

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

MERIVOIMIEN ALUSTEN TOIMINTAKYKY TALVIOLOSUHTEISSA

Kandidaatintutkielma

Kadetti
Jukka Rannikko

76. merikadettikurssi
Laivastolinja

huhtikuu 2009

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi 76. merikadettikurssi	Linja Laivastolinja
Tekijä Kadetti Jukka Rannikko	
Tutkielman nimi MERIVOIMIEN ALUSTEN TOIMINTAKYKY TALVIOLOSUHTEISSA	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika 27.04.2009	Tekstisivuja 22 Liitesivuja 2
TIIVISTELMÄ <p>Merivoimien on kyettävä suorittamaan asetetut tehtävät vuodenajasta ja sääolosuhteista riippumatta. Tässä tutkielmassa käsitellään merivoimien alusten kykyä toimia Itämeren talviolosuhteissa. Suomen aluevesillä jäätalvi on lyhyt keskimäärin 30 päivää ja vuotuiset vaihtelut talvien välillä ovat suuria. Jäätalvien ankaruutta on vaikea ennustaa etukäteen. Jäätalvi rajoittaa merivoimien alusten toimintaa merkittävästi ja vaikeuttaa aluksille asetettujen tehtävien suorittamista. Meriliikenne ei kuitenkaan merkittävästi pienene jäätalven aikana. Alukset suunnitellaan teknisiltä ominaisuuksiltaan pieniherätteisiksi rungon, propulsioon sekä koneiston suhteen. Tämä heikentää alusten kykyä toimia jääolosuhteissa. Teknisten ratkaisuiden vaikutuksia voidaan jääolosuhteissa vähentää henkilöstön hyvällä ammattitaidolla.</p> <p>Tutkielmaa varten kerättiin käyttäjäkohtaisia kokemuksia alusten toimintakyvystä talviolosuhteissa. Lisäksi lähteinä on käytetty muun muassa aluksille tehtyjen jääkokeiden raportteja. Tällä tavoin on mahdollista muodostaa suuntaa-antava kuva alusten toimintakyvystä talviolosuhteissa. Tutkimus osoitti, että toimintakyvystä on olemassa paljon kokemusperäistä tietoa. Tätä tietoa olisi syytä kerätä järjestelmällisesti, jotta sitä kyetään hyödyntämään tulevien alusten suunnittelussa, määriteltäessä jo olemassa oleville aluksille uusia tehtäviä sekä koulutettaessa alusten henkilöstöä toimimaan talviolosuhteissa.</p>	
AVAINSANAT Merivoimat, toimintakyky, jää, talviolosuhteet, jäissäkulkurajoitukset, talvimerenkulku	

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkielman päämäärä ja rajaus	1
1.2 Lähteet ja aikaisempi tutkimus	2
2. OLOSUHTEIDEN ASETTAMAT VAATIMUKSET	3
2.1 Talvet Suomen vesialueilla	3
2.2 Jäättilanteet	5
3. TOIMINNAN ASETTAMAT VAATIMUKSET	6
3.1 Tehtävät	6
3.2 Käyttötilanteet	7
4. TEKNIKALLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET	9
4.1 Rakenne	9
4.1.1 Materiaali	9
4.1.2 Rungon muoto	10
4.2 Propulsio ja koneisto	11
4.3 Järjestelmät	13
5. TOIMINTAKYKY ALUSLUOKITTAIN	15
5.1 Miinalaiva	16
5.2 Miinalautta	17
5.3 Ohjusvene	18
5.4 Kuljetusalus	19
5.5 Kelirikkovene	19
5.6 Miinantorjunta-alus	20
6. JOHTOPÄÄTÖKSET	21
LÄHTEET	23
LIITTEET	25

MERIVOIMIEN ALUSTEN TOIMITAKYKY TALVIOLOSUHTEISSA

1. JOHDANTO

1.1 Tutkielman päämäärä ja rajaus

Merivoimille asetetut tehtävät määrittävät joukkojen rauhan ja sodan aikaisen toiminnan. Vaikka tekniikka kehittyikin jatkuvasti, on tehtävien täyttymisen kannalta edelleen oleellista omata toimintakyky merellä kaikkina vuodenaikoina kaikissa sääolosuhteissa. Pohdittaessa sota-alusten tarvetta liikkua talviolosuhteissa on syytä tarkastella merivoimille asetettuja tehtäviä ja niiden perusteella arvioida tarvetta liikkua erilaisissa jääolosuhteissa. On selvää, että osa tehtävistä pystytään täyttämään ilman aluskaluston osallistumista, mutta monessa tilanteessa on välttämätöntä päästä operaatioalueelle sääolosuhteista riippumatta[24]. Meriliikenne Itämerellä ja Suomen vesialueilla lisääntyy jatkuvasti. Taloudellinen taantuma hidastaa kasvua, mutta taantuman lopullisia vaikutuksia on vielä tässä vaiheessa vaikea arvioida. Myös talviaikaan kauppa-alukset jatkavat liikennöintiä Itämeren satamiin. Talvi ja jääolosuhteet eivät merkittävästi vaikuta Itämerellä liikkuvaan alus- tai lastimäärään. Liikennemäärät voivat vaihdella vuosittain tai kuukausittain, mutta vaihtelu ei johdu suoraan jääoloista[16]. Ainoastaan alusmäärissä talvi näkyy nopeiden matkustaja-alusten sekä risteilijöiden puuttuessa[16]. Merivoimien tärkein sodanajan tehtävä valtakunnan meriyhteyksien turvaaminen ja suojaaminen on toteutettava kaikkina vuodenaikoina meriliikenteen määrästä riippumatta. Merivoimien aluksille asetetaan suoritusvaatimuksia, jotka määräytyvät suunnitellun käytön mukaan. On selvää, että erilaiset tehtävät ja toiminta-alueet asettavat aluksille eri vaatimuksia teknisten ominaisuuksien suhteen.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, millaisia vaatimuksia esiintyy liikuttaessa talviolosuhteissa ja miten ne vaikuttavat aluksen toimintaan ja sille asetettujen tehtävien suorittamiseen. Tutkimuskysymyksiä ovat: mitä vaatimuksia talviolosuhteet aiheuttavat merivoimien aluskalustolle, mikä on merivoimien eri alusten kyky toteuttaa niille asetetut tehtävät talvella sekä miten talvi rajoittaa aluskaluston toimintaa.

Tutkimus on rajattu siten, että siinä on keskitytty kokonaisuun alusluokkiin, ottamatta kantaa alusten yksilöllisiin ominaisuuksiin. Monissa tapauksissa alusluokkien välillä ei esiinny suuria eroja, joten näissä tapauksissa kahden alusluokan toimintakykyä on kyetty käsittelemään yhdessä. Jos alusluokkien välillä on toimintakykyyn talviolosuhteissa vaikuttavia eroavaisuuksia, on niistä mainittu erikseen tai käsitelty kyseinen alusluokka kokonaan erikseen. Tutkimuksessa käsiteltävät alusluokat ovat miinalaivat, miinalautat, ohjusveneet, kuljetusalukset, kelirikkoveneet sekä miinantorjunta-alukset. Alusten toiminta-alue voi ulottua jopa Välimerelle. Jääoloissa ne joutuvat käytännössä kuitenkin toimimaan vain Suomen aluevesien tuntumassa. Tutkimuksessa käsitellään siis merivoimien alusten toimintakykyä Itämeren alueen talviolosuhteissa.

1.2 Lähteet ja aikaisempi tutkimus

Talvimerenkulusta on tehty runsaasti tutkimusta kauppamerenkulun osalta niin Suomessa kuin maailmallakin. Suomessa Merentutkimuslaitos on useiden vuosien ajan tutkinut Itämeren jääolosuhteita ja talvimerenkulkua. Tutkimusaineisto Suomen jäätalvista ulottuu aina 1700-luvulle asti, mutta tässä tutkielmassa on keskitytty talviin 1900–2000 ja talven yleisiin ilmiöihin.

Myös Teknillisessä korkeakoulussa on tehty paljon tutkimusta alusten jäissäkulkukyvystä. Tässä työssä on käytetty lähteenä Mikko Juvan Diplomityötä ``Analyysi Suomenlahden talvimerenkulun turvallisuudesta FSA-mentelmällä'', Helka Louhenperän diplomityötä ``Jääluokitus merivoimien aluksille'' sekä Teknillisen korkeakoulun professorin Kaj Riskan yhteistyössä merivoimien kanssa laatimia jäissäkulkuraportteja. Kunkin alusluokan suunnittelun yhteydessä on sen jäissäkulkukykyä tutkittu pienoismallikokeilla. Alusluokille suoritetaan myös ennen käyttöönottoa jääkokeet. Kokeet tapahtuvat yleensä lyhyen aikavälin sisällä koepäivän aikana vallitsevissa olosuhteissa, jolloin aluksen todellisesta jäissäkulkukyvystä saatava kuva ei välttämättä kerro kaikkea aluksen ominaisuuksista. Todellinen kuva aluksen toimintakyvystä talven olosuhteissa syntyy vasta, kun sillä on toimittu useampien eritasoisten talvien ajan. Tästä johtuen tutkimuksen lähteenä on myös käytetty alusten henkilöstöltä kerättyjä käyttäjäkohtaisia kokemuksia pyrkimyksenä muodostaa laajempi kuva alusluokkien toimintakyvystä. Liitteessä 1 olevat kysymykset esitettiin seuraavien alusten osalta: ohjusvene Hamina, kuljetusalus Vänö, miinalaiva Pohjanmaa, miinalautta Pyhäranta sekä kelirikkoalus Haruna.

Lisäksi merivoimien alusten toimintakykyä ja soveltumista eri tehtäviin talviolosuhteissa on tutkittu myös taktisesta näkökulmasta muun muassa Aleksii Laineen vuonna 2004 Taktiikan laitokselle laatimassa kandidaatin tutkielmassa ``Talviolosuhteiden vaikutus alusyksiköiden käyttöön alueellisen koskemattomuuden turvaamisessa``.

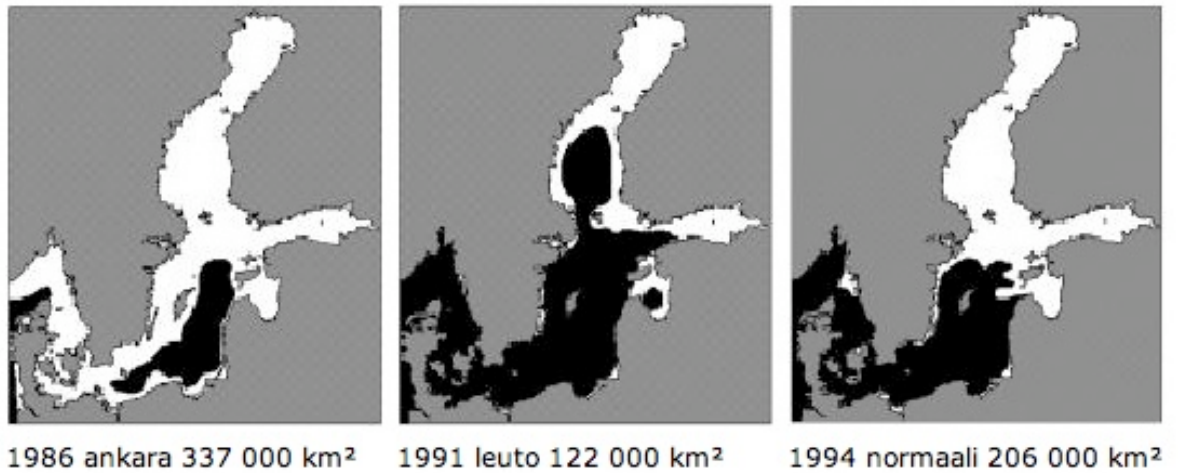
2. OLOSUHTEIDEN ASETTAMAT VAATIMUKSET

2.1 Talvet Suomen vesialueilla

Itämeri on suuri murtovesiallas pinta-alaltaan noin 420 000 km² ja keskisyvyydeltään noin 56 metriä. Tanskan salmien kapeudesta johtuen Itämerellä veden vaihtuvuus on pieni. Valtameriin verrattuna sen suolaisuus jää pieneksi jokia pitkin tulevan makean veden sekoittuessa siihen. Suomea reunustavilla merialueilla pintaveden suolaisuus on 3–6 promillea ja pohjaveden 1–4 promillea sitä suurempi. Tästä johtuen Suomen merialueilla veden jäätympiste on 0,2–0,5 astetta nollan alapuolella. [29]

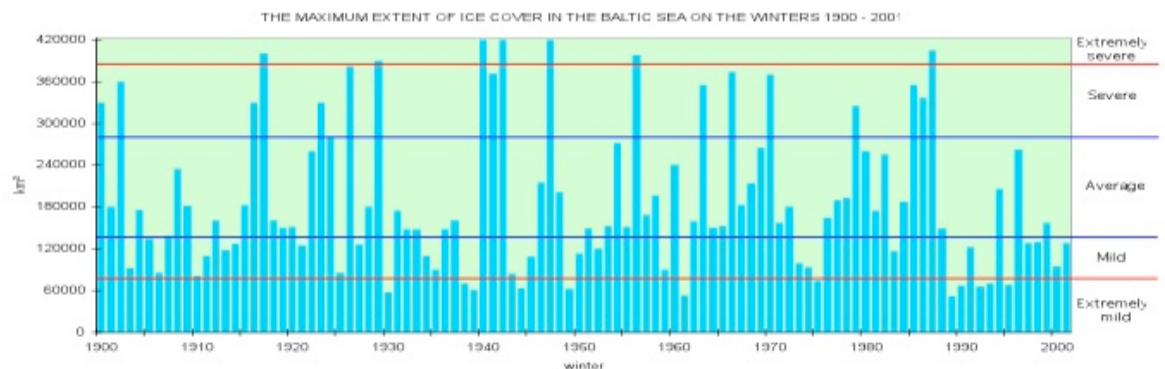
Itämeren jäätalvet ovat hyvin vaihtelevia. Keskimäärin jääpeitteen laajuus on 218 000 neliökilometriä, vaihteluvälin ollessa 52 000 m² –420 000 m² eli 12 %–100 % koko Itämeren pinta-alasta[19]. Vuotuinen jääpeite on laajimmillaan tammikuun ja maaliskuun välillä[11].

Merentutkimuslaitos määrittelee jäätalvet viiteen eri luokkaan: erittäin leuto, leuto, keskimääräinen, ankara ja erittäin ankara. Luokittelu tehdään jään esiintymislaajuuden perusteella ja se perustuu vuosien 1720–1996 aineistoon. Laskennassa ei ole otettu huomioon jääpeitteen tiiveyttä, paksuutta tai ahtautumisastetta [12]. Kuvassa 1 on esitetty Itämeren jäätyminen ankarana, leutona ja normaalina talvena. Ankarana talvena Itämeri saattaa jäätyä aina Tanskan salmia myöten, leutona taas avovesi saattaa ulottua selkämerelle ja normaalina talvena voi jääpeite ulottua Hiiunmaan tasalle.



Kuva 1: Itämeren jäätyminen ankarana, leutona sekä normaalina talvena [12]

Keskimääräinen talvi alkaa Suomenlahdella joulukuun alussa[16]. Jäätyminen on nopeinta saariston suojassa ja rannikon läheisyydessä. Keskimääräinen jäätalven pituus on noin 120 päivää Pietarin edustalla ja 30 päivää Suomenlahden suulla[16]. Merenkulullisesti leudot talvet eivät kuitenkaan ole välttämättä helpoimpia tai ankarat talvet vaikeimpia. Keskimääräiset talvet, jolloin kevyttuuliset pakkasjaksot ja kovatuuliset leudot jaksot vuorottelevat, ovat pahimpia. Pakkasjaksojen aikana syntynyt jääpeite lähtee leudon tuulisen jakson aikana liikkeelle ja aiheuttaa puristumista ja ahtautumista jääkentässä. Leutojen jaksojen väliin sattuvat kevyttuuliset pakkasjaksot lisäävät taas jään määrää, joka seuraavana tuulisena jaksana ajautuu kiinteän ajojääkentän reunaan ja aiheuttaa merenkulullisesti hankalia sohjovöitä.[16] Kuvassa 2 esitetään jääpeitteen paksuus vuosina 1900–2000. Kuvaajasta nähdään, että vuosittainen vaihtelu on suurta eikä talven ankaruutta pysty etukäteen ennustamaan.



Kuva 2: Jäätalvien ankaruus [33]

Vaikka jäätalvi on Suomen vesialueilla suhteellisen lyhyt, on sen vaikutukset niin siviilimerenkulkuun kuin merivoimienkin toimintaan merkittävät. Jäätalvi vaikeuttaa

merivoimille asetettujen tehtävien toteuttamista. Talvien huono ennustettavuus vaikeuttaa myös oman toiminnan suunnittelua.

2.2 Jäätilanteet

Itämerellä esiintyy erilaisia jäätilanteita, jotka aiheuttavat eritasoisia haasteita alusten toiminnalle. Tyypillisesti Itämeren alueella esiintyvä jää on joko kiintojäää tai ajojäää. Jää on arktisista alueista poiketen yksivuotista. Kiintojää on pysyvää jäätä, joka on kiinnittynyt saariin, kareihin tai matalikkoihin. Sitä on rannikoilla ja saaristossa, jossa veden syvyys on alle 15 m. Kiintojää muodostuu jäätalven varhaisessa vaiheessa ja jää paikoilleen aina sulamiseensa saakka. Ulapoilla esiintyvä jää on ajojäää, joka liikkuu tuulten ja virtausten voimasta. Ajojää voi olla tasaista, päällekkäin ajautunutta tai ahtautunutta. Ahtojää on valleiksi kasaantunutta ajojäää.[14] Ajojään liikkeen aiheuttaa lähinnä tuuli, jonka nopeus vaikuttaa suoraan jään liikkeeseen. Yli viisi metriä sekunnissa puhaltava tuuli aiheuttaa jääkentälle nopeuden joka on 1–3 prosenttia tuulen nopeudesta. Jään tiiveys vaikuttaa hidastavasti kentän liikkumisnopeuteen.[13] Jään liike aiheuttaa myös tasaisen jään hajoamisen lautoiksi, joiden halkaisija voi olla useita kilometrejä. Lisäksi jäiden liike synnyttää railoja, halkeamia, sohjovöitä, jäiden ajautumista päällekkäin ja niiden ahtautumista.[13]

Ahtautunut jää ja sohjovyöt aiheuttavat usein eniten ongelmia alusten liikkumiselle. Jopa hyvin kiintojäissä liikkuvat jäävahvistetut alukset ja suuri konetehoiset alukset, jotka kykenevät murtamaan lähes metrin paksuista jäätä, tarvitsevat usein jäänmurtajan avustusta. Ahtojäää esiintyy yleensä eniten merialueiden reunoilla siellä, minne tuuli tyypillisimmin puhaltaa. Itämeren alueella etelän ja lännen väliset tuulet ovat vallitsevia ja tästä johtuen eniten ahtaumia esiintyy Suomen rannikoilla sekä Suomenlahden itäosassa. Vastaavasti merenkulkua helpottavat railot syntyvät tuulen yläpuolelle eli Ruotsin ja Viron rannikoille. Ahtautuma-alueet ja sohjovyöt vaikeuttavat Itämerellä eniten talviliikennettä[13].

Erilaisia jäätilanteita esiintyy saaristossa, rannikolla ja avomerellä. Jäätilanteet saattavat tuulen vaikutuksesta muuttua nopeastikin. Merenkululaitoksen sääpalvelu tarjoaa jäätilanteesta lähes reaaliaikaista tietoa, jota hyödyntämällä pahimmat jäätilanteet on mahdollista välttää. Myös tuntemalla aluksen ominaisuudet voidaan välttyä kiinnijäämisiltä ja vaurioilta, joten aluksen henkilöstön ammattitaidolla on suuri merkitys liikuttaessa jääoloissa.

3. TOIMINNAN ASETTAMAT VAATIMUKSET

Merivoimille asetetut tehtävät määrittelevät aluskaluston käyttötarpeen ja -tarkoituksen. Suurin osa tehtävistä edellyttää aluskalustolta ympärivuotista toimintaa. Tarkemmat määrittelyt alusten toiminnasta on kirjattu alusten taisteluohjeisiin tai katsastusasiakirjoihin.

3.1 Tehtävät

Merivoimille asetetut tehtävät ovat:

1. Vastaa valtakunnallisesta merivalvonnasta ja meritiedustelusta
2. Turvaa valtakunnan alueellisen koskemattomuuden merialueella tarvittaessa voimakeinoja käyttäen, yhteistoiminnassa ilmavoimien ja rajavartiolaitoksen kanssa.
3. Vastaa valtakunnan meriyhteyksien turvaamisesta ja johtaa meriyhteyksien suojaamisen.
4. Torjuu merialueen kautta suuntautuvat hyökkäykset yhteistoiminnassa muiden puolustushaarojen kanssa.
5. Pitää yllä korkeaa valmiutta, kehittää merivoimien taktiikkaa ja taisteluvälineitä sekä vastaa niiden huollosta.
6. Kouluttaa merivoimien tarvitseman henkilöstön ja tukee vapaaehtoista maanpuolustusta.
7. Antaa lain edellyttämää virka-apua muille viranomaisille.
8. Osallistuu kansainväliseen yhteistyöhön.

[25]

Merivoimien alusten ensisijaisena toimintaympäristönä ovat Suomen aluevedet. Merivoimille asetettuja tehtäviä tarkastelemalla voidaan todeta, että useat tehtävät edellyttävät taistelualusten käyttöä niin kiintomerkkialueen ulkopuolella kuin saariston suojissa suhteellisen matalilla saaristoväylillä. Apualusten on kyettävä liikkumaan saaristossa ja

turvaamaan linnakkeiden ja saaristossa toimivien rannikkojoukkojen tarvitsema huolto. Saariston suojassa ja avomerellä jäätilanteet voivat olla hyvinkin erilaiset ja asettaa erilaisia vaatimuksia aluksille.

Aluksia käytetään aluevesirajan tuntumassa alueellisen koskemattomuuden valvonnassa ja turvaamisessa sekä suojamiinoitteita laskettaessa. Toisaalta aluksia on kyettävä siirtämään saariston suojassa asejärjestelmien käytön kannalta edullisille toiminta-alueille. Kasvava meriliikenne Itämerellä niin Suomen kuin muidenkin maiden satamiin lisää varmasti myös talviaikaisia virka-aputehtäviä meripelastuksen ja ympäristöuhkien torjunnassa.

Tehtävien toteuttaminen edellyttää alusyksiköiden käyttöä kaikissa sääolosuhteissa koko toiminta-alueella, alusluokille määrätyt tehtävät ja rajoitukset huomioon ottaen. Kaikki alukset eivät kykene suoriutumaan asetetuista tehtävistä talvella johtuen rajoittuneesta jäässä kulkukyvystä. Tällöin tehtäviä suorittaa sellainen alus, joka kykenee toimimaan vallitsevissa olosuhteissa. Alusluokkien eriteltyt tehtävät voivat myös muuttua aluksen elinjakson aikana. Tällöin on huomioitava myös uusien tehtävien asettamat vaatimukset, jotka saattavat poiketa alkuperäisistä alukselle suunnitelluista vaatimuksista. Esimerkkinä tästä on miinalaivojen tehtäväkentän laajeneminen miinanlaskijan tavanomaisista tehtävistä yhä enemmän johtoaluksen tehtävien suuntaan. Aikaisemmat tehtävät eivät tässä tapauksessa poistu, mutta uudet tehtävät voivat asettaa erilaisia vaatimuksia myös toimintaan talviolosuhteissa. Tällaisissa tilanteissa on hyvin vaikea teknisesti vaikuttaa aluksen toimintakykyyn, vaan ominaisuudet on otettava huomioon uusia tehtäviä suunniteltaessa. Pohdittaessa merivoimien omaa toimintakykyä talviolosuhteissa on huomattava, että talvi rajoittaa myös vastustajan alusyksiköiden toimintaa.

3.2 Käyttötilanteet

Talviaikainen merenkulku poikkeaa huomattavasti avoveden aika tapahtuvasta merenkulusta. Turvallinen navigointi talvella vaatii alusten henkilöstöltä ammattitaitoa ja ymmärrystä talvella vallitsevista olosuhteista sekä aluksen ominaisuuksien tuntemista. Tuntemalla vallitsevat jääolot on mahdollista välttää pahimmat ahtaumat ja sohjovyöt. Hyvällä reittisuunnittelulla on mahdollisuus nopeuttaa kuljettua matkaa kiertämällä pahimmat jäät ja seuraamalla heikompia railoja, vaikka todellinen kuljettu matka pitenisikin[31]. haasteina talvimerenkulussa aluksille ovat muun muassa ohjailukyky jäissä, talvimerenkulkuun ja jääolosuhteisiin tottumaton ja kokematon miehistö, kiinnijuuttuminen puristavaan ja

ajelehtivaan jääkenttään, navigointivirheet vaikeiden jääolosuhteiden väistämisen vuoksi sekä jäätäminen[16].

Ohjailtaessa alusta eri jäätilanteissa on huomioitava erilaisia seikkoja. Eteneminen jäissä tapahtuu normaalisti sellaisella teholla, että kiinni jäätäessä on mahdollista irrottaa alus omin konein. Alusta voidaan keinuttaa käyttämällä suuria ruorikulmia ja näin estää kiinnijääminen[23]. Alusta peruutettaessa on huomioitava, että ohjailulaitteistot sijaitsevat perässä. Ne ensimmäiset iskut vastaan ja joutuvat siten kovalle rasitukselle. Ruorin tulee tällöin olla keskellä ja peräsimien suorassa, jotta peräsinkoneistot eivät joudu niin suurelle rasitukselle. Vesisuihkuvetoisia aluksia käsiteltäessä jäissä, voidaan vesisuihkun avulla puhdistaa perän eteen vapaa alue, jolloin peruuttaminen on mahdollista[23]. Tämä toimii vain pienillä nopeuksilla. Suuremmilla nopeuksilla peruutettaessa vetolaitteet kestä jäälohkareiden tai jäänreunan aiheuttamia iskuja.

Asetetut jäissäkulkurajoitukset, henkilöstön ammattitaito ja toiminta-alueen olosuhteiden tunteminen ovat varmasti tärkeimpiä syitä siihen, ettei merivoimien aluskalustolle ole sattunut talvimerenkulussa suuria vaurioita. Vaurioita on tyypillisimmin syntynyt ohjailutilanteissa. Esimerkiksi laituriin ajettaessa on jouduttu käyttämään normaalia suurempia nopeuksia, jotta alus on saatu kiinni laituriin. Tyypillisimpiä erikoistilanteita talvimerenkulun osalta ovat laituriin ajo, ohjailu jäätävissä olosuhteissa, kiintojäässä, uomassa sekä jäänmurtotoiminnassa[23].

4. TEKNIKALLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

4.1 Rakenne

Merivoimien aluksia ei ole luokitettu minkään yleiseen jääluokkaan. Suurimmat aluksista on rakennettu vastaamaan suomalais-ruotsalaista jääluokitusta, joka on tehty yksivuotisessa jäässä liikennöiville aluksille. Aluksen tulee siis kyetä rungon, konetehtojen sekä propulsioon osalta liikennöimään tietyn paksuisessa jäässä tietyllä nopeudella täyttääkseen jääluokituksen asettamat vaatimukset. Taulukossa 1 on esitetty suomalais-ruotsalaisen jääluokituksen jäissäkulkuvaatimukset.

Jääluokka	Nopeus (solmua)	Rännin paksuus (metriä)	Yhteen jäätynyt jää (metriä)	Tasaisen jään paksuus (metriä)	Suunnittelu korkeus (metriä)
IA Super	5	1,0	1,0	1,0	0,35
IA	5	1,0	0	0,8	0,30
IB	5	0,8	0	0,6	0,25
IC	5	0,6	0	0,4	0,22

Taulukko 1: Suomalais-ruotsalaisen jääluokituksen jäissäkulkuvaatimukset [18].

4.1.1 Materiaali

Sota-alusten runkomateriaalina on pitkään ollut teräs. Nykyäänkin kaikki suuremmat sotalukset ovat teräsrunkoisia ja niiden kansirakenteet ovat alumiinia[22]. Tällöin saavutetaan suhteellisen hyvä taistelukestävyys ja kansirakenteiden suhteellisella keveydellä päästään hyvään vakavuuteen. Pienemmissä aluksissa on siirrytty käyttämään rungon materiaaleina meriveden kestävää alumiinia, komposiittia ja muita uusia materiaaleja[22]. Näillä ratkaisulla pyritään muun muassa aluksen epämagneettisuuteen ja keveyteen. Keveys ei välttämättä ole paras ratkaisu aluksen jäissäkulun kannalta, sillä se pienentää syvyyttä. Tällöin ongelmia voi syntyä ajettaessa paksussa jääkentässä. Alumiinin suurin tekninen ongelma aluksissa on se, että se menettää suuren osan lämpökäsittelyllä saavutetusta lujuudesta hitsattaessa[1].

Ajettaessa jäissä aluksen runkoon voi kohdistua suuriakin voimia, jolloin rungolta vaaditaan erityisen hyvää kestävyyttä.

Alukselle asetettavat tehtävät vaikuttavat paljon suunnitteluvaiheessa tehtäviin materiaalivalintoihin. Sota-alusten runkomateriaalivalinnoissa tärkeinä vaatimuksina ovat vähäiset herätteet ja hyvä taistelukestävyys. Tällöin on usein tingittävä toisilta osa-alueilta esimerkiksi jäissäkulkukyvystä.

4.1.2 Rungon muoto

Aluksen rungon muoto on aina kompromissi teknisistä ja operatiivisista ominaisuuksista[17]. Sota-aluksille on tyypillistä yleensä suuri nopeus ja pieni kulkusyvyyys. Suuret nopeudet edellyttävät, että alus on suunniteltu nopeaan ajoon myös runkonsa puolesta[17]. Tämän seurauksena alus on optimoitu liikkumaan avovesissä, jolloin jäissäkulku ominaisuuksissa on usein suuria rajoitteita. Alussuunnittelun lähtökohtana on kuitenkin se, että jäissäkulkuun suunniteltu alus kykenee kulkemaan myös avovedessä. Jäissäkulkuun optimaalinen runko on hydrodynaamisilta ominaisuuksiltaan varsin huono johtuen loivan keularangan ja pyöreiden vesiviivojen aiheuttamasta lisääntyneestä avovesivastuksesta[15].

Esimerkkinä runkosuunnittelun haastavuudesta ovat useat kauppa-alukset, joiden rungoissa käytetään usein aallonmuodostusvastuksen pienentämiseksi keulabulbia eli eräänlaista keulapaksunnosta[17]. Aallonmuodostusvastuksen pienentyessä koneiden tuottama energia saadaan muutettua paremmalla prosentilla liike-energiaksi. Keulabulbi ei kuitenkaan sovellu pyöreän muotonsa vuoksi jäiden rikkomiseen[2]. Vastaavasti taas hyvin jäätä rikkova terävä keula kasvattaa liikettä vastustavia voimia, eikä alus kulje yhtä hyvin avoimessa vedessä[2].

Kylmissä vesissä operoitaessa meren jäätyminen ei ole ainoa ongelma aluksen toiminnalle. Sekä meriveden että ilman ollessa riittävän kylmiä voi aluksen kansille lentänyt roiskevesi jäätyä kiinni aluksen rakenteisiin. Jäätynyt vesi voi aiheuttaa suuriakin muutoksia aluksen vakavuuteen. Ylimääräisen painon kertyminen aluksen kannelle nostaa aluksen painopistettä ja näin ollen aluksen vakavuus heikkenee[21]. Kannelle roiskuvan veden määrää voidaan vähentää valitsemalla aallokkoon sopiva nopeus ja ajamalla aallokossa siten, että vettä lentää kannelle mahdollisimman vähän. Jäätämistä tapahtuu, kun ilman lämpötila on vähemmän kuin -2 astetta ja pintaveden lämpötila on enintään +5 astetta[8]. Pärskeitä syntyy sitä enemmän, mitä kovempi tuuli ja mitä korkeampia aallot ovat[8]. Jäätäminen aiheuttaa

ongelmia erityisesti pienisyväyksisille aluksille, joiden painopiste on korkealla. Esimerkkinä tästä ovat ohjusveneet, jotka ovat suhteellisen kevytrakenteisia ja pienisyväyksinen.



Kuva 3: aluksen kansirakenteisiin kertynyttä jäätä[30]

Rungon muodon ja aluksen vakavuuden osalta talviolosuhteiden haittavaikutuksia voidaan pienentää aluksen oikeanlaisella käytötavalla, koska näitä ominaisuuksia ei ole järkevää optimoida pelkästään talviolosuhteita varten.

4.2 Propulsio ja koneisto

Koneteholla on erityisen suuri merkitys liikuttaessa jäissä. Verrattuna avovedessä tapahtuvaan merenkulkuun alukset liikkuvat pienemmillä nopeuksilla, vaatien kuitenkin samalla huomattavia konetehtoja. Sota-aluksissa on usein kokoonsa nähden suuret tehot, joten ne ovat tässä suhteessa paremmassa asemassa kuin siviilialukset. Hyvin jääajoon soveltuva koneisto kykenee antamaan potkurille täyden tehon jo alhaisilla nopeuksilla, sekä kestää potkurin ja jään välisen vuorovaikutuksen aiheuttamaa ajoittaista ylikuormitusta[15].

Koneiden jäähdytysveden kierron tulee olla riittävä joka tilanteessa. Usein sohjoontuva jää tai jäämurska tukkii aluksen pohjakaivot, jolloin aluksen vedensaanti häiriintyy ja koneet ylikuumenevat[31]. Mahdollinen pohjakaivojen tukkiintuminen tulee huomioida myös

aluksen paloturvallisuuden kannalta. Alusten sammutusjärjestelmät saattavat ottaa tarvittavan veden joko samasta pohjakaivosta kuin jäähdytysvedenkin, tai sammutusjärjestelmän pohjakaivo on sijoitettu lähelle muita pohjakaivoja. Tästä voidaan päätellä, että jäähdytysveden saannin heikentyessä myös muiden merivesijärjestelmien kanssa voi olla ongelmia. Sota-aluksissa tämä voi vaikuttaa myös aluksen suojasuihkujärjestelmään. Jotta meriveden kierto saadaan turvattua, suunnitellaan aluksien jäähdytysjärjestelmä siten, että koneen kiertänyt jäähdytysvesi pystytään johtamaan pohjakaivojen viereen, ja tällä tavalla pitää pohjakaivojen aukot sulana.

Propulsiolaitteiston ja koneiston valinta on aina ollut keskeistä jäissäkulkevia aluksia kehitettäessä ja suunniteltaessa. Jäissäkulku edellyttää aluksen koneistolta paljon tehoja ja lyhyttä vasteaikaa. Lisäksi jäät aiheuttavat suuria iskumaisia kuormituksia potkurilaitteistoon ja potkurin lapoihin[18]. Jääajoon suunnitellun potkurin häviöt voivat olla 10–15 prosenttia suuremmat ajettaessa avovedessä verrattuna pelkästään avoveteen suunniteltuun potkuriin[15].

Sota-alusten propulsiojärjestelmät suunnitellaan tyypillisesti akustisesti mahdollisimman pienihäerteisiksi. Tähän pyritään sekä rakenteellisilla ratkaisuilla että materiaalivalinnoilla. Hyvin jäissäkulkuun soveltuva potkuri ei ole akustisilta ominaisuuksiltaan paras mahdollinen. Sota-aluksissa on pyritty pieniin herätteisiin myös perinteisestä ruvipotkurista poikkeavilla järjestelmillä, jotka eivät välttämättä sovellu varsinaiseen jääajoon. Tällainen on esimerkiksi ohjusveneiden vesisuihkupropulsiojärjestelmä.

Merivoimien aluksissa käytetään vesisuihkupropulsiota, kääntyvälapaisia potkureita tai kiinteälapaisia potkureita. Uudet miinantorjunta-alukset varustellaan Voith-Schneider-propulsiolla (VSP), joka poikkeaa toiminnaltaan vanhempien alusluokkien propulsiojärjestelmistä huomattavasti. Kuvassa 4 nähdään VSP-yksikkö, jossa pystysuorassa olevat lavat liikkuvat sähkömoottorin voimalla. Järjestelmä mahdollistaa alukselle hyvän liikkuvuuden joka suuntaan.



Kuva 4: Voith-Schneider propulsioyksikkö[3]

Sota-aluksilla on pääsääntöisesti riittävät tehot jäissäkulkuun. Tutkielmassa käsiteltävistä aluksista kelirikkoveneen ja miinalautan konetehot on koettu riittämättömiksi[9][31]. Käytetyistä propulsiojärjestelmistä ainoastaan perinteiset ruuvipotkurit soveltuvat hyvin toimintaan jääolosuhteissa niin kiinteä- kuin kääntyvälapaisinkin. Kääntyvälapaisten potkureiden etuina on, että niillä kyetään hyödyntämään koneen tehot useissa eri kuormitustilanteissa ja saadaan alukselle hyvät kiihtymisominaisuudet, mikä on eduksi ajettaessa jäissä. Kiinteälapainen potkuri on rakenteeltaan yksinkertaisempi ja kestävämpi. Vesisuihkupropulsio ei kestä jäiden aiheuttamia iskuja, eikä tästä johtuen sovellu kunnolla jääajoon. Miinantorjunta-aluksissa käytetty Voith-Schneider-propulsio kykenee toimimaan jäissä, mutta aluksen runkomateriaali asettanee suuremmat rajoitukset toiminnalle jääolosuhteissa.

4.3 Järjestelmät

Talvi asettaa erityisvaatimuksia myös alusten järjestelmille ja niiden käytölle. Järjestelmiä käyttävien operaattorien on huomioitava talven vaikutukset, tulkitessaan aluksen sensorien tuottamaa kuvaa ja käyttäessään asejärjestelmiä.

Sensorit jaetaan kahteen ryhmään: aktiivisiin ja passiivisiin. Alusten passiivisista sensoreista voidaan mainita TV-kamera, lämpökamera ja niiden yhdistelmät sekä laser- ja tutkasäteilyn ilmaisimet. Sumu, vesi- ja lumisade rajoittavat useiden mittauslaitteiden ja sensoreiden käyttöä[24]. Suomen vesialueilla vallitsee huonot sääolosuhteet erityisesti talvella. Tutkat ja laseretäisyysmittarit kuuluvat aluksen aktiivisiin sensoreihin. Kehittyvät häiveominaisuudet edellyttävät tutkilta yhä parempaa suorituskykyä niin herkkyyden kuin välkesignaalien vaimennuksen osalta[34]. Yhä pienenevät maalit hukkuvat helpommin taustavälkkeen joukkoon. Tämä asettaa vaatimuksia vastaanottimen herkkyydelle, signaalin käsittelylle sekä operaattorille.

Talviaikaan jäät hankaloittavat aluksen vedenalaisten valvontajärjestelmien käyttöä. Runkoon asennettavat kaikuluotaimet eivät kestä jäiden aiheuttamia iskuja ja kauko-ohjattavien vedenalaisten robottien (ROV = Remote Operate Vehicle) tarvitsemat kaapelit joutuvat koville jääolosuhteissa. Myöskään aluksen perässä hinattavia mittaimia kuten esimerkiksi syvyytettävää kaikumittainta (VDS = Variable Depth Sonar), ei kyetä käyttämään ajettaessa jäissä. Talvella veden lämpötila on koko veden syvyydeltä suhteellisen tasaista, eikä vedenalaista mittausta ja kuuntelua häiritseviä veden lämpötilaeroista johtuvia harppauskerroksia esiinny samalla tavalla kuin kesällä.

Laivatykistön toiminnassa talven vaikutus kohdistuu ilman lämpötilan kautta ammusten ulkoballistiikkaan[34]. Käytännössä kuitenkin vaikutus on suhteellisen pieni ja järjestelmän laskin ottaa lämpötilan huomioon ampuma-arvoja laskettaessa. Jään kertyminen aluksen rakenteisiin voi kuitenkin vaikeuttaa laivatykistön käyttöä.

Miinoitteiden laskeminen talvella jääolosuhteissa on mahdollista vain herätemiinoja käyttäen. Jäissäkulkukykyiset miinanlaskijat voivat kuljettaa miinalastin jäätyneestä saaristosta ulos aluemerelle ja laskea miinoitteet avoveteen. Jäätalvi hankaloittaa miinoitustoimintaa sekä vaikeuttaa raivausta. Ahtojäät tuhoavat ankkuroituja miinoja saariston ulkoreunalla ja heikentävät miinoitteiden estearvoa. Jäät voivat myös siirtää ankkuroituja miinoja[24], mikä vaikeuttaa niiden raivausta. Jäissäkulkevan aluksen akustiset herätteet saattavat muuttua ja siten vaikuttaa herätemiinan toimintaan mahdollisesti pienentäen miinoitteen estearvoa. Jääpeite ei itsessään aiheuta sellaista muutosta paine- tai akustisissa herätteissä, että niillä olisi vaikutusta miinan toimintaan[26].

Ohjusten laukaisuun ja toimintaan talvi ei vaikuta. Poikkeuksena ovat ilmatorjuntaohjusten infrapuna-alueella toimivat hakupäät, joiden erottelukyky voi heikentyä lumi ja räntäsateessa.

Suurimmat ongelmat syntyvät itse lavetin kuljettamisessa toiminta-alueelle. Tällaisessa tilanteessa on kuitenkin myös huomioitava, että huonot sääolosuhteet vaikeuttavat myös vastustajan ilmatoimintaan.

Jään kertyminen aluksen rakenteisiin voi häiritä aluksen järjestelmien ja sensoreiden toimintaa. Kertyvä jää voi estää pyörivien tai suunnattavien antennien mekaanisen liikkeen tai häiritä niiden lähetystä ja vastaanottoa. Myös kiinnijäätäneet luukut tai suojukset voivat aiheuttaa ongelmia järjestelmien käytölle.

Merivoimien alukset joutuvat toimimaan ympäri vuoden, joten järjestelmät on suunniteltava siten, että niitä kyetään käyttämään myös kylmissä olosuhteissa. Näin ollen järjestelmiä on kyettävä lämmittämään erillisillä laitteilla, jotta ne pysyvät toimintakuntoisina.

5. TOIMINTAKYKY ALUSLUOKITTAIN

Kaikille merivoimien aluksille on luokituskatsastusten yhteydessä asetettu jäissäkulkurajoitukset. Nämä rajoitukset perustuvat suunnittelussa käytettyihin lähtökohtiin, mallikokeisiin sekä aluksella suoritettuihin jääkokeisiin. Taulukossa 2 on esitetty alusluokkien jäissäkulkurajoituksia.

Alusluokka	Suurin sallittu jään paksuus	Ajo taaksepäin jäissä	Syöksyt jäissä	Huomautukset
Hämeenmaa-luokka	40 cm	Sallittu	Kielletty	Merivoimien esikunnan luvalla jäissäkulkurajoitukset voidaan ylittää.
Pansio-luokka	30 cm	Sallittu	Sallittu	-
Hamina-luokka	10 cm	Sallittu tietyin rajoituksin	Kielletty	Max nopeus 10 solmua. Peräsyvyyden tulee olla väh. 1,9 m
Valas-luokka	60 cm	Sallittu	Sallittu	-
Hila-luokka	-	Sallittu	Sallittu	Jäissäkulku sallittu koneitehojen sallituissa rajoissa.
Miinantorjunta-alus	5 cm	Sallittu	Kielletty	Hinaus sallittu 20 cm paksuun jäähän syntyneessä rännissä, omin konein 10 cm paksuun jäähän syntyneessä rännissä.

Taulukko 2: alusluokkien jäissäkulkurajoitukset[20]

5.1 Miinalaiva

Miinalaivat ovat merivoimien suurimpia aluksia. Merivoimilla on miinalaivoja kahta eri alusluokkaa: miinalaiva Pohjanmaa (pituus 78 metriä ja leveys 11,5 metriä) ja Hämeenmaa-luokka (pituus 77,8 metriä ja leveys 11,5 metriä). Vaikka alusluokat ovat kooltaan ja monilta perusratkaisuiltaan hyvin samankaltaisia, on alusluokkien välillä eroja käsiteltäessä alusten toimintaa jääolosuhteissa. Alusten tehtävinä on miinoitustoiminta, alueellisen koskemattomuuden valvonta ja turvaaminen. Ne kykenevät toimimaan johtoaluksina eri alusosastoille. Miinalaiva Pohjanmaa toimii lisäksi koululaivana Merisotakoululle alistettuna. Pääasejärjestelmänä aluksilla on miina-ase ja omasuoja-asejärjestelminä laivatykistöä. Hämeenmaa-luokalla on alusten modernisoinnin myötä myös ilmatorjuntaohjuksia. vedenalaiseen sodankäyntiin Hämeenmaa-luokka on varusteltu syvyyspommein, syvyysraketinheittimin sekä kiinteällä kaikumittaimella. Miinalaiva Pohjanmaalla on ainoastaan syvyyspommeja.

Molemmat alusluokat on jäävahvistettu luokan IA Super mukaisesti. Ne on varustettu kahdella kääntyväsiipisellä potkurilla sekä keulaohjauspotkurilla. Alusten tulee kyetä etenemään 40 senttimetriä paksussa kiintojäässä omin voimin. Peruuttaminen jäissä on sallittua, mutta erityistä varovaisuutta noudattaen [20]. Miinalaiva Hämeenmaa on saanut vaurioita peräsiimiin peruutettaessa jäissä[30]. Alusten kyliin on mahdollista kiinnittää evävakaimet, jotka vakauttavat alusta kovassa aallokossa. Jäissäkulku evävakaimien ollessa kiinni on kuitenkin kiellettyä, mutta alusta voidaan kuljettaa avatussa uomassa, mikäli uoman reunojen syvyys ei ylety yli yhtä metriä veden pinnan alapuolelle[20]. Alukset kykenevät miinoitustoimintaan myös talvella. Miinalaiva Pohjanmaassa on sisäänpäin pyörivät potkurit, eli alus käyttäytyy kuten yksipotkurinen alus, jolloin kääntyessä perä kääntyy laivan etuosaa nopeammin[5]. Tämä helpottaa muun muassa aluksen kiinnittämistä, mutta on huomioitava myös ajettaessa jäissä. Ajettaessa uomassa mutkaan on varottava, ettei heikommin jäävahvistettu perälaiva osu uoman reunaan ja vaurioidu. Hämeenmaa-luokassa on ulospäin pyörivät potkurit, jolloin vastaavaa ongelmatilannetta ei pääse muodostumaan.

Miinalaivat omaavat merivoimien taistelualuksista parhaan jäissäkulkukyvyn ja tästä johtuen ne kykenevät toimimaan talviaikaan niissä olosuhteissa, joissa kevyempi ja huonommin jäävahvistettu kalusto ei enää kykene toteuttamaan kaikkia tehtäviään. Näin ollen meriliikenteen suojaus sekä alueellisen koskemattomuuden valvonnan ja turvaamisen tehtävät on käytännössä miinalaivojen vastuulla jäätalven aikana.

5.2 Miinalautta

Miinalautat (Pansio-luokka: pituus 43 metriä ja leveys 10 metriä) on rakennettu miinoittajiksi ja ne soveltuvat hyvin myös kuljetustehtäviin. Aluksen pääasejärjestelmä on miina-ase ja se kykenee käyttämään kaikkia järjestelmiään jääoloista riippumatta[32].

Alus on varustettu kahdella kiinteäsiipisellä potkurilla sekä kahdella 550 kilowatin pääkoneella. Molemmat potkurit pyörivät ulospäin, mikä parantaa aluksen ohjailtavuutta jääoloissa. Potkureiden hylsäputket on tuettu runkoon A-pukein. Jäälohkareet jäävät niihin helposti kiinni ja ne joutuvat myös kovalle rasitukselle jäiden iskeytyessä niihin. Aluksen pohjan alle on asennettu erillinen 15 senttimetriä korkea aura, jonka tarkoituksena on vähentää jäälohkareiden joutumista potkureihin ja näin parantaa aluksen liikkumista jäissä[31].

Miinalautan jääluokka on IA rungon ja IA Super akselilinjan osalta. Aluksen tulee kyetä etenemään 30 senttimetriä paksussa kiintojäässä[20]. Käytännössä aluksella on toimittu 30 senttimetriä paksussa kiintojäässä, jossa jääkentän paksuus on kuitenkin ollut hetkellisesti jopa 60 senttimetriä ja ahtaumia ollut jopa yhden metrin paksuudelta[32]. Nopeus jääluokituksen maksimi jäänpaksuudessa on noin 50 % aluksen maksimi nopeudesta avovedessä kuljettaessa eli noin viisi solmua[32].

Suurimmat ongelmat aluksen toiminnalle jääolosuhteissa aiheuttaa suhteellisen pieni syväys (2.0 metriä). Paksussa jäsohjossa ajettaessa potkurit eivät pyöri vapaassa vedessä, jolloin aluksen eteneminen vaikeutuu. Jäissä ajaminen kerää jäämurskaa ja sohjoa pohjakaivoihin, mikä aiheuttaa koneiden kuumenemista[31]. Pienen konetehon on koettu haittaavan jäissäkulkua[19].

Alus kykenee miinoitustoimintaan myös talviaikaan. Aluksessa on iso katettu miinakansi, joka toimii myös kuljetustilana. Tämä on eduksi kuljetettaessa lastia huonon sään vallitessa. Esimerkiksi olosuhteissa, jossa jäätä kertyy aluksen kansirakenteisiin, saadaan sääolosuhteille herkkä lasti kuljetettua suojassa määränpähän.

5.3 Ohjusvene

Merivoimilla on ohjusveneitä kahta eri luokkaa, mutta rungon materiaalilta, rakenteelta sekä propulsioltaan ne ovat hyvin samankaltaisia, joten samat vaatimukset ja haasteet talviolosuhteissa toimimisessa koskettavat kumpaakin alusluokkaa. Pääaseistuksena ovat meritorjuntaohjukset. Lisäksi aluksella on omasuojajärjestelminä muun muassa 57 millimetrinen laivatykki ja ilmatorjuntaohjukset. Aluksen tärkeimpinä tehtävinä ovat hyökkäyksen torjunta, meriliikenteen suojaaminen sekä alueellisen koskemattomuuden valvonta ja turvaaminen. Tehtävien toteuttamiseksi aluksen tulee siis kyetä toimimaan sekä saaristossa että avomerellä.

Ohjusvene (Hamina-luokka: pituus 51 metriä ja leveys 8,5 metriä) runko on valmistettu 8 millimetriä paksusta merialumiinista ja kansiosat komposiitista. Alus on melko kevytrakenteinen ja pieni syväyksinen (noin 1.7 metriä) ja sen propulsiojärjestelmänä on kaksi vesisuihkuyksikköä. Alus kykenee ajamaan omin konein 10 senttimetriä paksussa kiintojässä enintään 10 solmun nopeudella ja tällaisessakin tapauksessa 5 solmua on suositeltu nopeus. Aluksen vesisuihkuyksiköt eivät kestä jään aiheuttamia iskuja, joten peruutettaessa ohjauskauhoja on käytettävä siten, että osa virtaavasta vedestä rikkoo perän puolella olevan jään[7]. Kääntymisen tulee tapahtua riittävän loivalla kulmalla, ettei aluksen runkoon kohdistu liian suurta painetta[20]. Hinattaessa tulee aluksen omia koneita käyttää ohjailukyvyyn säilyttämiseksi[28]. Hinauksen on myös tapahduttava riittävän pitkällä etäisyydellä hinaajaan, jotta hinaajan potkurivirran irrottamat jäälohkareet eivät vaurioita alusta[20]. Merivesikaivojen tukkeutuminen voi aiheuttaa koneiden kuumenemista tai häiriöitä palopumppujen toiminnassa[28]. Aluksen kevyt rakenne aiheuttaa sen, että toimittaessa jäätävissä olosuhteissa aluksen kannelle roiskeiden tai sateen vuoksi kansirakenteisiin kehittyvä jää vaikuttaa vakavuuteen jo melko pieninä määrinä.

Ohjusveneelle asetettujen tehtävien toteuttaminen talviaikaan vaikeutuu huomattavasti rajoittuneen jäissäkulkukyvyn takia. Aluksen kaikkia järjestelmiä kyetään käyttämään talvella [7]. Hinaamalla alus operaatioalueelle kyetään hyödyntämään sen valvontajärjestelmiä ja tulivoimaa. Ohjusvene operoi talvella niin pitkään kuin jäätilanne mahdollistaa. Tällöin suurimmaksi ongelmaksi on koettu jään kertyminen aluksen rakenteisiin[7].

5.4 Kuljetusalus

Kuljetusalus (Valas-luokka: pituus 30 metriä ja leveys 8 metriä) on suunniteltu toimimaan linnakkeiden yhteysliikenteessä ympäri vuoden. Alus kykenee toimimaan kaikissa Itämeren olosuhteissa[6]. Peräkannella pystytään kuljettamaan suuriakin kuormia kuten kuorma-autoja. Alus kykenee myös toimimaan miinanlaskijana erikseen kiinnitettävien miinakiskojen asentamisen jälkeen. Yksi aluksista on varusteltu toimimaan sukeltajien tukialuksena.

Alus on varustettu yhdellä kiinteälapaisella potkurilla sekä keulaohjauspotkurilla. Aluksen runko on mitoitettu luokan IA ja akselilinja IA Super mukaan[19]. Ajettaessa jäissä on suurin sallittu kiintojään paksuus 60 senttimetriä. Todellisuudessa alus kykenee etenemään hyvin noin 50 senttimetriä paksussa jäässä[6]. Aluksen toiminnan kannalta vaikeimmat olosuhteet ovat paksu jääsohjo sekä kiintojää, jolloin aluksen potkurit eivät yletä vapaaseen veteen, eivätkä siten kykene tuottamaan tarvittavaa työntövoimaa[6].

Kuljetusalus kykenee käyttäjien mukaan täyttämään sille asetetut tehtävät myös talviolosuhteissa. Aluksen vaatima henkilöstömäärä on 5 henkilökuntaan kuuluvaa sekä 8 varusmiestä, tämä tekee aluksen henkilökustannuksilta melko kalliiksi linnakkeiden ympärivuotiseen ja jokapäiväiseen huoltoliikenteeseen. Raskaampiin kuljetuksiin alus soveltuu hyvin. Ankarampiina jäätalvina aluksella pystytään toimimaan, kun kevyempi kelirikon aikana toimiva kuljetuskalusto ei enää kykene liikennöimään. Avonainen miinakansi vaikeuttaa miinojen valmistelua kylmissä ja jäätävissä olosuhteissa.

5.5 Kelirikkovene

Kelirikkovene (Hila-luokka: Pituus 15 metriä, leveys 4 metriä) on suunniteltu toimimaan kelirikon aikana loppusyksystä ja alkukevästä linnakkeiden välisessä henkilöstö- ja täydennyskuljetuksissa sekä tietyin rajoittein hinaustoiminnassa. Alus toimii pääasiassa silloin, kun avovedessä kulkevat alukset eivät enää liikennöi, eikä jääpeite kestä vielä sen päällä liikkumista. Kohtalaisenakin jäätalvena aluksella voidaan liikennöidä läpi talven, jos käytettävät uomat kyetään pitämään auki.

Alus on teräsrunkoinen ja siinä on yksi kiinteälapainen potkuri, jota merivesijäähdytteinen hydraulikka pyörittää pääkoneen tuottamalla teholla. Hydraulikkamoottorilla pyörivä

potkurijärjestelmä on suunniteltu siten, että se sietäisi paremmin jään ja jäälohkareiden aiheuttamia lyhyitä kuormitustiloja kuin perinteinen järjestelmä, jossa moottorin teho siirtyy suoraan vaihteiston ja akselin kautta potkurille. Käytännössä koneen ja hydraulikkajärjestelmän jäähdytysveden saanti häiriintyy helposti. Ajettaessa sohjossa merivesikaivot tukkeutuvat, jolloin järjestelmien lämmöt nousevat helposti liian korkeiksi.

Jäissäkulku kelirikkoaluksella on luokitusasiakirjojen mukaan sallittu ilman rajoituksia konetehon muodostamissa rajoissa. Aluksella kyetään ajamaan yli 20 senttimetrin paksuisessa kiintojäissä. Jos jään paksuus ylittää 25 senttimetriä pystytään etenemään syöksyillä, jolloin alus itse hakeutuu heikoimpiin uriin tai halkeamiin[9]. Käyttäjien mukaan alusta on helppo käsitellä ajettaessa jäissä. Alus ei ole saanut runkoonsa vaurioita ajettaessa jäissä runkoon asennettujen sinkkien irtoamista lukuun ottamatta[9].

Alukselle määrätyn henkilöstömäärän ja kuljetuskapasiteetin osalta alus on taloudellisesti edullinen linnakkeiden väliseen kelirikon aikaiseen liikenteeseen. Aluksen koon ja konetehojen luomien rajoitusten puitteissa kelirikkovene kykenee täyttämään sille asetetut tehtävät ja täydentämään linnakkeiden huoltokuljetuksia.

5.6 Miinantorjunta-alus

Merivoimat vastaanottaa vuonna 2010 ensimmäisen kolmesta uudesta miinantorjunta-aluksesta (pituus 52.5 metriä, leveys 9.5 metriä). Aluksen tehtävänä tulee olemaan meriyhteyksien suojaaminen miinantorjunnalla[10]. Aluksen järjestelmiä kyetään käyttämään myös viranomaisyhteistyön tehtävissä. Alus on suunniteltu toimimaan saaristo-, rannikko- sekä avomeriolosuhteissa ympärivuoden[10].

Alus on tarkoitettu liikkumaan miinavaarallisilla vesillä, mistä johtuen rungon rakenne on umpilaminaattinen komposiittirakenne ja se on suunniteltu magneetti- ja ääniherätteiltä mahdollisimman hiljaiseksi. Aluksessa on diesel- ja sähkömoottorijärjestelmä sekä Voith-Schneider –propulsiolaitteet, mikä tekee aluksesta hiljaisen ja helposti käsiteltävän. Aluksessa on miinanetsintäjärjestelmiä niin runkoasenteisena kuin hinattavina sekä omasuoja asejärjestelmä[3].

Kokemuksia aluksen toiminnasta Suomen talviolosuhteista ei vielä ole, mutta niitä saadaan ensimmäisen aluksen saapuessa kotimaahan. Aluksen pienoismallille on kuitenkin tehty

kokeita laboratorio-olosuhteissa. Asetettujen vaatimusten mukaan aluksen tulee kyetä murtamaan 5 senttimetriä paksua tasaista jäätä, kulkemaan hinattuna 5 solmun nopeudella 20 senttimetriä paksuun jäähän syntyneessä uomassa ja omin konein 10 senttimetriä paksuun jäähän syntyneessä uomassa[20]. Pienoismallin jääkokeissa havaittiin muun muassa jäälohkareiden joutuvan propulsiolaitteisiin ja jäävän lapojen väliin pyörimään[4]. Myöskään aluksen järjestelmien toimivuudesta talviolosuhteissa ei ole saatu kokemuksia. Voidaan kuitenkin olettaa, että jäät aiheuttavat rajoituksia erityisesti miinanetsintäjärjestelmien toiminnalle. Aluksen toiminta talviolosuhteissa tulee olemaan rajoitettua niin järjestelmien kuin myös rakenteen osalta.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Vaikka talvi on Itämeren alueella lyhyt, vaikuttaa se alusten toimintaan huomattavasti. Merivoimien aluksissa on jo suunnitteluvaiheessa otettava huomioon talven aiheuttamat vaatimukset kuitenkin merkittävästi heikentämättä aluksen muuta suorituskykyä.

Talvi heikentää merivoimien kykyä toteuttaa sille asetetut tehtävät, koska vain osa aluksista on jäissäkulkukykyistä. Alusten kyky toteuttaa niille asetetut tehtävät vaihtelee luokkakohtaisesti paljon. Jäätalven aikana itsenäiseen toimintaan kykenevät miinalaivat, miinalautat, kuljetusalukset sekä kelirikkoveneet. Ne kykenevät siis suorittamaan asetetut tehtävät ympäri vuoden. Ohjusveneet sekä miinantorjunta-alukset eivät käytännössä kykene itsenäisesti toimimaan jääolosuhteissa, joten niiden kyky toteuttaa tehtävänsä on hyvin rajoitettu.

Talvi ja jäissäkulku aiheuttaa sota-aluksille vaatimuksia, jotka ovat usein ristiriidassa aluksen muiden teknisten vaatimusten kanssa. Tästä johtuen alusten suunnittelussa on otettu huomioon kaikki vaatimukset, joita aluksen tehtävien toteuttaminen edellyttää. Valmiin aluksen kykyyn toimia jääolosuhteissa on jälkikäteen vaikea vaikuttaa, mutta henkilöstön ammattitaidolla ja alustuntemuksella on suuri rooli aluksen tehokkaassa käytössä.

Alusten toimintakykyä kyetään parantamaan huomattavasti tarkkailemalla vallitsevien jääolosuhteiden kehittymistä järjestelmällisesti. Merenkulkulaitoksen jääpalvelu tuottaa lähes reaaliaikaista kuvaa jäätilanteesta sekä ennusteita tilanteen kehittymisestä. Näitä hyödyntämällä kyetään välttämään hankalimmat olosuhteet. Jäissä liikkuvien yksiköiden olisi

myös hyödyllistä raportoida aluksen havaitsema jäätilanne tilannekeskukseen, josta tietoa kyetään jakamaan kaikille merelle lähteville aluksille.

Tätä tutkimusta varten kerättiin jokaisesta alusluokasta yhden aluksen henkilöstön kokemuksia toimimisesta talvella. Suoritetun kyselyn sekä alusten jääkokeiden perusteella saadaan suuntaa-antava kuva alusten toimintakyvystä talviolosuhteissa. Alusten jääkokeet koskevat kuitenkin vain olosuhteita, jotka vallitsevat koepäivien aikana. Tästä johtuen olisi alusluokkien toiminnasta talviolosuhteissa tarpeen kerätä yksityiskohtaisempaa tietoa. Tämä voitaisiin toteuttaa siten, että jokainen alus laatisi aina talven loputtua raportin, millaisissa olosuhteissa alus on toiminut. Raporttiin tulee liittää myös tieto, onko ilmennyt ongelmia ja miten niihin on reagoitu. Raportin käytettävyyttä paransi, jos alukset kirjaisivat jäätilanteet aluksen laivapäiväkirjaan samalla tavalla kuin muutkin sääolosuhteet kirjataan. Ohjeistus tulisi käskeä esimerkiksi sotilasmerenkulkuohjeessa, jolloin käytäntö olisi samanlainen jokaisella aluksella. Tutkielmaa varten toteutetun kyselyn perusteella voidaan todeta, että alusten henkilöstöllä on paljon kokemuseräistä tietoa alusten kyvystä liikkua jäissä, mutta tätä tietoa ei tällä hetkellä hyödynnetä riittävästi. Tiedot alusten toimintakyvystä olisi tarpeen koota, jotta sitä kyetään hyödyntämään tulevien alusten suunnittelussa, määriteltäessä jo olemassa oleville aluksille uusia tehtäviä sekä koulutettaessa alusten henkilöstöä toimimaan talviolosuhteissa.

LÄHTEET

- [1] Arkke Petri, Laivojen lujuus ja rakenteet teoksessa Laivatekniikka, Modernin Laivanrakennuksen käsikirja, 1997, sivu 29–4.
- [2] Design & construction of vessels operating in low temperature environments, 30.–31. 5.2007 London, UK, Sivut 6.
- [3] Enroth Björn, Miinantorjunta-alusten rakennusvaiheen alkaminen, artikkeli, Rannikonpuolustaja 4/2007, <http://www.rannikonpuolustaja.fi/rp407/mito.htm>.
- [4] Forsén Ann-Christen, Model tests in ice with a Minehunter vessel for VTT, Technical research center of Finland, sivu 1–3.
- [5] Granqvist Kristhos, Kysely miinalaiva Pohjanmaan toimintakyvystä talviolosuhteissa.
- [6] Halonen Jukka, kysely Valas-luokan toimintakyvystä talviolosuhteissa.
- [7] Honkaniemi Teemu, Kysely Hamina-luokan toimintakyvystä talviolosuhteissa.
- [8] Ilmatieteenlaitos, tietoja varoituksista, http://www.fmi.fi/saa/varoituk_19.html#.
- [9] Immonen Ari, kysely Hila-luokan toimintakyvystä talviolosuhteissa.
- [10] Italialainen Intermarine S.p.A. merivoimien miinantorjunta-alusten toimittajaksi, artikkeli, Pääesikunta, <http://www.mil.fi/paaesikunta/artikkelit/2552.dsp>.
- [11] Itämeriportaali: Itämeren jääolot, http://www.fimr.fi/fi/tietoa/jaa/fi_FI/jaa/.
- [12] Itämeriportaali: Jäätalven ankaruus, http://www.fimr.fi/fi/tietoa/jaa/fi_FI/jaatalven_ankaruus/.
- [13] Itämeriportaali, Merijään liikkeet, http://www.fimr.fi/fi/tietoa/jaa/fi_FI/merijaan_liikkeet/.
- [14] Itämeriportaali, Millaista jäätä esiintyy Itämerellä? http://www.fimr.fi/fi/tietoa/jaa/fi_FI/millaista_jaata_esiintyy/.
- [15] Juurmaa Kimmo, Jäänmurron erikoisvaatimukset teoksessa Laivatekniikka, Modernin laivanrakennuksen käsikirja, 1997, sivut 15–5, 15–7.
- [16] Juva, Mikko: Analyysi Suomenlahden talvimerenkulun turvallisuudesta FSA-mentelmällä, Teknillinen korkeakoulu, 26.4.2002, sivut 22, 29, 69.
- [17] Jäppinen Turkka, Laivatekniikka, opetusmoniste, 2008
- [18] Kujala Pentti, Talvimerenkulku, kuljetusvälinetekniikan perusteet -luento, s 3.
- [19] Louhenperä, Helka: Jääluokitus Merivoimien aluksille, Teknillinen korkeakoulu 2006, sivut 9, 10, 26, 35.
- [20] Louhenperä Helka, Katsastusmääräykset merivoimien aluksille, sähköposti.
- [21] Louhenperä Helka, Vakavuusoppi, opetusmoniste, 2008.

- [22] Lopmer Pekka, Sota-alukset teoksessa Laivatekniikka, Modernin laivanrakennuksen käsikirja, 1997, sivut 28–6, 28–7.
- [23] Merimiestaito, Merivoimat, 2000, sivut 289, 375, 377.
- [24] Merisotaohjesääntö (MSO), luonnos, 1993 sivu 12.
- [25] Merivoimien tehtävät, http://www.mil.fi/merivoimat/esikunta/peru_teht_1.dsp
- [26] Miinantorjuntaopas, Merivoimat, 1999, sivu 29.
- [27] Pajala Jukka, Hänninen Saara: Observations on FN MCMV Propulsion in ice, M392 ship model tests in AARC, VTT, Espoo 8.10.2007.
- [28] Patrakka Kari, Ohjv Haminan jääkokeet Saaristomerellä 16.–17.2.1999.
- [29] Rannikkomerenkulku, Merivoimat, 2002, sivu 450.
- [30] Riska Kaj, Miinalaiva Hämeenmaan operointikyky jäissä, Teknillinen korkeakoulu, Arktisen meritekniikan tutkimuskeskus, D-16, 2.8.1993, sivu 10
- [31] Riska Kaj, Tutkimusselostus: Miinalautan jääkokeet, Teknillinen korkeakoulu Arktisen meritekniikan tutkimuskeskus, 1992, sivu 1.
- [32] Silvennoinen Tero, Kysely Pansio-luokan toimintakyvystä talviolosuhteissa.
- [33] Vainio Jouni, sähköposti, jäätalven ankaruus vuosina 1900–2000.
- [34] Yleinen asejärjestelmä opas, Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskus, 2001, sivu 154.

LIITTEET

LIITE 1: Haastattelukysymykset alusten henkilöstölle

HAASTATTELUKYSYMYKSET ALUSTEN HENKILÖSTÖLLE

Merivoimien alusten toimintakyky talviolosuhteissa

Mikä alusluokka on kyseessä?

Olosuhteet:

Edellyttääkö alukselle asetetut tehtävät toimintaa jääolosuhteissa? Jos edellyttää, niin minkälaisissa?

Millaisissa jääoloissa aluksella on toimittu?
(jääolosuhteet, avomerellä vai saaristossa)

Minkälaisiin jääolosuhteisiin alus soveltuu?
(jääolosuhteet, avomeri, saaristo)

Kykeneekö alus käyttämään kaikkia järjestelmiään jääolosuhteissa?
Jos ei, niin mitä järjestelmiä ei kyetä käyttämään ja mitkä ovat syyt tähän?

Aluksen ohjailu:

Miten alus etenee:

1. Kiintojäässä?
2. Avatussa uomassa?
3. Jäätäneessä uomassa?

Kykeneekö alus peruuttamaan jäissä?

Miten eri jäätilanteet vaikuttavat aluksen ohjailuun?

Kestääkö alus syöksyjä?

Soveltuvatko aluksen propulsio- ja ohjausjärjestelmät jäissäkulkuun?

Riittääkö koneiden teho jäissäkulkuun?

Ongelmat ja vauriot:

Minkälaiset talviolosuhteet aiheuttavat aluksen toiminnalle eniten ongelmia?

Minkälaisia ongelmia on syntynyt ajettaessa jäissä?

Minkälaisia vaurioita on syntynyt ajettaessa jäissä?

Minkälaisessa tilanteessa vaurioita on syntynyt? (Mitä aluksella on yritetty tehdä kun vaurio on syntynyt?)

Minkälaisissa olosuhteissa vaurioita on syntynyt?

Minkälaisia toimenpiteitä vauriot ovat aiheuttaneet?

Lopuksi:

Minkälaisia erityispiirteitä tai -huomioita kyseisellä alusluokalla on talvimerenkulun ja jäissä toimimisen suhteen?

