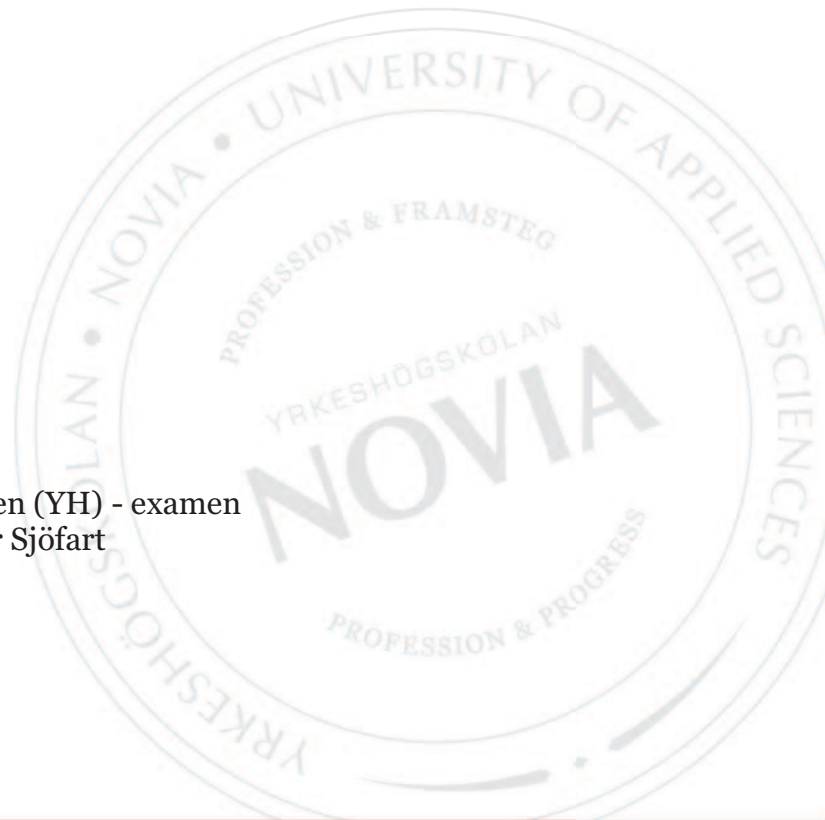


Jäätä näkyvissä!

Suomalaisten jäänmurtaajien historia ja tulevaisuus

Tuomas Halkola

Examensarbete för Sjökapten (YH) - examen
Utbildningsprogrammet för Sjöfart
Åbo 2015



OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Tuomas Halkola

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Utbildningsprogrammet för sjöfart, Turku

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Sjökapten YH

Ohjaaja: Ahti Hyppönen

Nimike: *Jäätä näkyvissä!* Suomalaisten jäänmurtaajien historia ja tulevaisuus.

Päivämäärä 15.6.2015

Sivumäärä 54

Liitteet -

Tiivistelmä

Suomen pitkän rantaviivan vuoksi maata yleisesti kutsutaan kauppasuhteiden osalta saareksi. Aikoinaan Suomen merenkulku pysähtyi talvikuukausien ajaksi. Jäitä sahattiin, jotta purjehduskausi pidentyisi. Laivojen talviliikenne mahdollistui vasta jäänmurtaajien alettua pitää väyliä auki.

Tämä opinnäytetyön aiheena on Suomen jäänmurtaajien kehitys. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä tiivis, asiapitoinen ja yhtenäinen katsaus kotimaisen jäänmurron vaiheisiin eri aikakausina sekä tarkastella jäänmurtaajakaluston teknistä kehitystä. Lisäksi tarkoituksena oli tutkia ilmiöitä, jotka ovat vaikuttaneet jäänmurtaajien kehitykseen ja pohtia tulevaisuuden jäänmurtaajien ominaisuuksia. Menetelmänä käytettiin laadullista aineiston analyysiä.

Tutkimusmateriaalia jäänmurrosta oli runsaasti saatavilla. Tämä opinnäytetyö tiivistää laajasta aineistosta teoksen henkilöille, jotka ovat kiinnostuneita suomalaisen jäänmurron kehityksestä ja tulevaisuudesta. Työn tulokset osoittavat murtaajien jatkuvan asteittaisen kehityksen ja selventävät olosuhteita, jotka tätä muutosta aiheuttaa.

Kieli: Suomi

Avainsanat: jäänmurto, jäänmurtaaja, talvimerenkulku

Arkistoidaan: ammattikorkeakoulujen verkkokirjastossa Theseus.fi

EXAMENSARBETE

Författare: Tuomas Halkola

Utbildningsprogram och ort: Utbildningsprogrammet för sjöfart, Åbo

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Sjökapten YH

Handledare: Ahti Hyppönen

Titel: *Is i sikte!* Historia och framtiden av finska isbrytarna

Datum 15.6.2015

Sidantal 54

Bilagor -

Abstrakt

Det är vanlig att jämföra Finland med en ö i internationell handel. Det är därför att största delen av export och import sker via sjön. Tidigare avstannade hela sjöfacken i vintertid. Man försökte förlänga seglingssäsongen bland annat med is-sågar. Det blev möjligt att segla hela året först när isbrytarna höll farlederna öppna.

Det här examensarbetet behandlar utvecklingen av de finska isbrytarna. Målsättning var studera hur och varför finska isbrytarna utvecklades med fokus på de tekniska lösningarna. Ytterligare var det meningen att finna faktorer som påverkar isbrytarna i framtiden. Kvalitativt dokument analys är den använda metoden i det här forskningsarbetet.

Material för examensarbetet var lätt att finna och det fanns mycket av det. Så det här jobbet sammanfattar också materialet till alla som är intresserade av finska isbrytare. Resultaten visar hur isbrytarna har utvecklats och hur de kan utvecklas i framtiden.

Språk: Finska

Nyckelord: isbrytare, sjöfart

Förvaras: webbiblioteket Theseus.fi

BACHELOR'S THESIS

Author: Tuomas Halkola

Degree Programme: Degree Programme in Maritime Studies, Turku

Specilization: Bachelor of Maritime Technology

Supervisor: Ahti Hyppönen

Title: *Ice Ahoy!* The History and Future of Finnish Icebreakers.

Date: 15.6.2015

Number of pages 54

Appendices -

Summary

Finland is described as an island when talking about foreign trade. That is because most of the trade is done via sea. In the old times winter intercepted seafaring for months. The coast of Finland was frozen and ice was sawn manually just to help ships move and prolong the sailing season. Icebreakers made seafaring possible throughout the year.

This thesis is about the development of the Finnish icebreakers. The purpose is to summarize and analyze the phases of Finnish ice breaking vessels. This study was made to understand the reasons for improvement in these ships and to prognosticate the future features of icebreakers. The focus of the thesis is especially in the technical advancements. The method used was qualitative document analysis.

Base material for the study was easily found, plenty in numbers and good in quality. The study also summarizes information about Finnish icebreakers for all who have interest in the subject. Results of this thesis points out the continuous straightforward development of icebreakers and enlightens circumstances that force icebreakers to evolve. Furthermore thesis discusses qualities of the future of Finnish icebreakers.

Language: Finnish

Key words: icebreaker, icebreaking, seafaring

Filed at: internet library Theseus.fi

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Suomen jäänmurtajien kehityshistoria	2
2.1	Aika ennen jäänmurtajia	3
2.2	Höyrymurtajat.....	4
2.2.1	Suomelle päätetään tilata jäänmurtaja	5
2.2.2	Murtaja	6
2.2.3	Sampo	7
2.2.4	Avance, Tarmo ja Mercator	9
2.2.5	Väinämöinen ja Ilmarinen	11
2.2.6	Voima	13
2.2.7	Jääkarhu	15
2.2.8	Suursaari ja kunnalliset jäänmurtajat.....	16
2.3	Dieselsähköiset jäänmurtajat	17
2.3.1	Sisu	18
2.3.2	Voima	19
2.3.3	Karhu-luokka	21
2.3.4	Tarmo, Varma ja Apu.....	22
2.3.5	Urho ja Sisu	23
2.3.6	Otso ja Kontio.....	24
2.4	Monitoimimurtajat.....	25
2.4.1	Tekninen innovaatio nimeltä Azipod	25
2.4.2	Fennica, Nordica & Botnica	27
2.4.3	Monitoimimurtajien haasteet.....	28
3	Suomalaisten jäänmurtajien tulevaisuus	29
3.1	Ulkomaiden jäänmurtajien tekniikkaa.....	30

3.1.1	Ydinkäyttöinen jäänmurtaja	30
3.1.2	Epäsymmetrinen jäänmurtaja	32
3.2	Jäänmurron tarpeen vähentyminen	32
3.2.1	Kaksitoimiset alukset.....	32
3.2.2	Ilmaston lämpiäminen	33
3.2.3	Valtioiden välinen yhteistyö	34
3.3	Jäänmurtaajien tekniikan kehittymisen teoriaa	36
3.4	Teknologian ennustamisen teoriaa	36
3.5	Tulevaisuuden jäänmurtaajat Suomessa.....	38
3.5.1	Yleinen laivojen tulevaisuus.....	39
3.5.2	Rakenteilla oleva jäänmurtaaja	40
3.5.3	Suomen tulevien jäänmurtaajien ominaisuuksia	40
4	Yhteenveto ja päätelmät	43
	Lähteet	46

1 Johdanto

Suomen pitkän rantaviivan vuoksi maata yleisesti kutsutaan kauppasuhteiden osalta saareksi. Toisin sanoen meri on pääväylä tuoda ja viedä tavaraa. Lisäksi matkustajat pääsevät meritse liikkumaan vapaasti vuodenajasta riippumatta. Tämän päivän massiiviset liikennevirrat ympäri vuoden ovat itsestäänselvyys, jota harvemmin pysähdytään pohtimaan. On kuitenkin vaadittu valtavaa sinnikkyyttä ja kekseliäisyyttä, että olemme päässeet tällaiseen tilanteeseen. Ihmiset ovat tehneet kaikkensa voittaakseen kylmät olosuhteet, jotka ovat rajoittaneet Suomen hyvinvointia ja kilpailukykyä. Paljon yrityksiä ja erehdyksiä on tullut teknisten läpimurtojen ohella.

Jäänmurron historia on todella lyhyt, mikäli sitä verrataan koko merenkulun historiaan. Kuitenkin tänä aikana tekniikan kehitys on ollut huimaa ja pieni maamme on ollut jäänmurron kärkimaita. Tämä on tapahtunut olosuhteiden pakosta, sillä Itämeren jää on eristänyt Suomen muusta Euroopasta talvisin. Ainoa vaihtoehto olisi ollut siis turvautua kylminä kuukausina pelkästään maayhteyksiin Ruotsiin ja etenkin Venäjään, ja kaupankäynnin kannalta tämä oli mahdotonta.

Opinnäytetyöni tavoitteena on tiivistää Suomen talvimerenkulun kehitysvaiheet etenkin jäänmurtajien osalta, tarkastella teknisiä innovaatioita taistelussa luonnonvoimia vastaan ja pohtia kotimaisen jäänmurtotekniikan tulevaisuutta. Rajauksena on tutkia jäänmurtoa Suomen näkökulmasta, toki valaisten muidenkin maiden vaikutusta jäänmurron kehitykseen. Lisäksi koin tärkeäksi ymmärtää niitä vaikuttimia, jotka ovat vaikuttaneet ja vaikuttavat nykypäivänä jäänmurron kehitykseen. Ansiokkaita merenkulun historiikkeja, joissa on käsitelty myös talvimerenkulkua, on tehty runsaasti. Kuitenkaan yhdessäkään ammattikorkeakoulun opinnäytetyössä ei ole peilattu jäänmurtajien tulevaisuutta historian valossa.

Aihe valikoitui opinnäytetyöksi kiinnostavuutensa vuoksi, sillä tuntuu uskomattomalta, että pieni kansa Itämeren perukoilla voisi olla merkittävä tuotekehittelijä ja jäänmurron edelläkävijä. Oli tutkimisen arvoista selvittää, kuinka suomalaiset jäänmurtajat ovat kehittyneet nykymuotoonsa ja mihin suuntaan kehitys on mahdollisesti menossa. Työssä käsitellään keskeisimmät alustyyppit ja tekniset ratkaisut.

Jäänmurtajien konetehot on osin ilmoitettu lähdetietojen takia indikoituina hevosvoimina. Kuten Laurell (1992, s.344) kirjoittaa, kyseisestä tehoarvosta ei ole vähennetty sitä tehoa,

joka kuluu kitkaan, pumppuihin ja muihin apulaitteisiin. Aluksien voimasuhteet tulivat kuitenkin ilmi tätäkin arvoa käyttämällä, eikä työn tavoitteena muutenkaan ollut tarkastella alusten absoluuttisia tehoarvoja.

Opinnäytetyön vanhimman lähdetekoksen, *Jääsaarron murtajat*, kirjoittaja Henrik Ramsay käyttää jäänmurtajista vanhaa termiä *jäänsärkijä*, jonka olen kuitenkin työn yhtenäisen ilmeen vuoksi säännönmukaisesti muuttanut uudempaan muotoonsa referoidessani hänen tekstiään.

Haluan lainata suoraan muutaman virkkeen verran tekniikan tohtoria Kari Leppälää (2012, s.322-323), joka on kiteyttänyt hienosti myyttisen kansallistunteen, joka jäänmurtajista puhuttaessa helposti huokuu. *Jäänmurtajat ovat Suomessa ja muutamassa muussa arktiselle alueelle rajoittuvassa maassa omaleimainen ja ainutlaatuinen tuote. Meille ne ovat voiman ja teknologian monumentteja, joita mielellään esitellään ulkomaisille vieraille. Ehkä vielä suurempi symboliarvo niillä on meille itsellemme. Ne osoittavat, kuinka ankeat olosuhteet voidaan voittaa kovalla työllä, ja ennen kaikkea tiedon ase-in ja järjen voimalla. Näihin laivoihin siis liitetään tunteita ehkä enemmän kuin mihinkään muuhun teollisuuden tuotteeseen, kenties teknologiayhtiö Nokian puhelimia lukuun ottamatta.*

Olemme kokeneet muutaman lauhan talven peräkkäin ja jäänmurtajien merkitystä helposti aletaan tällaisena aikana vähätellä. Työssä tarkastellaan myös ilmaston vaikutuksia jäänmurron tulevaisuuteen. Historiaa tutkimalla huomataan, että lämpimien talvien jälkeen talvimerenkulkuun panostamista on arvosteltu ennenkin. Lainaan toistakin kirjailijaa eri aikakaudelta, jotta jäänmurtajien arvostus läpi Suomen historian tulisi ilmi. Seuraavat virkkeet sisältävät ajatuksen Suomen sotien jälkeiseltä ajalta ja niiden sisältö pitää paikkansa edelleen. *On yhdentekevää ovatpa talvet leutoja vai ankaria, sillä aina jää on reunustanut Suomen rannikon. Talvimerenkulku on ollut ja tulee olemaan riippuvainen laivojen taistelusta jäitä vastaan.* (Ramsay 1949,s.24.)

.

2 Suomen jäänmurtajien kehityshistoria

Seuraavaksi tarkastelin talvimerenkulun historiaa. Suomen ensimmäinen jäänmurtaja *Murtaja* aloitti talviliikenteen avustamisen vuonna 1890 (Kaukiainen 2008, s.317). Reilun 120

vuoden aikana tekniikan kehitys on ollut valtavaa ja päätin historian tarkastelun nykyi-
kaan ja tämän hetken uusimpiin kotimaisiin jäänmurtajiin.

2.1 Aika ennen jäänmurtajia

Aikoinaan Suomen merenkulku pysähtyi talvikuukausien ajaksi. Ramsayn (1949, s.31) mukaan jäänmurtajia edeltävänä aikana ” *talvi hallitsi taloutta, yhdysliikennettä ja ihmis-
mieliä*”. Tästä lausahduksesta huomaamme kuinka suuri merkitys meren jäätymisellä on
ollut. Elämää rytmitti kiivas avovesiajan kauppa ulkomaisten kanssa ja jokasyksyinen hyö-
dykkeiden ja elintarvikkeiden varastointi talven varalle. Edelleen Ramsay (1949, s.31) kir-
joittaa, että mikäli jäätalvi pitkittyi edes muutamalla viikolla, alkoi erinäiset kotitaloustava-
rat loppua.

Elintaso kohosi ja teollisuus kasvoi 1800-luvun puolivälistä lähtien. Tämä vahvisti yksi-
tyisten kansalaisten ajatuksia luoda Suomelle ympärivuotiset kauppayhteydet. Teollisuu-
den kehittymisen vuoksi kaivattiin mahdollisuutta vientituotteiden, tärkeimpinä paperi ja
voi, keskeytymättömään kuljetukseen. Ehdotettiin talvisataman perustamista syrjäiseen
Hankoon, koska se oli sijaintinsa vuoksi edullinen paikka. Tuolloin 1860-luvulla talvime-
renkulku oli niin haastavaa, että kriittisimmät arvostelijat pitivät ajatusta ikuisesti tuhoon
tuomittuna, unohtaen tekniikan kehittyvän jatkuvasti. (Pohjanpalo 1978, s.82-84.)

Oli myös muita tekijöitä kuin laivatekniikka, joilla edistettiin laivojen kulkua jäissä. 1880-
luvulla ja vielä 1890-luvun alussa jääsahat työskentelivät ahkerasti. Lohkare lohkarlelta
sahattiin irti ja painettiin venehaoilla jäänreunan alle, jotta vesiuoma tulisi kulkuvapaaksi.
Tämä tekniikka vaati paljon väkeä ja kylmissä sekä tuulisissa olosuhteissa työ eteni hitaas-
ti. Yhtäkaikki, tämä tulos merkitsi laivaliikenteen edistymistä. Alukset saatiin pikkuhiljaa
satamiin purkamaan kaukaisista maista tuomansa lastit, ja niitä tervehdittiin riemuiten.
(Ramsay 1949, s.133.)

2.2 Höyrymurtajat

Höyryvoima valjastettiin laivojen käyttöön 1800-luvulla, kun keksijä Fultonin alus nimeltä *Clermont* teki Hudson-joella huomiota herättäneen matkansa konevoimalla vuonna 1807. Maailman ensimmäinen varsinaisesti jäänmurtamiseen valmistettu alus oli vuonna 1837 Philadelphiassa rakennettu *CityIce-Boat N:o 1*, joka oli 53m pitkä, 17,5m leveä siipisuojiensa kohdalta ja sen konevoima arvioitiin yli 1000 hevosvoimaksi. Euroopan ensimmäinen jäänmurtaja oli venäläisen *Britnevin* vuonna 1864 rakennuttama höyrypursi *Pilote*. Todelinen sysäys kehitykseen tapahtui, kun saksalainen *Ferdinand Steinhaus* kehitti uudentyypin, pulleamuotoisen ja ketterän aluksen jäänmurtamiseen. Eurooppalaisen jäänmurtajatyypin kantaisä *Eisbrecher I* valmistui vuoden 1871 lopulla. (Laurell 1992, s.23; Ramsay 1949, s.50,61.)

Syrjäisessä Suomessa kehitys tapahtui verkkaisemmin. Suomen ensimmäinen höyrylaiva, laotalotkien sisävesihinaaja *Ilmarinen*, rakennettiin vuonna 1833 Puhoksella, mutta kone ja höyrykattila hankittiin siihen Pietarista. Neljä vuotta myöhemmin aloittivat laivayhtiön *Åbo Ångfartygs Bolaget* alukset *Furst Menschikoff* ja *Storfursten* säännöllisen liikenteen Tukholmasta Turun, Helsingin ja Tallinnan kautta Pietariin ja takaisin. (Kaukiainen 2008, s.238.)

Höyrylaivoihin luotettiin ainoastaan, mikäli niissä oli purjeet. Koneviat olivat tavanomainen syy peruuttaa laivavuoroja. Vuonna 1873 tehtiin muutos merilakiin, jonka mukaan höyrylaivassa ei enää tarvittu apupurjeita tai purjelaivan takilaa. Pikkuhiljaa vuorojen peruutukset konevikojen vuoksi vähenivät ja luottamus höyrylaivoihin kasvoi. (Riimala 1983, s.31.)

Kesäinen liikenne Pietariin ja Tukholmaan sekä pitkin Suomen rannikkoa muodostui suhteellisen nopeaksi ja melko säännölliseksi. Kuitenkin talvisaarto oli yhtä vakava kuin ennenkin. Jäiden uhka oli ensimmäisille höyrylaivoille yhtä pelottava kuin purjealuksillekin, joten niiden purjehduskaudet olivat yhtä lyhyet. Rungoista ja koneista puuttuivat lujuus sekä voima, joita tarvittiin jääajoon. (Ramsay 1949, s.51.)

Vääjäämättä tekniikka kehittyi, hevosvoimia lisättiin aluksien koneisiin ja höyrykoneet paranivat. John Ericssonin keksintö siipirattaiden korvaamisella potkurilla oli suuri edistysaskel. Rautaa alettiin käyttää rungoissa 1840-luvulla ja teräs otettiin käyttöön pohjois-

maisessa laivanrakennuksessa noin vuonna 1860. Näytti vähitellen siltä, että olisi mahdollista kuljettaa aluksia jäiden läpi ainakin myöhäissyksyllä ja keväällä. (Ramsay 1949, s.51.)

2.2.1 Suomelle päätetään tilata jäänmurtaja

Talviliikenne herätti siis voimakasta keskustelua. Monien kyselyiden ja kokousten lopputulos oli, että Suomelle päätettiin hankkia ensimmäinen jäänmurtaja vuonna 1889. Ennen kuin Suomen suuriruhtinaskunta tilasi ensimmäisen oman jäänmurtajan, kutsuttiin pohjo-lan voimakkain murtaja tanskalainen *Det Forenden Bryderen* avaamaan meriliikenne Han-koon. Tämä testiajo tulkittiin huomattavista vaikeuksista huolimatta onnistuneeksi ja jään-murron puolestapuhujat olivat riemuissaan. Vaikka erilaisissa olosuhteissa sama testiajo olisi voitu nähdä negatiivisessakin valossa, oli vallalla edistyksen halu. (Pohjanpalo 1978, s.118-120, Ramsay 1949, s.145.)

Talvimerenkulkuun sisältyi 1800-luvun lopulla voimakkaita tunteita, mikäli havainnoi ai-kalaisten kirjoittelua. Hyvänä esimerkkinä tästä Ramsay (1949, s.142) kirjoittaa tuolloisen toimittaja *Karl August Tavaststjernan*, joka oli vastassa Tanskalaista murtajaa ja sen saat-tamaa rahtilaivaa 20.4.1889, mietelmän sanasta sanaan: ”*Ehjä isänmaallinen ja toivorikas tunnelma sai meidät valtaansa. Tämä uudenaikaisen mekaniikan kamppailu jäiden kanssa merkitsi maallemme ehkä enemmän kuin mikään tähänastinen taistelu sen valkoisilla han-gilla. Tuolta lähestyi meitä vapautus köyhyyden ja pakkasen kahleista, kahden mustan lai-vanrunгон hahmossa. Me juhlimme ihmisneron voittoa ennakkoluuloista ja Suomen sitke-ästä, jäisestä luonnosta.*” Tästä voi tulkita toimittajan rinnastaneen ennakkoluulot yhtä vaikeasti voitettaviksi kuin luonnonvoimat ja arvottaneen tapahtuman todella tärkeäksi Suomen historiassa.

Tuohon aikaan oli jo kolmessa skandinaavisessa kaupungissa eli Kristianiassa (Oslo), Gö-teborgissa sekä Kööpenhaminassa jäänmurtajat. Vastaavat jäänmurtajien aloitusvuodet olivat: 1878, 1883 ja 1884. Tästä huomaamme, että Suomi tuli talvimerenkulussa paljon jäljessä. Olosuhteet olivat kuitenkin erilaiset noissa eteläisemmissä kaupungeissa ja tek-niikka uutta. Ulkomaiden talvimerenkulun asiantuntijat eivät uskaltaneet voimakkaasti ottaa kantaa jäänmurron mahdollisuuksiin pohjoisessa Suomessa, mutta arvelivat sen on-nistuvan, mikäli talvi ei kiristyisi tavanomaista enempää. (Ramsay 1949, s.136.)

2.2.2 Murtaja

Bryderenin vierailun jälkeen huhtikuussa 1889 Suomen senaatti lähetti tarjouspyynnön usealle eri telakalle, joista neljä ulkomaista toimijaa lähetti tarjouksen. Tarjouspyyntö sisälsi toivomuksia ulkomitoista sekä suoritustehosta, ja komitean pohdinnan jälkeen Suomi tilasi tarjousten perusteella aluksen Bergsundin konepajalta Tukholmasta. Kokonais kustannuksien laskettiin nousevan noin 690 000 markkaan, joka olisi nykyrahassa suurin piirtein 3 650 000 euroa. (Laurell 1992, s.29; Tilastokeskus 2012.)

23.12.1889 tämä siihenastisen Suomen kallein laiva kastettiin *Murtajaksi* ja se herätti huomiota koko Pohjolassa. Tasakölillä aluksen syväys oli 5.5 m, pituus 47.6 m, leveys vesilinjassa 11.0 m ja uppouma 930 tonnia. Pääkoneena oli kaksisylinterinen compound-höyrykone, joka tuotti 1600 indikoitua hevosvoimaa. Höyrykattiloita oli neljä. Potkuri oli nelilapainen, jonka jokainen valurautalapa oli erikseen kiinnitetty keskiöön. Keulan muotoilu oli tehty saksalaisen Steinhausin oppien mukaan lusikkamaiseksi ja sen kulma veteen nähden oli 33 astetta, mikä sai sen ajan skeptikot epäilemään aluksen merikelpoisuutta. Alus oli rakennettu kaikin puolin lujaksi. (Laurell 1992, s.29-30.)

Murtajan koeajo suoritettiin maaliskuussa 1890 ja se sujui erinomaisesti. Vauhti nostettiin runsaaseen 12 solmuun ja koneistot toimivat hyvin. Laiva läpäisi testin toisensa jälkeen. Oli ainoastaan yksi vakava ongelma: alus ui yhden jalan ja neljä tuumaa liian syvässä, joten se ei täydessä hiililastissa voisi käyttää sille suunniteltuja muotoja jäänmurtoon. Tekniseltä näkökannalta alusta ei olisi tullut ottaa vastaan lainkaan, koska se ei täyttänyt tilauskriteerejä. Tarkastajien oli tehtävä vaikea ratkaisu. Alus oli muutoin täyttänyt kaikki vaatimukset ja valmistaja lupasi tehdä parhaansa aluksen keventämiseksi. Katsottiin, että koko vastuu ei ole rakentajalla, koska vaatimuksena oli niin vahva rakenne. Lisäksi Suomi tarvitsi ja odotti laivaansa, joten olisi ollut pettymys jäädä ilman sitä ja talvimerenkulun edistys saattaisi taantua. Harkinnan jälkeen laiva päätettiin ottaa vastaan. Helsinkiin *Murtaja* saapui 2.4.1890 ja ihastutti kansalaisia etenkin sähkövalaistuksellaan sekä valonheittäjillään. (Ramsay 1949, s.150-153.)

Jäänmurtotekniikka oli kehityksensä alkutaipaleella eikä kokemusta työstä vaihtelevissa olosuhteissa ollut. Suurimpia vaikeuksia *Murtajalle* aiheutti lumentäyteiset uomat, sohjo ja irtonainen ajojää, koska sen leveä keula kasasi irtonaisen aineksen eteensä muuriksi. Aluksen päällikön *Gustaf Wilhelm Reinin* oli useasti käytettävä erilaisia niin sanottuja vanhoja

keinoja aluksen irrottamiseksi jäistä: sahaamista, hakkaamista, jään räjäyttämistä, jääankkuria ja niin edelleen. (Ramsay 1949, s.160.)

Vuonna 1893 oli kova talvi ja jää peitti koko Itämeren. Hangon liikenne oli poikki 68 vuorokautta. Vaikka liikenne oli pysähtynyt myös muun muassa Lyypekissä ja Kööpenhaminassa, petyttiin *Murtajaan*. Odotukset olivat olleet epärealistisen korkeat. Vaikka *Murtaja* edusti eurooppalaisen jäänmurtajatyypin kohokohtaa, oli sen heikkoutena suuri paino ja massiivisen leveä rinnus. Varsinkin kun uusi ruotsalainen ”svensksund-tyyppi” näytti pärjäävän leikkaavan keulansa ja hyvän tehosuhteensa vuoksi paremmin, joutui *Murtaja* näyttämään aikaisin vanhentuneelta. Ruotsalaisen mallin oli suunnitellut ylitirehtööri *G.W.Svensson*, ja se johti kehitystä hetkisen eteenpäin. (Ramsay 1949, s.160-169.)

Kuitenkin Suomen ensimmäisen jäänmurtajan työ oli muutamassa vuodessa vaikuttanut tavaravaihtoon länteen huomattavan positiivisesti. Ulkomaan vienti oli turvattu, se kasvoi ja keskittyi Hangon talvisatamaan, joten talven 1893 vaikeudet eivät nujertaneet kehityshaluja. Päinvastoin haluttiin parantaa talviliikennettä edelleen. (Ramsay 1949, s.195-196.)

2.2.3 Sampo

Jälleen erityisen kylmän talven jälkeen asetti senaatti 2.5.1895 talviliikennekomitean antamaan lausunnon muun muassa toisen jäänmurtajan tarpeellisuudesta, sen rakenteesta ja suunnitelmasta turvata talviliikenne ankarien jäätalvien aikana. Komitea sai työnsä päätökseen 14.1.1896. Loppumietinnössä todettiin toisen jäänmurtajan välttämättömyys ja esitettiin, että molempien alusten toiminta tulisi keskittää Hankoon. Tähän oli syynä se, että komitean mielestä maan vienti ei vielä ollut tarpeeksi suurta usean talvisataman avaamiseksi. Mietinnössä mainittiin kuitenkin, että lauhan talven salliessa toinen murtajista voisi lähteä Hangosta avaamaan muita satamia liikenteelle. (Laurell 1992, s.52-53; Pohjanpalo 1978, s.130.)

Jo ennen talviliikennekomitean asettamista, lähetti luotsihallitus kapteeni *Leonard Melánin* tutkimaan Skandinavian jäänmurtajia ja niiden työtä. Lausuntonsa mukaan ruotsalaista svensksund-alustyyppiä oli pidettävä parempana kuin perinteistä eurooppalaista murtajaa. Näytti siis todennäköiseltä, että Suomen toinen jäänmurtaja olisi myös edustanut tätä ruot-

salaista mallia. Niin ei kuitenkaan käynyt, vaan Suomi tilasi jotain täysin erilaista. (Ramsay 1949, s.209-210.)

Yhdysvalloissa oli käytössä uutta tekniikkaa talvilaivoissa. Michiganjärvellä liikennöi 1888 rakennettu jäätä murtava junalautta *St. Ignace*, jossa oli potkurit sekä keulassa, että perässä. Tämän insinööri *Frank E. Kirby*n suunnitteleman aluksen sanottiin etenevän jäissä ennen kuulumattoman hyvin. Niinpä Suomi lähetti asiantuntijoita, muun muassa kapteeni *Melánin*, tutkimaan uutta amerikkalaista murtajatyyppejä ja ottamaan selvää sen etevyydestä. Myös Skandinavian talvilaivojen ja murtajien päälliköt olivat havainneet perä edellä kulkemisen tietyissä tilanteissa tehokkaimmaksi tavaksi edetä. Kuitenkin juuri Amerikassa keksittiin käyttää tätä empiiristä tietoa hyväksi jo laivansuunnittelussa. (Laurell 1992, s.54; Ramsay 1949, s.214.)

Tämä uuden tekniikan toimintaperiaatetta ei vielä täysin ymmärretty, vaikka sen tehokkuus tunnustettiin. Tämä käy ilmi muun muassa arvostetun aikalaisen kapteeni *Melánin* selvityksestä keulapotkurin toiminnasta. Ramsay (1949, s.252) on kirjoittanut *Melánin* sanoneen, että keulapotkurin toimintaa on vaikea selittää, koska se ei ole pelkästään mekaanista, vaan enemmänkin taitoa ja kokemusta vaativaa tekniikkaa. Tämä korostaa eräänlaista mystiikkaa, joka liitettiin yhä tuolloin merenkulkuun ja etenkin jäänmurtoon. Edelleen Ramsay (1949, s.265) kirjoittaa, että vuoden 1900 jälkeen kehitys muodostui teknisemmäksi, romanttisuus karisi pois ja talvimerenkulun edistyminen perustui enemmän faktoihin.

Kaikkien pitkien neuvotteluiden ja selvittelyjen lopputulos oli, että Suomi päätti hylätä vakiintuneen jäänmurtajatyypin kehityskäyrän. Se oli edelläkävijämaa tilatessaan Eurooppaan ensimmäisen amerikkalaistyyppisen jäänmurtajan. Tämä päätös rakentaa alus, joka oli pohjolan voimakkain ja täysin uuden tyyppinen, vei talviliikennettä huomattavasti eteenpäin. (Ramsay 1949, s.226, 228.)

Kesäkuussa 1897 tilattiin Newcastlesta jäänmurtaja 1 270 330 markan hintaan, joka olisi nykyrahassa noin 6,2 miljoonaa euroa. Alukselle annettiin senaattoreiden kansallisromanttisen innon vallassa Kalevalasta tuttu nimi *Sampo* ja se saatiin Suomeen 29.10.1898. Jäänmurtajan mitat olivat: pituus 61.4 m, leveys 13.0 m, ja suurin syväys 5.56 m. Kaikki rakenteet ja materiaalivahvuudet mitoitettiin huomattavasti Lloydin vaatimusten yli. Laiva osoitautui toimintansa alusta alkaen erinomaiseksi täyttäen kaikki siihen asetetut toiveet. Kai-

kilta tahoilta niin Suomesta kuin ulkomailtakin, *Sampo* sai yksimielisesti korkean arvostuksen. Suomen talvimerenkulun jatkuvuus oli turvattu vaikeimmissakin jääolosuhteissa ja tämä sai laivanvarustajat lisäämään tonnistoa. (Laurell 1992, s.59-60; Pohjanpalo 1978, s.133, 136-137; Tilastokeskus 2012.)

2.2.4 Avance, Tarmo ja Mercator

Turun laivanvarustajat uskoivat tulevaisuuteen, vaikka vuoden 1895 talviliikennekomitea olikin pudottanut heidän kaupunkinsa talvisatamien listalta. Koska valtion jäänmurtaajien toiminta keskittyi edelleen Hankoon ja Helsinkiin, perustivat turkulaiset syksyllä 1898 konsuli *Gustaf Lindholmin* johdolla varustamon nimeltä *Isbrytarbolaget Avance*. Sen tehtävänä oli ylläpitää jäänmurtaajaa, joka avustaisi Turun talviliikennettä. Yhtiö tilasi murtaajansa Saksasta ja sen oli piirtänyt tukholmalainen insinööri C. Bagge. Tämä *Avance* oli yksipotkurinen, 1500 indikoitua hevosvoimaa tuottava svensksund-mallinen murtaja. Ulkomitoiltaan se oli *Murtajan* kokoinen: pituus 43,2 m, leveys 10,9 m ja syväys 5,1 m. Se ei siis ollut uutta, juuri ylivoimaiseksi havaittua amerikkalaista mallia, mutta se oli aikaansa edellä eräässä asiassa. *Avancen* miehistön asuinsuojat sijaitsivat perässä eivätkä keulassa, kuten valtion jäänmurtaajissa oli käytäntö aina 1960-luvulle saakka. Alus oli valmis helmikuussa 1899 ja se tuli maksamaan 616 000 markkaa eli nykyrahassa noin 2,9 miljoonaa euroa. Toiminnassa *Avance* havaittiin onnistuneeksi jäänmurtajaksi saariston suojaamilla merialueilla, vaikka se jääahtaumissa toimikin yhtä huonosti kuin vanhempi *Murtaja*. (Laurell 1992, s.68-70; Tilastokeskus 2012.)

Avancen käyttö- ja ylläpitokustannuksista vastasi Turun kaupunki, mutta anomuksen jälkeen myös valtio maksoi osan kustannuksista. Tämä johtui siitä, että kahden talvisataman hyöty katsottiin koko Suomen eduksi. Ensimmäisen maailmansodan jälkeen Suomen jäänmurtaajat joutuivat merenkulkuhallituksen hallintaan ja pidettiin tärkeänä, että ne kaikki olisivat valtion omistuksessa. 26.3.1923 tehdyn sopimuksen mukaan, valtio osti *Avancen* ja se sai uuden nimen *Apu*. Kauppahinta oli 1 280 000 markkaa eli nykyrahassa noin 420 000 euroa. (Pohjanpalo 1978, s.142; Tilastokeskus 2012.)

Ulkomaankaupan kasvaessa ja ympärivuotisen kauppamerenkulun käydessä välttämättömyydeksi, tarvittiin enemmän jäävahvistettua laivatonnistoa ja jäänmurtajia. Suomen ton-

niston kehitys tuli niin sanottua suurta maailmaa perässä, koska se oli vielä maatalousmaa, jonka teollisuustuotanto oli vasta kehittymässä. (Pohjanpalo 1978, s.138-139.)

Keväällä 1902 Suomen luotsilaitoksen ylitirehtööri *Sjöman* esitti senaatille kolmannen valtion jäänmurtajan hankkimista, mutta siihen ei suostuttu. *Sjöman* ei luovuttanut, vaan jatkoi jäänmurtohankkeen ajamista. Toukokuussa 1906 esitykseen olisi jo suostuttu jos vanha *Murtaja* olisi saatu myydyksi. Vaikka ostajaa ei ilmaantunut, senaatti yllättäen päätti uuden jäänmurtajan hankinnasta 4.9.1906. (Laurell 1992, s.72.)

Uuden aluksen haluttiin olevan samantyyppinen mutta suurempi ja voimakkaampi kuin erinomaiseksi osoittautunut *Sampo*. Alus tilattiin Englannista Armstrongin telakalta 15.2.1907 ja sen mitat olivat: pituus 67.1 m, leveys 14.3 m ja suurin syväys 5.7 m. Laivan lopullinen hinta oli 1 631 548,81 markkaa, joka olisi nykyrahassa noin 6,8 miljoonaa euroa. (Laurell 1992, s.72-75; Tilastokeskus 2012.)

Tarmo havaittiin hyväksi pariaksi sisarelleen *Sammolle*. Vaikutti kuitenkin siltä, että uusi alus ei kyennyt menestyksessään ohittamaan vanhempaa murtajaa, vaan *Sampo* vaikutti olevan liikkuvampi ja tehokkaampi. Muutokset, joita uuteen alukseen oli tehty, eivät tuoneet haluttuja parannuksia uuteen jäänmurtajaan. (Ramsay 1949, s.286.)

Ramsay (1949, s.286) kirjoittaa myös, että teoriassa perustellut muutokset *Tarmon* runkoon ja sen keulapotkurin siirto taaksepäin olivat virheitä. Edellä mainittu jatkaa kirjoitustaan tulkitsemalla asian niin, että laivoilla on omituisuutensa ja persoonallisuutensa, jotka vaikuttavat aluksen ominaisuuksiin kaikista laskelmista huolimatta.

Tämä on selvä osoitus siitä, että ”yritys ja erehdys”-tekniikalla tehtävässä tuotekehittelyssä tulee väistämättä odotettua heikompiakin tuloksia. Samalla voi havaita sen asenteen, joka laivanrakennuksessa vallitsi aikana ennen allaskokeita ja suurempaa tietämystä. Vaikuttaa siltä, että merenkulku kiedottiin mystiikkaan, jossa sattumalla ja taidolla oli yhtä suuri merkitys kuin teoriasuunnittelulla.

Tarmo ei siis tuonut mitään edistystä laivatyyppiin, mutta se toimi tarpeellisena ja luotettava lisänä Suomen jäänmurtokalustoon. *Tarmon* aloitettua toimintansa, Suomen talvimerenkulku laajeni kahdessakin merkityksessä. Ensinnäkin liikenne Hankoon sekä Turkuun jatkui keskeytyksettä vuosi toisensa perään ja toiseksi Helsingin, Kotkan, Rauman, Mänty-

luodon ja Vaasan purjehduskaudet pitenivät useilla viikoilla keväisin ja syksyisin. (Pohjanpalo 1978, s.146.)

Valtion jäänmurtajalaivasto haluttiin yhä pitää talvisin keskitettynä Hankoon. Useat kaupungit saivat tyytyä siihen apuun, jota annettiin silloin, kun murtajia ei tarvittu Hangossa. Kauimpana idässä, Viipurissa, ryhdyttiin toimintaan itse. Sinne hankittiin vuonna 1910 Suomen ensimmäinen satamajäänmurtaja *Mercator*, joka tilattiin Hietalahden Laivatelakalta *Hackman & C:o* toimesta. Siinä oli hevosvoimia 370 ja se oli 26.5 m pitkä. Myöhemmin saatujen kokemusten perusteella alus havaittiin erinomaisesti rakennetuksi ja suunnitelluksi. (Pohjanpalo 1978, s.146; Ramsay 1949, s.289.)

Talvimerenkulun merkitys kasvoi jatkuvasti, mutta ensimmäiseen maailmansotaan asti Hanko oli ollut ainut varsinainen talvisatama Suomessa. Maailmansodan aikana olosuhteet muuttuivat, sillä sodan syttyminen elokuussa 1914 sulki useimmat kulkuväylät. Vaikeudet kuuluvat sodankäyntiin, mutta Suomelle merenkulku oli välttämätöntä. Kauppamerenkulku rajoittui Ruotsin ja Suomen Pohjanlahden satamien väliseen liikenteeseen, joka kasvoi ajoittain hyvin vilkkaaksi. Jäänmurtajat pysyivät siviililuonteisina valtion aluksina, kunnes vallankumoukselliset asettivat niihin poliittisia tarkkailijoita syksyllä 1917. Suomi itsenäistyi 6.12.1917. (Pohjanpalo 1978, s.148-149; Ramsay 1949, s.297-298.)

Sotavuodet olivat ankaria ja aluksia upotettiin runsaasti. Yleensä kaikista koettelemuksista seuraa jotain hyvääkin ja niinpä Ramsay (1949, s.303) kirjoittaa, että jäänmurtajien päällystön ja miehistön sotavuosien kovat kokemukset pohjoisissa jäissä koituivat rauhanajan työn eduksi. Edellä mainittu jatkaa (1949, s.303) kirjoittaen, että kaikki jäänmurtajat selvisivät sodasta lukuun ottamatta *Avancea*, joka makasi kauan Venäjällä ja se palautettiin Suomeen vasta vuonna 1922.

2.2.5 Väinämöinen ja Ilmarinen

Jäänmurtajien värikkäitä vaiheita ensimmäisessä maailmansodassa ja vapaussodassa voi tutkia tarkemmin muun muassa teoksesta *Höyrymurtajien aika* (Laurell 1992), jonka tiedot löytyvät tämän opinnäytetyön lähdeluettelosta. Murtajien apu huoltovarmuuden takaamiseksi oli korvaamaton. Vuoden 1918 mullistuksissa päättyi myös kaksi venäläistä murtajaa

Suomen hallintaan, vaikkei kovin pitkäksi aikaa. Nämä alukset vaikuttivat Suomen talvimerenkulun kehitykseen, joten oli aiheellista tarkastella myös niiden historiaa vaikuttavin osin.

Huomion arvoista on, että jäänmurtaja *Väinämöisestä* on käytetty kahta eri kirjoitusasua. Opinnäytetyössä kirjoitusasu muuttuu aina lähde teoksen perusteella mutta kyseessä on siis sama alus. Ja edelleen on huomioitavaa, että laivojen nimiä uusiokäytettäessä tulee sekaannuksen mahdollisuus. Laurell (1992, s.192) kirjoittaa, että panssarilaivat *Väinämöinen* 1932 ja *Ilmarinen* 1933 olivat Suomen ensimmäiset dieselsähköiset alukset. Tällöin Suomi oli jo luovuttanut samannimiset jäänmurtajat hallinnastaan pois, kuten opinnäytetyöstä voi lukea.

Venäläinen jäänmurtaja *Tsar Mihail Feodorovits* oli aikanaan moderni ja pitkälle sähköistetty. Se valmistui vuoden 1913 lopulla. Sen koneiden yhteisteho oli 6 900 indikoitua hevosvoimaa, pituus 75.4 m, leveys 19.2 m ja syväys 5.7 m. Siinä oli koko laivan pituinen kaksoispohja. Kallistustankeilla saatiin kymmenessä minuutissa tehtyä kymmenen asteen kallistus ja myös trimmiä pystyttiin säätämään huomattavasti. Tätä kaikkea pystyttiin tarkkailemaan komentosillan sähköisestä kontrollijärjestelmästä. Sähköllä toimivat myös valaistus, ankkuripeli, vinssit ja kaksi hiilestyskraanaa. Näin oli välttytty höyryputkien vetämiseltä kannelle, ja siten näiden putkien jäätymisriskiltä. Laivassa oli kolme potkuria, kaksi perässä ja yksi keulassa. Venäjän vallankumouksen alettua, laiva joutui bolsevikkien komentoon ja sille annettiin nimi *Volynets*. 29.3.1918 alus kaapattiin itsenäiseen Suomeen ja se nimettiin *Wäinämöiseksi*. Lopulta 20.11.1922 alus luovutettiin Tarton rauhansopimuksen mukaisesti Viron tasavallalle. (Laurell 1992, s.356-357.)

Ramsay (1949, s.306-307) kirjoittaa, että aikana, jonka *Väinämöinen* oli Suomen hallinnassa, sai merihenkilöstö tutustua uusimpiin teknillisiin laitteisiin ja kokemusta laitasäiliöiden käytöstä talvimerenkulussa, kun niiden avulla heilutettiin alus irti ahtojäistä. Eli kaapatun laivan ansiosta pääsi Suomi testaamaan uutta tekniikkaa omassa käytössään. Tämän voi huomata osaltaan vaikuttaneen Suomen seuraavien jäänmurtajien ominaisuuksiin.

Toinen kaapattu jäänmurtaja oli pieni, noin *Avancen* kokoinen, *Silatj*, joka otettiin *Ilmarinen* nimisenä Suomen käyttöön. Alus takavarikoitiin 4.5.1918, kun se oli salaa tullut noustamaan punakaartilaisia. *Silatj* oli rakennettu Pietarissa 1910 ja sen päämitat olivat: pituus 47.0 m, leveys 10.1 m ja konetehoa sillä oli tuhat indikoitua hevosvoimaa. Alus luovutet-

tiin Neuvostoliitoksi muuttuneelle Venäjälle yhden talven käytön jälkeen. (Laurell 1992, s.118, 131-132.)

2.2.6 Voima

Suomen talviliikennepolitiikassa tapahtui merkittävä käänne rauhan palattua, sillä Venäjän markkinat olivat tukossa. Suomen oli hankittava tuotteilleen korvaavat markkinat muualta, Länsi-Euroopasta ja valtameren takaisista maista. Lisäksi tuotteiden vastaanottajat eivät enää varastoineet suuria määriä, vaan pienempien kuljetuserien odotettiin tulevan kysynnän mukaan. (Laurell 1992, s.119.)

Kasvava vienti vilkastutti liikennettä. Varsinaisia talvikuntoisia laivoja oli vähän. Ulkomaista, heikkoa tonnistoa oli käytettävä runsaasti ja oli selvää, että jäänmurtaajien määrää oli lisättävä. Tieto Tarton rauhansopimukseen sisältyvästä *Wäinämöisen* luovutuksesta merkitsi vakavaa puutetta talvimerenkulussa, sillä sen jälkeen Suomella olisi vain vanhoja murtajia käytössään. Vähintään yksi jäänmurtaja olisi saatava luovutetun tilalle. (Laurell 1992, 133; Ramsay 1949, s.308-309.)

Odottamaton lisäys Suomen jäänmurtaajakantaan tuli, kun toiminimi *John Nurminen & Co* tarjosi puolivalmista murtajaansa valtiolle. Tämän murtajan rungon, johon oli asennettu kattilat, oli suunnitellut suomalainen laivanrakentaja *K. Albin Johansson*. Se oli tarkoitettu Venäjän laivastolle mutta sota oli sekoittanut suunnitelmat, ja erinäisten vaiheiden jälkeen *John Nurminen & Co* oli ostanut tämän *Hansan* helmikuussa 1920. Aluksi valtio ei kuitenkaan ollut halukas ostamaan epämääräistä puolivalmista murtajaa, vaikka *Nurminen* oli suostuvainen ottamaan vanhan *Murtajan* osana kauppahintaa. Valtion rahavarat olivat niukat mutta lopulta monien perusteluiden jälkeen päätös *Hansan* ostamisesta tehtiin ja Hietalahden telakka rakensi murtajan valmiiksi vuosina 1923-24. (Laurell 1992, s.133-135.)

Laivan runkoon tehtiin mittavia muutoksia, kuten keulapotkurin lisäys, aiempien kokemusten perusteella. Alukselle annettiin nimeksi *Voima* 15.12.1923 ja valtio maksoi valmiista aluksesta poikkeuksellisen alhaisen hinnan, alle 13 miljoonaa markkaa eli nykyrahassa reilu neljä miljoonaa euroa. Sen jäissäliikkumista ja ohjauskykyä parannettiin ensimmäisenä amerikkalaistyyppisenä murtajana painottamalla runko perälleen. Normaalissa trimmis-

sä keulan syväys oli 4.4 m ja perän 5.1 m, mutta pahoja jääahtaumia varten perä oli vesitankeilla trimmattavissa 5.9 m syvyyteen. Alus oli *Sammon* ja *Tarmon* kokoluokkaa: pituus 64.2 m, leveys 14.2 m ja viralliseksi konetehoksi ilmoitettiin 4 100 indikoitua hevosvoimaa. Muita moderneja ominaisuuksia, kuin peräpainoisuus, olivat sääkannen alle suojaan sijoitetut hinausvintturin ja ankkuripelin höyrykoneistot ja niin sanottu lehmänsilta. Se yhdisti siltakannen ja venekannen, johon oli asennettu toinen ruoriratas ja koneiston hallintalaitteet peruutusta ja avustettavien laivojen hinaukseen ottoa helpottamaan. (Laurell 1992, s.135-139; Ramsay 1949, s.312-313; Tilastokeskus 2012.)

Voiman alkusuunnittelun oli tehnyt *K. Albin Johansson* ja lopullisesta suunnittelusta oli päävastuussa Hietalahden telakan piirustuskonttorin päällikkö *Ernst Bäckström*, *Hugo Hammarin* ja *Ossi Tybeckin* ohella. Sen rakentamisessa oli huomioitu kaikki ne kokemukset, joita suomalaiset jäänmurtaajien suunnittelijat olivat hankkineet. *Voimaa* voidaan pitää Suomen ensimmäisenä kotimaisena valtionjäänmurtajana. Koeajo suoritettiin 6.3.1924 ja alus osoittautui erinomaiseksi jäänmurtajaksi pitäen tekemänsä uoman leveänä ja puhtaana. Lisäksi se oli helposti hallittavissa kaikissa olosuhteissa. *Voima* pidensi etenkin Pohjanlahden satamien aukioloaikoja merkittävästi ja oli erittäin tärkeä jäänmurtajalisä, vaikka se ei luovutettua *Wäinämöistä* korvannutkaan. (Laurell 1992, s.139; Ramsay 1949, s.312, 140.)

Jotkut aikalaiset kritisoivat voimakkaasti keskeneräisen laivan ostoa ja päättäjien joukossa oli sellaisiakin, jotka pitivät alusta lähinnä läjänä epämääräistä romua. Eräs kansalainen *Hufvudstadsbladetin* palstoilla nimimerkillä *T-e* kirjoitti, että projekti on liian kallis ja mieluummin tarvittaisiin kokonaan uusi nykyaikainen merijäänmurtaja kuin aikansa eläneisiin *Sampoon* ja *Tarmoon* verrattavissa oleva laiva. (Laurell 1992, s.134-135.)

Voiman valmistumisen jälkeen Ruotsi lähetti asiantuntijansa satamakapteeni *Martin Flodmanin* ja johtaja *Karl Malmborgin* tutkimaan suomalaisia jäänmurtajia. Seurattuaan *Voimaa* useilla matkoilla, he kehuivat laivaa vuolaasti ja kirjoittivat ruotsalaisilla olevan paljon opittavaa suomalaisista jäänmurtajista ja niiden operoinnista. (Ramsay 1949, s.311-312.)

Vaikuttaa siis siltä, että harvalla aikalaisella oli visiota siitä, kuinka hyvä alus *Voimasta* tulisi. Mielikuvat tuntuivat vaikuttaneen hankintapäätöksen hitauteen. Tosiasia on, että *Voima* oli poikkeuksellisen edullinen ja erinomaisesti suunniteltu jäänmurtaja. Vasta pitkällinen menestykseäs jäänmurto nosti aluksen arvostuksen sille ansaitsemalleen tasolle.

2.2.7 Jääkarhu

Samalla, kun *Voimaa* suunniteltiin ja rakennettiin, jatkui keskustelu uudesta leveän jäänmurtajan tarpeesta. Sellaista pidettiin välttämättömänä Suomen kasvavalle talvimerenkululle, jotta Atlantin takaiset suuret laivat selviäisivät talvimerenkulusta. Sen aikaisten valtionjäänmurtajien oli ajettava uoma kahdesti, ennen kuin se oli tarpeeksi leveä näille jättiläisille. Lisäksi asiassa oli myös propagandanäkökohta. Jo pelkällä suuren jäänmurtajan olemassaololla haluttiin valtion puolesta antaa ulkomaiselle tonnistolle turvallisuuden tunne. Valtiovalta antoikin luvan uuden, tarpeeksi suuren ja tehokkaan avomerimurtajan hankkimiseen. Suomi myönsi vuoden 1923 lisäbudjetissa jäänmurtajan rakentamista varten 10 miljoonaa markkaa ensimmäiseksi määrärahaksi. (Laurell 1992, s.140; Ramsay 1949, s.314.)

Laivanrakentajat *Tybeck* ja *Johansson* tekivät perussuunnitelmat jäänmurtajasta halutun 18 metrin leveyden perusteella ja muut mitat määräytyivät suhteessa sen mukaan. Laivan suunnittelussa käytettiin hyväksi niitä kokemuksia, joita oli hankittu modernin *Wäinämöisen* operoinnilla neljän talven ajan. Telakat olivat tyhjillään, koska laivanrakennusteollisuutta koetteli yleismaailmallinen lama. Rakennustarjouksia tuli sen vuoksi runsaasti ja hintataso oli erittäin alhainen. Lopulta hollantilainen varustamo *Machinefabriek en Scheepswerf van P. Smit J:r* sai rakennusurakan. Hinnaksi määräytyi poikkeuksellisen halpa, 26 miljoonan markan hinta eli nykyrahassa noin 8.4 miljoonaa euroa. (Laurell 1992, s.140; Ramsay 1949, s.315; Tilastokeskus 2012.)

Alus valmistui ripeässä tahdissa, se työnnettiin Maas-jokeen ja kastettiin *Jääkarhuksi* keväällä 1925. Se oli huomattavasti suurempi kuin aiemmat virkatoverinsa. *Jääkarhun* päämitat olivat: pituus 78.5 m, leveys vesilinjassa 18.5 m, keskimääräinen syvyys 6.5 m ja sen koneteho oli 9 200 indikoitua hevosvoimaa. (Ramsay 1949, s.316.)

Jääkarhuun asennettiin kolme potkuria, yksi keulaan ja kaksi perään. Tämä oli varmastikin yksi niistä päätöksistä, jotka oli tehty *Väinämöisestä* saatujen kokemusten perusteella. Ramsay (1949, s.317) arvelee, että jopa neljän potkurin asennusta olisi rakennuslautakunnassa ehdotettu, mutta ajatus olisi ollut liian rohkea. Edellä mainittu kirjoittaja kuitenkin pohtii, että neljän potkurin installaatio tulisi uudelleen puheisiin teoriassa ja ehkä kokeiltavaksi myös käytännössä. Nyt voi todeta, että Ramsayn näkemys oli todenperäinen. Neli-potkuriset jäänmurtajat osoittivat ylivoimaisuutensa jo 1950-luvulla.

Uutta jäänmurtajaa pystyi kallistelemaan sivutankkien avulla viisi astetta kymmenessä minuutissa. Lisäksi keskipakoispuimilla pystyi viidessä minuutissa pumppaamaan keula-piikkiin tai keulapiikistä sata tonnia vettä. Jäiden puristaessa, tämä trimmin muuttaminen havaittiinkin *Jääkarhua* operoitaessa tehokkaammaksi, kuin kallistustankkien käyttö. (Laurell 1992, s.146-147.)

Eräänä uutuutena *Jääkarhun* höyrypannut lämmitettiin kivihilestä poiketen öljyllä. Tästä seurasi, että polttoainevarastot vaativat pienemmän tilan ja painoivat vähemmän kuin ennen. Aluksen toimintasäde ja –aika pitenevät huomattavasti. Koeajossa öljylämmitys ei toiminut täydellisesti ja höyrynpainetta ei saatu tavoitelukemiinsa. Viasta huolimatta Suomen hallitus päätti kutsua murtajan kotimaahan 2.3.1926 uskoen, että vika tulee korjatuksi kesän aikana. Matka Hollannista Suomeen sujui hyvin. (Ramsay 1949, s.318-320.)

7.3.1926 *Jääkarhu* oli jo Utön luona työtehtävissä ja sitä ihailemaan tuli joukko arvovaltaisia vieraita kuten silloinen kauppaministeri *Tyko Reinikka*. Uutta jäänmurtajaa keuhuttiin paljon ja sen huomattiin olevan erittäin onnistunut. Se herätti luottamusta ulkomailla ja ylpeyttä Suomessa ollen vuonna 1926 maailman väkevimpiä jäänmurtajia. (Ramsay 1949, s.322,324.)

Myös Laurell (1992, s.149) kirjoittaa, että *Jääkarhun* saapuminen kotivesilleen koettiin voimakkaana elämyksenä ja symbolina, yhdistäen itsenäistyneen Suomen entistä näkyvämmiin kansainväliseen kaupankäynnin ja talviliikenteen piiriin. Voi siis havaita, että nuoren valtion kansallidentiteettiä pyrittiin kohottamaan suuren murtajan avulla. Suuren kokonsa vuoksi *Jääkarhun* käyttökustannuksetkin olivat suuret, joten Laurell (1992, s.151) kirjoittaa, että pääsääntöisesti uusi murtaja pantiin liikkeelle viimeisenä ja kesäteloille ensimmäisenä.

2.2.8 Suursaari ja kunnalliset jäänmurtaajat

Noin vuoden kuluttua *Jääkarhun* käyttöönotosta, kasvoi valtion jäänmurtajalaivue vielä pienellä Suomessa rakennetulla yhdistelmäaluksella *Suursaari*. Se valmistui 1927 ja hoiti avovesikautena ulappasaarten yhdysliikennettä ja talvella se toimi Hangon satamamurtaja-

na. *Suursaaren* pituus oli 32.4 m, leveys 7.0 m ja syväys 3.5 m. Alus luovutettiin Neuvostoliitolle vuonna 1945. (Laurell 1992, s.167.)

Lyhyesti voidaan mainita, että valtion jäänmurtajalaivasto sai apua myös kunnallisilta satamajäänmurtajilta. Ne autoivat osaltaan pitämään useita satamia talvikäytössä. Pohjanpalo (1978, s.158) kirjoittaa, että satamamurtajat olivat pääasiassa pieniä, hinaajien kaltaisia n.350-450 hevosvoimaisia, mutta ryntäiltään ja sivuiltaan vahvistettuja aluksia.

Helsinkiin ostettiin hinaajalaiva *Hercules* Riikasta vuonna 1922, Turku rakensi itselleen *Auran* vuonna 1924 ja Poriin tuli samana vuonna *Porin Karhu*. Viipurilla oli edelleen vanha *Mercator*, Raumalla oli apunaan Rauma Wood Oy:n *Rauma*, Kotka neuvotteli Pelastusyhtiö Neptunin *Assistan-aluksen* käytöstä, ja Vaasalla oli *Fart*. Helsinki tilasi varsinaisen paikallisen jäänmurtajan joulukuussa 1935. Vuotta myöhemmin suoritettiin tällä amerikkalaistyypisellä *Otsolla* koeajo. Siinä oli yhteensä 1 800 hevosvoimaa eli enemmän kuin *Murtajassa* ja *Avussa*. (Pohjanpalo 1978, s.158.)

2.3 Dieselsähköiset jäänmurtajat

Epätaloudellisuus oli vallalla olleen höyrykoneen huonoin ominaisuus. Sen polttoaineen kulutus oli noin kolminkertainen dieselmoottoriin verrattuna. Jäänmurtajien hiilisäiliöt pyrittiin täyttämään aina tilaisuuden tullen, jotta viikon yhtämittainen toiminta-aika olisi turvattu. Lisäksi tarvittiin paljon henkilökuntaa hoitamaan höyrykoneita ja pannuja. (Laurell 1992, s.227, 250.)

Rudolf Dieselin 1800-luvun lopulla kehittämä dieselmoottori oli 1920-luvulla kehittynyt nopeasti. Laivakäytössä dieselmoottorilla oli monia etuja. Se oli kevyempi, mahtui pienempään tilaan kuin höyrykone kattiloineen ja sen toimintavalmius oli parempi. Kaasutinmootoreihin verrattuna dieselmoottorissa oli parempi hyötysuhde ja polttoaine halvempaa kuin bensiini tai petroli. (Pohjanpalo 1978, s.160.)

Mekaaninen dieselkoneisto ei soveltunut jäänmurtajien tarpeisiin, koska koneiston tuli kyetä antaa potkurille täysi teho alhaisellakin etenemisnopeudella ja sietää ajoittaista ylikuormitusta pysähtymättä. Sukellusvenesuunnittelijoilla oli samankaltaisia haasteita. Ne rat-

kaistiin dieselsähköisellä voimansiirrolla, jota käytettiin ensi kertaa amerikkalaisissa sukellusveneissä vuonna 1929. (Turunen & Partanen 2011, s.76.)

Pohjanpalo (1978, s.160) kirjoittaa, että dieselsähköinen koneisto mahdollisti jäänmurtajien potkurien kierrosluvun säädön ja paransi ohjattavuutta. Vaikka järjestelmällä on monia etuja, oli koneisto kallis ja painava, joten se profiloitui ainoastaan erikoisalusten voimälähteeksi. Voi siis päätellä, että ilman jäänmurtajien ja sukellusveneiden erikoistarpeita, ei dieselsähköistä järjestelmää olisi kehitelty niin nopeasti. Murtajat toimivat myös eräänlaisina testilavoina uusille innovaatioille, joita voitiin onnistuessaan asentaa kauppalaivoille.

Kehitys ajoi höyrymurtajien ohi, kun ensimmäinen dieselsähköinen koneisto asennettiin ruotsalaiseen jäänmurtaja *Ymeriin* 1933. Tässä järjestelmässä dieselmoottorit pyörittävät generaattoreita, joista tuleva virta ohjataan potkureita pyörittäville sähkömoottoreille. Pienemmässä määrin myös ydinenergialla toimivat turbiinit syrjäyttivät toisen maailmansodan jälkeen kauan vallassa olleet mäntähöyrykoneet. (Laurell 1992, s.190,227.)

2.3.1 Sisu

1930-luvun alkupuolen laman päätyttyä, alkoi Suomen ulkomaankauppa elpyä. Perämeren satamien vaikeakulkuisille väylille alettiin kaivata sinne soveltuvaa jäänmurtajaa. Määräraha tällaisen aluksen hankkimiseen myönnettiin vuoden 1937 talousarviossa. Lisävaatimukseksi asetettiin, että laiva toimisi avovesiaikana sukellusveneiden emäaluksena. (Laurell 1992, s.190.)

Alus tilattiin Hietalahden telakalta ja työt aloitettiin maaliskuussa 1937. Projektia johti *K.A.Johansson*. Uuden murtajan koneisto oli dieselsähköinen ruotsalaisen *Ymerin* tapaan ja se oli Euroopan toinen tämänkaltaisen jäänmurtaja. Ulkoiselta olemukseltaan alus muistutti lähinnä *Voimaa*, vaikka rakenteellisia erojakin oli. Päämitat olivat: pituus 65.3 m, leveys 14.4 m, syväys 5.1 m ja dieselkoneistot tuottivat noin 5 000 indikoitua hevosvoimaa, joista akselille asti tuli tehoa noin 4 500 indikoitua hevosvoimaa. (Laurell 1992, s.190,192.)

Laivan nimen ehdotti Suomen kansakoululaiset ja 24.9.1938 alus kastettiin *Sisuksi*. Jäänmurtaja luovutettiin merenkulkuhallitukselle maaliskuussa 1939 ja se osoittautui tarkoituk-

senmukaiseksi. Polttoainekustannukset olivat pienemmät ja toimintasäde pitempi kuin vanhemmissa höyrymurtajissa. *Sisu* oli ketteräliikkeinen avustustoissa rannikko- ja saaristoväylillä. Sukellusveneiden emäaluksena toimimisen vaatimus oli heikentänyt sen jäänmurto-ominaisuuksia, eikä se ollut tehokas avomeren jäissä. (Laurell 1992, s.190-191.)

Media kuitenkin kehui *Sisua* ennen näkemättömän tehokkaaksi. Talvisodan aikana murtaja ylti erinomaisiin suorituksiin, jotka kiistatta todistivat höyrymurtajien saaneen varteenotettavan kilpailija, Alus tuli maksamaan lähes kaksi kertaa suunniteltua enemmän, noin 39 miljoonaa markkaa eli nykyrahassa noin 13.5 miljoonaa euroa. (Laurell 1992, 191; Tilastokeskus 2012.)

Sotavuosina *Sisu* toimi lähinnä varsinaisissa jäänmurtotehtävissä, vaikka se aseistettiin ja sitä pidettiin yleisesti hyväonnisena laivana. *Sisu* poistettiin jäänmurtajakäytöstä vuoden 1975 alussa, uusi murtaja *Urho* valmistui. Poistettu laiva oli tuolloin jo vanhentunut ja uusiin aluksiin verrattuna tehoton. *Sisun* elinkaari piteni puolustusvoimien tehtävissä, jossa se nimettiin *Louheksi*. (Auvinen 1983, s.200-201.)

2.3.2 Voima

Sotavuodet supistivat kotimaista tonnistoa ja sotakorvausvaatimukset vähensivät sitä vielä edelleen. Mutta voidaan havaita, että tästä kurjuudesta jälleen koitui myös positiivisia vaikutuksia Suomen meriklusterille. Lisäksi, vaikka se ei välttämättä tekniseen kehitykseen vaikuttanutkaan, tarkastelin lyhyesti myös merenkulkuhallituksen roolia jäänmurtajien hallinnassa uuden *Voiman* valmistumisen jälkeen.

Suomi ajautui haluamattaan toiseen maailmansotaan vuonna 1939. Väli rauha katkaisi talvi- ja jatkosodaksi kutsutut ajanjaksot. Lopulta Suomi hyväksyi liittoutuneiden rauhanehdot 2.9.1944 ja sopimuksen mukaan Suomen oli riisuttava maassa olevat saksalaiset aseista, ja alkoi muutaman kuukauden kestänyt Lapin sota. (Riimala 1983, s.222, 227.)

Sodan päätyttyä Suomi joutui maksamaan sotakorvauksia rauhansopimuksen mukaisesti Neuvostoliitolle. Niihin kuului muun muassa uusimmat ja parhaat jäljellä olleet kauppalaivat sekä jäänmurtajat *Jääkarhu* ja *Voima*. Helsinki oli rakennuttanut sotavuosina itselleen

uuden satamamurtajan *Turson*, joka ei ennen poisluovutusta ehtinyt edes kunnolla työhön. Luovutettuja aluksia oli yhteensä 105 sekä yksi uiva telakka. (Riimala 1983, s.129,222,228.)

Riimala (1983, s.228) kirjoittaa luovutuksiin liittyneen erään huvittavan tapauksen, sillä turkulaisen *Bore II:n* tekniikka ”Velox”-kattiloineen oli niin uutta, että Suomalaiset kone-mestarit oli pyydetty opettamaan laivan käyttöä. Lähdeteos ei mainitse syytä siihen, mik-si *Sisua* ei jouduttu luovuttamaan, mutta voidaan spekuloida uuden tekniikan olleen siihen osasyynä. Toki on otettava huomioon myös, että alus ajoi miinaan syksyllä 1943 vaurioit-taen koneistojaan ja akselistojaan, niin kuin Turunen ja Partanen kirjoittavat (2011, s.118). Edellä mainitut jatkavat heti perään, että *Sisu* saatiin korjattua jo seuraavaa talvea varten.

Sotakorvauksista lähes 70 prosenttia toimitettiin metalliteollisuuden tuotteilla. Suomi ra-kensi Neuvostoliitolle 508 alusta ja uudisrakennusveistämöiden lukumäärä kasvoi viidestä kuuteentoista. Korvaukset nousivat jopa 16 prosenttiin valtion menoista, mutta laivateolli-suus sai suuren sysäyksen. (Turunen & Partanen 2011, s.40.)

Luovutettua *Jääkarhua* korvaavan murtajan suunnittelu oli aloitettu jo vuonna 1946. Köyhtyneelle Suomelle sen rakentaminen tuli mahdolliseksi vasta 1952, kun viimeinen sotakorvauserä oli maksettu. *K.A.Johansson* ja diplomi-insinööri *E.G.Bäckström* vastasivat uudisrakennusprojektista. Alus rakennettiin Wärtsilä Oy:n Helsingin telakalla ja sen työ-nimi oli *Into*. Laiva luovutettiin käyttöön 1953, aloitti toimintansa 13.2.1954 ja sen lopulli-seksi nimeksi tuli *Voima*. Se oli dieselsähköinen jäänmurtaja, jonka pituus oli 83.5 m, le-veys 19.4 m ja syväys 6.8 m. Potkurikoneiston teho oli yhteensä 10 500 akselihevosvoi-maa. (Laurell 1992, s.318.)

Voima oli Euroopan ensimmäinen nelipotkurinen jäänmurtaja, aivan kuten *Sampokin* oli aikanaan ollut ensimmäinen tyyppiään. Kahden keulapotkurin ansiosta keulavantaaseen saatiin entistä tehokkaampi huuhtelu, joka vähensi jäiden aiheuttamaa kitkaa. Uudentyy-pinen jäänmurtaja herätti maailmanlaajuista kiinnostusta ja sen mainosarvo oli huomattava. Rakennustelakalta tilattiin Ruotsiin yksi ja Neuvostoliitolle kolme samanlaista alusta. (Laurell 1992, s.318.)

Uuden rakenteensa ansiosta aluksen ohjailuominaisuudet paranivat yli odotusten. Nelipot-kurijärjestelmän ansiosta *Voima* pystyi kääntymään paikoillaan ja liikkumaan sivuttain.

Keulapotkurit osoittautuivat kuitenkin liian suurikokoisiksi, sillä jääahtaumissa tuli vaurioita potkuriakselilinjaan. Myöhemmin rakennettuihin nelipotkurisiin jäänmurtajiin asennettiin pienemmän kokoiset keulapotkurit. (Pohjanpalo 1978, s.164.)

Eduskunnan päätöksellä *Voima* siirrettiin heti valmistuttuaan merivoimien hallintaan, tarkoituksena oli seurata silloista Ruotsin käytäntöä, jossa jäänmurtajat kuuluivat sotalaivastoon. Etuna nähtiin, että murtajien toiminta ei olisi altis mahdollisiin työmarkkinajärjestöjen aiheuttamiin häiriöihin. Talvella 1955 Merimies-Unioni ryhtyi vastatoimiin estämällä kauppa-aluksia seuraamasta militarisoitua *Voimaa*. Valtiovalta antoi periksi painostukselle vuoden lopulla ja jäänmurtaja luovutettiin takaisin merenkulkuhallitukselle. (Laurell 1992, s.319.)

Voima peruskorjattiin ja uudistettiin vuosina 1978-79 Wärtsilän Helsingin telakalla. Vanhasta murtajasta jäi jäljelle ainoastaan kaaret, pohjalevyt, keulapiikki, akselit ja potkurit. Uudistuksessa jäänmurtaja sai uudet pääkoneet, uudet jäävahvistelevyt, sähkölaitteet, potkurimoottorit, asuintilat ja komentosillan. (Turunen & Partanen 2011, s.123.)

2.3.3 Karhu-luokka

Saaristoväylien olosuhteisiin *Voiman* edustamaa avomerijäänmurtajan tyyppiä pidettiin liian isokokoisena. Näiden matalien ja suojaisten väylien talvimerenkulkua avustamaan suunniteltiin uudet *Karhu*-luokan saaristomurtajat. Tätä jäänmurtajasarjaa alettiin rakentaa Helsingissä Wärtsilän Hietalahden telakalla keväällä 1957. Nelipotkuriset sisarlaivat saivat nimet *Karhu*, *Murtaja* sekä *Sampo* ja ne valmistuivat perättäisinä vuosina vuodesta 1958 alkaen. Vuonna 1966 rakennettiin neljäs saman tyyppin alus *Hanse*, jonka omisti Saksa, mutta normaaleina ja leutoina talvina se oli suomalaisten käytössä. Alkuperäisistä nimenhaltijoista *Murtaja* lopetti toimintansa 3.5.1958, *Avance* eli *Apu* 7.4.1959 ja *Sampo* 9.5.1960. (Laurell 1992, s.330-334.)

1950-luvulla laadittiin jäänmurtajien uudisrakennusten kokonaissuunnitelma, jota laadittaessa otettiin huomioon normaalin jäätalven vaatimukset, kauppa-laivojen koon arvioitu kasvaminen sekä tilastojen osoittama alusmäärän kasvu. Karhu-luokka rakennettiin tuon suunnitelman pohjalta. Laivat olivat dieselsähköisiä ja tehoa niissä oli 7 500 hevosvoimaa.

Näiden ketterien ja onnistuneiden jäänmurtajien ulkomitat olivat: pituus 74.2 m, leveys 17.4 m ja syväys 6.4 m. (Auvinen 1983, s.203, Pohjanpalo 1978, s.165.)

2.3.4 Tarmo, Varma ja Apu

Jatkuva talvimerenkulun kasvu ja lisääntyneet talvisatamat edellyttivät uusia jäänmurtajia ja niiden tehostamista. Ensimmäisenä uudentyypisenä murtajana valmistui koko Skandinavian siihen asti suurin ja vahvin jäänmurtaja *Tarmo*. Siinä oli runsaat 50 prosenttia enemmän akselitehoa kuin Karhu-luokassa eli 12 500 akselihevosvoimaa. (Pohjanpalo 1978, s.165.)

Parannuksina edellisiin murtajiin nelipotkurinen *Tarmo* oli suunniteltu leveämmäksi, lisätty konetehoa, asuinhytit oli sijoitettu paremmin, automaatiota oli lisätty ja komentosilta suunniteltiin siten, että päällystön olin mahdollista olla sisätiloissa suurimman osan aikaa. Aluksen rakentajana toimi Wärtsilän Helsingin telakka. Sen päämitat olivat: pituus 84.5 m, leveys 21.3 m, syväys 6.8 m ja uppouma 4890 tonnia. (Auvinen 1983, s.203-204.)

Tarmo luovutettiin käyttöön 8.11.1963. Siinä yhteydessä Wärtsilän silloinen johtaja, vuorineuvos Bertel Långhjelm totesi, että Suomen koko jäänmurtajalaivasto oli nyt uudenai-kaistettu, mutta tähdensi jäänmurtajarakennusprosessin omaleimaisuutta sillä, että laivan-suunnittelijan tulee havainnoida valmistuneen murtajan toimintaa ja kehittää kokemusten perusteella rakenteita yhä tehokkaammiksi. (Pohjanpalo 1978, s.167-168.) Tästä havaitaan, että laivanrakennuksen johtavassa asemassa oleva henkilö korosti kokemuksiin perustuvaa alusten kehittelyä vielä 1960-luvulla, ehkäpä ylläpitäen ripauksen vanhan ajan mystiikkaa koskien jäänmurtajien rakentamista.

Uudesta jäänmurtajasta saatujen hyvien kokemusten perusteella tilattiin kaksi samantyyppistä laivaa lisää. Niistä ensimmäinen oli vuonna 1968 valmistunut *Varma*, joka edusti täydellistettyä Tarmo-tyyppiä ja siihen oli hyödynnetty Wärtsilän jäänmurtajatutkimuksia ja uusimpia teknisiä innovaatioita, kuten automaattinen tietojenkirjauslaite. (Auvinen 1983, s.204.)

Sarjan kolmas jäänmurtaja, *Apu*, valmistui vuonna 1970 ja sen rungon rakennusmateriaalina käytettiin ensi kertaa kotimaisia teräslevyjä. *Varmassa* ja *Avussa* oli uutuutena peräosaan rakennetut helikopterikannet, ja *Tarmoon* ja vanhempiin murtajiin sellainen jälkiasennettiin. *Avun* käyttöönoton jälkeen on kaikki Suomen talvisatamat pidetty avoimina normaalitalvina. (Auvinen 1983, s.204.)

2.3.5 Urho ja Sisu

Suomen jäänmurtajalaivasto oli yhä liian tehoton 1970-luvun alussa vastaamaan lisääntyneen talviliikenteen ja kasvaneiden aluskokojen tuomiin haasteisiin. Ratkaistakseen nämä ongelmat pitkäaikaisen ja monipuolisen tutkimustyön avulla, kehitettiin kokonaan uusi Itämeren jäänmurtaja. Sekä Suomi, että Ruotsi päätyivät tähän murtajatyyppiin uudisrakennushankkeissaan. (Riimala 1994, s.196.)

1960-luvulle asti jäänmurtajien suunnittelu oli tehty yrityksen ja erehdyksen kautta. Jäänmurtokykyä päästiin testaamaan ainoastaan täysikokoisilla murtajilla aivan kuten avovesilaivojakin ennen 1800-luvun lopulla *William Frouden* kehittämää matemaattista kaavaa, jonka avulla voitiin pienoismallitesteillä arvioida täysikokoisen laivan ominaisuuksia. (Turunen & Partanen 2011, s.78.)

Vielä 1960-luvulla kuviteltiin, että tasaisen jään aiheuttamasta vastuksesta suurin osa tuli jään murtumisesta eli sen irrottamisesta jääkentästä. Professori *Ernst Enkvist*, väitöskirjassaan 1972 ja siihen liittyvissä tutkimuksissaan, romutti tämän käsityksen. Jäänmurtamiskokeet osoittivat, että mekaaninen kitka jään ja rungon välissä oli eräs primäärinen jäävastuksen tekijä. Suomessa ennen tätä rakennetut murtajat olivat tehty käytännön kokemusten perusteella ja niitä oli parannettu laiva laivalta. (Pohjanpalo 1978, s.189.)

Jäänmurtajien mallikokeet aloitettiin 1960-luvulla. Ensimmäinen testiallas, jonka pinta pystytettiin jäädyttämään, valmistui Neuvostoliittoon, ja seuraava Helsingin Vallilaan vuonna 1969. *Urho* ja *Sisu* olivat mallikokeiden avulla rakennetuista jäänmurtajista ensimmäiset. Suomalaiset lähtivät järjestelmällisesti parantamaan murtajien rungon muotoa ja Urholuokan jäävastus pieneni huomattavasti testien ansiosta. (Turunen & Partanen 2011, s.81.)

Tästä voi huomata sen, että ainakin Suomessa jäänmurtajien tehokkuuden parantaminen keskittyi eniten 1960- ja 1970-luvuilla testiallaskokeista saatuihin tuloksiin eli lähinnä rungon muotoiluun. Tällaiseen päätelmään tulee ainakin ajanjaksona rakennettujen murtajien perusteella.

Vuoden 1975 alussa sarjan ensimmäinen alus *Urho* valmistui Wärtsilän Helsingin telakalta. Sen kastoi presidentti *Urho Kekkonen* kaimakseen 5.3.1975 ja sitä käytettiin valtiovieraiden tapaamispaikkana, muun muassa Gerald Ford vuonna 1975 ja prinssi Philip vuonna 1976 kävivät aluksella. Kuitenkin alusta suunniteltaessa taloudellisuus ja tarkoituksenmukaisuus olivat määrääviä tekijöitä. (Auvinen 1983, s.204-205.)

Pohjanpalo (1978, s.174) kirjoittaa, että samalta telakalta tilattiin 1970-luvulla vielä yksi saman tyyppin murtaja, *Sisu*, Suomeen ja kolme Ruotsiin: *Atle*, *Frej* ja *Ymer*. *Sisu* valmistui 1976. Lisäksi Argentiinaan tilattiin yksi laiva toimimaan huolto- ja asuntoaluksena antarktisilla vesialueilla. Laivatyyppin mitat olivat: pituus 104.6 m, leveys 23.8 m, syväys 8.3 m ja uppouma 9660 tonnia. Tehoa tässä nelipotkurisessa dieselsähköisessä laivassa oli 22 000 hevosvoimaa. Lisäksi alukseen asennettiin kaksoisperäsimet paremman ohjailukyvyn saavuttamiseksi. (Auvinen 1983, s.204-205.)

2.3.6 Otso ja Kontio

Jo *Urhoa* suunniteltaessa tutkittiin muun muassa mahdollisuutta jättää keulapotkurit ja sähköinen voimansiirto pois, mutta vielä tuohon alustyyppiin ne jäivät ennalleen (Auvinen 1983, s.205). Tämä kuitenkin osoitti suomalaisten jatkuvaa pyrkimystä kehittämään tuotteitaan ennakkoluulottomasti paremmiksi.

Taloudellisuus oli etusijalla, kun seuraavia Itämeren jäänmurtajia suunniteltiin. Vuonna 1986 valmistui *Otso* ja 1987 sen sisaralus *Kontio*. Niissä oli ainoastaan peräpotkurit. Keulapotkurit oli korvannut uusi innovaatio, kahden megawatin ilmapuhalluslaitteisto. *Otsossa* koko dieselsähköinen järjestelmä toimi vaihtovirralla ensi kerran merenkulun historiassa. Vaihtovirtajärjestelmä oli huoltovapaa ja hyötysuhteeltaan tasavirtamoottoreita parempi ja sittemmin siitä tuli standardiratkaisu maailman merillä risteileviin dieselsähköisiin aluksiin. Parannuksia entisiin murtajiin verrattuna edusti myös kitkaa vähentänyt räjäyttämällä kiinnitetty ruostumaton teräslevy jäävyöhykkeelle. Myös laivan lähes kaikki toiminnot oli hallittavissa komentosillalta. (Turunen & Partanen 2011, s.130-132.)

Otson ja *Kontion* päämitat ovat: pituus 99.0 m, leveys 24.2 m, syväys 8.0 m ja uppouma 9130 tonnia. Akselitehoa niissä on 15 megawattia. Kustannusten minimoinnin takia, nämä alukset lähetetään ensimmäisenä jäänmurtotehtäviin. Samasta syystä niiden suoritusteho ei ahtojäissä ole yhtä hyvä kuin kalliskäyttöisemmän *Urho*-luokan. Niinpä jäätilanteen pahentuessa perämerellä, vanhemmat *Urho* ja *Sisu* ottavat tilanteen hoitaakseen. (Turunen & Partanen 2011, s.130-132.)

2.4 Monitoimimurtajat

Sanalla monitoimimurtaja, voi olla monta merkitystä. Jotkut käyttävät jo aiemmin mainitusta *Suursaaresta* sitä sanaa, sillä se jäänmurron lisäksi kuljetti matkustajia. Myös voisi ajatella, että jäissä kulkeneet Suurten järvien junalautat olisivat tavallaan olleet monitoimimurtajia jo 1800-luvun lopulla. Tarkastelin kuitenkin asiaa modernista näkökulmasta, jossa monitoimimurtajan merkitys on vakiintunut alukseksi, joka on valmistettu varsinaisen jäänmurron lisäksi useisiin muihin merellisiin tehtäviin.

2.4.1 Tekninen innovaatio nimeltä Azipod

Azipod on suomalainen keksintö, josta on kirjoitettu runsaasti. Kyseinen innovaatio kuitenkin vaikutti niin ratkaisevasti jäänmurtajiin, että tarkastelin sen syntyä myös tässä opinäytetyössä omana kappaleenaan.

Suomessa aloitettiin yhteinen hanke Merenkululaitoksen, ABB:n ja Wärtsilä Marinen kesken vuonna 1987. Aloitteen teki Merenkululaitos, koska se halusi saada käyttöönsä lujan ja yksinkertaisen potkurilaitteen, jolla olisi perinteistä akseli-peräsinyhdistelmää paremmat ohjailuominaisuudet. Projektinimi oli L-Drive, joka nykyään tunnetaan paremmin nimellä Azipod. (Nordman 2005, s.259.)

Azipod-installaation juuret juontavat aiempiin jäänmurtajien operointiongelmiin. Murtajiin valittiin dieselmoottorin sijaan sähkömoottori, koska hyvä vääntömomentti pienillä kierroksilla on jääoperoinnissa tärkeää (vrt. *Sisu*). Azipod-järjestelmän kehittämisen eräänä

edellytyksenä voidaan pitää vaihtosähkötekniikan käyttöönottoa (vrt. *Otso & Kontio*). Vaihtosähkömoottorilla on ominaisuuksia, jotka ovat oleellisia Azipodin suunnittelussa, kuten pienempi koko, paino ja huoltovapaus. (Nordman 2005, 250.)

Tästä voi hyvin havaita jäänmurtajien asteittaisen kehittymisen maassa, jossa oli paljon osaamista pienellä alueella ja yhteistyötä vaalittiin. Merkittävässä jäänmurron uudistuksissa hyödynnettiin aiempia kokemuksia ja jalostettiin ideoita paremmiksi. Kehitystyö oli sinnikästä ja jatkuvaa.

Jääajossa laivat kulkevat jääkentässä samoja reittejä, jolloin muodostuu paksuseinäisiä niin sanottuja rännejä. Seinämien ohjaamasta uomasta saattaa olla hyvin vaikea päästä pois ja Azipod luotiinkin erityisesti rännistä murtautumisen ratkaisuksi. (Nordman 2005, 251.)

Azipod on lyhenne, joka koostuu englannin sanoista *AZimuthing electric PODded drive*, ja se tarkoittaa sähkökäyttöistä ruoripotkurilaitetta. Tässä järjestelmässä kiinteälapaista potkuria pyörittää erillisessä ohjailuysikössä oleva vaihtosähkömoottori. Installaatio pystyy kääntymään 360 astetta pysty akselinsa ympäri ja potkurin pyörimisnopeutta säädetään portaattomasti. Etuina saavutetaan parempi polttoainetalous ja helpompi ohjattavuus kaikilla nopeuksilla. Lisäksi asennustilaa tarvitaan vähemmän, mikä mahdollistaa monipuolisemman tilankäytön. (Nordman 2005, s.249.)

Azipod on peräsimen, moottorin ja potkurin yhdistelmä, joka etäisesti muistuttaa suurta perämoottoria. Ruoripotkuri oli jo sinänsä tunnettu rakennelma, mutta perinteisissä malleissa potkurin voima siirrettiin laivan rungon puolelta sijaitsevista moottoreista mekaanisesti tai hydraulisesti. Nyt vietiin pienikokoinen sähkömoottori potkurin yhteyteen veden alle, jolloin monimutkaista ja häviöistä kärsivää voimansiirtoa ei tarvittu. (Leppälä 2012, s.328.)

Ensimmäiset Azipod-patentit haettiin jo samana vuonna ja kaksi vuotta myöhemmin eli 1989, protyyppien kehittäminen alkoi. Ensimmäinen Azipod-ruoripotkuri asennettiin Merenkulkulaitoksen väylähoitoalus *Seiliin* vuonna 1990. Kokemukset olivat niin hyviä, että vuonna 1994 järjestelmää kehittelemään perustettiin oma ryhmä tuotekehitysyksikköön ja Azipod Oy perustettiin vuonna 1997. Vuonna 2000 ABB osti koko osakekannan ja toiminta yhdistettiin ABB Marineen. (Nordman 2005, s.259; Turunen & Partanen 2011, s.84.)

Hyvien hydrodynaamisten ominaisuuksien ansiosta Azipodit ovat yleistyneet myös muissa, kuin jäissä kulkevissa aluksissa. Isoissa risteilijöissä järjestelmästä tuli nopeasti perinteistä voimansiirto vaihtoehtoa suositumpi. (Nordman 2005, s.254.)

2.4.2 Fennica, Nordica & Botnica

Perinteiset Itämeren jäänmurtajat toimivat hyvin kaikissa alueen jääolosuhteissa, mutta ovat kehoja aluksia avoveden aallokossa ylivakautensa ansiosta. Niissä oli painopiste alhaalla, ja suuri oikaisumomentti. Lisäksi pohjan muoto oli kananmunan kaltainen. Monitoimimurtajassa on pyritty yhdistämään hyvä jäänmurtokyky hyviin avovesiominaisuuksiin. (Turunen & Partanen 2011, s.138.)

Merenkulkuhallitus suunnitteli 1980- ja 1990-luvun vaihteessa Tarmo-luokan korvaamista uusilla laivoilla, koska ne olivat vanhentuneita. *Seilistä* saatujen hyvien kokemusten ansiosta, haluttiin uusiin jäänmurtajiin Azipod-ruoripotkurit ja esisopimus tehtiin Masa-Yardsin ja ABB:n kanssa laivojen rakentamisesta. Valtiovalta esti suunnitelman ja antoi tilauksen Rauma-Yardsin ja Hollmingin yhteenliittymälle, johon valtio oli tulossa osakkaaksi. (Turunen & Partanen 2011, s.84.)

Ensimmäinen monitoimimurtaja, *Fennica*, valmistui vuonna 1993 ja sen sisarus *Nordica* valmistui vuoden 1994 alussa. Dieselsähköisen aluksen päämitat olivat: pituus 116.0 m, leveys 26.0 m, syväys 8.4 m ja teho 21 MW. Siinä ei ollut peräsintä, vaan ohjailu kahdella tapahtui Aquamaster-ruoripotkurilla. Niitä säätelemällä jäänmurtaja pystyi avaamaan jopa 100 m leveää uomaa jääkenttään. Jääkitkan vähentämiseksi alus kapeni perää kohti. Laivassa oli myös dynaaminen paikannusjärjestelmä, joka auttoi pitämään alusta tarkasti paikallaan. (Riimala 1994, s.199.)

Raumalla rakennettuihin *Nordicaan* ja *Fennicaan* asennettiin Hollmingin järjestelmän mukaiset mekaaniset ruoripotkurit. Mekaanisia ruoripotkureita oli asennettu 1970-luvulla hinaajiin, mutta jäänmurtajiin asennetut järjestelmät olivat monin verroin tehokkaammat. Mekaanisessa ruoripotkurijärjestelmässä veto välitettiin laivan rungossa olevasta moottorista potkurille kahden kulmavaihteen välityksellä. Azipodiin verrattuna tämä järjestely oli monimutkainen. (Turunen & Partanen 2011, s.84-85.)

Jäänmurtajille avovedessä tyypillistä keinuntaa vähennettiin erityisillä kölirakenteilla sekä aktiivisella keinunnanvaimennusjärjestelmällä. Siinä suuritehoiset ilmapumput ohjaavat vettä tankeissa siten, että aallokon vaikutus pienenee merkittävästi. Aluksen tietokoneavusteinen ohjaus helpotti operointia. (Turunen & Partanen 2011, 138-139.)

Fennica teki valmistuttuaan avovesitöitä muun muassa Pohjanmerellä norjalaiselle Ugland-yhtymälle. Töihin kuului öljy- ja kaasukentillä: kaapelin laskuja, haastavia hinauksia ja ankkureiden käsittelyä. Tällaisia tehtäviä varten monitoimimurtajaan suunniteltiin suuri peräkansi. Peräkannelle voi asentaa esimerkiksi suuritehoisen nosturin tai peräkiinnittimen laivanhinausta varten. (Riimala 1994, s.199; Turunen & Partanen 2011, s.21.)

Mekaaniset ruoripotkurit toimivat kelpollisesti. Voi kuitenkin ajatella, että valtio valitsi tietoisesti huonomman teknisen ratkaisun taloudellisista syistä. Sinänsä ajatus on valtion talouden kannalta järkevä, mutta antaa ristiriitaisen viestin tuotekehittelijöille, sillä paras järjestelmä ei välttämättä tuotakaan tilauksia. Valtionkin onneksi Azipodeja kyettiin myymään muihin projekteihin, ja sen menestystarina alkoi.

Vuonna 1998 valmistunut *Botnica* oli vielä monipuolisempi alus kuin *Fennica* ja *Nordica*. Se suunniteltiin öljylähteiden hallintaan, ylläpitoon ja huoltoon. Sen peräkannella oli erityinen, 6 m kertaa 6 m, huoltoaukko sukellustöitä varten, jota kutsutaan nimellä *moonpool*. Dynaaminen paikanmääritys oli luokkaa parempi kuin vanhemmilla monitoimimurtajilla ja alusta pystyttiin pitämään paikallaan muutaman kymmenen sentin tarkkuudella. (Turunen & Partanen 2011, s.137,139.)

2.4.3 Monitoimimurtajien haasteet

Magnus Berglund kirjoittaa avoimessa kirjeessä silloiselle ministeri *Vehviläiselle* monitoimimurtajista yleisradion verkkosivuilla 15.11.2010. Hän mainitsee, että näiden murtajien tavoite oli ansaita rahaa maailman merillä jäänmurtokauden ulkopuolella, jotta suomalaisesta jäänmurrosta tulisi halvempaa. Näin ei käynyt, vaan offshore-toiminnasta tuli riipakivi, sillä Liikennevirastolla ei esimerkiksi ollut varaa ostaa valtio-omisteiselta Arcialta monitoimimurtaja *Botnican* palveluita. Berglund jatkaa, että tv-ohjelmassa vieraillut entinen Arctian liiketoimintajohtaja *Atso Uusiala* muistutti jäänmurron olevan Suomen teolli-

suudelle ja kauppamerenkululle elinehto, mutta offshore-toiminta ei sitä ole. (Berglund 2010.)

Vaikka suoranaisesti tällaiset taloudelliset ongelmat eivät liittyneet tutkimukseeni, ne vaikuttavat osaltaan tuleviin jäänmurtajahankintoihin. Voidaan havaita, että teknisistä parannuksista huolimatta, uudet monitoimimurtajat eivät olleet niin hyviä kuin toivottiin. Ne tuottivat tappiota ja *Arctia* myi *Botnican* vuonna 2012 Viroon 50 miljoonalla eurolla velkaantumisasteen vähentämiseksi (Turtola 2012).

Myyntiä kritisoi muun muassa silloinen kansanedustaja, nykyinen työ- ja oikeusministeri Jari Lindström kirjallisessa kysymyksessä 877/2012 vp hallitukselle 15.11.2012. Hänen mukaansa on pelkona, että merenkulkualan osaaminen vähenee Suomessa, vaikka huoltovarmuuskin edellyttää riittävän jäänmurtokaluston ja osaavan työvoiman ylläpidon. Lindströmin mukaan palveluiden kilpailutuksessa, varsinkin valtion toimesta, tulisi ensisijaisesti valita Suomalainen vaihtoehto, vaikka se ei olisikaan halvin. (Lindström 2012.)

Hallituksen edustaja, silloinen kehitysministeri Heidi Hautala vastasi kritiikkiin 3.12.2012 muun muassa siten, että *Botnican* myynnille oli perusteensa, koska sillä ei ollut sopimusta jäänmurrosta Liikenneviraston kanssa eikä se jääluokkansa takia soveltunut Arktisen alueen jäänmurtoon. Lyhyet offshore-rahtaussopimukset eivät olleet riittäviä aluksen toiminnan pitämisenä kannattavana. Samassa lausunnossa Hautala mainitsee, että seuraava, *Voiman*, korvaava jäänmurtaja tilataan palveluiden ostajalle eli valtiolle suoraan. Hautala yhä arvioi, että pitkällä tähtäimellä jäänmurtajat voisivat siirtyä kokonaan taas valtion omistukseen. (Hautala 2012.)

3 Suomalaisen jäänmurtaajan tulevaisuus

Tulevaisuuden jäänmurtaajissa voi varmuudella odottaa tapahtuvan teknisiä parannuksia. Siihen viittaa jo katsaus ajassa taaksepäin, jolloin edistyksen huomaaminen helpottuu. Mikään ei viittaa siihen, että kehitys pysähtyisi. Tutkin perusteluita tälle oletukselle ja mahdollisia tulevaisuuden jäänmurtaajien kehityssuuntauksia sekä niitä vaikuttimia, jotka muokkaavat tulevaisuuden teknologiaa. Suomen tuleviin murtaajiin vaikuttaa teknologisen kehityskulun lisäksi myös muita asioita, joita myös tarkastelin seuraavissa kappaleissa.

3.1 Ulkomaiden jäänmurtaajien tekniikkaa

Tarkastelin myös sellaista jäänmurtajatekniikkaa, jota on käytetty muissa kuin suomalaisissa murtajissa. Etenkin, kun Suomi on valmistanut runsaasti myös ulkomaille jäänmurtajia, voi päätellä näiden laivojen vaikuttavan, ainakin jossain määrin, tulevaisuudessa suomalaisiin uudisrakennusjäänmurtajiin.

3.1.1 Ydinkäyttöinen jäänmurtaja

Ydinvoimaa on hyödynnetty jäänmurrossa jo pitkään. Erityisesti Venäjä on panostanut atomivoimalla toimiviin murtajiin valtavia resurssivaroja. Ydinvoiman haasteita ovat kalliit rakennuskustannukset ja ytimeistä muodostuva radioaktiivinen jäte. Energiapolitiikan kehitys EU:ssa ohjaa käyttämään niin sanottua puhdasta teknologiaa enenevässä määrin. Väittäisinkin olevan hyvin epätodennäköistä nykytiedon valossa, että Suomi hankkisi itselleen ydinjäänmurtajaa. Kuitenkin, laivateknologiaa tarkasteltaessa ei tätä suuntausta voi olla huomioimatta, sillä ydinjäänmurtajia on edelleen käytössä. Ne toimivat lähinnä arktisilla alueilla.

Toisen maailmansodan päätyttyä muun muassa Hiroshiman ydinpommitukseen, halusivat suurvallat valjastaa atomivoiman myös siviilikulkuneuvojen voimanlähteeksi (Turunen & Partanen, s.97). Kylmänsodan kilpavarustelu vauhditti teknologian kehittymistä, kun Yhdysvallat ja Neuvostoliitto yrittivät päihittää toisensa kaikilla mahdollisilla tavoilla.

Jäänmurtokäytössä ydinvoimasta oli se merkittävä etu öljykäyttöisiin murtajiin verrattuna, että alukset pystyivät toimimaan erittäin pitkiä aikoja ilman polttoainetäydennyksiä. Neuvostoliiton ensimmäisen ydinjäänmurtajan suunnittelukriteeri oli vuoden toiminta-aika, mutta käytännössä tankkausväli muodostui vielä pidemmäksi. (Turunen & Partanen, s.97.)

Kustannukset nousivat suuriksi, mutta ne eivät estäneet projektin etenemistä. Neuvostoliitolle kyse oli kansallisesta ylpeydestä. Vastoinkäymisistä huolimatta töitä ei keskeytetty. Maailman ensimmäinen ydinjäänmurtaja *Lenin* valmistui vuonna 1959 Leningradissa. Ydinreaktorit lämmittivät höyryä, joka pyöritti höyryturbiineja. Ne olivat akseleilla yhdistettynä tasavirtageneraattoreihin, joiden tuottamalla sähköllä pyörivät aluksen kolme perä-

potkuria. Alus oli 44 000 akselihevosvoimallaan myös maailman voimakkain murtaja ja pystyi kulkemaan pysähtymättä 2.5 metrisessä monivuotisessa kiintojäässä. (Turunen & Partanen, s.97-99.)

Alus ei jäänyt yksittäiseksi kokeiluksi, vaan nykyisellä Venäjällä on useita ydinkäyttöisiä jäänmurtajia. Niistä tämän hetken suurin on *50 Let Popedy*. Se on 159.6 m pitkä, 30 m leveä, syväys 11.08 m ja uppouma 25 160 tonnia. Voimaa tässä maailman suurimmassa jäänmurtajassa on 54 MW ja se pystyisi pitämään kovassakin myrskyssä neljää 250 metristä tankkeria paikoillaan. (Turunen & Partanen, s.99, 105-107.)

Venäjä on siis mieltynyt tähän teknologiaan ja se on useiden lähteiden mukaan valmista-massa vielä suurempia ydinmurtajia. Konkreettisinta tietoa tarjoaa uutissivusto *rt.com*. Lähdekriittisyyden takia, tietty varauksellisuus uusista ydinjäänmurtajista puhuttaessa on aiheellista. Kuitenkin, tiedot viitoittavat vain niitä suuntauksia, joihin ydinjäänmurtajateknologia on kehittymässä, eikä niiden aktuaalinen tarkkuus vaikuta opinnäytetyön tutkimus-tuloksiin.

Venäjä on alkanut rakentaa maailman suurinta ydinvoimalla toimivaa monitoimimurtajaa Pietarissa. Siitä tulee 173 m pitkä ja 34 m leveä ja alus valmistuu vuoteen 2017 mennessä. Laivan nimi tulee todennäköisesti olemaan *Arctic*. Laivan kaksi *RITM-200* reaktoria rakennetaan tuottamaan sähkövoimaa 175 MWe. Lisäksi rahoitus on myönnetty kahden vastaavan aluksen rakentamiseksi, joiden valmistuminen odotetaan tapahtuvan ajalla 2018-2020. (RT news 2013.)

Voidaan havaita, että ydinmurtajat kehittyvät edelleen, ja tulevat olemaan merkittävässä osassa ainakin venäläisessä jäänmurrossa myös tulevaisuudessa. Venäjän ydinvoimaosaa-minen on korkealla tasolla, ja ympäristönäkökohdat eivät ole hidastaneet tätä kehityskul-kua. Vain tulevaisuus itsessään osoittaa, kärsivätkö tulevat sukupolvet tämän tehokkaan teknologian käytöstä, niin kuin kriitikot sanovat. Se kuitenkin tiedetään, että ydinjäte on erittäin pitkäikäinen ongelma ja sen turvallinen loppusijoittaminen on haastavaa. Myös ydinvoimaonnettomuuksien riski olisi otettava huomioon näitä aluksia rakennettaessa.

3.1.2 Epäsymmetrinen jäänmurtaja

Helsingin telakalta laskettiin vesille maailman ensimmäinen rungoltaan epäsymmetrinen monitoimipelastusalus 12.12.2013. Tämä venäläisten ostama *Baltika* voi murtaa jäätä keula tai perä edellä, mutta myös kyljittäin, jolloin se tekee leveämpää uomaa jäähän. Suomenlahdelle suunniteltu alus pystyy kylki edellä murtamaan 50 metrin levyistä kulkuväylää 60 sentin jääkentässä. Aluksen pituus on 76.4 m, leveys 20.5 m ja 3 ruoripotkuria on yhteensä 7.5 MW tehoisia. Laivan varustelu tekee siitä monipuolisen työkalun. (Mäkinen 2013.)

Tämä teknologia mahdollistaa aluksen monipuolisemman käytön tilanteen mukaan. Nykyaikaisessa maailmassa on varmasti tilausta *Baltikan* kaltaisille monitoimialuksille. Käyttökokemukset lopulta osoittavat sen, kuinka onnistuneisiin suorituksiin tämä innovaatio ylittää. Joskus voi käydä niin, että monipuolisuuden tavoittelu tarkoittaa kompromissien takia menetettyjä suoritustehoja usealla osa-alueella.

3.2 Jäänmurron tarpeen vähentyminen

Lauhat talvet vähentävät tarvetta jäänmurtopalveluille. Lisäksi usea alus pystyy operoimaan itsenäisesti normaalitalvenakin. Ilmaston kausivaihtelut ovat tunnettu tosiasia, mutta myös pysyvästä ilmastomuutoksesta keskustellaan vilkkaasti. Tarkastelin sitä, onko jäänmurron tarve vähentynyt, koska se oleellisesti vaikuttaa Suomen tuleviin jäänmurtajahankintoihin.

3.2.1 Kaksitoimiset alukset

Jo yli sadan vuoden takaa tunnettiin ilmiö, että *Murtaja* selvisi hankalimmista paikoista peruuttaen. Jääkokeet ensimmäisellä Azipod-laiva *Seilillä* osoittivat samaa, ja ohjailu onnistui tällä teknologialla peruuttaenkin. Ensimmäisiä DAS (Double Acting Ship) aluksia alettiin kehittää, kun tarvittavat keksinnöt olivat tehty. Laivat kulkisivat avovedessä keula edellä ja murtaisivat jäätä perä edellä. (Turunen & Partanen 2011, s.87.)

Öljy-yhtiö Neste rakennutti maailman ensimmäiset uudet kaksitoimiset säiliöalukset *Temperan* ja *Masteran* vuosina 2002 ja 2003. Nämä 1A Super-jääluokan laivat oli muotoiltu siten, että keulan bulbi pienensi keula-aaltoa ja perä suunniteltiin murtamaan jäätä tehokkaasti. 16 MW azipod asennettiin aluksen pohjaan. Kun nämä laivat alkoivat liikennöidä Suomenlahdella, huomattiin niiden avustavan reitilleen osuneita kauppalaivoja oikeiden jäänmurtaajien tapaan. (Turunen & Partanen 2011, s.87-88.)

Huomataan, että Nesteen kaksitoimiset säiliöalukset (DAT, Double Acting Tanker) vaikuttivat jäänmurtotarpeen vähenemiseen. Vaikutus on kuitenkin verraten pieni, koska Itämerellä liikkuvista suurista alusmääristä vain murto-osa hyötyy näiden alusten jäissäliikkumiskyvystä. Toki vaikutus voisi nousta merkittävästi, mikäli *Masteran* kaltaisia aluksia liikkuisi huomattavasti runsaammin Suomen aluevesillä. Kaksitoiminen alus on kalliimpi rakentaa kuin avovesilaiva, eikä niiden räjähdysmäinen yleistymisen ole todennäköistä. Suurin etu teknologiasta on itse DAS/DAT laivan rahtaaajalle olosuhteissa, joissa perinteiset alukset juuttuvat jäihin ja joutuvat odottamaan ulkopuolista apua liikkeelle pääsemiseksi.

3.2.2 Ilmaston lämpiäminen

Ilmaston muuttuminen on valtavan laaja aihe. Tämän opinnäytetyön tarkoitus ei ole tarkastella ilmiötä sinänsä. Sen sijaan arvioin ainoastaan tutkimusten tuloksia niiltä osin, kuin ne mahdollisesti vaikuttavat Suomen jäänmurtajahankintoihin. Aiheen kiinnostaessa, filosofian tohtori Jorma Keskitalo on ekologiaan ja ympäristönsuojeluun erikoistunut biologi, joka on kirjoittanut ilmaston muutoksesta laajasti teoksessaan *Maapallon muuttuva ilmasto*.

Itämeren talvenaikainen jääpinta-ala on kutistunut 1870-luvulta alkaen, ja viimeisen 20 vuoden aikana avovettä on ollut erityisen runsaasti. Muutos kohti pienempiä jäämääriä on havaittavissa myös jääpeitteen kestoajan lyhenemisenä. (Nevanlinna 2008, s.150.)

Kaikki viittaa siihen, että tällä vuosisadalla Suomen ilmasto lämpenee keskimäärin muutamasta asteen, talvet suhteessa eniten ja ilmasto muuttuu sateisemmaksi. Helsingin yliopiston geofysiikan osaston mukaan Itämeren rannikot jäätyvät ilmastonmuutoksen takia noin

kolme viikkoa myöhemmin ja keväällä jäät lähtevät suurin piirtein kymmenen vuorokautta nykyistä aikaisemmin. (Keskitalo 2005, s.164,172.)

Jäidenlähdon aikaistumista merkittävämpää on, että yhä laajemmat alueet Itämerestä ei jäädy ollenkaan koko talvena. Nykyään Perämeri, Merenkurkku, Saaristomeren sisäosat ja Suomenlahden itäosa ja rannikko jäätyvät kokonaan säännöllisesti. Selkämeri, ulkosaaristo ja Suomenlahden ulappa jäätyvät leutoina talvina vain osittain. Luonnollinen vaihtelu merijään pinta-alassa on suurta, mutta pitkäaikaishavaintojen perusteella yhden asteen keskilämpötilan nousu supistaa Itämeren jääalaa 45 000 neliökilometriä. Markus Meierin työryhmän mukaan tulee jäättilävyys kutistumaan vuosisadan loppuun mennessä peräti 83 prosenttia. (Keskitalo 2005, s.172.)

Tällainen tulevaisuudenkuva ei voi olla vaikuttamatta tulevien Suomalaisten jäänmurtaajien hankintaan. Keskitalo (2005, s.176) kirjoittaaakin ilmastonmuutoksesta, että yhtenä hyödynäkökohtana voi pitää talvimerenkulun helpottumista. Näin ollen voisi ajatella, että tulevaisuudessa väkivahvojen jäänmurtaajien tarve Suomessa vähenee.

3.2.3 Valtioiden välinen yhteistyö

Talvimerenkulun alkuaikoina valtioiden välinen yhteistyö Itämerellä oli vähäistä. Jokainen maa huolehti pääsääntöisesti itse omasta jäänmurtopalveluiden tuottamisesta. Tämä johtui osittain siksi, että kalustoa oli riittämättömästi välttämättömien toimintojen turvaamiseksi, saati sitten kaluston antamiseksi muiden käyttöön. Ajat ovat muuttuneet.

Tulevien Suomen murtaajien hankintaan saattaa vaikuttaa myös se, että sopimuksia yhteistyöstä on solmittu ja edelleen solmitaan naapurimaiden kanssa. Ne velvoittavat sopimusosapuolia auttamaan liikenevällä kalustollaan avuntarpeessa olevaa valtiota. Näin voisi myös Suomi hyödyntää Itämeren muita jäänmurtaajia, jos oma kalusto ei riitä ylläpitämään tarvittavaa palvelutasoa.

Sopimus (36/1961) Suomen, Norjan, Ruotsin ja Tanskan välillä kertoo, että jäänmurtaajien yhteistoiminta tapahtuu Pohjanlahdella, Ahvenanmerellä, Itämeren tietyissä osissa, Kattegatissa ja Skagerrakissa. Yhteistyöhön tulee käyttää kaikkia käytettävissä olevia murtaajia,

joita ei välttämättä tarvita omilla rannikkovesillä. Tarkoituksena on auttaa sopimusosapuolta, joka ei tietyssä tilanteessa pysty tuottamaan tarpeellista jäänmurtopalvelua itse riittävän tehokkaasti. (Valtiosopimus 36/1961.)

Hallituksen esityksessä (70/2012) Suomi ja Ruotsi sitoutuisivat entistä tiiviimpään yhteistyöhön talvimerenkulun palvelujen suunnittelussa ja toteuttamisessa. Molemmat osapuolet sitoutuisivat ylläpitämään hallinnassaan jäänmurtajia, joilla on kokenut ja hyvin koulutettu päällystö. Tämän sopimuksen tavoite olisi tehdä jäänmurtopalvelusta entistä kustannustehokkaampaa. (Hallituksen esitys 70/2012.)

Hallituksen esityksessä (314/2014) ehdotetaan sopimuksen hyväksymistä, jossa Suomi ja Venäjä sitoutuisivat jäänmurtoyhteistyön edistämiseen Itämerellä. Se tekisi molemmille osapuolille mahdolliseksi pyytää ja saada nopeasti jäänmurtoavustusta tilanteessa, jossa apua tarvitsevan oma jäänmurtokalusto ei riitä. (Hallituksen esitys 314/2014.)

Tämä suuntaus on tietenkin hyvä, ja yhteistyön kehittäminen ensiarvoisen tärkeää. Ongelmalliseksi voisi kuitenkin muodostua tulevaisuus, jossa yhteistyöhön olisi tukeuduttu niin vankasti, että kriisitilanteen syttyessä omat jäänmurtajat eivät riittäisikään takaamaan huoltovarmuutta. Tällaista tilannetta ei pitäisi päästä kovinkaan helposti syntymään, sillä asiasta on laadittu laki.

Laki huoltovarmuuden turvaamisesta (18.12.1992/1390) varmistaa poikkeusoloissa ja niihin verrattavissa olevien häiriöiden vallitessa väestön toimeentulon, Suomen talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömät taloudelliset toiminnot sekä niihin liittyvät tekniset järjestelmät. (Laki 18.12.1992/1390.)

Voidaan havaita, että jäänmurtopalveluita voitiin ja edelleen voidaan tehostaa valtioiden välisellä yhteistyöllä. Jäänmurron kustannuksia halutaan yhä saada alas ja keinoja sille etsitään myös yhteistyösopimuksilla. Suomen asema on kuitenkin moniin naapurimaihin verrattuna haavoittuvaisempi ja se on riippuvaisempi vahvasta jäänmurtolaivueesta etenkin poikkeustilanteissa, joissa ulkopuolista apua ei välttämättä ole saatavilla. Tämä johtuu siitä, että normaalitalvina kaikki Suomen satamat yhä jäätyvät. Näin ollen jäänmurtajien asema tulee olemaan turvattu myös lähitulevaisuudessa.

3.3 Jäänmurtajien tekniikan kehittymisen teoriaa

Mikä tuottaa uusia keksintöjä ja innovaatioita muun muassa jäänmurtajiin? Vastaaminen on ongelmallista ja monimutkaista. Kirjassaan *Tervanpoltosta innovaatiotalouteen*, tekniikan tohtori Kari Leppälä kirjoittaa aiheesta laajasti. Hän mainitsee muun muassa, että *innovatiivisuutta suosivia tekijöitä ovat yhteiskunnallinen ja taloudellinen monimuotoisuus ja monikulttuurisuus yhdistettynä avoimuuteen ja suvaitsevuuteen. - - Innovaatioiden syntyn vaikuttavat myös ristiriidat, kriisit ja epäonnistumiset.*

Yleinen mielikuva tuotekehityksestä on: idea-analyysi, huolellinen suunnittelu, prototyypin rakennus ja lopullisen tuotteen markkinoille tuonti. Näin suoraviivainen ajattelu sopii yksinkertaisille tuotteille, mutta esimerkiksi uudentyyppisen jäänmurtajan kehitystyössä puhtaasti testiprototyypin rakentaminen olisi taloudellisesti mahdotonta. Käytännössä sovelletaan evoluution mallia, jossa tuotteet johdetaan aikaisemmin tehdyistä malleista teemmällä niihin teknisiä parannuksia, lisäämällä uusia alijärjestelmiä tai muuttamalla mitta-kaavaa. Tässä kehityksessä uusi tuote on ainakin osittain myös prototyyppi, ja käytännön kehitystyössä otetaan usein riskejä, joissa ei voi olla täysin varmoja lopputuloksesta. Välttämättömistä kokeista ja pienoismalleista huolimatta, työn lopullinen onnistuminen paljastuu vasta valmiin tuotteen käytössä. (Leppälä 2012, s.326.)

Edellä tarkastellun ajatuksen mukaan, uudet jäänmurtajat tulevat muistuttamaan vanhempia malleja, joihin on tehty parannuksia. Tämä kehitysmalli havainnoituu mainiosti myös tästä opinnäytetyöstä, kun tarkastelee jäänmurtajien ”evoluutiota”. Opinnäytetyön pääkappaleessa kaksi voi havaita lähes puhtaan lineaarisen kehityksen, missä uusin murtaja on parannettu malli edellisestä. Vasta monitoimimurtajat tuovat näkemykseni mukaan särön tähän kehityskulkuun, mutta niitä ei olekaan suunniteltu pelkästään jäänmurtoon.

3.4 Teknologian ennustamisen teoriaa

Teknologian ennustaminen ei ole helppoa eikä yksiselitteistä, vaikka se onkin kiinnostavaa. Ennustuksen heikkous on siinä, että vasta ennustetulla hetkellä voi arvioida sen paikkansapitävyyden. Historiasta löytyy esimerkkejä sekä onnistuneista, että epäonnistuneista teknologiaennusteista. Laajat ennusteet sisältävät usein molempia vaihtoehtoja, sillä ennus-

tettaessa runsaasti, jokin kohta pitää paikkaansa. Tutkijan taipumus liioitella tai aliarvioida jonkin teknologian tulevaisuuden merkitystä johtaa usein teknologiaennustusten epäonnistumiseen. (Hiltunen E. & Hiltunen K. 2014, s.44-45.)

Eräs teknologian ennustamisen menetelmistä on katsoa laboratorioissa ja tutkimuslaitoksissa kehitteillä olevia uusia innovaatioita, joita voidaan sanoa myös heikoiksi signaaleiksi. Signaalit auttavat pohtimaan teknologian tulevaisuutta. Ajatuksena on, ettei yksi heikko signaali kerro tulevaisuudesta mitään, mutta signaalien kumuloituessa, voidaan havaita nousevia teknologiatrendejä. (Hiltunen E. & Hiltunen K. 2014, s.45.)

Vallitsevia trendejä voi ekstrapoloida tulevaisuuteen. Esimerkiksi jos jonkin tuotteen markkinat ovat nousseet viime vuosina, voisi olettaa, että kasvua tapahtuu seuraavanakin vuosikymmenenä. Samalla ajatuksella: kun tietokoneen laskentakyky on kasvanut viime vuosikymmeninä, se saattaa kasvaa saman kaavan mukaan tulevaisuudessakin. Nämä trendiennusteet saattavat toimia hyvin, mutta jonkin trendin loputtomasta kasvamisesta ei ole takeita. Jonkin ennakoimattoman voiman vuoksi saattaa trendiennustus mennä pieleen. (Hiltunen E. & Hiltunen K. 2014, s.45.)

Myös asiantuntijoita hyödynnetään teknologiaennusteissa trendien ja heikkojen signaalien analysoinnin lisäksi. Huomattavaa on, että tutkija on asiantuntija omalla tutkimusalueellaan, mutta hän ei välttämättä osaa arvioida teknologia-alueensa tulevaisuutta yhteiskunnallisesti kovinkaan hyvin. Yhteiskuntatutkija taas osaa mahdollisesti arvioida yhteiskunnan rakennemuutoksia, mutta ei ymmärrä teknologia-alaa syvällisesti. Ennusteissa olisikin tärkeitä hyödyntää eri alan asiantuntijoiden näkemyksiä monipuolisesti. Myös mielikuvi- tusta ja luovuutta tarvitaan tulevaisuuden ennustamiseen. (Hiltunen E. & Hiltunen K. 2014, s.46.)

MIT:n tutkijat Firat, Woon ja Madnick ovat listanneet ja luokitelleet yhdeksän erilaista tapaa tehdä teknologiaennusteita:

1. asiantuntijoiden mielipiteet
2. trendianalyysi
3. monitorointi ja muut tiedustelumenetelmät (esimerkiksi patenttihaut)

4. tilastolliset menetelmät (esimerkiksi riskianalyysi)
5. mallinnus ja simulointi
6. skenaariot
7. taloudelliset päätösmallit (esimerkiksi hinta - hyöty-mallit)
8. kuvailevat menetelmät
9. luovuus (esimerkiksi aivoriihi ja visioiden luominen)

Useissa teknologiaennusteissa käytetään näiden menetelmien erilaisia yhdistelmiä. (Hiltunen E. & Hiltunen K. 2014, s.46.)

Tulevaisuuden jäänmurtajien ominaisuuksia pohtiessani hyödynsin useita näistä menetelmistä. Pääasiallinen työkalu oli henkilökohtainen luovuus, jonka pohjana on teknologian tuntemus. Toimin myös asiantuntijana tässä aiheessa, koska olen tutkinut jäänmurtajien kehitystä laajasta tutkimusaineistosta. Hyödynnän myös skenaarioajattelua jäänmurtajateollisuuden laajenemisen pohdinnassa. Viittauksia on myös taloudelliseen päätösmalliin jäänmurtajateollisuuden kasvun esteitä ja uusien pintamateriaalien käyttöönoton hitautta pohtiessani. Myös trendianalyysi vaikuttaa voimakkaasti, sillä tutkin vallalla olevia kehityssuuntia miettiessäni jäänmurtajien tulevaisuutta Suomessa.

Ennustuksen tarkkuus saattaisi parantua, mikäli asiantuntijoita olisi useampia ja eri aloilta. Toisaalta suurenkin asiantuntijajoukon ennuste voi mennä pieleen näin suppealla teknologian alalla kuin jäänmurtajat Suomessa. Pyrin kuitenkin olemaan mahdollisimman objektiivinen ja huomioimaan erilaisia muuttujia parhaan kykyni mukaan.

3.5 Tulevaisuuden jäänmurtajat Suomessa

Tulevaisuuden jäänmurtajien ominaisuuksiin vaikuttavat useat eri asiat. Tässä kappaleessa 3.5 pohdin murtajien tulevaisuutta niiden työkalujen avulla, joista aiemmassa kappaleessa

olen kirjoittanut. Ennen omia näkemyksiä uusista aluksista, tutkin mitä yleisestä laivojen tulevaisuudesta on kirjoitettu. Lisäksi tarkastelin Suomelle tulevaa, rakenteilla olevaa jäänmurtaajaa.

3.5.1 Yleinen laivojen tulevaisuus

Laivaliikenteen tulevaisuusvisioissa päästöihin kiinnitetään paljon huomiota, koska se kuormittaa ympäristöä. Laivaliikenne tuottaa kaksinkertaisen määrän hiilidioksidipäästöjä lentoliikenteeseen verrattuna, mikä runsaan rahtilaivaliikenteen takia ei ole ihme. Laivat käyttävät usein ympäristön kannalta haitallisinta raskasta polttoöljyä. (Hiltunen E. & Hiltunen K. 2014, s.107.)

Ratkaisuja ongelmaan kehitetään: rikkipesureilla vähennetään rikkipäästöjä ja kokonaisvaltaisella ajattelulla vähennetään energian kulutusta. 2013 palkittiin Rolls-Roycen kehittämä Environship-konsepti, joka vähentää alusten päästöjä jopa 40 prosenttia käyttämällä polttoaineena maakaasua, ja yhdistämällä siihen energiaa säästävää muotoilun. Suomalainen *Viking Grace* käyttää omaa Emma-järjestelmää, joka käyttää myös maakaasua ja parantaa energiatehokkuutta. (Hiltunen E. & Hiltunen K. 2014, s.107-108.)

Myös muita innovaatioita on suunnittelijoiden piirustuspöydillä. Wallenius Wilhelmsen Logistics on kehittänyt konseptialuksen, joka hyödyntää tuuli- ja aurinkoenergiaa sekä hybridimoottoria. Saksalainen Sky Sails on kehittänyt jopa kolmanneksen polttoaineen kulutusta vähentävän purjeen liitettäväksi rahtilaivoihin. (Hiltunen E. & Hiltunen K. 2014, s.108.)

Käsitykseni mukaan, edellä mainitut tutkijat kirjoittavat suurimman huomion laivojen tulevaisuudessa keskittyvän ekologisuuteen. Kuitenkin havaintojeni mukaan taloudellisuus on nykyajan kehityksen ”primus motor” ja ympäristöystävällisyys tulee energiatehokkuuden haluttuna sivutuotteena.

3.5.2 Rakenteilla oleva jäänmurtaja

Liikennevirasto hankkii uuden murtajan Helsingin Hietalahden telakalta. Tilatun aluksen on tarkoitus korvata palvelut, jotka on ostettu Ruotsilta vuokraamalla *Frej* murtajaa. Osittain laiva korvaa myös yli 50 vuotta vanhan *Voiman*. Uudisrakennus tulee olemaan niin sanottu perusjäänmurtaja, mutta se tulee ympärivuotiseen käyttöön, sillä se toimii myös hätähinaajana sekä öljyntorjunta-aluksena. Polttoaineena uusi jäänmurtaja käyttää sekä dieseliä, että maakaasua. Käyttöikäksi laivalle arvioidaan 50 vuotta ja se pystyy tekemään 25 metriä leveää uomaa 1.2 metrin paksuisessa jääkentässä kuuden solmun nopeudella. (Nalbantoglu 2014.)

Voidaan havaita, että valtio ei halunnut tilata enää monitoimimurtajaa. Syynä voisi arvella olevan se, että offshore-toiminta maailman merillä ei ollut niin menestyksestä liiketoimintaa kuin oli toivottu. Edelleen voisi päätellä, että myös tulevat jäänmurtajat toimisivat todennäköisesti vain Itämerellä eivätkä välttämättä palvelisi kaupallisissa projekteissa.

3.5.3 Suomen tulevien jäänmurtajien ominaisuuksia

Tulevien Suomen jäänmurtajien ominaisuuksia arvioitaessa hyödynsin opinnäytetyötutkimuksestani saatuja tietoja: jäänmurtajat ovat pääsääntöisesti kehittyneempiä versioita edeltäjistään, Suomessa ja ulkomailla keksityistä innovaatioista parhaat on hyödynnetty alusuunnittelussa, yhteistyö on tiivistynyt Itämeren alueella ja ilmasto on lämpiämässä. Myös taloudellisuus sekä ekologisuus ovat uudisrakennusten tärkeitä ominaisuuksia, jäänmurtajien ympärivuotinen käyttö on toivottavaa ja huoltovarmuus on edelleen pystyttävä turvaamaan kaikissa olosuhteissa. Näiden tietojen perusteella voi arvioida tulevia jäänmurtajahankintoja, vaikka subjektiivinen näkemys helposti tuottaakin jossain määrin epätieteellisen tuloksen.

Lämpenevästä ilmastosta huolimatta jäätyvät Itämeren rannikot vielä pitkään. Ahtojäät kasautuvat lauhoinkin talvina Perämeren rannikoille ja Merenkurkkuun. Arvioin, että näiden ahtojäiden mukaan on mitoitettava tulevat jäänmurtajat. Lisäksi on otettava huomioon talvien luonnollinen kausivaihtelu, joka tarkoittaa ainakin satunnaisia ankaria talvia lämpenevästä trendistä huolimatta.

Murtajien kokovuotinen käyttö on todennäköistä tulevaisuudessa, mutta se tapahtunee Itämeren alueella. Avovesiajan tehtäviä voisivat olla meripelastus, ympäristön suojeleminen, tutkimustyöt ja väylänhoito. Jäänmurtajien käyttö Puolustusvoimien tehtävissä ei ole lähitulevaisuudessa todennäköistä, mutta maailman turvallisuustilanteen merkittävästi heikontuessa sekin on mahdollista.

Käsitykseni mukaan, jäänmurtajien arvostus tavallisen kansan keskuudessa on viimeaikoina alentunut presidentti Kekkonen ajoilta, jolloin valtiovieraillekin innokkaasti esiteltiin näitä aluksia. Tähän lienee syynä lauhat talvet ja murtajiin kohdistunut negatiivinen huomio muun muassa työtaisteluiden aikana. Positiivisella kampanjoinnilla voisi jäänmurtajien merkityksestä kansalaisia muistuttaa, jolloin sen kehittämiseen oltaisiin mahdollisesti halukkaampia panostamaan valtion rahoja.

Lähitulevaisuuden jäänmurtajissa hyödynnetään voiman tuottoon visioni mukaan maakaasua, alkoholia ja ympäristöystävällistä energiaa. Nykyisen poliittisen ilmapiirin vallitessa ydinvoiman käyttö Suomen jäänmurtajissa on epärealistista, vaikka sen käyttö ei tuotakaan haitallisia päästöjä. Ympäristöystävällisen, uusiutuvan energian osuus tulee kasvamaan symbolisesta osuudesta merkittävään osaan vasta usean murtajan kuluttua. Siirtymävaiheessa järjestely saatetaan tehdä niinkin, että peruskäytössä alus kulkee ekologisella energialla ja suureen tehontarpeeseen käytettäisiin fossiilisia polttoaineita. Aurinkoenergian käyttö tuskin lienee hyödyllistä Perämeren talvisissa olosuhteissa, joissa kaamosaika on pitkä. Kuitenkin teknologian kehityksen pääpaino tulee olemaan ympäristöystävällisen ja samalla mahdollisimman edullisen käyttöenergian tuottamisessa.

Sähkömoottorit ovat arvioni mukaan osa murtajien teknologiaa vielä pitkälle tulevaisuuteen. Niiden etu on se, että monella eri järjestelmällä pystytään tuottamaan tarvittavaa sähkövirtaa. Tulevaisuuden murtajat voitaisiin suunnitella enemmän komponenteiksi kokonaisuuden sijaan, jotta vanhentuvaa teknologiaa pystyisi helpommin uudistamaan. Näin alusten elinkaari kasvaisi ja ennen kaikkea, se pysyisi teknologian huipulla koko käyttöikänsä ajan.

Uudistamisen perusta olisi riittävän kestävä alusrunko, joka kestäisi kulutusta ja aikaa vuosikymmenien ajan. Lisäksi rungon suunnitelman tulisi olla niin hyvä, että uskallettaisiin rakentaa kokonainen sarja jäänmurtajia. Näin kokonaiskustannukset laskisivat pitkällä aikavälillä, koska yhteensopivia komponentteja olisi tarjolla kaikkiin sisaraluksiin. Tieten-

kään kaikkia sisarlaivoja ei tarvitsisi tilata Suomelle, vaan optimaalisessa tilanteessa myös naapurimaat tilaisivat niitä. Näin yhteistyövaltiot tietäisivät tarkalleen palvelut, joita naapurimaat voisivat tarjota, jos oma aluskapasiteetti ei riittäisi.

Edelleen ajatusta jatkaen, voisi Suomeen muodostua jäänmurtajien huoltoon keskittyvä teollisuuden haara. Taloudellista hyötyä ei muodostuisi ainoastaan alusten myynnistä, vaan myös huoltosopimuksista. Jäänmurtajien markkinat ovat pienet, joten taloudellisen hyödyn saaminen vaatii kekseliäisyyttä. Asiakkaille tarjottaisiin jatkuvasti suorituskykyä tai monipuolisuutta lisääviä komponentteja, jotka lisäisivät jäänmurtajan käyttöarvoa. Rungon hinta pitäisi pystyä pitämään minimissään, jotta alkuhankintakustannukset pysyisivät houkuttelevan pieninä. Murtajia voisi modifioida tiettyyn käyttötarkoitukseen erilaisten patentoitavien komponenttien avulla. On todennäköistä, että tällainen malli tuottaisi merenkulkuun innovaatioita niin sanotusti liukuhihnalta ja täten myös Suomen jäänmurtajat kehittyisivät siinä samalla. Komponenttien asennustekniikka tulisi kehittää nopeaksi, jotta telakointiajat pysyisivät lyhyinä.

Tällainen sarjatuotannollinen malli vaatisi suurta panostusta laivateollisuuteen. Todennäköisempää onkin, että jäänmurtajien rakennus pysyy erillisprojektiluonteisena. Kehitystä tapahtuu vääjäämättä niinkin, mutta se on arvioni mukaan hitaampaa.

Materiaalien kehittyminen mahdollistaa tulevaisuudessa paremmat jäänmurto-ominaisuudet. NykYTEknologia mahdollistaa ruostumattoman teräksen räjäyttämisen rungon pintaan, kuten opinnäytetyössä on kerrottu. Nanoteknologia todennäköisesti mahdollistaa tätäkin huomattavasti paremmat pinnoitteet. Toivottuja ominaisuuksia on huoltovapaus ja kestävyys. Pohjanpesut sekä maalaukset olisivat turhia, jos pinnoite hylkisi orgaanisia materiaaleja ja kestäisi jäiden aiheuttaman kulutuksen. Kokeilua tuskin kuitenkaan nähdään lähitulevaisuudessa, koska kynnys kokeilla ensimmäisenä kallista pinnoitetta on korkea. Ensimmäiset testaukset varmasti tehdäänkin pienillä aluksilla. Uusien pinnoitteiden hinnan alentuessa, niiden käyttö jäänmurtajissakin mahdollistunee.

Ohjelmistot uusiutuvat fyysistä teknologiaa nopeammin, mutta niiden vaikutuksia talvimerenkulkuun on vaikea arvioida. Eri maiden lainsäädännöt ja erilaiset käyttöjärjestelmät hankaloittavat hyödyllisten ohjelmistojen kehittämistä. Kuitenkin parhaat ohjelmat ja ideat tulevat todennäköisesti yleistymään myös talvimerenkulussa.

Jääkentällä navigoiminen on haastavaa eri-ikäisten rännien risteillessä näkökentässä. Tulevaisuudessa voisi olla ohjelma, joka antaisi sekä murtajan, että kauppa-alusten navigaattoreille tiedon tuoreimmasta ajouomasta ja jääkentän liikkeestä reaaliajassa helposti ymmärrettävässä visuaalisessa muodossa. Myös tarve kehittää järjestelmä, joka estäisi yhteentörmäykset letkassa ajettaessa, on olemassa. Kommunikaatio tulee parantumaan, ja kirjalliset reaaliaikaiset käskyt epäselvyyksien välttämiseksi olisi jo nykytekniikalla tehtävissä. Turvallisuutta lisäävien teknisten innovaatioiden olettaisin painottuvan inhimillisten virheiden karsimiseen. Automatiikka voisi tulevaisuudessa esimerkiksi estää matalikoille ajamisen, kun se tietäisi kolin alle jäävän riittämättömästi vettä. Ominaisuudelle olisi tietysti luotava ohituskytkin hätätilanteiden varalle. Talvimerenkulku on niin monitahoista, että automatiikka ja robotiikka tuskin tulevat kokonaan syrjäyttämään ihmisen kokemusta ja arviointikykyä.

Myös valaistus, joka aiheutti ihastusta kansalaisissa jo ensimmäisessä Suomen jäänmurtajassa, tulee paranemaan edelleen. Pimeys ei kuitenkaan ole ainut näköä rajoittava tekijä, vaan myös sumu hankaloittaa merenkulkijoiden työtä. Tutkatekniikka paranee jatkuvasti ja muitakin uusia ratkaisuja navigoimiseen rajoitetun näkyvyyden vallitessa on odotettavissa.

Joka tapauksessa, aivan kuten aikaisempinakin aikoina, voidaan päätellä, että useat merenkulun uudistukset tulevat ensimmäisinä Suomalaisiin jäänmurtajiin. Edelläkävijöitä olivat muun muassa *Sampo* ja *Voima* aikanaan ja vastaavia uudistusten muuttamia aluksia tullaan arvioni mukaan edelleen Suomessa näkemään.

4 Yhteenveto ja päätelmät

Turunen ja Partanen (2011, s.40) kirjoittavat, että suomalainen meriteollisuuden erikoisosaaminen perustuu toiseen maailmansotaan, koska korvausvaatimukset pakottivat opettelemaan taitoja, jotka muutoin olisi jäänyt saavuttamatta. Tutkimukseni mukaan, ei näin mustavalkoista lausuntoa ole aiheellista antaa. On totta, että meriteollisuus kasvoi huomattavan nopeasti sotakorvausten vauhdittamana, mutta oletettavasti hyvin lineaarisesti edennyt kehitys olisi jatkunut myös ilman toista maailmansotaa.

Suomalainen meriteollisuuden osaaminen talvimerenkulussa ja sen jatkuva kehittyminen perustuu ennemminkin sinnikkäiden edelläkävijöiden visioihin ja koko kansakunnan tahtoon kehittää ympärivuotista merenkulkua. Jäänmurtoon suhtauduttiin aluksi epäilevästi, mutta sen alettua tuottaa tuloksia, nousi murtajien arvostus nopeasti. Alukset muodostuvat tärkeiksi kansallisidentiteetin symboleiksi varsinkin Suomen suuriruhtinaskunta-aikana. Jäänmurtajat kuvastivat edistystä, voimaa ja sisua jo itsessään.

Opinnäytetyöstä voi havaita jäänmurtajien kehityskaaren. Tehot ovat kasvaneet, materiaalit sekä kotimaisuusaste parantuneet ja tekniikka kehittynyt. Mystiikka, joka liitettiin jäänmurtajien ominaisuuksiin, on vaihtunut moderniin tiedejatteluun. Silti kaikki uudistukset eivät välttämättä ole tuoneet haluttuja tuloksia, koska prototyyppejä on ollut taloudellisesti mahdotonta rakentaa. Ensiarvoisen tärkeitä ovatkin olleet erilaiset komiteat, joita järjestettiin talvimerenkulun kehittämiseksi. Merenkulun asiantuntijoita kuunneltiin jäänmurtajapäätöksiä tehtäessä ja ne tuottivat hyviä tuloksia.

Jäänmurto kehittyi talouden ehdoilla, ja se paransi väestön elämänlaatua. Syntyi eräänlainen kierre, jossa kasvava teollisuus tarvitsi jatkuvasti enemmän ja tehokkaampia murtajia ulkomaankauppaa varten. Tarve täyttyi vasta, kun kaikki talvisatamat pystytettiin pitämään auki ympäri vuoden. Siitä lähtien teknologian kehityksen painopiste on ollut kustannustehokkuudessa, vaikka jäänmurtajien kalleutta oli kritisoitu jo niiden koko olemassaolon ajan.

On muodostunut itsestäänselvyydeksi, että merenkulku on ympärivuotista koko maassa. Tekniikka on kehittänyt murtajista jatkuvasti taloudellisempia ja monitoimimurtajat olivat eräs ratkaisuyritys alentaa jäänmurron kokonaiskustannuksia. Offshore-toiminta ei tuottanut kuitenkaan toivottuja tuloja, joten *Botnica* myytiin eteenpäin. Seuraava murtaja on taas niin sanottu perinteinen jäänmurtaja, jonka on tarkoitus olla käytössä myös avovesiajan tehtävissä.

Olosuhteet ovat alkaneet muuttua ja ilmastonmuutoksen vaikutuksia on havaittavissa. Tuleva jäänmurtokalusto on sovitettava näihin haasteisiin. Ilmaston luonnollinen kausivaihtelu on otettava arvioinnissa myös huomioon ja jäänmurtokyky on mieluummin yli- kuin alimitoitettava huoltovarmuuden takaamiseksi.

Lisääntyvä yhteistoiminta jäänmurrossa naapurivaltioiden kanssa tehostaa talvimerenkulkua ja luo joustavuutta. Ulkopuoliseen apuun ei voi kuitenkaan luottaa poikkeustilanteissa, joten Suomen oma tehokas jäänmurtolaivasto on oleva välttämätön osa maan tulevaisuutta.

Tehokkain tapa kehittää talvimerenkulun innovaatioita olisi luonnollisesti pääoman sijoittaminen meriteollisuuteen. Jäänmurtajien suppeiden markkinoiden takia, suurta panostamista niiden kehittämiseen tuskin on odotettavissa. Murtajiin kohdistuvan teknologisen kehityksen voi siis ajatella tapahtuvan kohtalaisen verkkaisesti.

Tulevaisuuden ennustaminen haastavaa, mutta jäänmurtajat tulevat kehittymään kustannustehokkaammiksi ja ympäristöystävällisemmiksi. Uudistuksia tulee ennen kaikkea käyttöenergiaan. Myös turvallisuutta lisäävä teknologia vähentää inhimillisiä virheitä tulevaisuudessa.

Huoltovarmuus on asia, jota ei tulevaisuudessakaan tulisi väheksyä. Historian valossa oma apu on usein ollut paras apu. Jäänmurtajien tekninen kehitys on ollut nopeaa ja voisi ajatella, että laatu korvaa määrän. Kuitenkaan jäänmurtajalaivastoa ei käsitykseni mukaan tulisi supistaa siten, että osaavasta henkilökunnasta olisi tulevaisuudessa pulaa, tai palvelutaso kärsisi merkittävästi yhdenkin murtajan äkillisen poistuman myötä. Kotimaisen talvimerenkulun tulevaisuuden ainut varmuus on se, että päätökset jäänmurtajienkin kohtalosta tekee Suomi itse.

Lähteet

Auvinen Visa (toim.) (1983). *Leijonalippu merellä*, 2.painos, Eita Oy, Pori.

Berglund Magnus (YLE verkkojulkaisu 15.11.2010, päivitetty 10.7.2014). *Avoim kirje ministeri Vehviläiselle*, <<http://www.yle.fi/aihe/artikkeli/2010/11/15/avoin-kirje-ministeri-vehvilaiselle>>, viitattu 4.6.2015.

Hallituksen esitys 70/2012, 20.6.2012, <<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2012/20120070>>, viitattu 5.6.2015.

Hallituksen esitys 314/2014, 4.12.2014, <<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140314>>, viitattu 5.6.2015.

Hautala Heidi (verkkojulkaisu 2012). *Kirjallinen kysymys 877/2012 vp*, <<http://www.eduskunta.fi/FI/Vaski/sivut/trip.aspx?triptype=ValtiopaivaAsiakirjat&docid=kk+877/2012>>, viitattu 4.6.2015.

Hiltunen Elina & Hiltunen Kari (2014). *Teknoelämää 2035 – Miten teknologia muuttaa tulevaisuuttamme?*, Talentum, Helsinki.

Kaukiainen Yrjö (2008). *Ulos maailmaan! - Suomalaisen merenkulun historia*, SKS, Hämeenlinna.

Keskitalo Jorma (2005). *Maapallon muuttuva ilmasto*, Tammi, Helsinki.

Laurell Seppo (1992). *Höyrymurtajien aika*, Gummerrus, Jyväskylä.

Laki 18.12.1992/1390, <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921390>>, viitattu 5.6.2015.

Leppälä Kari (2012). *Tervanpoltosta innovaatiotalouteen*, Avain, Helsinki.

Lindström Jari (verkkojulkaisu 2012). *Kirjallinen kysymys 877/2012 vp*, <<http://www.eduskunta.fi/FI/Vaski/sivut/trip.aspx?triptype=ValtiopaivaAsiakirjat&docid=kk+877/2012>>, viitattu 4.6.2015.

Nevanlinna Heikki (päätoim.) (2008). *Muutamme ilmastoa – Ilmatieteen laitoksen tutkijoiden katsaus ilmastomuutokseen*, Karttakeskus, Porvoo.

Nalbantoglu Minna (HS verkkojulkaisu 23.1.2014). *Uusi jäänmurtaja tilattiin Arctechilta Helsingistä*, <<http://www.hs.fi/m/talous/a1390432897248>>, viitattu 4.6.2015.

Nordman Kurt (toim.) (2005). *Keihäänkärkiä – kolmesta kertomusta suomalaisesta huipputekniikasta*, STV, Helsinki

Mäkinen Jari (verkkojulkaisu 2013). *Kylkimyyryä kulkeva monitoimimurtaja vesille*, <<http://www.tiedetuubi.fi/kylkimyyrya-kulkeva-monitoimimurtaja-vesille>>, viitattu 3.6.2015.

Pohjanpalo Jorma (1978). *100 vuotta Suomen talvimerenkulkua*, Valtion painatuskeskus, Helsinki.

Ramsay Henrik (1949). *Jääsaarron murtajat*, WSOY, Helsinki.

Riimala Erkki (toim.) (1983). *Suomalaisia höyrylaivoja 150 vuotta maailman merillä ja kotivesillä 1833-1983*, Suomen Höyrypursiseura ry, Lahti.

Riimala Erkki (toim.) (1994). *Navis Fennica – Suomen merenkulun historia 1-4, Osa 3, Telakat, satamat ja valtion alukset*, WSOY, Porvoo.

RT news (verkkojulkaisu 2013). *Russia lays down world's largest icebreaker*, <<http://www.rt.com/news/world-biggest-icebreaker-russia-275/>>, viitattu 02.06.2015.

Tilastokeskus, Suomen virallinen tilasto (SVT): Kuluttajaindeksi (verkkojulkaisu 2012). ISSN=1796-3524. *Rahanarvonkerroin 1860-2012*, <http://www.stat.fi/til/khi/2012/khi_2012_2013-01-15_tau_001.html>, viitattu 19.5.2015.

Turtola Ilona (YLE verkkojulkaisu 24.10.2012). *Valtion omistama Arctia myy jäänmurta-
jan Viroon*,
<http://www.yle.fi/uutiset/valtion_omistama_arctia_myy_jaänmurtajan_viroon/6347909>,
viitattu 4.6.2015.

Turunen Ari & Partanen Petja (2011). *Raakaa voimaa - Suomalaisen jäänmurtamisen tari-
na*, Atena, Jyväskylä.

Valtiosopimus 36/1961, 20.12.1961,
<<http://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1961/19610036>>, viitattu 5.6.2015.