROT	2,694, 000 EUROT	2,694, 000 EUROT
Aastane kütusekulu	731, 000 EUROT	2212,000 EUROT	2,831, 000 EUROT
Aastane kapitalikulu	5 000,000 EUR	5 000,000 EUR	5 000,000 EUR
Kokku	8,425,000 EUROT	9,906, 000 EUROT	10,525,000 EUROT

Tabel 42. Kokkuvõte aastaringseks tegevuse prognoositud kapitali- ja tegevuskuludest Soome lahes asuva 2 (üheotstarbelise) jäämurdja puhul

Talvine tüüp	SOE	KESKMINE	KARM
Tegevuskuud	12	12	12
Iga-aastased tegevuskulud	5,023, 000 EUROT	5,023, 000 EUROT	5,023, 000 EUROT
Aastane kütusekulu	1 290,000 EUR	2 450,000 EUR	3409,000 EUROT
Aastane kapitalikulu	9,250, 000 EUR	9,250, 000 EUR	9,250, 000 EUR
Kokku	15,563,000 EUROT	16,723,000 EUROT	17,682,000 EUROT

Tabel 43. Kokkuvõte aastaringseks tegevuse prognoositud kapitali- ja tegevuskuludest Soome lahes asuva 3 (üheotstarbelise) jäämurdja puhul

Talvine tüüp	KERGE	KESKMINE	RASKEKUJULISED
Tegevuskuud	12	12	12
Iga-aastased tegevuskulud	6,661, 000 EUROT	6,661, 000 EUROT	6,661, 000 EUROT
Aastane kütusekulu	1778, 000 EUROT	2787,000 EUROT	3635, 000 EUROT
Aastane kapitalikulu	11,750,000 EUROT	11,750,000 EUROT	11,750,000 EUROT
Kokku	20,189,000 EUROT	21,198,000 EUROT	22,046,000 EUROT

Tabel 44. Kokkuvõte aastaringseks tegevuse prognoositud kapitali- ja tegevuskuludest Liivi lahes asuva (üheotstarbelise) jäämurdja puhul

Talvine tüüp	SOE	KESKMINE	KARM
Tegevuskuud	12	12	12
Iga-aastased tegevuskulud	1 348,000 EUR 436, 000 EUROT	1 348,000 EUR	1 348,000 EUR
Aastane kütusekulu		622, 000 EUROT	898,000 EUROT
Aastane kapitalikulu	2 000,000 EUR	2 000,000 EUR	2 000,000 EUR
Kokku	3,784, 000 EUR	3 ,770,000 EUR	4,246, 000 EUR

Tabel 45. Soome lahes 1 jäämurdja hooajalise tegevuse (üksnes jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõte

Talvine tüüp	SOE	KESKMINE	KARM
Tegevuskuud	4	5	6
Iga-aastased tegevuskulud	898,000 EUROT	1 122,500 EUR	1347, 000 EUROT
Aastane kütusekulu	419,000 EUROT	1 939,000 EUR	2,597, 000 EUROT
Aastane kapitalikulu	1 666,667 EUR	2,083, 333 EUR	2 500,000 EUR
Kokku	2,983, 667 EUR	5, 144, 833 EUR	6,444,000 EUR

Tabel 46. Soome lahes 2 jäämurdja hooajalise tegevuse (üksnes jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõte

Talvine tüüp	SOE	KESKMINE	KARM
Tegevuskuud	4	5	6
Iga-aastased tegevuskulud	1 ,674,333 EUR	2 ,992, 917 EUR	2,511, 500 EUR
Aastane kütusekulu	666,000 EUR	1,904,000 EUR	2,941,000 EUR
Aastane kapitalikulu	3,083,333 EUR	3,854,167 EUR	4625,000 EUR
Kokku	5,423, 667 EUR	7 ,851 ,083 EUR	10,077,500 EUR

Tabel 47. Soome lahes 3 jäämurdja hooajalise tegevuse (üksnes jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõte

Talvine tüüp	SOE	KESKMINE	KARM
Tegevuskuud	4	5	6
Iga-aastased tegevuskulud	2 ,220, 333 EUR	2 ,775,417 EUR	3 ,330,500 EUR
Aastane kütusekulu	920,000 EUROT	2 037,000 EUR	2,991,000 EUR
Aastane kapitalikulu	3,916, 667 EUR	4 895,833 EUR	5875,000 EUROT
Kokku	7, 057,000 EUR	9,708, 250 EUR	12,196,500 EUR

Tabel 48. Liivi lahes asuva jäämurdja hooajalise tegevuse (üksnes jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõte

Talvine tüüp	SOE	KESKMINE	KARM
Tegevuskuud	12	12	12
Iga-aastased tegevuskulud	449,333 EUR	561,667 EUR	674,000 EUR
Aastane kütusekulu	202,000 EURO	418,000 EUR	606,000 EUR
Aastane kapitalikulu	666,667 EUR	833,333 EUR	1000,000 EUR
Kokku	1,318, 000 EUR	1813, 000 EUR	2,280,000 EUR

Tabel 49. Liivi lahes asuva pukseri ja eemaldatava jäämurdevööri hooajalise tegevuse (ainult jäämurdmine) hinnanguliste kapitali- ja tegevuskulude kokkuvõte.

Talvine tüüp	SOE	KESKMINE	KARM
Tegevuskuud	4	5	6
Iga-aastased tegevuskulud	274,667 EUR	343,333 EUR	412,000 EUR
Aastane kütusekulu	202,000 EUR	418,000 EUR	606,000 EUR
Aastane kapitalikulu	700,000 EUR	775,000 EUR	850,000 EUR
Kokku	1, 176,667 EUR	1 536,333 EUR	1 ,868,000 EUR

VÖTMETÄHTSUSEGA KÜSIMUSED

Ei	Ülesanne/küsimus*	Vastus
3	Millistes suundades võiks jäämurdeteenuseid arendada? Pakkuda välja kolm (3) stsenaariumi Soome lahe ja Liivi lahe jaoks ning tuua esile nende puudused ja eelised investeeringute ja võimalike uute jäämurdjate jooksvate kulude näol.	Luuakse kolm põhistsenaariumi. Üksikasjalikum teave on toodud alapeatükis 5.4 Jäämurdestsenaariumid .
5	Millised on iga stsenaariumi prognoositavad kulud ja milliseid võimalikke rahastamismudeleid saaks kasutada? Kirjeldage iga variandi puhul jäämurdeteenust osutavate laevade põhiparameetreid ja analüüsige, kuidas praegust laevastikku kasutada. Analüüsige vähemalt järgmisi võimalusi, et leida stsenaariumide jaoks sobivad laevade kombinatsioonid: – sobivad erineva suurusega jäämurdjad (omandatud/ehitatud riigi poolt); – sobivad erineva suurusega jäämurdjad (prahitud); – merepukser koos eemaldatava jäämurdevööri (prahitud); – merepukser koos eemaldatava jäämurdevööri (valmistatud riigi tellimusel); – kaks sobivat ja võimsat merepukserit, mis töötavad koos, ilma eemaldatava jäämurdevööri (riigi omanduses/ehitatud); – kaks sobivat ja võimsat (Läänemere jaoks) merepukserit, mis töötavad koos, ilma lisavööri (prahitud).	Palun vaadake: <i>Tabel 54. Kokkuvõte talvise navigatsiooniabi võimaluste hinnangulisest maksumusest Eestis. Jäämurdjate kulud põhinevad 5. peatükis toodud andmetel.</i> Tabel 54. Kokkuvõte talvise navigatsiooniabi võimaluste hinnangulisest maksumusest Eestis. Jäämurdjate kulud põhinevad peatüki 5 andmetel.

5.6 AVAMERE TUULEPARGID JA LAEVANDUS – TALVINE NAVIGATSIOON

Avamere tuuleenergia

Avamere tuuleenergia on puhas energia, mis on pärinud tohutut tähelepanu ja selle tootmine on viimase kümne aasta jooksul maailmas kiiresti kasvanud, eriti Põhjameres ja Läänemere piirkonnas. Võrreldes teiste energiaallikatega on avamere tuuleenergia mitmeid eeliseid, muu hulgas maa kasutamata jätmise, tuuleressursside rohkuse ja sobivuse suuremahuliseks arendamiseks. Avamere tuuleparkide arendamisel on aga vältimatult suur mõju navigatsioonikeskkonnale. Enamik avamere tuuleparke on loodud avamere merepiirkondades, st territoriaalmeredes ja majandusvööndites. Suurt tähelepanu tuleb pöörata kaubanduslikule merendustegevusele, et vältida ebapiisavaid kaugusi laevateedest, ebapiisavaid ohutusmeetmeid ja tuulegeneraatorite ebasobivat määrgistamist, mis on kahtlemata kahjulik laevaliikluse ohutusele.

Eesti rannikule ja Liivi lahe piirkonda kavandatakse mitut avamere tuuleparki, millega tuleb arvestada mitte ainult avavees navigeerimisel, vaid eriti jääkattega perioodil.

Avamere tuuleenergiatööstuse kiire areng on avaldanud meretööstusele sügavat mõju. Käitamisetapis toob meretuulepark merepiirkonna kasutamisele kaasa killustumise ja kolmemõõtmelise ainuõiguse mõju, mis toob kaasa mereressursside ühilduvuse kadumise ning mõjutab püsivalt meresõidu ohutust. Meretuulepargi olemasolu raskendab külgnevate alade navigatsioonikeskkonda. Näiteks võib ebapiisav kaugus veeteedest, laevateedest ja ankrualadest kaasa tuua laeva ja tuulegeneraatori kokkupõrke, navigatsioonimärkide paigaldamise ja hoolduse keerukuse, mis võib segada meresõitjaid ja põhjustada laevade ebakorrektselt käitlemist. Lisaks võib meretuuleparkide käitamise ajal tekkiv elektromagnetkiirgus mõjutada laeva pardal olevaid navigatsiooniseadmeid.

Talv ja jääolud on väga raske aeg laevade navigeerimiseks ning paljudel juhtudel abistavad laevu jäämurdjad teel sadamasse ja sadamast merele. Talvistele navigatsioonimarsruutidele lähedal asuvad avamere tuulepargid tekitavad talvisele navigatsioonile täiendavat riski ja väljakutseid, sest tuuleparkidele reserveeritud alad on äriliseks navigeerimiseks suletud ja paljudel juhtudel on need alad tohutud. Seetõttu on laevandus talveperioodil sunnitud kasutama alasid, mis on paljudel juhtudel raskete jääolude tõttu navigeerimiseks keerulisemad.

Traditsiooniliste liiklustraditsioonide, laevatüüpide ja -suurustega on rakendatud talvised navigatsioonisüsteemid üsna hästi toiminud, kuigi mõned piiratud jääkahjustused igal talvel ei ole täielikult välistatud. Seetõttu on mulje kõrgest ohutustasemest talvisel navigeerimisel viimase pika soojade ja keskmiste talvede perioodil tugevnenud. Siiski ei pruugi see mulje, mis võib põhineda õnnetuste soodsal statistikal, võtta arvesse kogu süsteemi arvukate parameetrite pidevate või juhuslike muutuste koostõugu. Kõik õnnetuse mehhanismid ei ole piisavalt hästi teada ning talvise navigatsiooni suurt ning funktsionaalselt ja geograafiliselt hajutatud süsteemi keerukust on raske mõista.

Planeerimisel on uus merendusvaldkonda mõjutav taristu, nimelt avamere tuulepargid, mis suurendab veelgi laevandusega seotud riske, eriti jääkattega ajal. Uued laevandusettevõtjad Läänemeresel võivad olla teadlikud talvise meresõiduga kaasnevatest

ohtudest, kuid kindlasti on erandeid. Isegi mõned kõige kogenumad ettevõtjad ja kogu laevandus ei pruugi olla piisavalt ette valmistatud mõne ohu ja võimalike riskide jaoks, mida võib põhjustada näiteks harva esinev talvetorm.

Avamere tuuleparkidega (Offshore Wind Farms, OWFs) kaasnevad spetsiifilised probleemid, kui need satuvad vastuollu traditsiooniliste meresõiduga. Avamere tuuleparkidega seoses tuleb arvestada järgmisi aspekte:

- Avamere tuulepargid asuvad avamerel, kus laevajuhid ei eelda takistusi
- Avamere tuuleparkidel on osad nii veepinna all kui ka kõrgemal
- Avamere tuuleparkidel on fikseeritud osad ja liikuvad osad (tuulikulabad)
- Avamere tuulepargid koosnevad üksikutest ehitistest, mis moodustavad laialdase kogumi
- Avamere tuulepargid on omavahel ühendatud elektri- ja andmesidekaablitega
- Avamere tuulepargid on strateegiline energiataristu, mis muudab need kahju suhtes tundlikuks
- Avamere tuuleparkidel tekitavad nähtamatuid häireid elektromagnetilise kiirguse kujul

Kui mereala on ette valmistatud suuremahuliseks elektritootmiseks tuuleparkides, mis asuvad laevateede ristumiskohtade, liikluseraldusskeemide või muul moel laevade liikumisteede läheduses, on vaja hoida laevaliikluse riskid minimaalsena ning kindlasti sellisena, et need ei ületaks hetkeolukorra riske. Mõnes riigis on lubatud laevaliiklus avameretuuleparkide läheduses - kui avamere tuulepargid asuvad laevatee tüürpoordis on kokkupõrgete vältimise eeskirjades (COLREGs) sätestatud, et laevateel olevad laevad peavad andma teed tuulepargialalt väljuvatele laevadele.

5.6.1 ÕIGUSLIKUD KAALUTLUSED – RAHVUSVAHELISED JA RIIKLIKUD

ÜRO (UNCLOS)

Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni mereõiguse konventsioon (The United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS), mida nimetatakse ka mereõiguse konventsiooniks või mereõiguse lepinguks, on rahvusvaheline leping, mis sõlmiti ÜRO kolmandal mereõiguse konverentsil (UNCLOS III), mis toimus aastatel 1973–1982. Mereõiguse konventsioon määratleb riikide õigused ja kohustused seoses maailma merede kasutamisega, kehtestades suunised ettevõtetele, keskkonnale ja mere loodusvarade majandamisele. 1982. aastal sõlmitud konventsioon asendas nelja 1958. aasta lepingut. ÜRO mereõiguse konventsioon jõustus 1994. aastal. Sellega seoses peavad avamere tuuleparke kavandavad liikmesriigid ja eraettevõtjad mere kasutamiseks järgima ÜRO mereõiguse konventsiooni nõudeid.

Avamere tuuleparkide lubatavus ÜRO mereõiguse konventsiooni alusel

Vastavalt artikli 2 lõikele 1 laieneb rannikuriikide suveräänsus tema territoriaalmerele ja seega on tuuleparkide lubatavus rannikuriigi pädevuses. Suveräänsuse toel võib

rannikuriik rajada ka avamererajatisi, näiteks tuuleparke. Tuuleparkidega seoses on oluline mainida, et rannikuriigi suveräänsus laieneb selles piirkonnas ka õhuruumile ning merepõhjale ja aluspinnasele. Suveräänsust piirab üksnes asjaolu, et seda tuleb teostada kooskõlas ÜRO mereõiguse konventsiooniga ja rahvusvahelise õigusega (artikli 2 lõige 3).

Avamere tuuleparkide lubatavus majandusvööndis

UNCLOS-i V osa kohaselt on rannikuriigil õigus 200 meremiili ulatuses majandusvööndiks, kus tal on suveräänne õigus uurida, kasutada, kaitsta ja majandada meres ja merepõhjas ning selle all asuvas maapõues leiduvaid elus ja eluta loodusvarasid ning muul viisil vööndi kasutamisel ja uurimisel tegutseda, näiteks toota vee-, laine- ja tuuleenergiat. Kuigi tuuleenergia on loetletud, ei ole seda täiendavalt reguleeritud. Sellega kinnitatakse rannikuriikide suveräänseid õigusi kogu selles piirkonnas toimuva majandustegevuse suhtes, olgu siis tegemist loodusvarade või muude võimalustega praegu või tulevikus. Need on suveräänsed õigused eriõigustele ja seega „funktsionaalselt piiratud“.

IMO (SOLAS, COLREG, GPSR,...)

Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (International Maritime Organisation, IMO) on Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni spetsialiseerunud allasutus, mis vastutab laevanduse ohutuse ja turvalisuse ning laevade põhjustatud merereostuse vältimise eest. Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni spetsialiseerunud asutusena on IMO ülemaailmne standardeid kehtestav asutus rahvusvahelise laevanduse ohutuse, turvalisuse ja keskkonnavalise tulemuslikkuse alal. Selle peamine ülesanne on luua laevandussektori jaoks õiglase ja tõhus õigusraamistik, mis on üleilmselt vastu võetud ja rakendatav. Rahvusvaheline konventsioon inimelude ohutusest merel (SOLAS) võeti vastu 1. novembril 1974 ja see jõustus 25. mail 1980. SOLAS-i konventsiooni selle järjestikustes vormides peetakse üldiselt kõige olulisemaks kõikidest kaubalaevade ohutust käsitlevatest rahvusvahelistest lepingutest.

Rahvusvaheliste Merekokkupõrke Eeskirjade konventsioon (1972) koos hilisemate muudatustega (COLREG-i eeskirjad), on avaldatud IMO poolt. COLREG-i eeskirjades on muu hulgas sätestatud „liikluseeskirjad“ või navigatsioonieeskirjad, mida laevad ja muud laevad merel peavad järgima, et vältida kokkupõrget kahe või enama laeva vahel.

COLREG-i peatükis peatükis 4.2.1 käsitletakse avameretuuleparkide kavandamist ja ohutuskauge hindamist laevade sõiduteekondade ning meretuuleparkide vahel, et aidata tuuleparkide arendajatel ja planeerijatel mõista kokkupõrkeohu riski.

Laevade sõiduteekondade käsitlevate üldsätete (GPSR) eesmärk on parandada navigatsiooniohutust üksteisega külgnevates piirkondades ja piirkondades, kus liiklustihedus on suur või kus liikumist piirab mereruum, navigatsioonitakistused, sügavused või ebasoodsad ilmastikutingimused

Mereteed ja liikluseraldusskeemid (TSS – Traffic Separation Scheme)

Artikli 22 lõike 1 kohaselt võib rannikuriik vajaduse korral laevaliikluse ohutust silmas pidades nõuda, et rahumeelse läbisõidu õigust kasutavad välisriikide laevad kasutaksid ette nähtud laevateesid ja liikluseraldusskeeme. Tähistatud laevateede ja liikluseraldusskeemide rajamise eesmärk on edendada meresõidu ohutust, kui laevade vaba liikumist takistab näiteks piiratud mereruum või objektid veeteel.

Liikluseraldusskeemid on üks viis laevade teekondade suunamiseks

„Liikluse eraldamine tähendab, et laevad suunatakse enam-vähem kohustuslikult laevateedele või merealadele, et vähendada kokkupõrkeohtu, madalikule sõidu ohtu või kokkupõrkeid navigatsioonipõhiste ja muude merekasutusviiside vahel“. See on võimalik üksnes valdkondades, kus see on „vajalik laevaliikluse ohutust silmas pidades“ ja artikli 24 lõikes 1 sätestatud tingimustel. Artikli 22 lõike 3 kohaselt ei ole rannikuriigid kohustatud esitama IMOle selliste liikluseraldusskeemide kavasid. Hiljutised arengud näitavad siiski suundumust, et IMO võib saada üha enam liikluseraldusskeemide monopoliks ka territoriaalmeres.

Rannikuriigi seadused ja määrused

Rannikuriikide volitused reguleerida läbisõitu, sealhulgas tuulepargi läheduses, ei piirdu vabatahtlike skeemide, näiteks TSSi või laevateede käitamisega, vaid hõlmavad kõiki mõistlikke liikluse korraldamise meetmeid, olgu need kohustuslikud või vabatahtlikud välisriikide laevadele (artikkel 21). See võib hõlmata „ohutusvööndeid“ või „ohualasid“ (ATBA-Areas to Be Avoided). Rannikuriigi kehtestatud kohustuslikud ATBA-d võivad viia selleni, et neil aladel on liiklus tegelikult keelatud. Kui puuduvad alternatiivsed, marsruudid kahjustaks see lubatud läbisõidu õigust. Selline meede toob loomulikult kaasa artikli 24 lõike 1 rikkumise. Siiski on küsitav, kas rannikuriigil oleks alternatiivsete laevateede pakkumisel lubatud konkreetne piirkond liikluseks sulgeda. Artikli 25 lõike 3 kohaselt võib rannikuriik „peatada ajutiselt oma territoriaalmeres teatud aladel rahumeelse läbisõidu õiguse, kui selline peatamine on oluline tema julgeoleku, sealhulgas relvaõppuste tarbeks“. Muud asjakohased territoriaalmeres liiklusmeetmed, mis võivad olla kasulikud tuuleparkide puhul, võivad olla ankrualad, laevade aruandlussüsteemid ja laevaliikluse korraldamise teenused, mille jaoks vajalikke seadmeid saab paigaldada tuuleparkidesse, mõnikord renditingimuste osana, ning eemalt juhtida.

Navigatsiooniriskide hindamine

On üldteada, et meresõidu riskide hindamine tuleb nõuetekohaselt läbi viia meretuuleparkide projekteerimis-, ehitus- ja kasutusetapis, andes otsustajatele väärtuslikku teavet pargi asukoha ja minimaalse ohutu kauguse jms kohta. Täna on meil väga vähe uuringuid selle kohta, kuidas suur meretuulepark mõjutab jääväljade liikumist. Seetõttu tuleb meretuuleparkide läheduses liigeldes võtta kasutusele ohutusmeetmed, et mitte seada ohtu laevaliiklust või tuuleparkide käitamist.

Laevaliikluse ohutus

Kõige ilmsem näide sekkumisest teiste riikide kogukondlikesse õigustesse on loomulikult rannikuriigi õigus ehitada ning lubada ja reguleerida tehissaarte, rajatiste ja muude rajatiste ehitamist, käitamist ja kasutamist majandusvööndis. Seetõttu on ÜRO mereõiguse konventsiooni artiklis 60 sätestatud käesoleva juhtumi jaoks selged meetmed, et kaitsta meresõiduvabadust ja muid seaduslikke tegevusi. Tuuleparkidega seotud raskused on ilmselgelt tingitud kogemuste puudumisest seoses selliste rajatistega. Lisaks sellele, et õiguslik kord erineb rannikuriigi territooriumil kehtivast, on ka tuuleparkide käitamise tingimused õiguslikult erinevad. Kõige selle tõttu on raske hinnata mõju rajatistele endile ning teiste riikide õigustele. Sellegipoolest võivad lahenduste leidmisele kaasa aidata juba olemasolevatest meretuuleparkidest saadud ning nafta- ja gaasitööstuse kogemused.

Ohutusvööndid

Eriti majandusvööndis ei pruugi ainult hoiatus- ja teavitussüsteemid olla piisavad laevaliikluse ja tuuleparkide kui rajatiste ohutuse tagamiseks. Seetõttu on artikli 60 lõikes 4 sätestatud, et „rannikuriik võib vajaduse korral kehtestada selliste tehissaarte, ja rajatiste ümber mõistlikud ohutusvööndid, kus ta võib võtta kasutusele asjakohaseid meetmeid selliste rajatiste ohutuse tagamiseks [...]”, mida „kõik laevad peavad järgima” (artikli 60 lõige 6). Need tsoonid ei tähenda avamere lõikude omamist, nende eesmärk on üksnes vältida konflikte nende alade kasutajate vahel ning neid võib rajada nii paiksete kui ka mobiilsete platvormide ümber. Sõnastus „võib vajaduse korral” näitab, et selliste ohutusvööndite kehtestamine ei ole rannikuriigile kohustuslik. Kui tuulepark asub vaid mõne meetri sügavusega madalas vees, kus laevadega liikumine ei ole võimalik, võib ohutustsoonid üldse ära jätta. Näib, et sõnastus „mõistlik” käib rannikuriigi poolt valitava suuruse, konfiguratsiooni, asukoha ja jurisdiktsiooni kohta. Iga ohutsooni konstruktsioon peab olema „põhjendatud seoses rajatise laadi ja funktsiooniga” ning selle ulatus peab olema maksimaalselt (ainult) 500 meetrit mõõdetuna selle välisserva igast punktist (artikli 60 lõige 5). Aga mis on tuulegeneraatori „välisserv”? Kas lähtepunktiks on rootor või tuuliku labad? Tuulepargi olemasolu viitab sellele, et tundub mõistlik võtta „liikumise ajal labade poolt kirjeldatud ahela täielik ulatus, et oleks kaetud ka selle välimine osa”.

500 meetri piirang

Rahvusvahelise Õiguse Assotsiatsioon (International Law Association) soovitas esmakordselt 500 meetri raadiust 1953. aastal, sest mitmed riigid olid kehtestanud selle piiri naftaplatvormidele maismaal ja mille raadiuses oli keelatud suitsetada või tuld kasutada. Avamere naftarajatised on tavaliselt kaitstud 500 meetriste ohutustsoonidega, kuigi nende piiride rikkumised on probleemiks. Seetõttu tekib küsimus, kas need kaitsevad piisavalt laevaplatvormi kokkupõrgete eest, kui tuulepargid ei ole mehitatud ja tuulikud on nii lähedal, et eriti suuremad laevad ei suuda manööverdada. Kuigi avamere tuulepargid ei olnud selleks ajaks ilmselt rajamisel, on UNCLOS III seda punkti käsitletud, kuna tegelema pidi mitte ainult avamere naftaplatvormidega, vaid ka artikli 56 lõikes 1 nimetatud muud tüüpi rajatistega. Põhjus, miks 500meetrine tsoon lõpuks kasutusele võeti, tuleneb sellest, et riigid ei suutnud muus lahenduses kokku leppida. Erandi tegemist võib siiski kaaluda, kui need on vastavad rahvusvahelistele standarditele või neid soovitavad pädevad rahvusvahelised organisatsioonid, näiteks IMO (artikli 60 lõige 5). Rahvusvahelisi standardeid, mis võimaldavad laiemaid ohutuspiirkondi kui 500 meetrit, ei ole veel kehtestatud ja seetõttu ei ole IMO soovitusel kõnealusest piirmäärast laiemate ohutustsoonide kohta. Tunnistades ohutustsoonide erinevaid rikkumisi, võttis IMO siiski vastu mitu resolutsiooni avamere naftarajatiste ohutuseks ja kaitseks, eelkõige seoses selliseid rajatise ümbritsevate ohutustsoonidega, näiteks resolutsioon A. 671 (16) ohutustsoonide ning avamererajatiste ja -struktuuride läheduses navigeerimise ohutuse kohta. Resolutsiooni preambulis mainitakse avamererajatise ja -struktuure ning vajadust mereohutus üldiselt tagada. See võib hõlmata ka tuuleparke, mida võib pidada rajatisteks. Siiski näib, et sõnastus iseenesest ei jäta ruumi tuuleparkide rajamiseks vastavalt resolutsioonile. Loodusvarade kasutamist ja puurimistöid mainitakse pidevalt, mis viitab selgelt resolutsioonide suundumusele. Seetõttu tundub, et resolutsioon on mõeldud peamiselt avamere nafta- ja gaasiplatvormide jaoks ning on küsitav, kas see on kohaldatav ka tuuleparkide puhul. Uue resolutsiooni vastuvõtmine koos näiteks tuuleparkide laiemate tsoonidega, nagu see on artikli 60 lõikes 5 ette nähtud, võib seega

aidata seda ebakindlust lahendada. Kuid täna on resolutsioon A.671(16) ainus resolutsioon, mis käsitleb avamererajatisi ümbritsevaid ohutusvööndeid. Ja isegi kui resolutsioonis käsitletakse peamiselt naftarajatisi, näib see olevat kasulik vahend ka avamere tuuleparkide jaoks. Seetõttu võiks väita, et resolutsiooni A.671(16) võib kohaldada piisava analoogia olemasolul ka avamere tuuleparkidele.

Üldtunnustatud laevateed, mis on olulised rahvusvaheliseks meresõiduks

Ainus erand ÜRO mereõiguse konventsiooni „tasakaalustamisest“ on sätestatud artikli 60 lõikes 7, et rajatisi ning neid ümbritsevaid ohutusvööndeid ei tohi luua kohtades, kus need võivad häirida rahvusvahelise meresõidu seisukohalt oluliste üldtunnustatud laevateede kasutamist. See on ainus ÜRO mereõiguse konventsioonis sätestatud prioriteet. See mõiste ei ole aga rahvusvahelises õiguses selgelt määratletud; samuti ei ole selge, kes otsustab, kas mereteed on rahvusvahelise meresõidu jaoks oluline või mitte. Samuti ei ole kaugeltki lihtne kindlaks teha piirkondi, kus laevade kokkupõrgete oht tuuleparkidega oleks piisavalt väike, et see oleks vastuvõetav.

Õiguslike kaalutluste järeldused

Kehtivaid regulatsioone, mis käsitlevad erinevate õiguste rakendamist majandusvööndis, võib pidada nõrkadeks või pole neid üldse. Naftatööstuse kogemused näitavad, et ohutustvööndid kui sellised ei ole navigatsiooni ja rajatiste ohutuse tagamiseks piisavad. Tuuleparkide puhul tuleb rakendada lisameetmeid tuuleparkide eripärade tõttu. IMO kõhkleb siiski selles küsimuses rangemate standardite vastuvõtmisel. Seda võib näha asjaolust, et IMO on eeskätt mereorganisatsioon, mille peamine probleem võib seisneda meresõiduvabaduse edasises piiramises. Kuid väljaspool territoriaalmerd asuvad avamere tuulepargid muutuvad reaalsuseks ja IMO kui vastutav organisatsioon peab selle küsimusega paratamatult tegelema.

Laevaliiklus – merekeskkond – riskide hindamine

Lisaks kasutatavate laevade kirjeldusele on oluline analüüsida ka marsruute ja laevade liiklussagedust, kuna liiklustihedus on oluline parameeter. See analüüs annab teavet tegelike navigatsioonialade kohta ja see on oluline panus riskianalüüsi. Soovitav on korraldada piirkonnas laevaliiklusuuring, mis hõlmab kõiki piirkonnas leiduvaid laevatuüpe ja hõlmab vähemalt ühe aasta teavet, et võtta arvesse liiklusmustrite, püügitegevuse ja vaba aja veetmise hooajalisi erinevusi. Sellega seoses on AISi andmekirjed liiklusanalüüsi jaoks väga kasulikud. Seda uuringut tuleb täiendada tulevase liikluse prognoosiga, arvestades turusuundumusi, piirkonna taristuinvesteeringuid või muutusi sõidutrajektorides. Selle analüüsi üks eesmärk peaks olema piirkonna erinevate tegelike laevateede põhjalik määratlemine. Sellega seoses võivad navigatsioonikaartidel esitatud liikluseraldusskeemid või kaardil tähistatud kanalid ja lähenemisteed anda esimese lahenduse, kuid ka tegelikud laevateed tuleks registreeritud liiklusstatistika põhjal kindlaks määrata. Laevateed on sõiduteed, mida laevad regulaarselt kasutavad ja mis määratakse kindlaks geograafiliste ja batümeetriliste parameetrite alusel. Need sõiduteed hõlmavad pikki vahemaid, eelkõige kahe liikluseraldusskeemi vahel, ning sisaldavad sadama sissesõiduteede ja kahe sadama vaheist liiklust. Tuulepargi ja sõidutee vaheline kaugus on määratletud kui vahemaa tuulepargi füüsilise piiri ja sõidutee või navigatsioonikanali lähima serva vahel.

Vee geomeetriline (hüdrograafiline) konfiguratsioon

Hüdrograafiliste tingimuste head kirjeldust on vaja ka selleks, et teha kindlaks navigatsiooni- ja tuuleparkide kokkupuutekohad. Navigatsioonikaardid sisaldavad kõige olulisemat teavet, mis on seotud hüdrograafilise- ja merekeskkonnaga, ning need peaksid olema esimeseks lähtepunktiks füüsilise keskkonna uurimisel. Lisaks on soovitatav läbi viia üksikasjalik batümeetiline analüüs kogu mõjutatud piirkonna kohta (tuulepargid ja laevade sõiduteed, mis on kindlaks määratud eelmises punktis). Kasutatavate sõidutrajektooride tuvastamine ja kirjeldamine annab head teavet vastastikmõju analüüsimiseks. Oluline on mõista tuuleparkide läheduses olevate laevade käitumist. Liikluseraldusskeemid (TSS - Traffic Separation Schemes), tähistatud kanalid, lähenemisteed või avavesi on näited navigatsioonialadest, mis eeldavad laevadelt erinevat navigeerimist. Batümeetria ja navigatsiooniala kirjelduste kombineerimisel on võimalik kindlaks teha vastastikmõju kohad, mida tuleks analüüsida. Oluline on meeles pidada, et need alad võivad olla erinevad sõltuvalt vaadeldavatest laevadest. Näiteks võib suur laev (suure süvisega) enne tuulepargi alale sisenemist põhja kinni jääda, samas kui väiksema laevaga seda ei juhtu. Teisest küljest distsiplineerivad liikluseraldusskeemid või tähistatud kanalid laevajuhte ning väheneb tähistatud aladelt väljumise tõenäosus. . Seetõttu tuleks lisaks laevadele ja laevaliiklusele arvestada ka füüsilise keskkonnaga, mis mõjutab navigeerimist.

Laevavälised navigatsioonivahendid

Laevaväliste navigatsioonivahendite (navigatsioonimärgid ja raadionavigatsiooni vahendid - LNV) olemasolu (või puudumine) on veel üks tegur, mida tuleb navigatsiooni ja avamere tuuleparkide vahelise koostoime analüüsimisel arvesse võtta. LNV annab laevadele teavet, et aidata neil hoida soovitud asukohta ja kurssi. Tuleks koostada olemasolevate navigatsioonimärkide ülevaade, et täiendada laevaliikluse analüüsi ja saada hea pilt navigeerimist piiravatest teguritest. IALA eristab visuaalseid-, heli- ja raadio- LNV-sid. Olemasolevate LNV-de analüüsi tuleks täiendada hinnanguga piirkonna tulevase kasutuse kohta (pärast tuulepargi ehitamist), sealhulgas kaasates mis tahes ettepanekuid uute LNV-de kasutamiseks avamere tuuleparkide tähistamise või piirangute tarbeks. Tuulikutel on potentsiaal segada teatavaid aktiivseid LNV-sid, tekitades oma väikese energiatarbega raadiosagedusel signaale. Probleem merel tekib seetõttu, et meresõiduohutuses on kasutusel palju raadioside- ja raadionavigatsioonisüsteeme. Need süsteemid põhinevad maapealsel ja satelliitraadiosidel. 5. peatükis käsitletakse seda nähtust üksikasjalikult. SOLAS V/13.2 sätestab, et: „Selleks et saavutada navigatsioonivahendite võimalikult suur ühetaolisus, kohustuvad konventsiooni osalised riigid võtma selliste abivahendite kehtestamisel arvesse rahvusvahelisi soovitusi ja suuniseid.“ Seetõttu tuleks järgida IALA soovitus O-139 avamererajatiste märgistamise kohta.

Mere- ja atmosfääritingimused (hüdrodünaamika)

Navigatsiooniala tundmaõppimiseks on oluline omada ülevaadet ala hüdrodünaamislistest tingimustest Lained, tuul ja hoovused avaldavad suurt mõju laevade liikumisele. Samuti mõjutavad laevade käitumist madalad veeolud, näiteks kaldaefekt (laeva ahtri kandumine lähedal asuvasse madalasse vette). Seetõttu tuleks teha hüdrodünaamilisi uuringuid, et koguda teavet ja esitada tingimuste ülevaatlik kirjeldus. Õnnetuse korral on lahknemismanääver või triivimine väga tundlikud meteoroloogiliste ja hüdrodünaamiliste tingimuste suhtes. Seega on oluline neid tegureid arvesse võtta. Oluline ei ole mitte ainult piirkonna täpne kirjeldus, vaid ka halbade ilmastikutingimuste või piiratud nähtavuse ohu

välja selgitamine, mis võib tekitada raskusi laevadele, mis võivad tuulepargi lähedale sattuda. Samuti on oluline tuvastada ohud, mis võivad kontrolli või masinate võimsuse kaotamise korral põhjustada kokkupõrget.

Lootsimise, eskortimise ja pukseerimise nõuded

Navigatsiooniala, kus lootsimine on kohustuslik, nõuab manööverdusvõime ja liiklustingimuste seisukohast teistsugust analüüsi. Kui laeva juhib loots, on laevaliiklus paremini organiseeritud ja manöövrite läbiviimine ohutum. Sellisel juhul võib vähendada soovitatud ohutuskaugusi, arvestades, et laevaliikluse vastastikmõjud on tugevama kontrolli all. Sarnane loogika kehtib valdkondades, kus on vaja eskortida või pukseerida. Need tegurid on eriti olulised üksikasjaliku planeerimise etapis, kuid võivad olla asjakohased ka riskide hindamise etapis. Kohustuslikku lootsimist, eskortimist või pukseerimist võib kasutada ühe riskide maandamise ennetamise meetmena, kui selline vajadus on riskide hindamise käigus tuvastatud.

Riskide hindamine

Riskide hindamine on esimene samm merekeskkonna kriisiplaanide väljatöötamisel ja kohaldamisel. Riskide hindamise eesmärk on tuvastada riskid, mida tuleb piirkonnas hallata, ja määrata kindlaks vahendid nende kontrollimiseks kuni vastuvõetava tasemeni. Riskide hindamise käigus tuleks kindlaks teha ohud koos sündmuste või asjaoludega, mis võivad põhjustada nende realiseerumist, määrata kindlaks nendega kaasnev risk ja määrata kindlaks meetmed, mida saab võtta riski ohjamiseks, takistades ohu realiseerumist ja/või leevendades selle mõju, kui see esineb. Käesoleva dokumendi kontekstis:

- „Oht“ on defineeritud kui midagi, mis võib põhjustada kahjustusi
- „Risk“ – ohu esinemise sageduse ja tagajärgede kombinatsioon või tulemus. Riskide hindamisprotsess koosneb viiest osast:
 - Andmete kogumine
 - Ohu tuvastamine
 - Riskianalüüs
 - Olemasolevate leevendusmeetmete hindamine
 - Täiendavate riskijuhtimise meetmete/valikute kindlakstegemine.

Lõppjäreldused

Avamere tuuleparkide iseloom ja asukoht avamerel põhjustab nende naabruses ohutu ja tõhusa meresõidu korraldamisel uusi väljakutseid. Avamere tuuleparkide ja laevaliikluse vastastikune mõju tingib operatiivse vajaduse integreerida avamere tuuleparkide kavandamine navigatsiooniriskide vähendamise juhtimise ja hädaolukorra protseduuridega, et tagada ohutu ja tõhus navigatsioon ja hädaolukordadeks valmisolek. Esitatud soovitusi peaksid kasutama peamiselt avamere tuuleparkide arendajad, kes taotleavad nõusolekut tööde tegemiseks, kuid ka mereadministratsioonid, et tagada laevaliikluse ohutus ja hädaolukordadele reageerimine.

Põhireegel, mille peaksid kõigepealt vastu võtma meresõitjad avamere tuuleparkide alade läheduses või tuulikute vahel, on järgmine: „Navigeerige ettevaatlikult ja vältige avamere tuuleparkide alasid nii palju kui võimalik“. Avamere tuuleparkide projekti kõigis etappides (uuringud, sealhulgas planeerimine ja projekteerimine, ehitamine, kasutamine ja hooldus ning kasutusest kõrvaldamine) tuleb koostada spetsiaalne meresõidu ohutuse juhtimise kava, mis võiks hõlmata järgmist:

- laevaliikluse ja avamere tuuleparkide vahelise ohutu kauguse analüüs, mis nõuab asjaomaste laevade head kirjeldust
- teha riskianalüüs marsruutide ja laevaliikluse tiheduse kohta;
- merepiirkonna geomeetriliste [geograafilise ja hüdrograafilise] olude analüüs laevaliikluse osas
- teha kindlaks kohalikud meteoroloogilised tingimused, mis võivad laevadele raskusi tekitada
- lootsi- või pukserlaev võib olleevendus või ennetusmeede.
- eeskirjad ja piirangud minimaalse vahemaa kohta laevatee ja tuulepargi vahel võib kindlaks määrata järgmiselt:
 - o Mis tahes teekonnal tüürpoordi pool: 0,3 NM + 6 laeva pikkust + 500 m (st 400 m pikkuse laeva puhul minimaalne kaugus 3 456 m, mis on peaaegu 2 NM)
 - o Mis tahes teekonnal pakpordipiirkond: 6 laeva pikkust + 500 meetrit
 - o Enamikul juhtudel on vaja täiendavaid üksikasjalikke projekteerimisanalüüse, et määrata kindlaks optimaalne disain, mis on ohutu ja kasutatav.
 - o avamere tuuleparkide avameretaristu puhul on nõutav laeva navigatsioonimärgistus vastavalt IALA soovitudele O-139 avamererajatiste märgistamise kohta.
 - o Riskihindamise käigus tuleks kindlaks teha ohud koos sündmuste või asjaoludega, mis võivad põhjustada nende realiseerumist, määrata kindlaks nendega kaasnev risk ja teha kindlaks ennetavad meetmed, mida saab võtta riski ohjamiseks, vältides ohu realiseerumist ja/või leevendades selle mõju, kui see esineb.

On fakt, et suur osa Läänemere ja Liivi lahe vetest külmub igal aastal. Sellel jäätumisel on laevaliiklusele suur mõju, sest mõnikord sõltuvad laevad jäämurdjate abist. Kui esinevad jäätõkked, on laevad sageli sunnitud kasutama teisi marsruute kui ilma jääta kuudel. Erinevad jääkatte tüübid võivad laevaliiklust mõjutada ka eri viisidel.

Avamere tuuleparkide rajamisel võib piirkonnas jää moodustumine muutuda. Siiski ei ole veel teada, milline võib olla jää moodustumise ja jääkatte muutus.

Merejää võib jagada erinevateks jääliikideks ning riiklikud meteoroloogiasüsteemid ja jääuurijad ennustavad, kas merejää on püsiv või triiviv, sõltuvalt selle liikuvusest. Püsijääd esineb ranniku läheduses ja saarestevahel, näiteks Liivi lahes on esineb valdavalt püsijää.

Kui triiviv jää liigub eemale püsijääst või ühtsest jääkihist, tekitab see jääväljal avaveelahvanduse. Tugevate tuulte ajal võib sellise lahvanduse laius ulatuda ligikaudu 24

tunniga 10–30 km-ni. Kui tuule suund jääb suurel alal püsivaks, võib selline olukord kaua kesta. Kevadel moodustub Soome lahes ja Liivi lahe osades tavaliselt poolkuu kujuline lahvandus.

Triivjää võib takistuseni jõudes kergesti kuhjuda. Tavaliselt juhtub see siis, kui jääväli liigub püsijää serva suunas. Madalatel aladel kinnituvad jäävälja alumised osad põhja ja veepinnale jäävad osad võivad kasvada kümnete meetrite kõrguseks. Jääkuhjatisi tekib ka mere keskel, kus jääpangad on üksteise vastu surutud ja murduvad tükkideks. Jäätükid kuhjuvad merepinna kohal ja veepinna all, moodustades jääkuhjatisi, mis võivad paljudel juhtudel kommerts-laevadel tõsiseks takistuseks saada. Tavaliselt on kommerts-laevadel vaja jäämurdja abi, et rüsijääga piirkondades edasi liikuda.

Tuul võib merejääd hajutada või lükata rannikule kokku kuhjatisteks ja rüsijääks takistades juurdepääsu sadamate sissesõiduteedele. Läänemerel on valdavad edelatuuled. See põhjustab merejää liikumist Soome ranniku suunas Soome lahes ja Eesti ranniku suunas Liivi lahes.

Suurte jäämasside liikumine on potentsiaalselt ohtlik nähtus. Triivjää võib avaldada laevadele sellist survet, et nad kas triivivad koos jääga ja kaotavad manööverdamisvõime või külmuvad jõesse kinni. Laevanduse seisukohalt võivad jäätökked, jääkuhjatised, rüsijää ja triivjää kujutada endast tõsist ohtu liiklusele seal, kus seda tüüpi jää tekkeoht esineb. Läänemeres ja Liivi lahes on kõige olulisemad takistused jääkuhjatised ja rüsijääst tekkinud tökked. Võimsad jääklassiga laevad võivad murda läbi kuni meetri paksusest jääst, kuid ilma jäämurdja abita ei suuda need laevad jääkuhjatisest läbi liikuda. Jää dünaamika mõjutab oluliselt navigeerimist. Jääväljadel tekkiv surve võib olla laevadele ohtlik ning võib põhjustada viivitusi, mõnest tunnist mitme päevani.

Kommerts-laevanduse jaoks kõige ohtlikum olukord tekib siis, kui laev jääb triiviva jäävälja keskele ja lähedusest ei ole võimalik jäämurdja abi saada. Laev võib triivida jääga tuulepargi suunas ja viga saada. Samuti on võimalik, et laevad triivivad jää mõjul tuuleparki ja siis muutub olukord päästmise seisukohast veelgi keerulisemaks.

Laevapere ohutus, laevadele ja tuuleparkidele tekitatud reostuskahjude ja varalise kahju vältimine on prioriteet ning see nõuab kõigilt asjaosalistelt eelnevat planeerimist.

VÖTMETÄHTSUSEGA KÜSIMUSED

Ei	Ülesanne/küsimus*	Vastus
7	Milline on jäämurde vajadus/vajadus laevadele, mis suudavad liikuda läbi tuuleparkide jää (arendatakse Eestis)?	Liivi lahe suured alad sobivad avamere tuuleparkide ehitamiseks. Oluline probleem on tingitud talvisest jääkattest, mis põhjustab survet vundamentidele ja tuulegeneraatoritele. Kõige suuremad koormused ja jää põhjustatud purustused on tingitud jää liikumisest konstruktsioonide vastu. Selle jääsurve tagajärg ei ole veel teada ja sellega seotud uuringud jätkuvad näiteks Soomes, kuna kavandatakse Botnia lahe piirkonna avamere tuuleparke. Avamere tuuleparkide ehitus, võimalike elektrijaamade, kaablite ja mereelektrijaamade paigutamine piirkonda tuleb alati kohandada piirkonna tingimustega. Projekti disaini mõjutavad paljud tegurid, mille hulka kuuluvad piirkonna kliima, lained, hoovused, jääolud, keskkonnamõju, veesügavus ja merepõhja geoloogilised omadused. Kui avamere tuulepargid asuvad laevateede või veeliiklusala lähedal, võivad tuulegeneraatorid kahjustada nii laevade radarisüsteeme kui ka laevaliikluse korraldamise radariseiret või ohustada laevaliikluse ohutust ning laevateede kasutamist või takistada mereoperatsioone, eriti jääga kaetud perioodidel. Suured avamere tuulepargid võivad mõjutada ka sadamate juurdepääsetavust ja laevaliiklust laiemalt, kuna avamere tuulepargid võivad avaldada olulist mõju laevade liikumisteedadele, ka talvise meresõidu teekondadele, mida rakendatakse vastavalt hetke jääoludele ning kaubalaevade abivajadusele. Meretuuleparkide läheduses toimuvat laevaliiklust puudutav, sh jäämurdega seotud õiguslik raamistik põhimõtteliselt puudub.

6. FINANTSANALÜÜS

Vastavalt hanketingimustele kasutatakse WINMOS-i mudelit jäämurde rahavoogude arvutamiseks. Kokkuvõtval töölehel on arvutuste kokkuvõte, jäämurdja netorahavoog ja erinevate jäämurdjate rahavood.

Lõpparuandele lisatud näidete puhul on välja arvutatud rahavood kolme stsenaariumi kohta, mis on kombinatsioonid kolmest erinevast jäämurdjast Soome lahel ja kahest erinevast jäämurdjast Liivi lahel. Tuleb märkida, et laevu (modelleerimisel on kasutatud kokku viit laeva) saab iga stsenaariumi puhul soovi kohaselt kombineerida ja leida nii Soome lahe kui ka Liivi lahe iga stsenaariumi puhul jäämurdjate kogukulud ja tulud ning rahastamisvajaduse puudujääk, mis tuleb katta välisrahastamisest (võimalik ELi toetus) ja/või muust tulust, mis saadakse laeva mitmeotstarbelisest kasutamisest era- või avalikus tegevuses.

STSENAARIUM 1:

1 mitmeotstarbeline avamere funktsionaalsusega jäämurdja Soome lahes (esmane) + 1 mitmeotstarbeline jäämurdja Liivi lahes (standard)

STSENAARIUM 2:

1 mitmeotstarbeline avamere funktsionaalsusega jäämurdja Soome lahes (esmane) + 1 mitmeotstarbeline jäämurdja Soome lahes (sekundaarne) + 1 pukser koos eemaldatava jäämurdevööriga Liivi lahes

STSENAARIUM 3:

1 mitmeotstarbeline avamere funktsionaalsusega jäämurdja Soome lahes (esmane) + 1 mitmeotstarbeline jäämurdja Soome lahes (sekundaarne) + 1 mitmeotstarbeline jäämurdja Soome lahes (kolmas) + 1 pukser koos eemaldatava jäämurdevööriga Liivi lahes

Üldised eeldused:

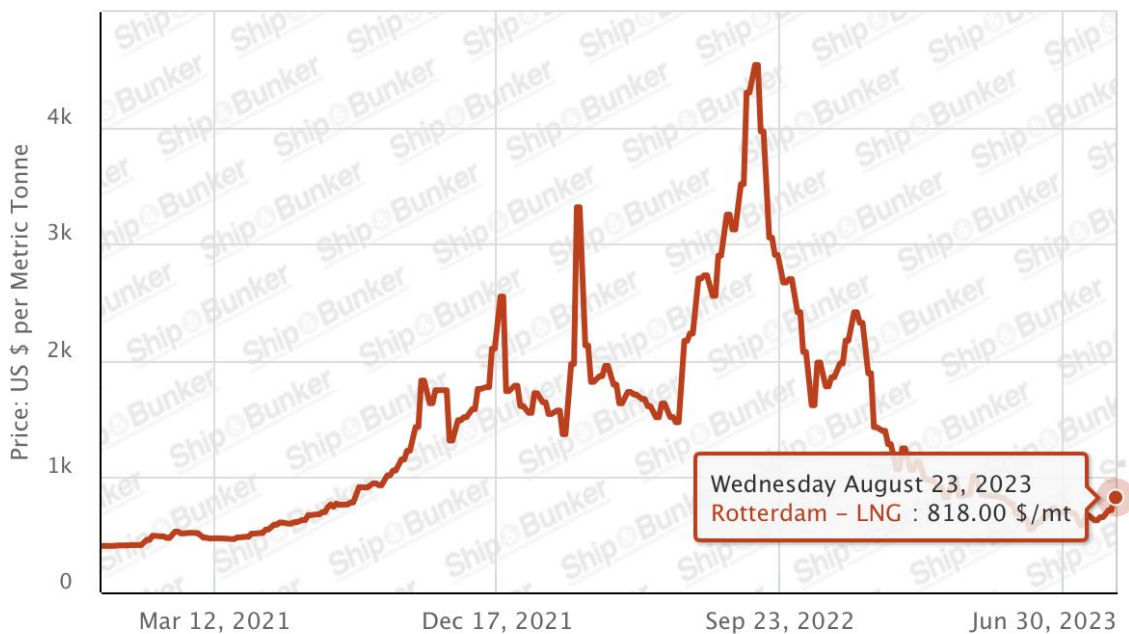
- Kõik arvutuslehel olevad arvud on esitatud tuhandetes eurodes.
- Kolme stsenaariumi puhul on kõik jäämurdjad mitmeotstarbelised ja neid käitab eraettevõtja, kuna mudel ise on mõeldud erakasutuses olevate laevade rahavoogude arvutamiseks. Peamine rahaline erinevus era- ja avaliku sektori investeeringute vahel on kapitalikulu (oma- ja laenukapital) ning investeeringu eeldatav tulumäär.
- Kütusekulu arvutamisel on arvestatud keskmisel talvel tekkivate kuludega.
- Arvutustes arvestatakse püsitegevuskulude madalama hinnanguga (vt ptk 5.5.2.2)
- Alates 2022. aastast teenindavad põhjapiirkonda jäämurdja Tarmo (kuni aastani 2028) ja peamine jäämurdja Botnica (leping aastani 2032). Jäämurdja Tarmo kavandatud kasutisiga on pikendatud 2028. aasta lõpuni.

Üldised sisendid

- Ajakava – mudeli algus on 1.jaanuar 2029, nagu on nõutud riigihangete dokumendi tehnilistes kirjeldustes.

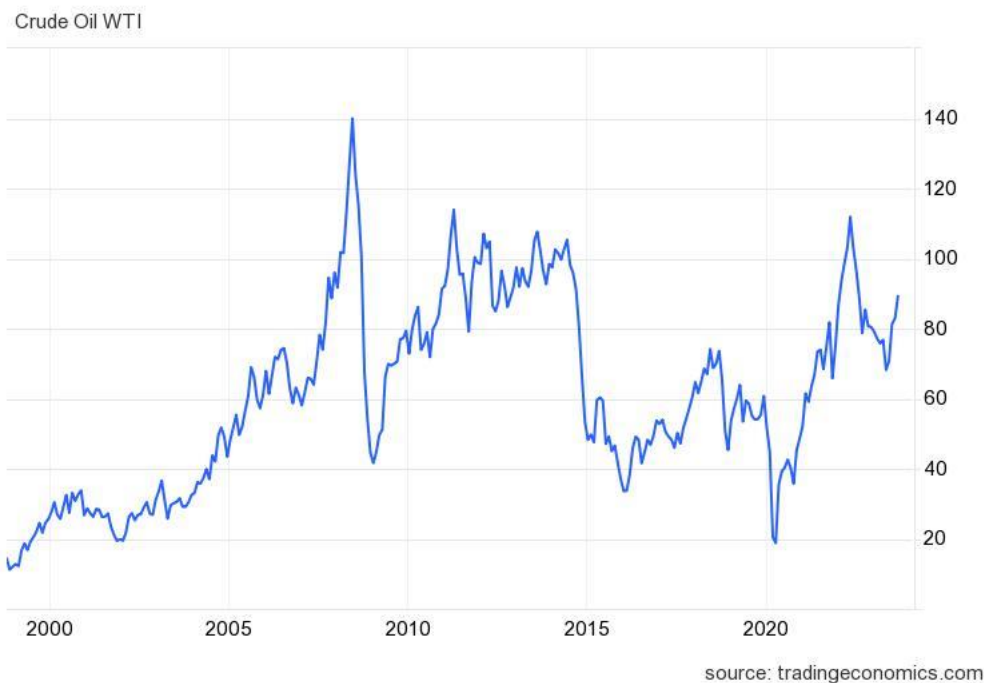
Üldised kuluisendid

- Kuluisendite hinnatase, kuupäev – Aker Arctic Technology Inc. andmetel on mudelis kasutatav hinnatase seisuga 1. september 2023.
- Veeldatud maagaasi hinnastsenaarium (Joonis 54) – puudub, kuna kõik valitud stsenaariumide puhul vaadeldavad laevad kasutavad diislikütust.

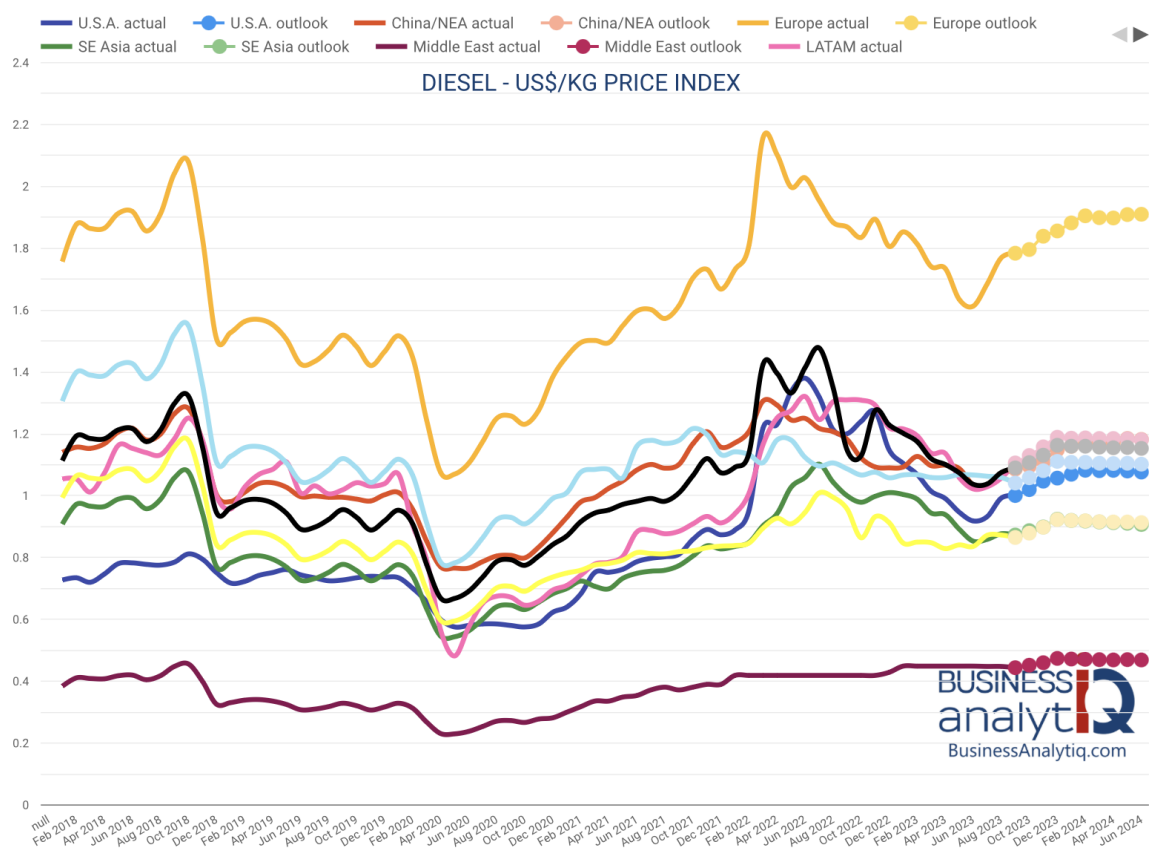


Joonis 54. Veeldatud maagaasi punkrihinna trend Rotterdamis (USA dollarites).
(Allikas: Shipandbunker.com)

- Diislikütuse hinna stsenaarium (Joonis 55 ja Joonis 56) – punkrihinnad kõiguvad pidevalt turutrendide ja toornafta hinna mõjul. Naftahinna tiptase ja madalaim tase on olnud enamasti mõõdukad, kusjuures mitmed naftakriisid on erandlikku mõju avaldanud.



Joonis 55. Toornafta hinna areng (USD/Bbl) (september 2023). (Allikas: tradingeconomics.com)



Joonis 56. Diislikütuse hinnakujunemine piirkonniti (september 2023). (Allikas: Businessanalytiq.com)

Ekspertide hinnangul¹¹ on peamiste lõpptarbijate naftatoodete, näiteks veoautodes kasutatava diislikütuse hindade kõikumised tavaliselt vähem märgatavad, kuna toornafta hind moodustab ainult osa lõpphinnast, ülejäänu sõltub suuresti maksude kohaldamisest. Energiaturu vaatluskeskus teatab, et maksustamise (kaudsed maksud + käibemaks) osakaal autodiislikütuse lõpptarbijahinnas väheneb, kui toornafta hind ja toote netohind tõusevad, ning vastupidi, kui toornafta hind ja toote netohind langevad. Laevakütteõlide hinnamuutus on rohkem kooskõlas naftahinnaga ja punkrisadamate hinnaerinevused on tavaliselt üsna tagasihoidlikud. Kuid ka siin mõjutavad punkerdamisotsuseid suhtelised hinnalisad, mis tulenevad riikide ja piirkondade erinevast eelarvepoliitikast, eriti kütusemaksude osas.

Toornafta ja laevakütteõli hinnavahe on aja jooksul muutunud. Viimase paari aasta jooksul on punkrihinnad märkimisväärselt tõusnud vastavalt toornafta hinnamuutustele. Allpool esitatud joonisel (Joonis 57) on näidatud harilikult rakendatava IFO 380 klassi punkrihinna muutumine¹² Rotterdamis, mis on Euroopa peamine punkrisadam.



Joonis 57. IFO 380 punkrihinna areng Rotterdamis (USA dollarites). (Allikas: Shipandbunker.com)

¹¹ Vaata lisa: schonescheepvaart.nl/downloads/rapporten/doc_1361790123.pdf

¹² IFO380 & IFO180 on maksimaalselt 3,5 % väävlisisaldusega punkrikütused



Joonis 58. Globaalsed punkrihinnad IFO 380 (USA dollarites). (Allikas: Shipandbunker.com)

Kütusehindade arengut on väga raske prognoosida. Naftahind on määrav tegur koos iga laevakütuse klassi nõudluse/pakkumise tasakaaluga (Joonis 58). Naftahinna tõusu mõju laevanduse punkrikuludele on palju vahetum kui veoautode puhul, sest suur osa veoautode diiselmootori hinnast koosneb aktsiisidest.

Tavaliselt määratletakse kulude-tulude analüüsis suhteliste hindade muutus nominaalse kogukasvu (vähenemise) määrana, millest on maha arvatud inflatsioonitegur (deflatsioon). Kuna aga WINMOS-mudel sisaldab inflatsioonitegurit, korrigeeritakse perioodiks 2029–2054 prognoositud kütusehindu ka inflatsiooniteguriga. Rakendatakse Eesti Keskpanga pikaajalist inflatsioonihinnangut alates 2023. aasta septembrist.

- Jäämurdja kulude/tulude kasvumäär, % aastas – jäämurdekulude ja tulude inflatsioon (kõik muud kulud peale kapitali- ja kütusekulu). Rakendatakse Eesti Keskpanga pikaajalist inflatsioonihinnangut alates 2023. aasta septembrist.
- Jäämurdja kapitalikulude kasvumäär, % aastas – jäämurdjate kapitalikulude ja renoveerimiskulude inflatsioon. Rakendatakse Eesti Keskpanga pikaajalist inflatsioonihinnangut alates 2023. aasta septembrist.
- Ehitusperioodi intressimäär, % aastas – tulevikus toimuvatele jäämurdjate investeeringutele lisanduvad ehitusperioodil intressid. Eeldatakse, et ehitusperiood on 2 aastat. Intressimäärad sõltuvad projekti rahastamiskavast. Kui projekti rahastab erasektor, kohaldatakse praegust arvatud pikaajalist laenuintressimäära, sealhulgas riskivaba intressimäära, riigi riskipreemiat ja kommertspankade pakutavat kehtivat pikaajalist intressimarginaali.
- Diskontomäär, % aastas – diskontomäär kasutatakse rahavoogude puhasväärtuse arvutamiseks. Diskontomäär kasutatakse tuleviku rahavoogude puhasväärtuse arvutamiseks. Rahaline diskontomäär kajastab kapitali alternatiivkulu. Kapitali kaalutud keskmine hind on 15,6 %. Kui projekti rahastab erasektor, siis diskontomäär arvutatakse keskmise investori seisukohast, kasutades sama sektori sarnaste äriühingute keskmist kapitalistruktuuri ja võimendusega betat.

Jäämurdjad

- Laeva tüüp (1 = harilik jäämurdja, 2 = mitmeotstarbeline jäämurdja) – kahte tüüpi jäämurdjaid: harilik jäämurdja ja mitmeotstarbeline jäämurdja. Mitmeotstarbelise jäämurdja puhul on võimalik teenida täiendavat tulu. Kõik valitud stsenaariumides olevad jäämurdjad on mitmeotstarbelised jäämurdjad.
- Kütuseliik (1=diisel, 2 = LNG) – iga jäämurdja kohta saab sisestada kahte liiki kütust. Kõik valitud stsenaariumides olevad jäämurdjad kasutavad diislikütust.
- Kasutamise algus – kuupäev, millal jäämurdja töötab, on 1.1.2029.
- Kasutusaastate arv pärast kasutamise algust – ajavahemik, mille lõppedes jäämurdja kõrvaldatakse kasutusest. Rakendatakse jäämurdja 50-aastast kasutusiga.
- Kapitalikulu (tulunõue), % aastas – tootluse nõue. Kasutatakse jäämurdjate kapitalikulude arvutamiseks. Kui projekti rahastab erasektor, siis on omakapitali kulu arvutused keskmise investori seisukohast, kasutades sama sektori sarnaste äriühingute keskmist kapitalistruktuuri ja võimendusega betat. I Kohaldatakse suurusepreemiat ja täiendavat riskipreemiat, kuna ettevõtte sõltub mõnest olulisest kliendist.
- Investeerimiskulud (olemasoleva laeva puhul järelejäänud amortiseerimata investeerimiskulud), eurot – kasutatakse iga-aastase kapitalikulu arvutamiseks koos kapitali amortisatsiooniperioodi ja kapitalikuludega. Kui see on omandatud pärast 1. aastat, on mudelis arvestatud ehituse intressimäära. Ei arvesta jääkväärtust.
- Kapitali amortisatsiooniperiood, aastates – kasutatakse iga-aastase kapitalikulu arvutamiseks koos kapitali amortisatsiooniperioodi ja kapitalikuluga.
- Aastased personalikulud (mitmeotstarbelised jäämurdjad), EUR/aasta – Fikseeritud personalikulud, mis põhinevad standardsel meeskonnaliikmete arvul ja miinimumpalgal.
- Muutuvad personalikulud (harilik jäämurdja), EUR/tööpäev – muutuv personalikulu ei ole kohaldatav.
- Iga-aastane hooldus- ja halduskulu, EUR/aasta – Fikseeritud hooldus- ja halduskulud.
- Lisatulu, EUR/päev (päevade eest aastas, välja arvatud seisupäevad) – hind, mida kasutati lisatulu saamiseks päevadel, mil jäämurdja ei ole ooteseisundis. Lisatulu saadakse veotegevusest. Arvestatakse lississetuleku võimalusega ja päevamäär on sellisel tasemel, et puhaskväärtus oleks positiivne, kuid nullilähedane.
- Valvetasu, EUR/päev – Tasu, mida Transpordiamet maksab jäämurdjatele valvepäevadel.
- Kasutustasu, EUR/päev – Tasu, mida Transpordiamet maksab jäämurdjatele tööpäevadel. Iga jäämurdja tegevustasu arvutatakse hooajaliste tegevuskulude katmiseks. Lisaks arvestatakse jäämurdja investeerimiskulude amortisatsiooni ja kapitalikulu proportsionaalselt vastavalt jäämurdeteenuse osutamise ajale aastas.

Ajaga seotud sisendid

Ajaga seotud sisendite leht sisaldab sisendeid, mis aja jooksul varieeruvad. Iga modelleeritud aasta kohta on järgmised sisendid:

Jäämurde sisendid

- Ootepäevad, päevad/aasta kohta – mitu päeva aastas iga jäämurdja on ooterežiimis. Mitmeotstarbeliste jäämurdjate puhul saab aasta ülejäänud päevi kasutada täiendava tulu teenimiseks.
- Tööpäevad, päevad/aasta kohta – mitu päeva aastas iga jäämurdja töötab. Ajavahemikku 1. detsembrist kuni 30. aprillini käsitatakse tegevuspäevadena.
- Kütusekulu aastas, tonnides aastas (veeldatud maagaas või diislikütus) – iga jäämurdja tarbitav kütuse kogus.

Kütusehinna sisendid

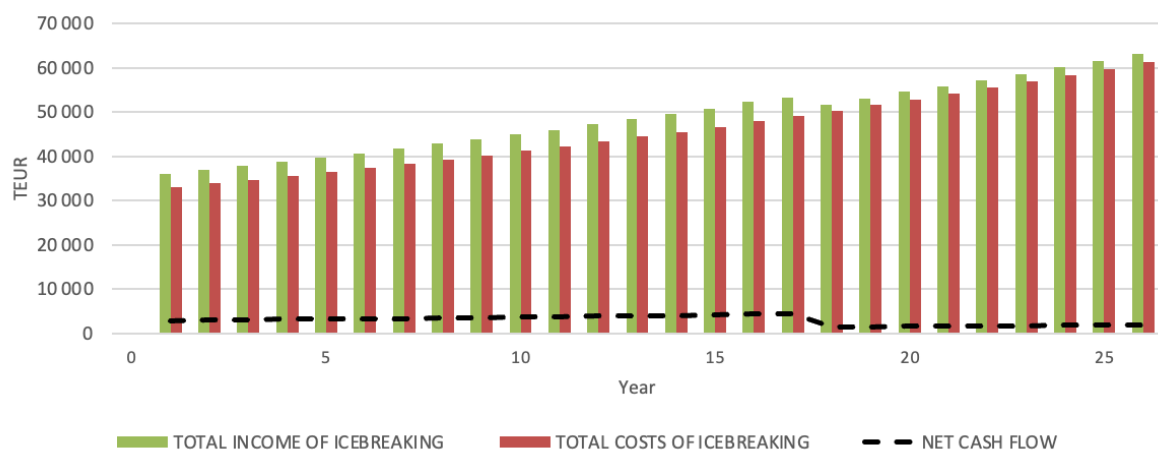
- Kütusehinna stsenaariumid, Diisel, EUR/t – Diislihinnad järgmiseks 50 aastaks. Lisatud on üks stsenaarium. Mudelis ei arvestata kütusehindade inflatsiooniga, mistõttu sisaldub võimalik inflatsioon sisendväärtustes.

Alljärgnevatel tabelitel ja joonistel on toodud jäämurde kogukulu avalikule sektorile esimese viie tegevusaasta jooksul (Tabel 50, Tabel 51, Tabel 52) ning jäämurde rahavoog kokku (Joonis 59, Joonis 60 ja Joonis 61) kõigi kolme stsenaariumi kohta.

Tabel 50. Stsenaarium 1: jäämurde kogukulu avalikule sektorile esimese viie tegevusaasta jooksul

AVALIKU SEKTORI KULUD (tuh EUR)

Stsenaarium 1	2029	2030	2031	2032	2033
TALVISE NAVIGATSIOONI KOGUKULUD	21 155	21 684	22 226	22 913	23 351
NPV (26 aastat)	161 287				

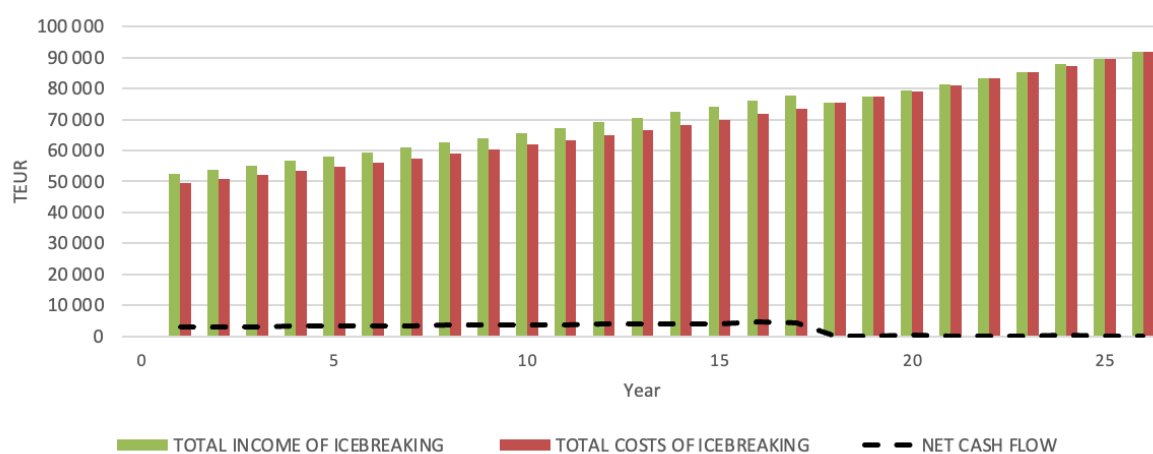


Joonis 59. Stsenaarium 1: jäämurde rahavoog kokku

Tabel 51. Stsenaarium 2: jäämurde kogukulu avalikule sektorile esimese viie tegevusaasta jooksul

AVALIKU SEKTORI KULUD (tuh EUR)

Stsenaarium 2	2029	2030	2031	2032	2033
TALVISE NAVIGATSIOONI KOGUKULUD	28 917	29 640	30 381	31 328	31 919
NPV (26 aastat)	220 478				



Joonis 60. Stsenaarium 2: jäämurde rahavoog kokku

Tabel 52. Stsenaarium 3 Jäämurde kogukulu avalikule sektorile esimese viie tegevusaasta jooksul

AVALIKU SEKTORI KULUD (tuh EUR)

Stsenaarium 3	2029	2030	2031	2032	2033
TALVISE NAVIGATSIOONI KOGUKULUD	34 944	35 818	36 713	37 860	38 572
NPV (26 aastat)	266 431				



Joonis 61. Stsenaarium 3: jäämurde rahavoog kokku

Kokkuvõtteks tuleb märkida, et lähteülesandes nõutud WINMOS mudel on üsna üldine ja soovitame väljavalitud jäämurdja(te) jaoks koostada täiemahulise kulude-tulude analüüsi (CBA) pärast seda, kui lisaks jäämurdele on kindlaks tehtud ka täpsed funktsioonid, mis võimaldab võtta arvesse lisatulusid. Samuti nõuavad erinevad rahastamisprogrammid kulude-tulude analüüsi konkreetses vormis, mis on esitatud koos projekti taotlusvormidega, mis nõuavad laiemat majandusliku ja sotsiaalse kasu arvestamist selle rahastamisprogrammi konkreetses fookuses.

7. SEOTUD OSAPOOLTE KAASAMINE

Avaliku sektori algatatud konsultatsiooniprojektide edu võti on sidusrühmade hästi korraldatud kaasamine. Eesti jäämurdeteenuse pakkumise alternatiivide analüüsi sidusrühmade kaasamine viidi läbi kahes paralleelses protsessis. Esmalt toimus peamiste avaliku sektori sidusrühmade kaasamine igapäevase projektijuhtimise ja koordineerimise kaudu, hõlmates sellega teabe kogumist ja vahendamist Transpordiameti projektikoordinaatori kaudu. Teiseks kaasati sidusrühmade intervjuude ja info levitamise koosolekute kaudu laiem avaliku ja erasektori osapoolte ring.

Esimene sidusrühmade kohtumine Transpordiameti ning Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (alates 01.07.2023 Kliimaministeerium) esindajatega toimus 16. juunil 2023. Teine sidusrühmade koosolek, kus tutvustati valikuvõimalusi, toimus 6. septembril 2023. Lõppkoosolek, mille käigus tutvustati tulemusi sektori sidusrühmadele, toimus 28. septembril 2023.

Transpordiametiga on toimunud kolm projektikoosolekut (31. mail, 6. juulil, 8. augustil 2023).

Sidusrühmadelt on saadud detailne panus alternatiivide analüüsimiseks ja katsetamiseks ning lahenduste väljatöötamiseks peamiselt 2023. aasta augustis (Tabel 53) pärast seda, kui oli teostatud arvutuslikel uuringutel põhineva esmase analüüsi ning Transpordiameti ja Kliimaministeeriumi (endine Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium) ametnikelt oli saadud vastav sisend.

Peamised küsimused ja sidusrühmade tagasiside dokumenteeriti ja neid andmeid on aruandes anonüümselt kasutatud.

Tabel 53 Organisatsioonide esindajad, keda intervjueriti

Nr	Organisatsioon	Nimi ja asukoht	Intervjuu kuupäev
1	Eesti Transpordiamet	Martin Kaarjäär, Reet Laos, maarius UTSO – halduspersonal	Kutsutud 31.08 rühmaintervjuule 21.08 TARMO intervjuuga liitus Martin Kaarjäär 31.08 grupiintervjuuga liitusid Maarius Utso ja Martin Kaarjäär
2	Eesti Transpordiamet	Are Piel, VTS-i juht	24.08
3	Riigilaevastik	Andres Laasma, juhataja	12.07
4	Riigilaevastik	Tõnu Kreos, EVA-316 kapten Heiki Mokrik, TARMO kapten	21.08 EVA-316 21.08 TARMO
5	Tallinna Sadam	Ain Klaus, sadamakapten	Kutsutud 31.08 rühmaintervjuule
6	Tallinna Sadam tütarettevõtte TS Shipping	Damir Utorov, Botnica charterteenuste juht, juhatuse liige	Kutsutud 31.08 rühmaintervjuule, eraldi küsimused saadeti 25.08.
		Siim Sokk, BOTNICA kapten	24.08 BOTNICA
7	Tallinna Sadama tütarettevõtte TS Laevad	Meelis Mägi, ohutusjuht	31.08 grupiintervjuu
8	Sillamäe sadam	René Sirol, sadamakapten	31.08 grupiintervjuu
9	Pärnu Sadam	Viktor Palmet, sadamakapten	Kutsutud 31.08 rühmaintervjuule
10	Kunda sadam	Eiki Orgmets, sadamakapten	31.08 grupiintervjuu
11	Saarte Liinid	Andrus Maide, sadamate peakapten	31.08 grupiintervjuu
12	Kihnu Veeteed	Jaak Kaabel, tegevdirektor	Kutsutud 31.08 rühmaintervjuule
13	Tallink	Tarvi-Carlos Tuulik, peakapten	31.08 grupiintervjuu
14	Eesti Tuuleenergia Liit	Terje Talv, tegevjuht	Kutsutud 31.08 rühmaintervjuule
15	FTIA	Helena Orädd, meretranspordi osakonna juhataja Jarkko Toivola, vanemekspert	25.08 29.08
16	Arctia	Maunu Visuri, tegevjuht Jäämurdmine	24.08
17	Alfons Håkans	Joakim Håkans, tegevjuht	24.08

8. JÄRELDUSED

Käesolev lõpupeatükk toob välja Eesti riigi jaoks jäämurdeteenuse pakkumise kõige mõistlikuma stsenaariumi, arvestades viimase viie aasta jooksul Eesti vetes toimunud muutusi (sisend 1. ja 2. peatükist) ja jäämurdeteenustele seatud ootusi (sisend 3. peatükist, tuginedes ka sidusrühmade intervjuudele). Jäämurret vajavaid sadamaid ning andmeid nendes sadamates laaditud ja lossitud kaupade kohta on analüüsitud seoses 1. peatükis esitatud kaubaveo alternatiividega.

Käesoleva uuringu käigus töötati välja kolm stsenaariumit, mis hõlmavad kahte jäämurdmise võimalust Liivi lahes ja kolme varianti Soome lahes (5. peatükk). Need kolm stsenaariumit on WINMOS-i mudelis finantsilisest aspektist modelleeritud (6. peatükk). Stsenaariumites analüüsitakse erinevate laevade ja laevatüüpide kombinatsioone – erineva suurusega tavapäraseid, nii riigile kuuluvaid kui prahitud jäämurdjaid ja ka eemaldatava jäämudevööriga lahendusi (peatükid 3, 4, 5, 6). Jäämurdjate ehitamise finantseerimise alternatiive käsitletakse 3. peatükis ja allpool toodud järeldustes. Rahastamisvajadus on tehtud kindlaks WINMOS-i modelleerimise kaudu.

Kliimamuutuste mõju on käsitletud 2. peatükis. Jäämurdeteenuse vajadust ja tuuleparkidega seotud tingimusi on kirjeldatud 4. peatükis.

Konsultant soovib kasutada jäämurdelaevu ka muudel eesmärkidel lisaks jäämurdeteenusele, st mitmeotstarbelisena (3. ja 5. peatükk, Järeldused), kuid võimaliku muu kasutusotstarbe peab defineerima laeva käitaja. Tabelis 35 on toodud nii jäämurdeteenuse osutamiseks kasutatavale jäämurdjale esitatavad põhinõuded kui nõuded jäämurdja kasutamiseks mitmeotstarbelisena. Mõned laevatüübid eeldavad rohkem funktsioone ja mõned vähem. Tabelis 36 on täiendavalt näidatud, millised nõuded avaldavad jäämurdele negatiivset mõju ja millised on positiivse mõjuga.

Muudatusettepanekud Eesti jäämurdeteenuse administratiivseks korralduseks on esitatud Järelduste lõigus „Muud kaalutlused“.

Lähteülesandes esitatud valikuvõimaluste hinnangulised kulud ja tulud on kokkuvõtlikult esitatud käesoleva dokumendi Tabelis 54. Lisatud on veerg, mis näitab võimalusi näiteks avamerel toimuva tegevuse eest tšartertulu saamiseks.

Tabel 54. Kokkuvõtte talvise navigatsiooniabi võimaluste hinnangulisest maksumusest Eestis. Jäämurdjate kulud põhinevad 5. peatükis toodud andmetel.

			Investment cost, M€	Estimated range of annual operational cost in EUR million with fuel and capital cost (no interest rate)		Possibility for charter in offshore markets	Security of service supply	Duration of the arrangement	
Option	Sub-option	Mild winters		Severe winters					
Gulf of Finland	A. One suitable new icebreaker	A.1. State-owned conventional IB	80	7,1	9,0	No	Very high	~50 years	
		A.2. State-owned multipurpose IB	100	8,4	10,5	Maybe*			
		A.3. Chartered		5,5	7,5	Yes, during off-hire	High	5 to 10 years	
	B. Sea tug with connectable icebreaker bow; supplement to an icebreaker	B.1. State-owned	30 (with motorised bow > 40)	0,8 (1,1)	1,1 (1,5)	No	Very high	Tug ~50 years, bow 25+ years	
		B.2. Chartered		0,3**	0,6**		High	5 to 10 years	
	C. Two sea tugs without an icebreaker bow	C.1. State-owned	50	1,0	1,4		Very high	~50 years	
		C.2. Chartered		0,4**	0,7**		High	5 to 10 years	
	D. Co-operation with Finland during peaks		Upon agreement, tentatively 1+ M€/active month				Very high / very long		
	Gulf of Riga	E. One suitable icebreaker	E.1. State-owned conventional IB	40	3,9	4,3	No	Very high	~50 years
			E.3. Chartered		4,0	5,0		High	5 to 10 years
F. Sea tug with connectable icebreaker bow; supplement to an icebreaker		B.1. State-owned	18+8=26	0,7	1,0	Very high		Tug ~50 years, bow 25+ years	
		F.2. Chartered		0,3**	0,6**	High		5 to 10 years	
C. One sea tug without an icebreaker bow		G.1. State-owned	25	0,5	0,7	Very high		~50 years	
		G.2. Chartered		0,2**	0,4**	High		5 to 10 years	

*) unless limited by funding source, such as EU's CEF or Military Mobility

**) For icebreaking period only (4 months)

***) Fixed annual depreciation over 20 years, no interest cost included

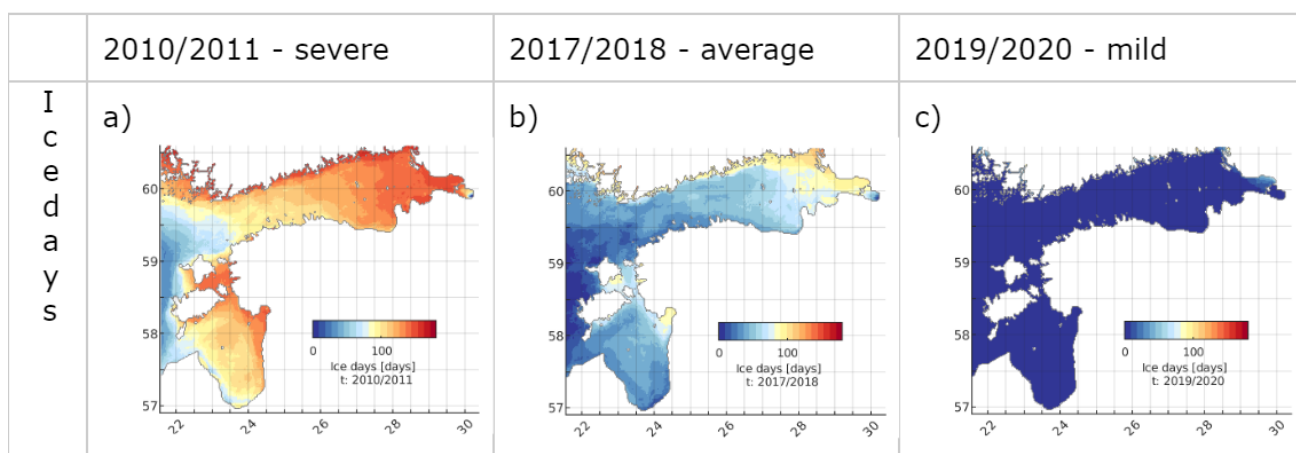
 = Vessels owned by Riigilaevastik

 = Offshore activities would require a commercial operator

Kõikide peatükkide sisendil põhinevad peamised järeldused jäämurdeteenuse korraldamise osas on järgmised:

Üldine teave jääolude kohta

- Soojadel ja keskmistel talvedel saab jäämurret Soome lahes teha ühe kaasaegse traditsioonilise või mitmeotstarbelise jäämurdjaga ning ühe väiksema jäämurdjaga Liivi lahes. See on minimaalne suutlikkus, et tagada sujuv liiklus Eesti meresadamatesse ja tagasi.
- Ainult karmidel talvedel on Soome lahes ja Liivi lahes vaja lisaks 1 + 1 jäämurdjale täiendav jäämurdevõimsus; see tippnõudluse periood on harva pikem kui 4–5 nädalat. Viimastel aastakümnetel esinevad karmid talved ligikaudu üks kord kümne aasta jooksul.



Joonis 62. Tüüpilised jäähooajad karmidel talvedel (2010/2011), keskmised (2017/2018) ja pehmed talved (2019/2020) jääpäevade arvuna. Allikas: 2. peatükk (TalTech MSI)

- Nagu nähtub ülaltoodud graafikust, on Pärnu sadamas rohkem jääpäevi kui teistes Eesti sadamates. Pärnus on keskmisel talvel ligikaudu 100 jääpäeva ja karmil talvel 150 jääpäeva (Joonis 62).
- Töö hõlmas lisaks jää moodustumise analüüsile ka üksikasjalikku tuulesuuna analüüsi. Eesti vetes on üldiselt valitsevad läänesuunalised tuuled, kuid ilmastiku-, tuule- ja jääolude prognoosimine on väga raske. Andmed on esitatud aruande 2. peatükis.
- Soome lahe jäämurde vajadused ja tingimused erinevad oluliselt Liivi lahe vajadustest ja tingimustest. Mõlemad piirkonnad vajavad oma jäämurdelahendusi, kuna Liivi lahes ei ole võimalik kasutada suuri Soome lahe jäämurdjaid.

Eesti riigile kuuluva laevastiku haldamine

- Alates 1. juulist 2023 omab, haldab ja hangib kõiki riigile kuuluvaid laevu uus Kliimaministeeriumi haldusalas tegutsev valitsusasutus Riigilaevastik. Mereväe laevad on endiselt mereväe valduses.
- Kui Eesti riik otsustab hankida uusi või kasutatud traditsioonilisi või mitmeotstarbelisi jäämurdjaid, hangib, haldab ja käitab neid Riigilaevastik.
- Kui riik otsustab hankida uue jäämurdja, võib Euroopa Ühendamise Rahastust (Connecting Europe Facility, CEF) või sõjaväelise liikuvuse programmist (Military Mobility program) saada olulist rahalist toetust, kuid mõlemad rahastusallikad piiravad laeva kasutamist väljaspool kavandatud tegevuspiirkonda või -kasutust.
- Eelnimetatud rahalised vahendid võivad olla kättesaadavad ainult jäämurdjate puhul, mida ei kasutata Eesti vetest väljaspool või mida seal kasutatakse väga piiratud mahuks. See tähendab, et selliste laevade ulatuslik kommertskasutus *offshore*-turgudel ei ole võimalik, kuid jäämurdjatel võivad olla riigi jaoks vajalikud mitmeotstarbelised funktsioonid. Seda lahendust võib põhimõtteliselt kasutada uue jäämurdja puhul nii Soome lahes kui ka Liivi lahes. Näiteks 2023. aastal anti Läti LVR Flotele toetust Euroopa Ühendamise Rahastu sõjalise liikuvuse vahenditest uue pukseri tarvis, mida kasutatakse (ka) jäämurdeks. Praegu ei ole sellise rahastamise tõenäosust Eesti jäämurdja puhul võimalik hinnata.

- Euroopa Ühendamise Rahastu kaudu rahastamiseks on vaja vähemalt kolme EL-i liikmesriigi moodustatud konsortsiumi nagu projektides WINMOS II ja WINMOS III on koos tegutsenud Rootsi, Soome ja Eesti. Rootsi on saanud WINMOS II ja WINMOS III projektidest uute jäämurdjate jaoks märkimisväärsed rahalisi vahendeid.

Soome laht

- Kuna Botnica on prahitud kuni aastani 2032, on Soome lahe jaoks kõige olulisem küsimus, kuidas ja millal asendada 60 aastat käigus olnud jäämurdja Tarmo, millel on piiratud jäämurdevõime.
- Valikud Soome lahe peamise jäämurdja osas on järgmised (mõlema puhul tuleb tagada ka võimsus tippnõudluse puhuks; kõige turvalisem pikaajaline alternatiiv paksus kirjas; vt ka tabel 20):

a) peamine jäämurdja on uus laev või

- b) sobiv alus ja usaldusväärne teenusepakkuja, mis prahitakse turult 5–10 aastaks.

- Sobivate kasutatud jäämurdjate globaalne turg on praktiliselt olematu. Näiteks Rootsi jäämurdjad, mis aastakümne lõpus välja vahetatakse, on selleks ajaks üle 50 aasta vanad. Soome lahes ei tule need alused seetõttu pikaajaliste variantidena kõne alla, kuid võivad olla lahenduseks piiratud aja jooksul ja „viimase abinõuna“, et katta näiteks uue jäämurdja hankimisele kuluva aja ja Botnica prahtimisperioodi vaheline paus.
- Variandil a on kaks alternatiivi (kõige turvalisem pikaajaline, kuid kõige kallim valik paksus kirjas; vt ka tabel 20):

- **laev, mis sobib ka muudeks funktsioonideks (mitmeotstarbeline),** või

- tavaline jäämurdja.

- Täiendavaks laevaks Soome lahe tippnõudluse võimsuse täitmisel on alternatiivid järgmised (peamised pikaajalised, kuid kallimad paksus kirjas; vt ka tabel 20):

i) riigi omanduses olev eemaldatava jäämurdevööri merepukser. Lisavööri hangiks ja selle omanik oleks Riigilaevastik, pukser tuleb prahtida turult tegevusvalmidusse. Lisavöör peab olema konstrueeritud konkreetse pukseri jaoks, kuna seda ei saa kombineerida ühegi teise pukseriga;

ii) kaks riigile kuuluvat jäämurdevööri merepukserit, mis on hangitud ja kuuluvad Riigilaevastikule;

iii) vajaliku tippvõimsuse hankimine turult, nagu seda tehakse Liivi lahe pukserite puhul; või

iv) Soome valitsusega kokkuleppe sõlmimine, et nende poolt lepingu alusel kasutatavad Arctia jäämurdjad saaksid vajadusel omapoolset võimsust pakkuda.

Uue mitmeotstarbelise jäämurdja plussid ja miinused

- Kõik mitmeotstarbelised funktsioonid lisavad jäämurdjale kulusid, isegi kui laeva suurus ei muutu ja olulised jäämurde nõuded vaatamata mitmeotstarbelisele kasutamisele säilivad.
- Sõltuvalt tehnilistest kirjeldustest ja nõutavatest otstarvetest on mitmeotstarbeline jäämurdja tavaliselt 20 % kallim kui tavaline jäämurdja. See tähendab, et avamereturgudel peaks olema piisavalt nõudlust vastavate funktsioonide järele või vajadus muude riiklike kasutusviiside järele, mis kataks ära lisakulud.
- Kulude-tulude analüüsi põhjal soovitatakse Eesti jäämurdjale mitmeotstarbelist võimekust ja kasutust sel määral, mis ei ohusta jäämurret ja talvist navigatsiooniabi Eesti vetes. Võimalikud peamised mitmeotstarbelised kasutusviisid Eesti riigi jaoks on järgmised:
 - Rannavalve patrull-laev (otsingu- ja päästefunktsiooniga)
 - Laevateede hoolduslaev
 - Mereväe teenistuslaev.
- Edu saavutamine väljakutsuvatel *offshore*-turgudel opereerimisel eeldab kõrgelt kvalifitseeritud ja ärilist juhtimist. Mitmeotstarbelise jäämurdja ärilist käitamist valitsusasutus tõhusalt juhtida ei saa. Selle asemel on vaja äriliselt orienteeritud ettevõtet ja asjakohase pädevuse ning motivatsioonipaketiga juhtkonda.
- Kui tellitakse uus mitmeotstarbeline jäämurdja, juhiks protsessi ja laeva mehitaks selle omanik Riigilaevastik. Sellisel juhul tuleb hoolikalt kaaluda, mil määral on võimalik ühendada riiklikud jäämurdekohustused võimalike äriliste ülesannetega, kas on vaja pädevat kommertsvahendajat (näiteks laevamaaklerit) või laevandusettevõtet (nt TS Shipping).
- Samuti juhul, kui uus jäämurdja on varustatud mitmeotstarbeliste funktsioonidega, tuleb need kavandada ja kokku leppida Eesti riigi siseselt enne hankeprotsessi algust. Nii saab üksikasjaliku tehnilise planeerimise lõpule viia võimalikult väheste muudatustega. Enamik võimalikest muudest funktsioonidest mõjutab laeva jäämurdevõimekust ja mõnede funktsioonidega kaasnevad ka märkimisväärsed kulud. Ka juhul, kui mõned funktsioonid paigaldatakse olemasolevale laevale, võivad sellised muudatused olla väga kulukad.
- *Offshore*-teenuste äris on eelduseks kvalifitseeritud meeskonnad ja hästi hooldatud laevad. Kui Riigilaevastiku meeskonnaga mehitatakse mitmeotstarbeline jäämurdja, peavad nende oskused, töötingimused ja palgad võimaldama ka avameretööd. Selliseid võimalusi on raske täielikult rakendada, välja arvatud juhul, kui meeskonda ja tegevust juhib kogenud operaator.
- Praegu on jäämurde ja eriti *offshore*-tegevuse korraldamise kogemusega Eesti meremehi ja juhte väga vähe. Näiteks Botnical on kaks 20-pealist vahetusmeeskonda koos paari meeskonnaliikmega reservis. Tarmo meeskond ei ole aastaid sarnastel jäämurdeoperatsioonidel osalenud.

- *Offshore*-turud on laevanduse jaoks ebastabiilsed ja suure riskiga ärisegmendid, eriti väikeste teenuseosutajate jaoks, kelle nõudluse prognoositavus ja nähtavus turul on halb. Koos suuremate investeeringute ja laevade pika kasutuseaga moodustub sellest keeruline kombinatsioon.
- *Offshore*-tegevuste lisamisel enam kui 50-aastase kasutuseaga mitmeotstarbelise jäämurdja kasumlikkuse- ja tuluarvutustesse tuleb väga ettevaatlik olla.

Liivi laht

- Eesti sadamad Liivi lahes on madalamate laevateedega ja neid külastavad väiksemad laevad, mistõttu on jäämurdeteenuste vajadus Soome lahe omast oluliselt erinev.
- Pärnu sadama jääperiood on tavaliselt pikem kui Soome lahe sadamates, sest Pärnu jõe suudmes külmub mage vesi kergemini kui soolane merevesi. Tuule mõju jää hajutamisele on ka eraldatud lahes palju nõrgem kui merel.
- Käimasoleva aastakümne jooksul muutub aktuaalseks ka 1980. aastal ehitatud EVA-316 väljavahetamine. See tähendab, et Eesti vajab Tarmo ja EVA-316 asemele kahe uue või kasutatud jäämurdja võimsust.
- Liivi lahe puhul on alternatiivid (peamine pikaajaline, kuid veel kallim poolpaksus kirjas; vt ka tabel 20) järgmised:

i) riigi omanduses olev traditsiooniline jäämurdja;

ii) turult prahitud traditsiooniline jäämurdja;

iii) riigi omanduses olev pukser, millega saab ühendada jäämurdevööri. Sarnaselt Soome lahele hangitaks jäämurdevöör ja see kuuluks Riigilaevastikule, samas kui pukseri võiks turult prahtida ooterežiimile. Jäämurdevöör peab olema konstrueeritud konkreetse pukseri jaoks, millega seda saab ühendada;

iv) riigile kuuluv merepukser ilma jäämurdevööri;

v) vajaliku pukserivõimsuse hankimine turult.

Muud kaalutlused

- Transpordiamet peaks kaaluma Eesti laevaliikluse juhtimiskeskuse (VTS) töötajate ja suutlikkuse laialdasemat kaasamist jäämurdeteenuse osutamisega seotud konkreetsete abiülesannete määramisel. Sel viisil on võimalik tagada oluline side jäämurdjate ja abi vajavate laevade vahel ööpäevaringselt koos süsteemidega, mis tagavad suurepärase olukorrateadlikkuse Eesti vetes ja kaugemalgi.
- VTS peaks võtma jäämurdeteenuse osutamisel operatiivrolli koos selgelt dokumenteeritud protseduuride ning 20 VTS-operaatori koolitamisega, kuid see ei tooks kaasa investeeringuid varustusse ega tarkvarasse, kui välja arvata jääkaardid.
- Eesti VTS võttis äsja kasutusele SAAB-i uue ja täielikult digitaalse VTS-i AIS- süsteemi (VDES), seega ei oleks talvise navigatsiooniabi sidepidamises aktiivse rolli täitmine enam suur ettevõtmine.

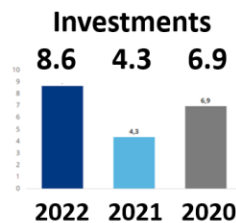
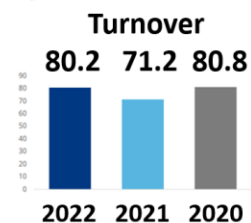
- Soome, Rootsi ja Eesti ametiasutuste vahel on toimunud arutelu Eesti liitumiseks Soome-Rootsi jäämurdjate infosüsteemiga IBNet,¹³ mis on välja töötatud enam kui kümnest jäämurdjast koosneva laevastiku ja muude abilaevade haldamiseks, eesmärgiga abistada liiklust enam kui 50 meresadamasse.
- Näib, et IBNet on Eesti vajaduste rahuldamiseks ebasobiv, kuna on keeruline ja kallis abivahend, mis pealegi ei sobiks Liivi lahel kasutamiseks

Kokkuvõttes soovitavad analüüsi koostajaid Eesti riigil teenindada Soome lahe piirkonda peamiselt ühe suurema jäämurdjaga ka pärast 2032. aastat, kui Botnica praegune leping lõpeb. Üks suurem jäämurdja võib olla mitmeotstarbeline arvestades muid riigi vajadusi ja nõudeid. Analüüs pakub välja ka alternatiivid Soome lahe jäämurdealase tippnõudluse täitmiseks. Liivi lahe jaoks on mõistlik rakendada riigile kuuluvat traditsioonilist jäämurdjat.

Lõpparuanne on koostatud selliselt, et kõiki peatükke saab Eesti riigi huvides iseseisvalt kasutada. Seega saab riikliku või ELi rahastuse taotledes neid peatükke ja nende sisu kombineerida, et täita konkreetsete rahastamisprogrammide nõudeid.

¹³ IBNet sisaldab teavet ilma, jääolude ja liiklusolukorra kohta ning edastab teavet erinevate seotud üksuste (jäämurdjad, koordineerimiskeskused, laevaliikluse korraldamise keskus jne) vahel.

Key financial indicators



Personnel in 2022

Personnel in total

419

Offshore personnel

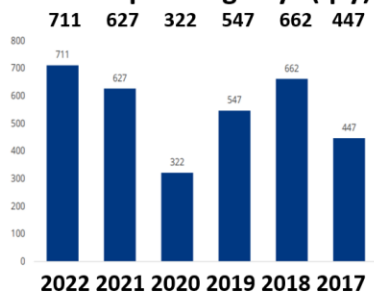
241

Onshore personnel

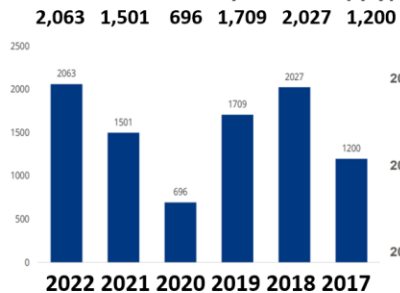
178

2022 2021 2020

Total operating days (qty)



Total assistance operations (qty)



Icebreaking personnel (with administration)



Arctia Icebreaking	2022	2021	2020	2019	2018	2017
Assistance operations per operating day	2,9	2,4	2,2	3,1	3,1	2,7

Lisa 1 Arctia jäämurdelaevastik 2022. aastal. Allikas: Arctia 2022. aasta aruanne



Pikkus, poom / m, süvis /m, m/jõuallikas, kW

Arctia laevastiku koosseisu kuuluvad tavalised jäämurdjad Voima (ehitatud 1954. aastal, renoveeritud 1979. ja 2016. aastal), Urho (1975) ja Sisu (1976, renoveeritud 2019. aastal), Otso (1986) ja Kontio (1987), mitmeotstarbelised jäämurdjad Fennica (1993) ja Nordica (1994) ning sadamajäämurdjad Ahto (2014) ja Polaris (2016).