

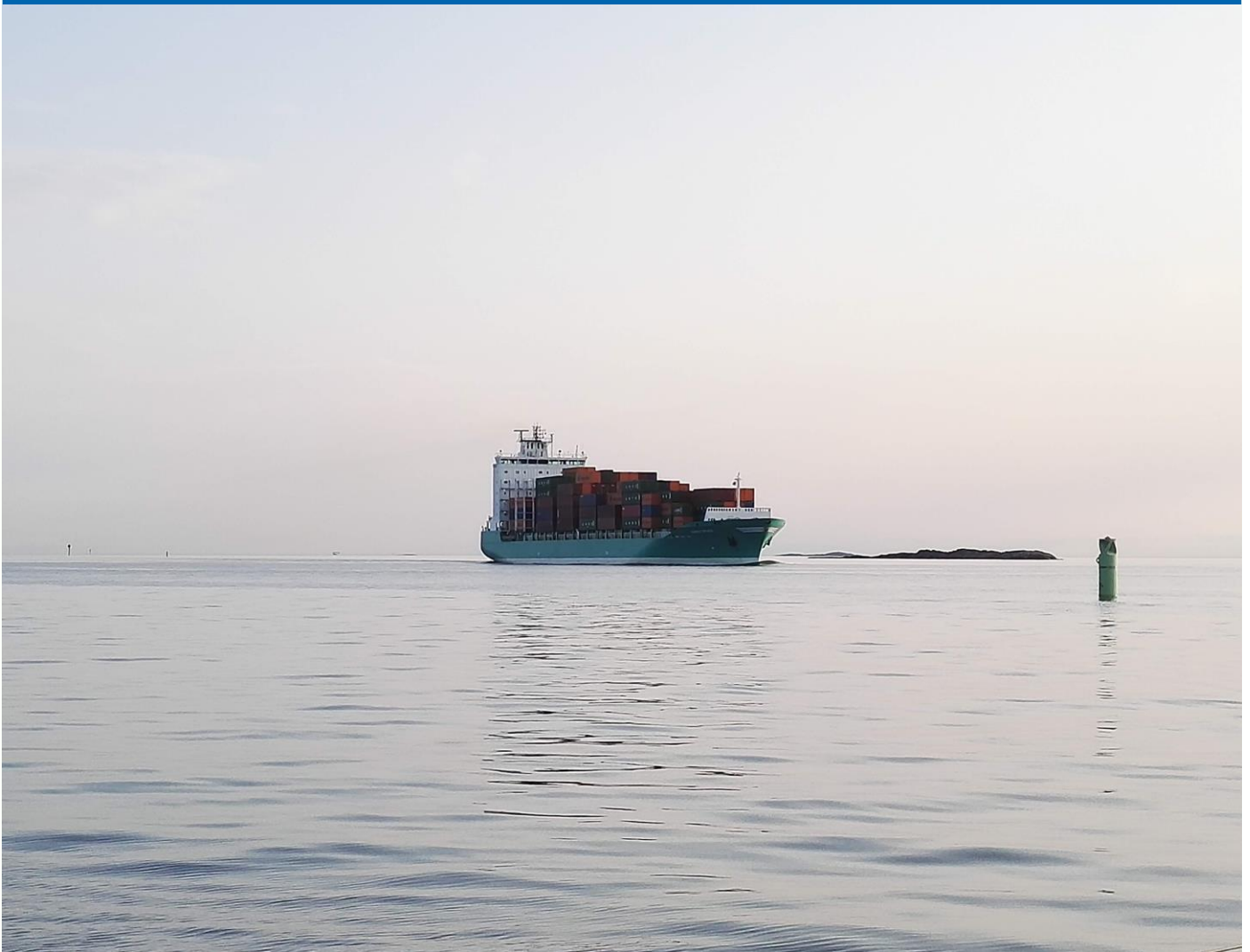


Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
46/2022

Aluskaluston kehitys

Aluskoon kehityksen vaikutus vesiväyliin



Tapio Karvonen

Aluskaluston kehitys

Aluskoon kehityksen vaikutus vesiväyliin

Väyläviraston julkaisuja 46/2022

Kannen kuva: Väyläviraston kuvakokoelma

Verkkojulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-983-7

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
puh. 0295 343 000

Tapio Karvonen: Aluskaluston kehitys - Aluskoon kehityksen vaikutus vesiväyliin. Väylävirasto Helsinki 2022. Väyläviraston julkaisuja 46/2022. 29 sivua ja 1 liite. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-983-7.

Avainsanat: aluskalusto, aluskoko, aluslajit, väyläsuunnittelu, alusturvallisuus

Tiivistelmä

Kahdenkymmenen viime vuoden aikana Suomen satamiin saapuneiden alusten keskimääräinen koko on kasvanut useimpien aluslajien osalta. Varsinkin risteily-, ro-ro-matkustaja-, ro-ro-lasti- ja konttialusten kohdalla merkittävää on, että horisontaaliset mitat eli pituus ja leveys ovat kasvaneet suhteessa enemmän kuin syväys ja kasvun odotetaan edelleen jatkuvan. Nyt rakenteilla olevat Suomen liikenteeseen tulevat ro-ro-alukset ovat keskimäärin noin 60 metriä pidempiä ja 10 metriä leveämpiä kuin keskiarvoalukset vuonna 2001. Niiden keskimääräinen syväys on kuitenkin vain metrin suurempi. Tämä aiheuttaa tarvetta siirtää väyläsuunnittelussa ja väylien kehittämishankkeissa painopistettä väylän leveyteen ja geometriaan, jotta voidaan varmistaa turvallinen ja sujuva liikenne vesiväylillä jatkossakin.

Aluskoon kasvaessa etenkin risteily-, ro-ro-matkustaja- ja ro-ro-lastialusten tuulipinta-ala on entisestään kasvanut, mikä aiheuttaa lisää haasteellisuutta navigointiin ahtailla väylillä ja tarvetta varamarginaaleille. Väylien geometrian parantaminen nousi selvityksessä vahvasti esille. Jyrkkiä mutkia pitää loiventaa ja kääntöalueita leventää entistä isompien alusten turvallisen käännöksen varmistamiseksi.

Väylän syventäminen ei saa kustannussyistäkään johtaa samanaikaisesti väylän kaventamiseen, vaan päinvastoin väylien kapeita osuuksia pitäisi leventää sekä turvallisuuden että liikenteen sujuvuuden parantamiseksi. Kallioon louhitut väyläosuudet ovat erityisen haasteellisia useista aluksen navigointiin vaikuttavista tekijöistä johtuen. Niissä varamarginaalit olisivat erityisen tarpeellisia, koska mahdollinen törmäys kallioseinämään voi aiheuttaa sekä vakavan turvallisuusriskin että suuria kustannuksia.

Väylästäön kehittämisessä on toivottavaa, että väylien käyttäjät otetaan mukaan suunnitteluun jo varhaisessa vaiheessa. Simulointiajojen merkitys korostuu, ja ne on syytä tehdä väyläkohtaisilla mitoitusaluksilla jo suunnitteluvaiheessa väylän geometrian optimoimiseksi.

Valtion ylläpitämät väyläosuudet sekä satamien hallinnoimat väyläosuudet ja satama-altaat muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden, jonka pitää olla kaikilta osiltaan kunnossa turvallisen ja sujuvan liikenteen takaamiseksi. Ajantasaisten väylien mittaustietojen ja laiturikohtaisten syvyystietojen lisäksi tarvitaan tarkkoja olosuhdetietoja satamista, jotta voidaan varmistaa isojen alusten turvallinen satamaan tulo ja sieltä lähtö.

Keväällä 2022 muuttunut Europan geopoliittinen tilanne saattaa johtaa aluskoon kasvuun, kun raakaöljyn kuljetusmatkat pitenevät. Nesteytettyä maakaasua tullaan kuljettamaan merkittäviä määriä meritse. Tilanne vaikuttaa myös konttialusten rotaatioon, mutta pidemmän aikavälin vaikutukset aluskoon kehitykseen ovat vielä vaikeasti arvioitavissa. Merenkulun päästöjen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet saattavat myös vaikuttaa aluskokoon sen lisäksi, että alusten konetehto laskee nykyisestä.

Tapio Karvonen: Fartygsbeståndets utveckling - Effekterna på farlederna av hur fartygsstorleken har utvecklats. Trafikledsverket. Helsingfors 2022. Trafikledsverkets publikationer 46/2022. 29 sidor och 1 bilaga. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-983-7.

Sammanfattning

Under de senaste tjugo åren har den genomsnittliga storleken hos de fartyg som ankommer till Finlands hamnar ökat för de flesta fartygstyperna. Särskilt när det gäller kryssningsfartyg, roro-fartyg för passagerare, roro-fartyg för last och containerfartyg är det anmärkningsvärt att de horisontella måtten, dvs. längd och bredd, har ökat proportionellt mer än djupgåendet, och tillväxten förväntas fortsätta. De roro-fartyg som för närvarande byggs för trafik i Finland är i genomsnitt cirka 60 meter längre och 10 meter bredare än de genomsnittliga fartygen år 2001. Deras genomsnittliga djupgående är dock bara en meter större. Detta skapar ett behov av att vid farledsplanering och utvecklingsprojekt för farleder flytta fokus till farledens bredd och geometri, för att säkerställa en säker och smidig trafik på farlederna även i framtiden.

I takt med att fartygsstorleken har ökat har lateralytan ovanför vattenlinjen hos framför allt kryssningsfartyg, roro-fartyg för passagerare och roro-fartyg för last ökat från tidigare, vilket orsakar flera utmaningar vid navigering i trånga farleder och ett behov av reservmarginaler. Förbättring av farledernas geometri lyftes fram starkt i en utredning. Skarpa kurvor måste rätas ut och vändningsområdena breddas för att säkerställa säker vändning av ännu större fartyg.

Inte heller av kostnadsskäl får fördjupning av en farled samtidigt leda till att farleden blir smalare, utan tvärtom bör smala avsnitt av farleder breddas för att förbättra både säkerheten och trafikens smidighet. Farledsavsnitt som är brutna i berg är särskilt krävande till följd av ett antal faktorer som påverkar fartygets navigering. I sådana är reservmarginaler särskilt nödvändiga, eftersom en eventuell sammanstötning med en bergvägg kan orsaka både allvarliga säkerhetsrisker och höga kostnader.

Vid utveckling av farledssystemet är det önskvärt att farledernas användare redan i ett tidigt skede involveras i planeringen. Betydelsen av simuleringskörningar accentueras och för optimering av farledens geometri bör dessa utföras redan på planeringsstadiet, med farledsspecifika dimensioneringsfartyg.

De av staten upprätthållna farledsavsnitten samt av hamnarna förvaltade farledsavsnitt och hamnbassänger bildar en sammanhängande helhet som i alla avseenden måste vara i gott skick för att säkerställa en säker och smidig trafik. Förutom tidsaktuella mätdata om farleder och kajspecifika djupdata behövs exakta tillståndsdata från hamnar för att säkerställa säker ankomst till och avgång från hamnen för stora fartyg.

Den geopolitiska situationen i Europa som förändrades våren 2022 kan leda till att fartygsstorleken ökar när transportsträckorna för råolja blir längre. Flytande naturgas kommer att transporteras i betydande mängder via havet. Situationen påverkar också containerfartygens rotation, men de långsiktiga effekterna på fartygsstorlekens utveckling är fortfarande svåra att bedöma. Åtgärder som syftar till att

minska sjöfartens utsläpp kan också påverka fartygsstorleken, förutom att fartygens maskineffekt minskar från nuläget.

Tapio Karvonen: Development of naval capacity - Impact of vessel size development on waterways. Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2022. Publications of the FTIA 46/2022. 29 pages and 1 appendix. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-983-7.

Abstract

Over the past twenty years, the average size of vessels arriving in Finnish ports has increased for most vessel types. Especially for cruise vessels, ro-ro cargo ships and container ships, it is significant that the horizontal dimensions, i.e. length and breadth, have increased proportionally more than the draught, and this increase is expected to continue. On average, the ro-ro ships currently under construction and entering Finnish traffic are approximately 60 metres longer and 10 metres wider than the average vessels in 2001. However, their average draught is only one meter greater. This creates the need to shift the focus of channel design and channel development projects to the width and geometry of the channel in order to ensure safe and smooth transport on fairways also in the future.

As the vessel size has increased, the windage area of cruise vessels, ro-ro passenger and ro-ro cargo ships in particular has increased even further, causing more challenges for navigating narrow channels and the need to have reserve margins. Improving the geometry of the channels was prominently highlighted in the study. Steep bends need to be rounded out and the turning areas widened to ensure the safe turning of larger vessels.

For cost reasons, the deepening of the channel must not lead to the narrowing of the channel at the same time: on the contrary, the narrow channel sections should be widened in order to improve both safety and traffic flow. The channel sections excavated in the rock are particularly challenging due to a number of factors affecting the ship's navigation. In them, reserve margins would be particularly necessary, as a possible collision with a rock wall can pose both a serious safety risk as well as lead to higher costs.

In the development of the fairways, it is recommended that the users of the channels are involved in the planning already at an early stage. The importance of simulation runs is emphasised and they should be performed using channel-specific design ships already at the design phase, in order to optimise channel geometry.

The state-run channel sections as well as the channel sections and port basins managed by the ports form a coherent whole, which must be in good condition in all respects in order to ensure safe and smooth traffic. In addition to up-to-date measurement data on channels and depth data per quay, accurate condition data from ports are needed to ensure the safe entry and departure of large ships.

The geopolitical situation in Europe, which changed in spring 2022, may lead to an increase in vessel size as the transport distances of crude oil become longer. Liquefied natural gas will be transported in significant quantities by sea. The situation also affects the rotation of container ships, but the longer-term impacts on the development of vessel size are still difficult to assess. Measures aimed at reducing maritime emissions may also affect vessel size, in addition to reducing the engine output of vessels.

Esipuhe

Aluskoko on vuosikymmenien aikana kasvanut suuruuden ekonomian ohjaamana, jolloin kuljetuskustannukset yhtä kuljetettua yksikköä kohti ovat laskeneet. Koon kasvu on koskenut aluksen kaikkia päämittoja. Väylänpidon näkökulmasta keskeistä on ollut alusten syvyyksen kasvu, minkä johdosta satamiin johtavia vesiväyliä on syvennetty kulloisenkin tarpeen mukaan.

Viime vuosien aikana on ollut havaittavissa, että etenkin ro-ro-lasti- ja ro-ro-matkustaja-aluksilla lastitilavuutta on lisätty aluksen pituutta ja leveyttä suurentamalla, kun taas syväys on pysynyt jokseenkin ennallaan tai kasvanut vain vähän. Päämittojen keskinäisessä suhteessa on siis tapahtunut muutosta. Muutoksen taustalla on suuruuden ekonomian lisäksi kiristyneet ja kiristymässä olevat alusten energia-tehokkuus- ja päästömääräykset. Tämä muutos on johtanut siihen, että väylän mitoitusyvyyden sijaan väylän leveys ja muu geometria ovat nousseet esille mahdollisina haasteina uusien entistä leveämpien alusten sujuvalle ja turvalliselle liikumiselle.

Aluslajikohtaisten kehitystrendien ja Suomen rannikon väylästä haasteiden kartoittamiseksi Väylävirasto tilasi Turun yliopiston Brahea-keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskukselta (MKK) tutkimusselvityksen Suomeen liikennöivän aluslajiston kehitysnäkymistä ja kehityksen vaikutuksista vesiväyliin perustaksi seuraavan vaiheen analysointityölle.

Tutkimusselvityksen teko aloitettiin loppusyksystä 2021 ja se valmistui huhtikuussa 2022. Työn toteutuksesta MKK:ssa vastasi erikoistutkija Tapio Karvonen.

Väylävirastossa työtä ohjasivat asiantuntija Jari Gröhn, johtava asiantuntija Olli Holm ja asiantuntija Tuula Säämänen. Selvityksen laatimiseen osallistui lisäksi myös vesiliikennejohtaja Jarkko Toivola.

Helsingissä kesäkuussa 2022

Väylävirasto
Liikenne- ja maankäyttöosasto

Sisältö

1	JOHDANTO.....	9
2	ALUSKÖÖN KEHITYS ALUSLAJEITTAIN 2001–2021	10
2.1	Risteilyalukset.....	10
2.2	Ro-ro-matkustaja-alukset.....	11
2.3	Ro-ro-lastialukset	11
2.4	Konttialukset.....	12
2.5	Irtolastialukset.....	13
2.6	Muut kuivalastialukset	13
2.7	Säiliöalukset	14
3	ALUSKALUSTON KEHITYSNÄKYMÄT.....	16
3.1	Ro-ro-alusten kehitysnäkymät	16
3.2	Muut aluscaluston kehitykseen liittyvät tekijät.....	17
4	ALUSKÖÖN KASVUN AIHEUTTAMAT HAASTEET	20
4.1	Yleiset haasteet	20
4.2	Haasteet alueittain	21
4.2.1	Perämeri ja Merenkurkku	21
4.2.2	Selkämeri ja Saaristomeri.....	22
4.2.3	Suomenlahti.....	24
5	KEHITTÄMISTOIMENPITEET	26
5.1	Väyläsuunnittelu	26
5.2	Väylien rakentaminen ja ylläpito	26
5.3	Satamien rooli.....	27
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	28
	LÄHDELUETTELO	29

LIITTEET

Liite 1	Aluscaluston kehityksen vaikutus vesiväyliin -kysely
---------	--

1 Johdanto

Aluskaluston kehityksen tarkastelu aloitettiin selvittämällä, miten Suomeen liikennöivien alusten keskimääräinen koko on kasvanut kahdenkymmenen viime vuoden aikana. Lähdeaineistona on käytetty Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin toimittamaa tilastodataa Suomen satamiin saapuneista aluksista. Tulevan kehityksen osalta painopiste on ollut ro-ro-lasti- ja ro-ro-matkustaja-aluksissa. Tietoa on kerätty sekä Suomen liikenteeseen tulossa olevista että yleisemmän kuvan saamiseksi myös muista maailman telakoilla rakenteilla olevista tai tilatuista aluksista. Lisäksi on haastateltu muun muassa laivasuunnittelijoita kehitystrendien hahmottamiseksi.

Tilastoaineiston ohella työssä on kuultu asiantuntijoita ja väylien käyttäjiä. Ensin tehtiin muun muassa satamille, varustamoille, Finnpilotille ja Traficomille suunnattu kysely. Sen kautta kerättiin näkemyksiä siitä, aiheuttaako aluskaluston kehitys haasteita sujuvalle ja turvalliselle liikennöinnille nykyisillä väylillä ja jos aiheuttaa, niin minkälaisia, mistä johtuvia ja mitä toimenpiteitä pitäisi tehdä, jotta haasteet saataisiin ratkaistua. Kyselyssä selvitettiin myös aluskaluston kehityksen aiheuttamien haasteiden akuuttiutta ja kohdistumista eri aluslajeille. Kysely lähetettiin 60 vastaanottajalle ja siihen saatiin 19 vastausta.

Kyselyssä saatuja vastauksia täydennettiin ja syvennettiin haastatteluissa, joita tehtiin yhteensä 12 taholle, ja niihin osallistui yhteensä 28 henkilöä. Lähdeluettelossa on tarkempi luettelo haastatteluista.

Luvussa 2 käydään aluslajeittain läpi, miten Suomen liikenteen alusten keskimääräinen koko on muuttunut vuodesta 2001 vuoteen 2021. Luvussa 3 luodaan katsaus siitä, miten aluskoon oletetaan jatkossa kehittyvän, mitä tekijöitä kehityksen takana on ja mitä vaikutuksia kehityksellä on. Luvussa 4 tarkastellaan tutkimuksen aikana esiin tulleita haasteita, joita aluskoon kasvu on aiheuttanut tai sen oletetaan aiheuttavan sujuvalle ja turvalliselle liikennöinnille väylillä ja satama-alueilla. Tarkastelua tehdään sekä yleisellä tasolla että tarkemmin rannikkoalueiden väylät läpikäyden. Luvussa 5 nostetaan esille tutkimusselvityksen perusteella esitettävät kehittämistoimenpiteet sujuvan ja turvallisen liikennöinnin takaamiseksi vesiväylillä jatkossa suuremmillakin aluskoilla. Luvussa 6 esitetään vielä tiivistetyt johtopäätökset.

2 Aluskoon kehitys aluslajeittain 2001–2021

Suomen satamiin ulkomailta saapuneiden alusten koon kehitystä kahdenkymmenen vuoden aikana tarkastellaan tämän selvityksen tavoitteiden kannalta merkityksellisten aluslajien osalta. Tarkastelu tehdään Traficomien aluslajiluokitukseen perustuen. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty aluslaji 10 eli matkustaja-alukset, josta tosin on erikseen otettu mukaan ne risteilyalukset, jotka jostain syystä eivät olleet data-aineistossa risteilyalusluokassa 11. Muut matkustaja-alukset ulkomaanliikenteessä ovat lähinnä Saimaan kanavalla liikennöiviä pieniä matkustaja-aluksia. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty myös luokka 30 eli junalautat, joiden käyttö Suomen liikenteessä on loppunut tarkastelujakson aikana. Myöskään luokkia 90–95 eli muita aluksia ei ole otettu mukaan, koska niillä ei ole erityistä merkitystä väylien turvallisen käytön kannalta. Näihin luokkiin kuuluvat esimerkiksi erilaiset erikoisalukset, hinaajat ja proomut.

2.1 Risteilyalukset

Risteilyalusten koon kasvu on ollut erittäin suurta sekä globaalisti että Itämeren markkina-alueella, vaikka kaikkein suurimpia aluksia ei Itämeren liikenteessä nähdäkään. Suomeen saapuneiden risteilyalusten keskimääräinen aluskoko on yli kaksinkertaistunut vuodesta 2001 vuoteen 2018¹ bruttovetoisuuden perusteella laskettuna. Alusten pituus on kasvanut noin 40 prosenttia ja leveys neljänneksen. (taulukko 2.1)

Aluskoon kasvun lisäksi risteilyalusten määrä Itämerellä on lisääntynyt huomattavasti samalla ajanjaksolla. Suomen satamiin on saapunut yhä enemmän ja yhä suurempia risteilijöitä. Risteilyalusten käynnit ovat keskittyneet hyvin vahvasti Helsingin satamaan, jossa aluskäyntejä on ollut vuosittain lähes 300 pois lukien vuodet 2020 ja 2021. Risteilymatkustajien määrä on ollut jatkuvassa kasvussa aluskoon kasvaessa. Muiden satamien risteilyaluskäynnit ovat jääneet korkeintaan muutamaa kymmentä, useimmiten muutamiin yksittäisiin aluksiin. Kiinnostus muita satamia kohtaan kuitenkin kasvaa, ja yhä useammat satamat pyrkivät houkuttelemaan risteilyaluksia poikkeamaan. Samalla myös sesonki on pidentynyt sekä keväästä että syksystä ja ensimmäiset talviaikaiset risteilytkin on tehty.

Risteilyalukset ovat pääosin uusia tai uudehkoja ja modernein navigointi- ja ohjailulaittein varustettuja, joten liikkuminen on sujuvaa ahtaillakin väylillä ja satamissa. Alusten tuulipinta-ala on kuitenkin suuri ja koko ajan kasvamassa, minkä vuoksi sääolosuhteilla on iso merkitys turvalliseen liikkumiseen ahtailla ja mutkaisilla väylillä.

¹ Risteilyalusten kohdalla vertailua vuoden 2001 dataan ei tehdä vuoden 2021 datan perusteella toisin kuin muissa aluslajeissa, koska koronapandemian vuoksi kansainvälisten risteilyalusten käynnit olivat hyvin vähäisiä vuonna 2021.

Taulukko 2.1. Suomeen saapuneiden risteilyalusten (aluslajikoodi 11²) keskiarvokoon kehitys 2001–2018.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	26 491	12 627	3 937	166,58	22,46	6,53
2018	57 851	34 655	6 497	231,57	27,79	7,44
Muutos	118 %	174 %	65 %	39 %	24 %	14 %

2.2 Ro-ro-matkustaja-alukset

Ro-ro-matkustaja-alusten eli matkustaja-autolauttojen keskikoko on kasvanut voimakkaasti kahdenkymmen viime vuoden aikana (taulukko 2.2), vaikka osa isoimmista aluksista onkin ollut liikenteessä jo 1980- ja 1990-lukujen vaihteesta saakka. Erityisesti ns. ropax-alusten koko on kasvanut merkittävästi. Näitä rahtipainotteisia, mutta samalla varsin suuren matkustajakapasiteetin aluksia on tullut sekä Helsingin ja Travemünden että Naantalin ja Kapellskärin välisille linjoille. Vuonna 2023 on Finnlinesin Ruotsin-liikenteeseen tulossa kaksi huomattavasti nykyistä suurempaa alusta, Finnsirius ja Finnscanopus, jotka 235 metrin pituudellaan ovat reitin nykyisiä aluksia 16,2 metriä pidempiä ja 33,6 metrin leveydellään niitä 3,1 metriä leveämpiä.

Toinen esimerkki merkittävästä aluskoon kasvusta on Turun ja Tukholman väliseen liikenteeseen maaliskuussa 2022 tullut Viking Linen Viking Glory, joka on 4 metriä pidempi (222,6 m) ja 3,8 metriä leveämpi (35,6 m) kuin vuonna 2013 valmistunut linjaparinsa Viking Grace. Viimeksi mainittu oli puolestaan liikenteeseen tullessaan merkittävästi suurempi kuin alus, jonka tilalle se tuli.

Aluskoon kasvussa on painopiste ollut erityisesti pituuden, mutta myös leveyden kasvussa syväyksen kasvaessa hieman vähemmän. Leveyden kasvu on ollut portaattaista eli sitä on tullut viimeisten alushankintojen kohdalla reilut kolme metriä lisää, mikä vastaa yhden lastikaistan vaatimaa tilaa.

Taulukko 2.2. Suomeen saapuneiden ro-ro-matkustaja-alusten (aluslajikoodi 20) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	23 415	11 873	3 147	148,03	24,48	5,84
2021	41 190	19 305	6 018	191,13	28,00	6,52
Muutos	76 %	63 %	91 %	29 %	14 %	12 %

2.3 Ro-ro-lastialukset

Ro-ro-lastialusten, lyhyemmin ro-ro-alusten, koon kehitys on ollut hyvin samanaista kuin matkustaja-autolautoilla. Keskiarvoaluksen kohdalla leveyden suhteellinen kasvu on ollut pituutta suurempaa, mutta myös pituus on kasvanut merkittä-

² Lähdeaineistossa osa risteilyaluksista oli koodin 10 (matkustaja-alus) alla. Nämä siirrettiin koodin 11 alusten joukkoon ja huomioitiin varsinaisina risteilyaluksina.

västi. Syväys on kasvanut selvästi vähemmän. Leveyden kohdalla pätee sama lastin määrittelemä lainalaisuus kuin matkustaja-autolautoilla eli leveyttä tulee lisää noin kolmen metrin tai sen kerrannaisten verran kerrallaan.

Suomeen liikennöivien ro-ro-alusten keskimääräinen lastikapasiteetti on kasvanut lähes 50 prosenttia kahdenkymmenen vuoden aikana (taulukko 2.3). Poikkeuksen tästä kasvutrendistä tekevät ro-ro-alusten erityisryhmä, joka on uusien autojen kuljetukseen erikoistuneet ajoneuvojenkuljetusalukset. Niiden kaikki mitat syväystä lukuun ottamatta ovat keskimäärin pienentyneet ja lastikapasiteetti on vähentynyt noin neljänneksen (taulukko 2.4). Aluskoon pienentymiseen on vaikuttanut muun muassa uusien autojen transitokuljetusten loppuminen.

Risteilyalusten ja matkustaja-autolautojen tapaan ro-ro-aluksillakin on suhteellisen paljon tuulipinta-alaa muihin aluslajeihin verrattuna, mikä lisää ohjailuhaasteita väylillä ja satamissa kovissa tuuliolosuhteissa. Aluskoon kasvu on aiheuttanut tarvetta uudistaa satamissa ro-ro-alusten käyttämiä rampeja entistä leveämpien alusten tehokkaan lastinkäsittelyn mahdollistamiseksi.

Taulukko 2.3. Suomeen saapuneiden ro-ro-lastialusten (aluslajikoodi 40) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	12 932	3 989	7 764	140,20	21,53	6,78
2021	21 132	6 451	11 385	168,54	24,26	7,35
Muutos	63 %	62 %	47 %	20 %	13 %	8 %

Taulukko 2.4. Suomeen saapuneiden ajoneuvojenkuljetusalusten (aluslajikoodi 44) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	27 900	9 941	10 440	146,50	24,96	7,35
2021	23 005	6 945	7 742	133,13	24,00	7,53
Muutos	-18 %	-30 %	-26 %	-9 %	-4 %	2 %

2.4 Konttialukset

Konttialusten keskimääräisen koon kehitys poikkeaa muista aluslajeista siten, että Suomeen liikennöivien konttialusten kaikki päämitat ovat kasvaneet noin viidenneksen kahdenkymmenen vuoden aikana eli myös syväys on kasvanut merkittävästi. Keskiarvoaluksen kantavuudella mitattu lastikapasiteetti on samassa ajassa kaksinkertaistunut (taulukko 2.5).

Itämeren syöttöliikenteeseen ja siten myös Suomen liikenteeseen on siirretty alun perin valtameriliikenteeseen rakennettuja aluksia, jotka on alkuperäisessä liikenteessään korvattu uusilla ja suuremmilla aluksilla. Nämä valtameriliikenteestä siirretyt alukset ovat ohjailuominaisuuksiltaan kömpelömpiä ja tarvitsevat paljon hinaaja-avustusta satamissa, eivätkä ne ole rannikkoväylilläkään erityisen ketteriä, koska ne on suunniteltu avomeriliikenteeseen ja suurempiin satamiin. Suomen liikenteeseen on tullut myös uusia suuria, varta vasten Itämeren liikenteeseen suunniteltuja aluksia kuten Maerskin V-sarja.

Konttialusten koon kasvua rajoittavat tai ainakin hidastavat satamainfran riittävyys ja konttinostureiden ulottuvuus. Konttialusten tehokas käyttö vaatii konttien käsittelyyn erikoistuneita satamia.

Taulukko 2.5. Suomeen saapuneiden konttialusten (aluslajikoodi 50) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	6 516	3 391	8 480	127,00	19,66	7,31
2021	14 378	6 904	16 908	153,51	23,65	8,58
Muutos	121 %	104 %	99 %	21 %	20 %	17 %

2.5 Irtolastialukset

Suomessa käyvien irtolastialusten keskimääräinen koko on jonkin verran pienentynyt (taulukko 2.6), mutta samaan aikaan Suomen satamiin on tullut myös entistä suurempia irtolastialuksia, jotka ovat hyödyntäneet syvennettyjä väyliä. Aluskoon skaala on siis laajentunut. Osatekijä aluslajin keskikoon pienentymiseen on luokitelutekninen syy, josta tarkemmin luvussa 2.6.

Irtolastialukset ovat säiliöalusten ohella niitä aluksia, jotka ovat tyypillisesti eniten hyötynneet väylien syventämisestä, jolloin on voitu siirtyä käyttämään entistä suurempia ja yksikkökustannuksiltaan edullisempia aluksia. Syväys on myös kriittisin tekijä aluskoon mahdollisessa kasvattamisessa väyläkohtaisesti.

Taulukko 2.6. Suomeen saapuneiden irtolastialusten (aluslajikoodi 60) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	21 938	12 456	36 914	175,97	25,63	10,12
2021	19 570	10 666	35 854	158,67	24,06	8,89
Muutos	-11 %	-14 %	-3 %	-10 %	-6 %	-12 %

2.6 Muut kuivalastialukset

Aluslajiluokka 70 eli muut kuivalastialukset koostuu hyvin erityyppisistä ja -kokoisista aluksista. Tämä on myös ylivoimaisesti suurin aluslajiluokka, kun tarkastellaan eri aluksien käyntimääriä Suomen satamissa vuosittain (vuonna 2021 muita kuivalastialuksia kävi yhteensä 728, käyntikertoja noin 6 000). Matkustaja-autolauttojen käyntikerrat ovat huomattavasti suuremmat, mutta ne koostuvat samojen alusten toistuvista käynneistä (vuonna 2021 näitä aluksia oli vain 25, mutta käyntikertoja noin 14 000).

Kuivalastialusten keskimääräisen lastikapasiteetin kasvu on ollut huomattavaa, sillä se on lähes kaksinkertaistunut tarkasteluajanjaksona. Ulkomittojen kehityksessä syväys on kasvanut eniten sekä suhteessa kuivalastialusten muihin ulkomittoihin että kaikkiiin muihin tarkasteltuihin aluslajeihin (taulukko 2.7). Osaltaan tätä selittää se, että aluslaji 70 sisältää myös sellaisia aluksia, jotka ovat käytännössä irtol-

lastialuksia. Tämä selittää myös osin sitä, miksi irtolastialusten keskikoko on pienentynyt. Aluskoon skaala on erittäin suuri painopisteen ollessa pienehköissä aluksissa. Muiden kuivalastialusten kantavuuden (DWT) mediaani oli vuonna 2021 noin 5 400, kun taas irtolastialusten vastaava mediaani oli noin 33 000.

Taulukko 2.7. Suomeen saapuneiden muiden kuivalastialusten (aluslajikoodi 70) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	3 972	1 968	5 387	100,51	14,69	5,50
2021	7 035	3 540	10 314	112,75	16,67	6,55
Muutos	77 %	80 %	91 %	12 %	14 %	19 %

2.7 Säiliöalukset

Säiliöalukset ovat nestemäisten irtolastien kuljetukseen käytettäviä aluslajeja. Niiden joukossa on hyvin suuria aluksia, jotka hyödyntävät Suomen mitoitussyväysiltään suurimpia eli 15,3 metrin väyliä. Säiliöalukset käsittävät aluslajikoodit 80–83. Koodien 80 säiliöalus ja 81 öljysäiliöalus välillä on varsin paljon päällekkäisyyttä. Koodi 81 sisältää ensisijaisesti raakaöljyn kuljetukseen tarkoitettuja aluksia ja koodi 80 öljytuotteiden kuljetukseen käytettäviä tuotetankkereita, mutta luokittelu ei ole ollenkaan yksiselitteistä. Koodin 80 alta löytyy myös joitakin suuria Kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO:n mukaan raakaöljytankkereiksi luokitettuja aluksia ja vastaavasti luokasta 81 tuotetankkereiksi luokitettuja aluksia.

Säiliöalusten (koodi 80) keskikoko on pysynyt jokseenkin ennallaan kaksikymmentä viime vuotta. Alusten kantavuus on kasvanut 7 prosenttia, ja myös päämitat ovat kasvaneet saman verran (taulukko 2.8).

Taulukko 2.8. Suomeen saapuneiden säiliöalusten (aluslajikoodi 80) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	11 455	5 717	17 926	128,25	19,84	7,88
2021	12 605	5 759	19 205	134,25	21,28	8,43
Muutos	10 %	1 %	7 %	5 %	7 %	7 %

Öljytankkerien (koodi 81) keskikoko on puolestaan selvästi pienentynyt tarkastellun ajanjakson aikana. Kantavuus on pienentynyt lähes 40 prosenttia, ja ulkomitoista sekä pituus että leveys ovat pienentyneet noin 15 prosenttia ja syväyskin 7 prosenttia (taulukko 2.9). Osin kehitys johtuu siitä, että raakaöljyn kuljetusmatkat ovat lyhentyneet, kun pääosa öljystä on kuljetettu Suomeen Venäjän Primorskista. Tähän on nyt tullut Venäjän Ukrainaan kohdistaman hyökkäyssodan johdosta vähintään tilapäinen muutos, joka saattaa johtaa pysyvään tai ainakin pitkäaikaiseen muutokseen, jossa raakaöljy tuodaan Suomeen Pohjanmereltä tai vielä kauempaa. Aluskoko todennäköisesti kasvaa, jos öljyä aletaan kuljettaa pysyvästi entistä pidempiä matkoja. Öljytankkereiden kohdalla syväys on ratkaiseva rajoite, mutta Porvoon jalostamolle Sköldvikiin johtava väylä mahdollistaa saman syväyksen kuin millä Itämerelle ylipäätään pääsee eikä väylään liity erityisiä haasteita sujuvan ja turvallisen liikennöinnin kannalta.

Toinen syy tähänastiseen keskimääräisen aluskoon pienentymiseen voi olla tilastointitekniinen samaan tapaan kuin irtolasti- ja muiden kuivalastialusten kohdalla. Öljysäiliöalusten koodin 81 alla saattaa olla enemmän pienempiä, tuotetankkereiksi luokitettuja aluksia. Keskikoko on pienentynyt myös vuodesta 2001 vuoteen 2011, joten kehitys on ollut samansuuntaista koko kahdenkymmenen vuoden jakson ajan.

Taulukko 2.9. Suomeen saapuneiden öljysäiliöalusten (aluslajikoodi 81) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	37 037	20 435	63 414	184,60	30,63	11,00
2021	24 027	11 639	40 017	161,08	25,71	10,19
Muutos	-35 %	-43 %	-37 %	-13 %	-16 %	-7 %

Kaasusäiliöalusten kohdalla keskikoko on yli kaksinkertaistunut lastikapasiteetin osalta, kun taas päämittojen kasvu on leveyttä lukuun ottamatta ollut alle 5 prosenttia (taulukko 2.10). Etenkin viime vuosina Suomeen on tullut joitakin aiempiin aluksiin verrattuna selvästi suurempia kaasutankkereita, jotka ovat tuoneet lasteja Atlantin takaa. Pääosa kaasutankkereista on pienempää kokoluokkaa, minkä osoittaa mediaanialuksen (n. 8 600 DWT) ja keskiarvoaluksen (n. 15 000 DWT) ero vuonna 2021.

Taulukko 2.10. Suomeen saapuneiden kaasusäiliöalusten (aluslajikoodi 82) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	6 062	1 952	7 131	111,33	17,05	7,31
2021	13 373	4 326	15 009	115,85	19,22	7,63
Muutos	121 %	122 %	110 %	4 %	13 %	4 %

Kemikaalisäiliöalusten keskimääräinen aluskoon kasvu on ollut lastikapasiteetin osalta varsin suurta, noin 60 prosenttia. Päämittojen kasvu on ollut vajaan viidenneksen luokkaa, eikä mittasuhteissa ole tapahtunut muutosta (taulukko 2.11).

Taulukko 2.11. Suomeen saapuneiden kemikaalisäiliöalusten (aluslajikoodi 83) keskiarvokoon kehitys 2001–2021.

Vuosi	Brutto	Netto	DWT	Pituus	Leveys	Syväys
2001	5 395	2 693	8 274	110,36	16,96	6,79
2021	8 623	3 952	13 113	127,04	19,63	8,00
Muutos	60 %	47 %	58 %	15 %	16 %	18 %

3 Aluskaluston kehitysnäkymät

Lukemattomat kerrat vuosikymmenien aikana on sanottu, että tästä eivät laivat enää kasva, mutta laivahistoria osoittaa, että toisin on käynyt. Todennäköisesti sama jatkuu eli edelleen tullaan näkemään entistä suurempia aluksia ainakin joissakin aluslajeissa. Suuruuden ekonomia toimii edelleen: mitä suuremmalla aluksella lasti kuljetetaan, sitä pienempi on kuljetuksen yksikkökustannus. Toisaalta logistiikassa vaikuttaa myös muita tekijöitä kuten frekvenssi, mikä etenkin kappalevaraliikenteessä on tärkeä: rahdinantajille tiheät vuorot voivat olla oleellinen kriteeri merikuljetuspalvelun valinnassa. Silloin lastia ei voi kerätä odottamaan suuremman aluksen täyttymistä. Frekvenssin ja rahtimäärän optimointi määrittelee aluskoon.

3.1 Ro-ro-alusten kehitysnäkymät

Tässä selvityksessä pääpaino on ro-ro-aluksissa, ja niiden kehitysnäkymiä ja niihin liittyviä laivansuunnittelun painopisteitä tarkastellaan seuraavaksi tarkemmin.

Haastatellut laivasuunnittelun asiantuntijat muistuttivat, että päämittavariointi on edelleen uuden laivan suunnittelun lähtökohta. Pituus ja leveys ovat ro-ro- ja ro-pax-aluksissa tärkeimmät mitat, kun taas syväydellä ei ole suurtakaan merkitystä. Se vaikuttaa lähinnä potkurin kokoon: suurempi syväys mahdollistaa suuremman ja siten tehokkaamman potkurin käytön. Yksi ro-ro-alusten suunnittelun lähtökohta on, kuinka monta kaistametriä alukseen halutaan. Leveys on oleellinen tekijä, jos alukseen halutaan tietty määrä rahtikaistoja. Yksi kaista tekee noin 3 metriä lisää leveyttä, joka puolestaan kasvattaa pituutta, jotta hydrodynamiikka saadaan pysymään edullisena. Pituuden ja leveyden variaatio vaikuttaa aluksen kulkuominaisuuksiin ja hydrodynaamiseen vastukseen. Niinpä aluksen pidennyksessä energiatehokkuus voi parantua ja kulkunopeus jopa kasvaa.

Ro-ro-aluksissa syväyden kasvattaminen yli 7–8 metrin ei tuo enää lisähyötyä, mutta pituuden kasvattaminen on aina eduksi, ja leveys taas parantaa vakavuusvaatimusten täyttymistä tiettyynajaan saakka. Jos leveyttä lisätään kovin paljon, vakavuusvaatimukset edellyttävät pienempää maksimikallistuskulmaa, esimerkiksi 25 tai jopa 15 astetta (kuten losseilla). Sallittu yleinen kallistuskulman maksimi on 30 astetta. Leveyden kasvaessa myös aluksen keinunnan ominaisperiodi muuttuu, ja siitä voi tulla epämurkava matkustajille ja vaarallinen lastille.

Leveys ja uppouma vaikuttavat muun muassa aallonmuodostukseen, mikä pitää myös ottaa huomioon pelkkien ulkomittojen lisäksi, kun alusta suunnitellaan jollekin tietylle väylälle. Suurempi uppouma lisää eroosiota, vaikka väylän syvyys alukselle sinänsä riittäisikin. Laivasuunnittelussa joudutaan tekemään kompromisseja esimerkiksi sen suhteen, optimoidaanko bulb-keula avomerisuuden vai saaristoväylien nopeuden mukaan ja tavoitellaanko ensisijaisesti mahdollisimman pientä hydrodynaamista vastusta ja polttoaineenkulutusta vai mahdollisimman pientä aallonmuodostusta.

Taulukosta 3.1 käy ilmi, miten Suomen liikenteen ro-ro-alusten päämitat ovat kehittyneet vuodesta 2001 alkaen. Taulukossa on myös parhaillaan rakenteilla olevien ja lähiaikoina Suomen liikenteeseen tulevien uusien aluksien keskimääräiset

mitat sekä pelkästään ro-ro-rahtialusten osalta että ro-ro-matkustaja-alukset mukaan luettuina. Keskikoko on kasvanut koko ajan, ja rakenteilla olevien alusten pituus ja leveys ovat huomattavasti nyt liikenteessä olevien alusten keskiarvoa suuremmat. Pituutta on noin 30 metriä enemmän ja leveyttä noin 6 metriä enemmän. Vuoden 2001 aluslaskun tilanteeseen verrattuna uusien alusten keskiarvo-pitojen pituus on kasvanut noin 60 metriä ja leveys noin 10 metriä. Lisäksi taulukossa on vertailun vuoksi päämittojen keskiarvot koko maailman osalta (pois lukien Suomen liikenteeseen tulevat alukset) telakoilla tammikuussa 2022 rakenteilla tai tilauskirjoissa olleista ro-ro-lasti- ja ro-ro-matkustaja-aluksista.

Taulukko 3.1. Suomen liikenteen ro-ro-alusten keskimääräisten päämittojen kehitys (mitat metreinä). Uudet tarkoittavat lähiaikoina liikenteeseen tulevia aluksia. Uudet koko maailma tarkoittaa tammikuussa 2022 telakoiden tilauskirjoissa olleita ro-ro-lasti- ja ro-ro-matkustaja-aluksia pl. Suomen liikenteeseen tulevat alukset. Lähde: Traficom tilastot ja Shippax Info.

	2001	2011	2021	Uudet	Uudet ropax ml	Uudet koko maailma
Pituus	140,20	161,41	168,54	200,5	211,9	216,4
Leveys	21,53	23,36	24,26	30,1	31,6	29,7
Syväys	6,78	7,18	7,35	7,6	7,3	6,7

Uusia entistä suurempia ro-ro-lastialuksia on tulossa vuosien 2022 ja 2023 aikana liikenteeseen sekä Pohjanlahdelle että Suomenlahdelle. Pohjanlahdelle ovat tulossa Wallenius SOL -varustamon Botnia Enabler ja Baltic Enabler -alukset, joiden pituus on 241,7 metriä, leveys 35,2 metriä ja syväys 8,8 metriä. Alusten kantavuus on 27 000 dwt. Alukset tulevat ainakin alkuvaiheessa liikennöimään Kemin, Oulun ja Kokkolan satamiin, mutta kiinnostusta on myös parilla muulla satamalla. Suomenlahdelle ovat puolestaan tulossa Finnlinesin uudet Finneco-sarjan ro-ro-alukset Finneco I, II ja III. Alusten kantavuus on 17 400 dwt, pituus 238,0 metriä, leveys 34,0 metriä ja syväys 7,2 metriä. Alukset tulevat liikennöimään Helsingin Vuosaaren ja Kotkaan.

3.2 Muut aluslaskun kehitykseen liittyvät tekijät

Ro-ro-lastialusten ja ro-ro-matkustaja-alusten lisäksi aluskoon kasvu näkyy etenkin konttialuksissa ja risteilyaluksissa, joissa kasvu on ollut erittäin suurta ja se näyttää jatkuvan myös tulevaisuudessa. Konttialusten kohdalla lisähaasteen on muodostanut käytäntö siirtää valtamerikäyttöön suunniteltu alusluokka Suomen satamiin ja väylille ilman alus- tai väylämuutoksia. Hinaajien käyttötarve on etenkin niiden kohdalla lisääntynyt, kun kaikissa aluksissa ei ole keulapotkureita ja osassa on kiinteäläpiset potkurit.

Väylien lisäksi aluslaskun kehitys kooltaan yhä suurempiin aluksiin aiheuttaa haasteita myös satamainfraan. Sujuvan liikenteen pullonkauloina ovat usein satamat, jotka on aikanaan suunniteltu aivan eri kokoluokan aluksille sekä satamaltaiden että laiturien, mutta myös maayhteyksien osalta. Jopa moderni Vuosaaren satama, jonka suunnittelu alkoi noin 25 vuotta sitten, on jäänyt jo liian pieneksi. Aluskoko on kasvanut todella paljon suunnittelun alkuaajoista eikä siihen osattu va-

rautua riittävästi. Monet satamat on suunniteltu vuosikymmeniä sitten aivan erikoisten alusten aikaan, ja niitä on sitten mahdollisuuksien mukaan muokattu muutuneisiin liikennetarpeisiin. Useassa satamassa ollaan nyt siinä tilanteessa, että merkittävästi nykyistä tai lähiaikoina liikenteeseen tulevia suurempien alusten vastaanottaminen ei ole mahdollista ainakaan ilman suuria ja kalliita infrastruktuuri-investointeja.

Alustekniikan kehitys ja automaation lisääntyminen ovat tehneet alusten käsiteltävyyden helpommaksi väylillä ja satamissa, mutta tuulipinta-alan kasvun aiheuttamiin haasteisiin ei tekniikka kovin paljon auta. Tekniikan lisääntymisen käänköpuolelta on se, että perinteiset merenkulkuaidot saattavat rapautua, kun luotetaan liikaa tekniikan toimintaan. Häiriötilanteet ovat riski turvallisuudelle.

Päästöjen vähentämiseen pyrkivä koneiden säästö voi aiheuttaa ongelmatilanteita ja haasteita turvalliselle liikennöinnille mutkaisilla väylillä. Jos automaatio esimerkiksi rajoittaa peräsinkulmaa tietyllä nopeudella eikä sen ohittaminen ole mahdollista, saattaa se aiheuttaa riskin väylän käänöksissä. Tärkeää olisikin, että automatiikka voidaan tarpeen vaatiessa ohittaa ja sen tulisi tapahtua nopeasti. Aina ei myöskään ole aikaa odottaa koneiden lämpenemistä, jotta kierrosrajoitin menee pois päältä, vaan isompia kierroksia tarvitaan heti lähdetessä. Automaatiojärjestelmät saattavat myös pysäyttää pääkoneen, jos jokin indikaattori niin ohjaa – silloin pitää olla välitön valmius siirtyä manuaaliseen hallintaan.

Talvimerenkulku ja alusten jäissäkulkukyky on oleellinen osa aluskaluston kehitystä. Trendi on ollut parinkymmenen vuoden ajan se, että uusien alusten kohdalla panostetaan yhä vähemmän itsenäiseen jäissäkulkukykyyn ankarimmissa olosuhteissa eli yhä harvemmat alukset rakennetaan jääluokkaan 1A Super. Polttoaineen hinta ja ympäristösäännökset ovat ohjanneet varustamoiden päätöksiä tähän suuntaan, jossa aluksista on tullut talvimerenkulun kannalta heikompia. Poikkeuksen muodostavat ro-ro-lasti- ja ro-ro-matkustaja-alukset, joiden pitää pystyä liikennöimään aikataulunsa mukaisesti ja jotka kuljettavat niin arvokasta lastia, että aluksen rakentaminen ylimpään jääluokkaan on kannattavaa kalliimmista rakennus- ja operointikustannuksista huolimatta.

Jäissäajon osuus esimerkiksi Perämeren ja Pohjanmeren välillä säännöllisesti liikennöivillä aluksilla on vuodessa vain noin viiden prosentin luokkaa, joten alukset optimoidaan ennemmin avovesiajoon ja jääluokaksi riittää 1A, jolla alus on oikeutettu jäänmurtoavustukseen myös vaikeissa jääolosuhteissa. EEDI-järjestelmän myötä konetehoja on laskettu, joten uudet alukset eivät kykene yhtä itsenäiseen jääoperointiin kuin vanhemmat, vaan tarvitsevat enemmän jäänmurtajien apua. Uusien alusten suorituskyky on myös mitoitettu hitaampaan etenemisnopeuteen, minkä takia yksittäiset avustustapaukset tulevat kestämään pidempään. Jäänmurtajärjestelmän suorituskyky kärsii tästä, mikä johtaa puolestaan siihen, että aluksia on jätettävä entistä kauemmas odottamaan murtaja-avustusta. Tähän vaikuttaa myös merituulivoimapuistojen lisääntyminen, koska aluksia ei voi jättää niiden läheisyyteen jääkenttään mahdollisesti ajautumaan sen mukana, jolloin syntyy riski törmätä merituulivoimaloihin.

Aluskoon ja erityisesti alusten leveyden kasvu tuo haastetta jäänmurtoon, sillä murtajan avaama ränni ei riitä leveän ro-ro-aluksen omatoimiseen etenemiseen kovissa jääolosuhteissa. Aluskoon kasvu heijastuu myös jäänmurtajakaluston kehittämistarpeisiin, jotta murtajilla saadaan avattua riittävän leveää ränniä.

Aluskaluston tulevaan kehitykseen liittyy myös tekijöitä, jotka ovat vielä arvailujen varassa. Miten esimerkiksi geopolitiittinen kehitys vaikuttaa siihen? Aletaanko joitakin raaka-aineita kuljettaa pysyvästi pidempien merimatkojen takaa, mikä todennäköisesti johtaa kuljetuksiin käytettävän aluskoon kasvuun? Muuttuuko konttikuljetusten rotaatio Itämerellä pysyvästi tai ainakin pitkäksi aikaa ja vaikuttaako se frekvenssiin ja/tai aluskokoon Suomen satamissa?

Ainakin aiempaa suurempia kaasusäiliöaluksia on tulossa Suomen liikenteeseen, kun suunniteltu kelluva LNG-terminaalilaiva sijoitetaan johonkin tässä vaiheessa vielä julkistamattomaan satamaan. Terminaalilaivaan nesteytetty maakaasu tuodaan kaasutankkereilla mahdollisesti pitkänkin matkan päästä LNG-markkinoiden ollessa globaalit. Terminaalilaivassa nesteytetty maakaasu höyrystetään uudelleen kaasuksi ja syötetään Suomen kaasuverkkoon. Terminaalilaivan odotetaan olevan käytössä jo talvena 2022–23, mutta mikäli sataman rakennustyöt eivät ehdi valmiiksi siihen mennessä, alus sijoitetaan ensiksi Viron Paldiskiin.

Raakaöljyn kuljetusmatkat pidentyvät merkittävästi, kun Venäjän Primorskin sijaan öljyä tuodaan Pohjanmeren alueelta. Mikäli öljyä aletaan kuljettaa vielä kauempaa, aluskoon kasvu on hyvin todennäköistä. Kivihiilestä on viime vuosina tuotu jopa yli 90 prosenttia Venäjältä, mutta kivihiilikuljetuksissa aluskoko tuskin tulee kasvamaan, vaikka kuljetusmatkat pidentyvät. Kivihiilen merkitys vähenee nopeasti koko ajan, kun siitä energiantuotannossa ja vähitellen myös teollisuudessa luovutaan.

Arvioiden mukaan lyhyellä aikavälillä erilaiset ympäristövaikutusten vähentämistimenpiteet (kuten esimerkiksi EU:n Fit for 55) saattavat aiheuttaa siirtymää myös pienempiin aluksiin, mutta pitkällä aikavälillä sekä kustannustehokkaampaa että ympäristöystävällisempää on hoitaa kuljetukset mahdollisimman isoilla aluksilla.

4 Aluskoon kasvun aiheuttamat haasteet

4.1 Yleiset haasteet

Alusten pituuden ja leveyden kasvun myötä sujuva ja turvallinen kulku kapeilla ja mutkaisilla väylillä tulee haastavammaksi. Horisontaalisten mittojen kasvu aiheuttaa kapeissa paikoissa kohtaamisvaikeuksia, mikä puolestaan johtaa odotusaikojen pidentymiseen ja siten vähentää liikenteen sujuvuutta. Alusten aikatauluja joudutaan säätämään, ja mahdollisesti varustamot pyrkivät viime kädessä välttämään joitakin satamia, joihin johtavat väylät ovat ahtaat.

Tähän asti aluskoon kasvun huomiointi vesiväylillä on kohdistunut ensisijaisesti alusten syväyteen, ja väyliä on syvennetty suurempien alusten liikennöinnin mahdollistamiseksi. Samassa yhteydessä väyliä ei ole yleensä vastaavasti levennetty, vaan joissakin tapauksissa kustannussyistä jopa kavennettu, jolloin syvennyksen vaatima ruoppauksen tai louhinnan määrä on voitu minimoida.

Sääolosuhteet lisäävät oman vaikutuksensa turvalliselle liikennöinnille entistä isomilla aluksilla. Tuuli aiheuttaa sortoa, ja etenkin ro-ro-lasti- ja ro-ro-matkustaja-alusten sekä risteilyalusten tuulipinnat ovat kasvaneet huomattavasti viime vuosien aikana ja sama kehitys jatkuu. Kovilla tuulilla väylien leveys ja varsinkin käännökset voivat aiheuttaa merkittäviä navigointiongelmia. Ohjailutila voi loppua myös satama-alueilla.

Vaikeissa olosuhteissa riskit kasvavat, koska isoilla aluksilla ajettaessa marginaaleja on vähemmän kuin pienillä aluksilla. Tämä puolestaan lisää tapauskohtaisen harkinnan tarvetta eli voiko aluksen ohjata väylän läpi tietyissä sääolosuhteissa. Tapauskohtaisen harkinnan lisääntyminen tuottaa enemmän töitä ja vastuuta luotsille.

Väylien syvyyden ja leveyden lisäksi myös väylägeometrialla on merkitystä turvalliseen liikennöintiin. Horisontaalisten mittojen kasvaessa geometrian merkitys korostuu eikä pelkkä väylän syvennys mahdollista suurempien alusten turvallista liikennettä. Entistä pidemmät ja leveämmät alukset vaativat laajemman kään-tösäteen, jolloin käännöskohdissa pitää olla enemmän varaleveyttä ja jyrkkiä kään-nöksiä pitäisi loiventaa.

Väyläosuuksien lisäksi pidemmät ja leveämmät alukset tarvitsevat enemmän tilaa myös satama-alueilla. Kääntöaltaat ovat paikoin ahtaita, ja niitä pitäisi laajentaa turvallisen ja sujuvan liikennöinnin takaamiseksi satamaan tultaessa ja sieltä läh-dettäessä. Satamien ongelmana on myös usein vanha infrastruktuuri. Ne on pe-rustettu aikanaan tietyille silloin hyviksi koetuille paikoille, ja niiden mitoitus ja kan-tavuudet perustuvat silloisiin aluskokoihin ja lastimääriin. Aluskaluston kehitys on ohittanut ne mitoitukset jo aikaa sitten, ja infrastruktuuria on pyritty kehittämään mahdollisuuksien rajoissa vastaamaan liikenteen kehitystä.

Varsinkin satunnaisessa hakurahtiliikenteessä kulkevien isojen irtolastialusten pääl-lystöllä on vähän ammattitaitoa ahtailla väylillä navigointiin, ja luotsit käytännössä ajavat laivaa väyläosuuden ajan, mutta samaa kehitystä on tapahtunut viime vuo-sikymmeninä myös muissa aluksissa. Luotsien merkityksen kasvu ei välttämättä

ole huono asia, kunhan aluksen päällikkö kantaa vastuunsa ja kunhan komentosillalla kaikilla on selvä ymmärrys siitä, mitä tehdään ja kuka tekee. Automaation lisääntyminen navigointijärjestelmissä on yleisesti ottaen lisännyt turvallisuutta, mutta automaation pettäessä hälytysjärjestelmät saattavat häiritä tilanteen halluutta. Tässäkin selvät toimintamallit ovat tärkeitä.

Energiansäästön seurauksena alusten konetehot laskevat, mikä vaikuttaa lähinnä satama-ajoon, ei niinkään väylänavigointiin normaalioloissa. Mutta vaikeissa sääolosuhteissa sillä voi olla turvallisuutta vähentävää vaikutusta, kun koneesta ei löydy reservitehoa, ja jäissäajokykyyn pienempi konetehto vaikuttaa suoraan heikentävästi.

4.2 Haasteet alueittain

Seuraavaksi käydään läpi tutkimustyön aikana esiin nousseita haasteellisiksi koettuja väyliä ja satamien vesialueita yksityiskohtaisemmin merialueittain. Käsittely on jaettu luotsausalueittain kuitenkin niin, että alueet Hanko–Helsinki ja Kotka–Saimaa on yhdistetty Suomenlahdeksi, koska Saimaan alue ei sisälly tähän selvitykseen.

4.2.1 Perämeri ja Merenkurkku

Tornion 9,0 metrin väylällä ongelmana on väylän reunojen pinnanmuodosta johtuva ns. bank-efekti, joka vaikuttaa aluksen ohjailuominaisuuksiin siten, että aluksen perä pyrkii ajautumaan kohti väylän reunaa. Väylälle on laadittu väylän geometrian parantamiseen tähtäävä korjaussuunnitelma, joka toteutunee vuonna 2023 tai 2024.

Kemin Ajokseen johtava 10,0 metrin väylä syvennetään 12,0 metriin. Ruoppaus-työt alkavat kesällä 2022, ja mutkia oikaistaan yhteensä noin 44 kilometrin osuudella. Työt valmistuvat syksyllä 2023. Kemissä sujuvan liikenteen haasteena on tähän asti ollut lähinnä sataman ahtaus. Muun muassa uusia suuria ro-ro-aluksia varten tuloväylän loppuosuutta on levennetty 100 metristä 200 metriin. Kääntöalasta laajennetaan samalla, kun satamassa tehdään parhaillaan myös laiturialueiden laajennuksia.

Oulun 12,5 metrin väylällä ongelmakohtia on useampia. Luoteen kohdalla oleva Suurhiekkan yli 60 asteen mutka on osoittautunut liian jyrkäksi ja ahtaaksi eikä se sovellu suurimmille aluksille, joiden muuten pitäisi pystyä väylää turvallisesti käyttämään. Tämä mutka tulee olemaan myös lähiaikoina liikenteeseen tuleville suurille ro-ro-aluksille kovin tiukka, ja se pitäisi korjata mahdollisimman pian. Oulun sataman sisäänvalo on kanavamainen ja mahdollistaa vain yhdensuuntaisen liikenteen, mikä aiheuttaa haasteita liikenteen sujuvuudelle. Väyläosuuden leventäminen on suunnitteilla.

Raahen 10,0 metrin väylällä Elkonredin ja Johanin välinen kapeikko, jossa on kohtaamiskieltoalue, ja Länsipiekon kohta ovat ne väyläkohdat, jotka aiheuttavat haasteita aluskoon kasvaessa. Satama-alue on ahdas, ja kääntöympyrässä on pieni riski siihen, että alus tulee imaistuksi matalikolle käännöksen aikana. Kääntöympyrän laajentaminen pohjoisen suuntaan ja satama-altaan keskelle ulottuvan kolmiomallisen matalikon kärjen ruoppaaminen mahdollistaisi isompien aluksien tur-

vallisen kääntämisen. Raahen satamaan on myös kaavailtu ro-ro-liikennettä samoilla isoilla ro-ro-aluksilla, jotka ovat tulossa Perämeren liikenteeseen. Väylän syventämistä suunnitellaan.

Kalajoen 8,5 metrin väylä on loppuosastaan Roiman jälkeen melkein yhtämittaista käännöstä, minkä vuoksi se on luoteenpuoleisilla tuulilla haastava navigoitava eikä sinne voi juuri nykyistä isommilla aluksilla turvallisesti liikennöidä.

Kokkolaan johtaa 14,0 metrin väylä, joka mahdollistaa suurtenkin alusten turvallisen liikennöinnin. Väylällä ei ole erityisiä haasteita, ja uusien isojen ro-ro-alusten liikenne voi käynnistyä ongelmitta.

Pietarsaaren 11,0 metrin väylä on pääosin helposti navigoitavissa. Aluskoon mahdollinen kasvu voi kuitenkin aiheuttaa tarpeen syventää ja joissakin kohdin myös leventää väylää.

Vaasaan johtavan 9,0 metrin väylällä on pitkä kapea osuus Nygrundin portilta satamaan. Se on kohtaamiskieltoaluetta ja muodostaa ajoittain turvallisuusriskin etenkin aallonmurtajalle tullessa lounaan ja lännen puoleisilla tuulilla, jotka ovat alueella vallitsevia. Kohtaamiskieltoalue aiheuttaa lisäksi varsin runsaasti tarvetta suunnitella liikenteen ajoitusta väyläosuudelle ja liikenneviivettä, koska reittiliikenteellä on etuajo-oikeus. Väylällä on myös haasteellisia käännöksiä Nygrundin kohdalla. Sataman kääntöallas (nyt halkaisijaltaan 310 metriä) on aluskoon kasvun suurin este. Satamaan olisi tarjolla lähes viikoittain pidempiä aluksia, kuin mitä on mahdollista ottaa vastaan. Rahtialusten lisäksi myös isommista risteilijöistä on tullut satamaan kyselyjä. Alusten pituus ja leveys ovat väylän liikennöitävyyden kannalta suurimmat ongelmat, mutta syvyyskin on rajoite, minkä vuoksi 10,0 metrin mitoitussyvyys on sataman toiveissa. Satama on toteuttamassa laituri-investointeja, jotka mahdollistavat suurempien ro-ro-alusten vastaanottamisen. Laajennusten jälkeen väylä muodostaa pullonkaulan kapeuden ja mataluuden vuoksi. Väylän sisäosan leventämisen ja geometrian parantamisen suunnittelu on käynnistynyt, ja myöhemmässä vaiheessa myös väylän syventäminen tulee suunnittelun alle.

4.2.2 Selkämeri ja Saaristomeri

Kaskisiin johtavalla 9,0 metrin väylällä ei ole nykyisen liikenteen kannalta erityisiä haasteita, mutta suurempien alusten liikennöinti edellyttäisi väylän syventämistä ja geometrian parantamista.

Porin satamiin johtavista väylistä Tahkoluodon 15,3 metrin syväväylä on suora ja ongelmaton. Kupelin kautta Tahkoluotoon johtava 10,0 metrin väylä kaipaasi syventämistä 12,0 metriin, koska Tahkoluodon kemikaalisatamaan rakennettavan uuden laiturin myötä satama-allas ja Porin Sataman omistama väyläosuus syvennetään 12,0 metriin. Mäntyluodon satamaan johtava 12,0 metrin väylä on varsin selvä, mutta aallonmurtajan sisäpuolella on todella vähän tilaa, mikä on aina ollut haasteellista, ja aluskoon suurentuminen on lisännyt ongelmallisuutta. Kokemäenjoesta virtaava vesi aiheuttaa oman lisähaasteensa ohjailulle satama-alueella.

Rauman 12,0 metrin väylän haasteellisin osuus on Rihtniemen mutka ja sitä seuraava kallioon louhittu ränni, mikä aiheuttaa ohjailulle erityistä haastetta. Sorron loppuminen on ennakoitava ja rännin aiheuttama imuefekti on huomioitava. Väyläosuus on kapea, ja sillä on pieniäkin aluksia koskeva pitkäkö kohtaamiskielto-alue. Sääolosuhteet vaikuttavat väylän turvalliseen liikennöitävyyteen. Aluksen leveys voi vaatia optimaaliset sääolot, vaikka syväyksen puolesta alus väylälle hyvin

mahtuisikin. Luotsausta ei näin ollen voi luvata, kun sääoloista ei ole varmuutta. Kun Rihtniemen väylää syvennettiin joitakin vuosia sitten, ei satamassa tehty täysin vastaavaa muutosta, minkä vuoksi kääntötila satama-alueella pieneni. Konttilaituriin tultaessa haasteina ovat jyrkkä mutka ja aluskoon kasvun myötä pieneksi käynyt 300 metrin kääntöympyrä. Konttilaivoja avustamaan tarvitaan aiempaa useammin hinaajia.

Uudenkaupungin 12,5 metrin väylän uloin osuus sijaitsee avomerellä, minkä vuoksi se altistaa sorrolle, ja siinä on pari jyrkkää käännöstä, kapea osuus ja vielä pari mutkaa. Yaran satamaan johtavan väyläosuuden haasteena on isojen irtolastialusten turvallinen tuominen satamaan painolastissa, jolloin niillä on tuulipinta-alaa paljon. Sataman sisällä kääntäminen on hyvin haasteellista ahtaan tilan vuoksi. Jos kääntäminen tehdään kääntöympyrässä, joudutaan peruuttamaan pitkä matka (yli 1 mpk) ja hinaajien kanssa aluskokonaisuudesta tulee 300 metriä pitkä. Tuulessa sen ohjaaminen laituriiin on sortokulmien vuoksi hyvin haasteellista. Leveyden suhteen väylällä ei ole enää mitään varamarginaaleja. Hepokarin satamaan johtavalla 8,5 metrin väylällä korostuu ajolinjojen ja ennakkoinnin merkitys väylän mutkaisuuden takia. Isojen ro-ro-alusten kohdalla väylän haasteellisissa kohdissa ei ole enää minkäänlaisia varamarginaaleja, ja ison tuulipinnan vuoksi tuulen voimakkuus ja suunta on huomioitava tarkkaan ajolinjoja valittaessa.

Saaristomerellä on useita sekä satamiin johtavia että Saaristomeren läpi ajamisen mahdollistavia väyliä. Naantalin 15,3 metrin syväväylällä on Utön lähellä oleva Torvskärin kapeikko. Pohjoisen suunnasta tultaessa on alus ison käännöksen jälkeen saatava tiukkaan kapeikkoon, mikä on etenkin länsituulella hankalaa. Smörgrundissa on matalien aiheuttamaa imuvaikutusta, ja s-mutkien takia sorto on saatava nopeasti hallintaan. Imuvaikutusta on myös Lövskärissä, minkä vuoksi on tärkeää saada ylläpidettyä vauhtia. Yksi kriittisistä paikoista on Kyrkogårdsgrundetin mutka Lövskärin jälkeen, koska suurilla aluksilla ja erityisesti suuren tuulipinta-alan aluksilla aluksen vakauttaminen jyrkkien käännösten jälkeen on aina haastavaa. Väylää käyttävät muun muassa Meyer Turun telakan rakentamat risteilyalukset, jotka ovat suurikokoisia ja joiden tuulipinta-ala on erityisen suuri. Aluskoko on kasvamassa entisestään, ja käytettävältä väylältä vaaditaan ison sortokulman vuoksi leveyttä. Saaristomeren väylille tyypillistä on mutkaisuus saarista ja kareista joutu. Imuvaikutusta on useissa paikoissa.

Airistolta Naantaliin johtavalla väyläosuudella ei ole ongelmakohtia. Naantalin satama-alue on muuten tilava, mutta Luonnonmaalla sijaitsevalle korjaustelakalle johtava väylä on matala ja todella kapea. Viheriäistenaukon ja Meyerin telakan välinen osuus on suurille risteilyaluksille hyvin tarkasti navigoitava osuus. Pansioon johtava väylä on matala ja ahdas, mutta satamaa käyttävät nykyisin käytännössä vain tuotetankkerit, joiden aluskoko pysyy samana eikä muuta liikennettä satamanosaan ole suunnitteilla. Turun satamaan Rajakarilta johtava 10,0 metrin väylä on hyvin haasteellinen voimakkaan bank-efektin ja toisiaan seuraavien mutkien vuoksi. Kalkkiniemen käänös Pukinsalmessa Pikku-Pukin jälkeen on erityisen tarkkaa navigointia vaativa paikka, ja se myös rajoittaa satamaan otettavien alusten maksimipituutta (kokonaispituus n. 240 m). Jos satamaan haluttaisiin säännölliseen liikenteeseen yli 240 metriä pitkiä aluksia, pitäisi ko. mutkaan tehdä jotain käännöstä helpottavia parannuksia.

Ahvenanmaan koko väyläalueella ominaista on, että kohtaavaa liikennettä on paljon aikataulutetun matkustaja-autolauttaliikenteen takia ja kohtaamispaikkoja taas harvassa, minkä vuoksi hyvän kommunikaation merkitys on suuri. Aluskoon kasvu

on ollut alueella merkittävää, ja uusia lastikapasiteetiltaan suurempia aluksia on edelleen tulossa. Haasteellisia kohtia ovat muun muassa Prästskärin ympäristö, Ledskärin eteläinen väylä ja Ledsund, jossa on imua, sortoa ja virtaa. Ahvenanmaan runkoväylillä on eniten kapeikkoja koko maan väylästä ja kohtaamisia paljon. Ahvenanmaan väylistä Eckerön ja Färjsundin väylien syventäminen kuuluvat Väyläviraston väylien parantamishankkeiden hankekokonaisuuteen.

Saaristomeren väylistä Utö–Isokari-välillä (Utö–Lövsjär ja Lövsjär–Isokari) on paljon liikennettä ja siellä liikkuu myös isoja ro-ro-aluksia mutkaisella väylällä suhteellisen kovalla nopeudella, mikä lisää tarkkuusvaatimuksia käännoksissä. Paraisille johtavalla 7,5 metrin väylällä on kapeita kohtia, jotka voivat olla aluskoon kasvun esteenä tulevaisuudessa. Airistolta Hankoon johtavalla väylällä on useita hankalia kohtia mm. Askgrundissa, ja mutkia on paljon, erityisen jyrkkiä mutkia on Rävgrundin jälkeen ja Hangon lähellä. Saaristomeren oikoväylien käyttö korreloi laivapolttoaineen hinnan nousun kanssa eli niiden käyttö lisääntyy ja Ahvenanmeren kautta kiertäminen vähenee polttoaineen hinnan noustessa.

4.2.3 Suomenlahti

Hangon 13,0 metrin väylä on lyhyt ja ongelmaton, mutta ulkosatamaan liikennöivien alusten koko on nykyisellään maksimissaan eikä sinne enää suurempia aluksia mahdu. Koverharin satamaan johtavalla 12,0 metrin väylällä on syvyyteen ja geometriaan liittyviä haasteita, mutta sinne on jo suunnitteilla väylän syvennys- ja parannushanke osana Koverharin sataman kehittämisprojektia.

Inkoon 13,0 metrin väylällä haasteena on Jakob Ramsjön kapeikko, joka aiheuttaa ongelmia isojen irtolastialusten tuonnille satamaan. Kirkkonummen Kantvikin satama on malliltaan kapea pussinperä, jossa alusten aiheuttamat virtaukset ovat haasteellisia isoille aluksille. Kantvikiin johtaa 9,2 metrin väylä.

Helsingin Länsisataman ulko-osaltaan 11,0 metrin ja sisäosaltaan 10,8 metrin väylällä on paljon tiukasti aikataulutettua reittiliikennettä, mikä tekee liikennöinnistä haasteellista, koska Lintupaadesta sisäänpäin väylän kapeuden takia sitä ei pysty liikennöimään kuin yhteen suuntaan kerrallaan. Kapeikot muodostavat imuja kallioperän takia. Kääntöallas on ahdas, ja vain yksi alus mahtuu kerrallaan kääntymään. Paikka on ongelmallinen kovalla tuulella. Vaihtoehtoinen reitti Harmajan kautta on jäänyt pois käytöstä alusten koon kasvun vuoksi. Länsisataman alusliikenne lisääntyy ja aluskoko kasvaa sekä reittiliikenteessä että risteilijöiden osalta. Pihlajasaaren etelä- ja itäpuolelta kulkevan kiertoväylän kehittämiselle olisi tarvetta sujuvan liikenteen takaamiseksi.

Helsinkiin Kustaanmiekan kautta tulevalla 9,6 metrin väylällä alusten maksimipituus on 230 metriä eikä siihen ole tulossa muutosta. Pidemmät risteilyalukset ohjataan Länsisatamaan. Kaiken Tallinnan-liikenteen siirtyminen Länsisatamaan muutaman vuoden kuluttua vähentää väylän käyttöä.

Vuosaaren väylä syvennettiin 13,0 metriin hiljattain, mutta sitä ei samassa yhteydessä kuitenkaan levennetty. Väylän loppuosa on yksisuuntainen, mikä heikentää liikenteen sujuvuutta odotusaikojen vuoksi. Ro-ro-liikenteen aluskoot kasvavat muuten joka suuntaan, mutta syvyyttä ei tule lisää. Konttiliikenteen osalta mielenkiintoista on, missä kohtaa tulee kokoraja vastaan eli onko tulossa aluksia, joiden syväys on yli 13 metriä. Satamalla on laajennusvarauksia pidemmän aikavälin suunnitelmissa.

Helsingin sataman liikenteen osalta yksi kysymysmerkki on mahdollinen kova jäätalvi. Miten liikenne saadaan hoidettua, jos Porkkala–Helsinki-talviväylälle tulisi taas käyttötarvetta? Aluskoko on kasvanut niin, että iso osa aluksista on liian suuria sitä käyttämään.

Porvoon Sköldvikin 15,3 metrin väylällä ei ole ongelmakohtia. Raakaöljytankkereiden koon mahdollinen kasvu pidentyvien kuljetusmatkojen takia ei aiheuta ongelmia turvalliselle liikennöinnille tällä väylällä.

Loviisan 9,5 metrin väylä on todella hankala. Kun väylää syvennettiin, se samalla kapeni. Mitoitusaluksen turvallinen vienti väylän läpi on luotsien mielestä todellisuudessa hyvin vaikeaa. Väylän suunniteltu syventäminen 11,5 metriin ilman levennystä ei paranna turvallisuutta, koska mahdolliset ohjailuvirheet aiheuttavat törmäysriskin väylän molemmilla puolilla oleviin pystysuoriin kiviseiniin. Hudön kapeikossa on vaikea imuvaikutus, mikä on yleensäkin pitkien kaivantojen riski. Trollholmin väyläosuus on kapeutensa vuoksi myös riski pitkien alusten turvalliselle navigoinnille, jos sortokulmaa on parikin astetta.

Kotkan Mussalon 15,3 metrin väylällä ei ole ongelmakohtia, sillä käännöskohdissakin on riittävästi leveyttä ja varamarginaalia. Laiturialuetta rakennetaan jo 17,5 metrin haraussyvyteen, vaikka Tanskan salmien maksimisyvyys on 15,3 metriä, joten syväys ei tuota jatkossakaan ongelmia. Hietasen ja Kantasatamankin osalta haasteina ovat ennen muuta satama-aitaiden ja kääntöpaikkojen ahtaus, mutta monta ahdasta kohtaa niihin johtavilla väylilläkin on. Kantasataman laituriin mahduttaisi isompia risteilijöitä, mutta ne eivät mahdu väylälle.

Haminan 12,0 metrin väylällä nykyisten alusten koko itsessään ei tuota ongelmaa, mutta Saukon kohdan kapeikko, jossa väylä on kallioon louhittuna, on haasteellinen samoista syistä kuin muutkin aiemmin mainitut kallioon louhitut väyläosuudet. Sitä syventämällä ja leventämällä väylää voitaisiin hyödyntää nykyistä paremmin. Saukon pohjoispäässä oleva käännöskohta on myös hieman haasteellinen. Sataman liikenteen kehittämisen kannalta väylän syvyys on rajoittava tekijä, ja syvennystä 13,5 metriin toivotaan. Levennys tarvittavilta osin olisi tärkeää. Einonkarin kautta kulkeva 8,6 metrin väylä on muuten navigoinnin kannalta parempi, mutta se ei mahdollista suurimpien alusten kulkua Haminaan.

5 Kehittämistoimenpiteet

5.1 Väyläsuunnittelu

Aluskoon kehityksessä painopiste on siirtynyt horisontaalisten mittojen eli pituuden ja leveyden kasvuun. Tämä muutos pitäisi huomioida myös väyläsuunnittelussa sekä uusien väylähankkeiden että perusparannushankkeiden yhteydessä. Suunnitteluohjeeseen tarvitaan väylien minimileveyden arviointiin ja squat-ilmion laskentaan rinnakkaisia laskentamenetelmiä.

Mitoitusaluksen merkitys suunnittelussa tulee entistä tärkeämmäksi. Luotsien kokemukset osoittavat, että väyläkorttien mitoitusalus on usein pienempi kuin ne suurimmat alukset, jotka väylää todellisuudessa käyttävät. Mitoitusaluksen olisi kuitenkin hyvä olla marginaalien takaamiseksi hieman suurempi kuin väylää normaalisti käyttävät suurimmat alukset. Väylien simulointiajot pitäisi tehdä mitoitusaluksella jo väylän suunnitteluvaiheessa, jotta väylän geometria saataisiin suunniteltua mitoitusalukselle sopivaksi.

Tuulipinta-alan kasvu on huomattava tekijä ro-ro-lasti- ja ro-ro-matkustaja-aluksissa sekä risteilyaluksissa, mikä pitää ottaa huomioon väyläsuunnittelussa fyysisten mittojen lisäksi. Ahtailla väylillä isojen alusten pitää ajaa hitaasti, mutta samalla niiden on pystyttävä säilyttämään ohjailukykyänsä. Ison tuulipinta-alan takia hidas vauhti on joissakin tilanteissa riski, ja jos väylällä olisi enemmän varamarginaalia, nopeutta olisi mahdollista hieman nostaa.

Väylien suunnittelussa jo aivan alkuvaiheesta lähtien tulee nykyistä paremmin huomioida väylän käyttäjien eli muun muassa alusten navigoinnista vastaavan päällystön ja luotsauksesta vastaavien luotsien näkemykset. Alusten ohjailuominaisuuksia ei väylien käyttäjien mukaan tällä hetkellä huomioida riittävän hyvin suunnittelussa.

Koska aluskalusto on lähes kaikissa aluslajeissa kasvanut kahdenkymmenen viime vuoden aikana ja kasvun odotetaan yleisesti jatkuvan, pitäisi kaikkien väylien käytettävyydestä muuttuvalle aluskalustolle tehdä riskiarvio. Sen pohjalta on hyvä laatia suunnitelma väylien parantamiseksi. Aluskaluston kasvu koskee lähes jokaista satamaa, joten arvion tekeminen kattavasti on perusteltua.

Väyläsuunnittelussa on syytä huomioida myös ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset turvallisen liikennöinnin kannalta. Tuulten ja vedenliikkeiden muutokset ja voimakkuudet voivat olla aiempaa yllättävämpiä ja suurempia, mikä aiheuttaa omat haasteensa ahtailla väylillä ja lisää varamarginaalien tarvetta.

5.2 Väylien rakentaminen ja ylläpito

Pelkkä väylän syvennys ei mahdollista suurempien alusten turvallista kulkua, vaan väyliä pitää tarvittaessa myös levenittää. Väylän syventäminen ei saa ainakaan kaivata väylää, mitä on kustannussyistä tapahtunut.

Kun väylää joudutaan rakentamaan kallioperään louhimalla, aiheuttaa se erityistä huomioitavaa. Ns. bank-efekti ja muut imuvaikutukset, poikkeukselliset virtaukset

sekä aluksen syrjäyttämän veden poistumismahdollisuudet ovat tärkeitä huomioitavia tekijöitä väylän suunnittelussa. Väylän rakentaminen kallioon on huomattavan kallista, mutta siitä huolimatta kallioon louhituista väylistä pitää tehdä riittävän leveitä ja muutenkin malliltaan sellaisia, että turvallinen navigointi niillä on mahdollista. Ohjailuvirheet tai sään aiheuttamat yllättävät tilanteet aiheuttavat kapeilla kallioväylillä erityisen riskin vakavasta ja kalliista haverista, jos alus törmää kallioseinään.

Väylän geometrian parantaminen on oleellinen toimenpide, kun väylää käyttävien alusten horisontaaliset mitat kasvavat. Mutkia pitäisi oikoa ja erityisesti jyrkkiä käännöskohtia loiventaa. Geometrian parantamiseen liittyy usein myös väylän levenyttäminen niin, että käännöskohtiin tulee enemmän varamarginaalia, jolloin aiempaa pidempien ja leveämpien alusten kääntymisestä tulee sujuvampaa ja turvallisempaa.

Väyliä mittaustiedot ovat osin vanhentuneita ja kaipaavat päivitystä. Mittaustietojen päivitys tulisi tehdä hyödyntäen monikeilaus- ja tankoharausmenetelmiä, jotta syvyystiedoista saadaan mahdollisimman tarkat. Tietojen säännöllinen päivityminen tarpeeksi usein, esimerkiksi viiden vuoden välein, olisi hyödyllistä. Haraus- ja syvyyskäytäntöä suositellaan otettavaksi käyttöön kaikilla väylillä.

Väyliä navigointiturvallisuutta parantaisi, jos linjat olisi useammin varustettu tekniikalla, jossa linjaloiston valo palaa koko ajan. Tällöin ei tarvitsisi odottaa linjan varmistusta turhan pitkään kuten nykyisin pääosin käytössä olevien vilkkuvien valojen kanssa joutuu.

5.3 Satamien rooli

Aluskoon kasvaessa sääolosuhteiden vaikutus turvalliseen navigointiin väylillä ja operointiin satama-alueella lisääntyy. Tämä korostuu etenkin aluksilla, joiden tuulipinta-ala on suuri. Siksi olisi erittäin tärkeää, että alukset saavat luotettavia ja nykyistä tarkempia olosuhdetietoja satamista. Näitä tietoja tarvitaan operoinnin mahdollisuuksien ja hinaaja-avustustarpeen arvioimiseen. Vähitellen lisääntyvät automaattiset laivojenkiinnitysjärjestelmät (automooriing) edellyttävät tällaista tarkkaa tietoa, mutta siitä olisi hyötyä myös kaikissa muissa satamissa.

Luotsit toivovat satamilta aktiivisempaa otetta laiturikohtaisten suositusten ja rajoitusten määrittelyssä sekä alusten koolle että sääoloille, joissa laitureihin voidaan operoida. Tämä on yhteinen etu, koska huonoissa sääoloissa operointi voi aiheuttaa vaurioitumisriskiä myös satamarakenteille.

Satamien olisi syytä huolehtia säännöllisesti siitä, että sataman hallinnoimalla alueella ilmoitetut syvyydet pitävät paikkansa sekä sataman väyläosuudella että laiturien kohdalla. Sataman hallinnoiman vesialueen ylläpitoa sujuvoitaisi myös se, että ruoppauslupa olisi pysyvästi voimassa eikä sitä tarvitsisi alkaa hakea vasta silloin, kun syvennystarve harauksen perusteella ilmenee.

6 Johtopäätökset

Kahdenkymmenen viime vuoden aikana keskimääräinen aluskoko Suomen sata-miin suuntautuvassa liikenteessä on kasvanut merkittävästi risteily-, ro-ro-matkus-taja-, ro-ro-lasti-, kontti- ja muiden kuivalastialusten sekä kaas- ja kemikaalisäi-liöalusten kohdalla. Erityisesti risteily-, ro-ro-matkustaja-, ro-ro-lasti- ja konttialus-ten kohdalla alusten horisontaaliset mitat eli pituus ja leveys ovat kasvaneet huo-mattavasti (keskimäärin noin 15–30 %) ja kasvun odotetaan edelleen jatkuvan.

Uusia entistä leveämpiä ja pidempiä ro-ro-aluksia on tulossa lähiaikoina liikentee-seen usealle väylälle. Horisontaalisten mittojen kasvu on luonut haasteita alusten turvalliselle ja sujuvalle liikkumiselle väylästä. Myös alusten tuulipinta-alan kasvu varsinkin risteily-, ro-ro-matkustaja- ja ro-ro-lastialuksilla vaikuttaa ohjailuominaisuuksiin ja aiheuttaa lisää haasteita ahtailla väylillä ja satama-altaissa kovissa tuu-liolosuhteissa liikuttaessa.

Vesiväylien kehittäminen on tapahtunut ensisijaisesti väyliä syventämällä, mikä on mahdollistanut suurempien alusten käyttämisen ja siten alentanut yksikkökohtaisia kuljetuskustannuksia. Horisontaalisten mittojen voimakas kasvu on johtanut sii-hen, että syvyyden sijaan huomiota pitää kiinnittää entistä enemmän muihin teki-jöihin eli väylän leveyteen ja geometriaan.

Tämän tutkimusselvityksen perusteella tärkeimpiä huomioitavia asioita turvallisen ja sujuvan liikenteen ylläpitämiseksi aluskoon kasvaessa ovat:

- Väylien kapeita osuuksia pitäisi leventää sekä turvallisemman että suju-vamman eli kohtaamisen mahdollistavan liikenteen takaamiseksi.
- Kallioon louhitut väyläosuudet ovat erityisen haasteellisia useista aluksen navigointiin vaikuttavista tekijöistä johtuen.
- Väylän geometrian parantaminen on ensiarvoisen tärkeä asia horisontaa-listen mittojen kasvaessa. Jyrkkiä mutkia pitää loiventaa ja kääntöalueita leventää pidempien ja leveämpien alusten turvallisen käännöksen varmis-tamiseksi.
- Väylän syventäminen ei saa johtaa samalla väylän kaventamiseen.
- Väylien käyttäjät (luotsit ja alusten päällystö) on otettava mukaan väylä-suunnitteluun aktiivisesti jo alkuvaiheista lähtien.
- Väyläkohtaiset mitoitusalueet on syytä määrittää niin, että simulointiajot voidaan tehdä niillä jo suunnitteluvaiheessa, mikä edesauttaa väylän geo-metrian optimoinnissa.
- Väyläkohtaisten riskikartoitusten tekeminen kunkin väylän käytettävyy-destä kasvavalle aluskalustolle on perusteltua.
- Väylien mittaustiedot kaipaavat päivitystä, ja mittaukset tulisi tehdä moni-keilaus- ja tankoharausmenetelmiä hyödyntäen. Haraussyvyyskäytännön soveltamista kaikilla väylillä suositellaan.
- Satama-alueilla kääntöympyrät kaipaavat laajennusta joissakin satamissa. Tarkkoja syvyydetietoja tarvitaan laiturikohtaisesti.
- Ajantasaisten ja tarkkojen olosuhdetietojen saaminen satamista on tär-keää isojen alusten turvallisen satamaan tulon ja satamasta lähdön var-mistamiseksi.

Lähdeluettelo

- /1/ Liikenne- ja viestintävirasto Traficomın tilastoaineistot Suomen satamiin saapuneista aluksista 2001–2021
/2/ Shippax Info -julkaisun numerot 11/2021–3/2022
/3/ Laivayhtiöiden Internet-sivut

Tehdyt haastattelut

Elomatic Oy	3 henkilöä	10.3.2022
Finnpilot Oy / Hanko-Helsinki	3 henkilöä	4.3.2022
Finnpilot Oy / Kotka-Saimaa	1 henkilö	25.2.2022
Finnpilot Oy / Perämeri	4 henkilöä	3.3.2022
Finnpilot Oy / Saaristomeri-Selkämeri	4 henkilöä	11.3.2022
HaminaKotka Satama Oy	2 henkilöä	2.3.2022
Helsingin Satama Oy	2 henkilöä	18.3.2022
Kemin Satama Oy	2 henkilöä	9.3.2022
Kvarken Ports Oy / Vaasan satama	1 henkilö	15.3.2022
Oulun Satama Oy	2 henkilöä	28.2.2022
Raahen Satama Oy	2 henkilöä	24.2.2022
Turun Satama Oy	1 henkilö	23.3.2022
Väylävirasto	1 henkilö	21.3.2022

Aluskaluston kehityksen vaikutus vesiväyliin - kysely

18.1.2022 lähetetyn kyselyn kysymykset. Pakolliset kysymykset on merkitty tähdellä (*):

1. Vastaajan yhteystiedot

- Etunimi
- Sukunimi
- Sähköposti *
- Organisaatio *

2. Aiheuttaako aluskaluston kehitys haasteita sujuvalle ja turvalliselle liikennöinnille nykyisillä väylillä? *

- ☐ Kyllä
- ☐ Ei

3. Jos vastasit edelliseen kysymykseen "kyllä", niin tarkenna vastaustasi, ole hyvä.

- Millä väylällä/väylillä haasteita erityisesti aiheutuu?
- Mihin haasteet liittyvät (väylän syvyys/geometria/jokin muu)?
- Mitä ko. väylälle/väylille pitäisi tehdä?

4. Kuinka akuutti aluskaluston kehityksen väylille aiheuttama haaste on eli kuinka nopeasti haastava tilanne voi syntyä?

- ☐ 1–2 vuoden sisällä
- ☐ 3–5 vuoden päästä
- ☐ 5–10 vuoden päästä
- ☐ yli 10 vuoden päästä

5. Minkä alustyyppien ulkomittojen kehitys aiheuttaa haasteita sujuvalle ja turvalliselle liikennöinnille? (voit valita useamman vaihtoehdon)

- ☐ ro-ro-lastialukset
- ☐ ro-ro-matkustaja-alukset (ropax-alukset ja matkustaja-autolautat)
- ☐ konttialukset
- ☐ irtolastialukset (kuivabulk)
- ☐ muut kuivalastialukset (konventionaaliset)
- ☐ säiliöalukset (tankkerit)
- ☐ erikoisalukset
- ☐ risteilyalukset

6. Mitkä aluskaluston kehitysnäkymät ovat sellaisia, joihin väylänpidossa pitäisi ensisijaisesti varautua tulevina vuosina?

7. Mitä väylien suunnittelussa pitäisi huomioida aluskaluston kehityksen johdosta?

8. Mahdollisia yleisiä kommentteja aiheesta



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-317-983-7
www.vayla.fi