



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

SAMI SALLINEN

Moottorimiehen tehtävät uuden laivan käyttöönotossa ja merikokeella

MERENKULUN INSINÖÖRIN TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Sallinen, Sami: Moottorimiehen tehtävät uuden laivan käyttöönotossa ja merikokeella

Opinnäytetyö, AMK

Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), merenkulku

Huhtikuu 2024

Sivumäärä: 44

Tässä opinnäytetyössä kerrottiin moottorimiehen tehtävistä uuden aluksen käyttöönotossa sekä laiturij- ja merikokeissa. Työssä annettiin selkeä kuvaus moottorimiehen tehtävistä sekä eroavaisuuksista työskenneltäessä uuden aluksen merikokeella ja vanhemmassa operoivassa aluksessa. Opinnäytetyössä myös tutkittiin ja kuvattiin tärkeimpiä laiturij- ja merikokeiden testejä.

Työtä varten tutkittiin muita aihetta lähellä olevia opinnäytetöitä. Tämän lisäksi aineistoa kerättiin lainsäädännöstä, merenkulun säännöistä sekä luokituslaitosten tietopankeista. Työtä varten haastateltiin myös telakkateollisuudessa eri tehtävissä toimivia sekä merenkulkutaustaa omaavia henkilöitä.

Lopputuloksena havaittiin uuden aluksen käyttöönoton ja kokeiden laajuuden asettamat vaatimukset moottorimiehen ammattitaidolle. Näissä tehtävissä nähtiin myös mahdollisuudet ammattitaidon kehittämiseksi. Laivanrakennuksessa nähtiin muitakin potentiaalisia lisätutkimuskohteita sekä telakkatyön tarjoamat hyödyt merenkulun ja konetekniikan opiskelijoille.

Avainsanat: Merikoe, laiturikoe, moottorimies,

Abstract

Sallinen, Sami: Motorman's duties during commissioning and sea trials of a newbuild ship
Bachelor's thesis
Maritime engineering
April 2024
Number of pages: 44

In this thesis, the duties of the motorman during the commissioning of a new ship and during quay and sea trials were reviewed. The purpose was to give a clear description of the motorman's duties and the differences when working on a sea trial of a new ship and on an older operating ship. The work also covered the most important quay and sea trial tests.

For this work, other theses related to the topic were studied. In addition to this, material was collected from legislation, maritime regulations and data banks of classification institutions. Also, people working in various positions in the shipyard industry and people with a maritime background were also interviewed.

As a result, the demands placed on the motorman's professional skills by the introduction of the new ship and the scope of the tests were observed. Opportunities for professional development were also seen in these tasks. There were other potential additional research targets in shipbuilding, as well as the benefits offered by shipyard work for maritime and mechanical engineering students.

Keywords: Sea trial, quay trial, motorman

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Tutkimusongelma ja tavoitteet	7
1.2 Teoreettinen viitekehys.....	8
2 MERIKOE YLEISESTI	8
2.1 Merikokeen sisältö ja pituus	8
2.2 Luokituslaitos.....	9
2.3 Sääto- ja korjaustyöt merikokeella.....	9
3 MOOTTORIMIES.....	10
3.1 Moottorimies -nimike	10
3.2 Miehitys	11
3.3 Moottorimiehenä merikokeella.....	12
4 LAITURIKOKKEET.....	13
4.1 Aluksen järjestelmien testaus	13
4.2 Kallistuskoe	14
4.3 Aluksen sähköntarve	17
4.4 Pääkoneiden testit.....	19
4.5 Propulsion testit.....	23
4.6 Blackout-testi.....	24
4.7 Dead Ship-testi.....	25
4.8 Safe Return to Port-testi	27
5 LAIVAN MERIKOE.....	28
5.1 Merikokeen miehitys.....	28
5.2 Merikokeen valmistelut.....	29
5.3 Merikokeen testiohjelma.....	30
5.4 Vahdinajo	32
5.5 Pääkoneiden ja propulsion kestävyystestit	35
5.6 Miehitämättömän konehuoneen testi.....	36
5.7 Merikokeen päättyminen	38
6 JOHTOPÄÄTÖS JA POHDINTA.....	39
LÄHTEET	42

TERMI- JA LYHENNELUETTELO

Blackout	Laivan sähköntuotannon häiriö, sähkökatkos.
Blackout-pumppu	Paineilmatoiminen polttoainepumppu, joka käynnistyy automaattisesti blackoutin hetkellä. Jatkaa polttoaineen syöttöä pääkoneille.
Bunkraus	Öljyn tai polttoaineen siirto aluksen tankkeihin. Eng. <i>bunkering</i> .
IAS	Integrated Alarm System. Laivan konehuoneen valvonta- ja hälytysjärjestelmä.
LNG	Nesteytetty maakaasu (Liquified Natural Gas). Varastoituna LNG pysyy nesteenä, höyrystetään ennen koneelle syöttöä.
MARPOL	Merenkulun ympäristönsuojelua koskeva yleisopimus.
MGO	Marine Gasoline Oil, tisleistä valmistettu laivapolttoaine. Ei sisällä raskasta polttoainetta.
Musterlist	Laivalla oleva lista miehistön jäsenten tehtävistä hätätilanteissa.
Paaksi	Koneen vauhtipyörään kytkettävä laite, jolla konetta saadaan hitaasti pyöräytettyä. Sekä sähkö-, hydraul- ja käsikäyttöisiä.
Pilssi	Alin osasto laivalla, turkkitason alapuolella.
Propulsio	Laivaa liikuttava voima.
SOLAS	Safety Of Life At Sea. Kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä.
SRtP	Safe Return to Port. Matkustaja-aluksia koskeva säännöstö, joka tähtää siihen, että alus kykenee palaamaan satamaan vaikka aluksella tapahtuisi kone-tiloissa vuoto tai tulipalo.
Turkkitaso	Laivan konetilojen lattia, alumiini- tai teräslevyjä.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan moottorimiehen tehtävistä ja aluksen käyttöönotto- ja koeprosessista. Ajatus aiheesta kehittyi työskennellessäni Rauman telakalla uudisrakennuslaivan käyttöönotto- ja koe- ja testiprosessissa sekä moottorimiehenä merikokeella. Työtehtäviin kuului konevahtitehtävien lisäksi ennen käyttöönottoa kokoonpano-, tarkastus- ja huoltotöitä sekä polttoaine- ja voiteluainelinjojen huuhtelua. Uuden aluksen käyttöönotto- ja testausprosessi on erittäin laaja ja moniosainen. Alukselle laiturin- ja merikokeella tehtävistä testeistä on saatavilla verrattain vähän kirjallista aineistoa. Aiheeseen liittyviä ja erittäin suurempia testejä kuvaavia opinnäytetöitä kuitenkin löytyy, joita käytetään työssä hyödyksi.

Moottorimiehestä ja moottorimiehen tehtäväkuvauksesta on myös saatavilla hyvin rajallinen määrä aineistoa. Moottorimies-nimike on alalla paljon käytetty mutta ulkopuoliselle nimitys voi olla epätarkka ja selkeää kuvaa moottorimiehen tehtävistä voi olla hankala muodostaa. Tämän vuoksi opinnäytetyön aihe on merkityksellinen, sillä se antaa mahdollisuuden tehdä edellä mainittuja aiheita selventävän työn. Nämä huomioituna aihe vastaa myös samalla työelämän tarpeeseen. Työtä voisi käyttää käyttöönottoryhmiä muodostaessa uusien jäsenien sekä moottorimiesten perehdyttämiseen uudisrakennusprojekteissa.

Koska nykyaikaisten alusten ja varsinkin matkustaja-alusten järjestelmät ovat tänä päivänä erittäin laajoja sekä monimutkaisia kokonaisuuksia, on tämä työ rajattu koskemaan aluksen koneosastoa ja työssä käsitellään suurimmat alukselle tehtävät testit. Tämän vuoksi työssä kuvatut testit ovat vain yksi osa uudisrakennuslaivan käyttöönotto- ja testiprosessia. Lisäksi moottorimiehen tehtävät ovat poikkeuksetta koneosastolle sijoituvia. Tämänkin osalta on työn rajaaminen tarpeellista ja perusteltua. Opinnäytetyössä tarkastellaan aiheita

käytännönläheisesti moottorimiehen näkökulmasta, täydentäen haastatteluilla ja saatavilla olevan kirjallisen aineiston avulla.

Työssä referenssialuksena käytetään Rauma Marine Constructions (RMC) projektia NB-6003 MyStar, joka valmistui joulukuussa 2022. Aluksen propulsio tuotetaan sähköisesti ja kiinteälapaisia potkureita pyöritetään akselivälitteisesti ABB:n propulsiomootoreilla. Viisi kappaletta MAN 8L51/60DF pääkoneita (yhteisteho 42 000 kW) pyörittävät generaattoreita, jotka tuottavat aluksen tarvitseman sähkön. Polttoaineena laiva käyttää MGO:ta (Marine Gas Oil) ja nesteytettyä maakaasua (LNG). Näiden ominaisuuksien vuoksi työssä kuvatut koemenettelyt ja testit poikkeavat osittain konventionaalisten alusten kokeista ja testeistä. Konventionaalisissa aluksissa potkuri on kytketty akselivälitteisesti suoraan pääkoneeseen.

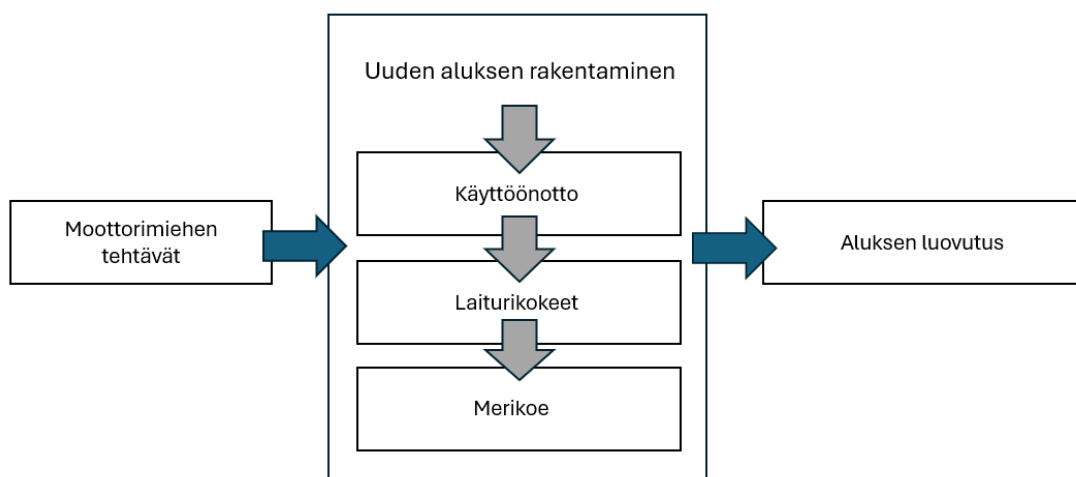
1.1 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Työn päätavoitteena on antaa selkeä kuvaus uuden aluksen käyttöönotto- ja koeprosessista sekä moottorimies-nimikkeestä. Työssä käydään läpi tärkeimpiä laiturij- ja merikokeen testejä, jonka lisäksi kerrotaan moottorimiehen tehtävistä tässä prosessissa sekä yleisesti.

Tässä työssä käytetään kvalitatiivista tutkimusotetta, eli tiedon keräämisessä käytetään aiheeseen liittyviä julkaisuja, luokituslaitosten tietopankkeja sekä tutkitaan lainsäädäntöä ja merenkulun säännöstöä. Työssä käytettävän aineiston lisäksi on haastateltu Rauma Marine Constructions (RMC) henkilöstöä sekä henkilöitä, joilla on kokemusta konemiestössä toimimisesta merikokeella ja vanhemmissa aluksissa. Haastatteluilla tutkimukseen tuodaan luotettavuutta ja laajempaa näkökulmaa. Tavoitteena on opinnäytetyö, joka selkeästi kertoo uuden aluksen käyttöönotto- ja koeprosessista sekä vastaa kysymykseen, mikä on moottorimies.

1.2 Teoreettinen viitekehys

Työn teoreettinen viitekehys (kuvio 1) rakentuu käsitteistä moottorimiehen tehtävät, käyttöönotto sekä laiturij- ja merikokeet. Moottorimiehen tehtävät alkavat aluksen käyttöönottovaiheessa. Laivanrakennuksessa käyttöönottojen alkaessa yksittäiset järjestelmät ovat rakenteellisesti siten valmiita, että niiden testaaminen on mahdollista. Kun järjestelmien toimivuudesta on varmistuttu, voidaan aloittaa laiturikokeet, joissa järjestelmät ja niiden toiminta hyväksytetään luokituslaitoksella ja tilaajalla. Järjestelmien kokonaisvaltainen toiminta testataan merikokeella. Hyväksytyin merikokeen ja tarvittavien huoltotoimenpiteiden jälkeen on alus valmis luovutukseen.



Kuvio 1. Teoreettinen viitekehys (Sallinen, 2024).

2 MERIKOE YLEISESTI

2.1 Merikokeen sisältö ja pituus

Laivan merikoe on viimeinen koe ja merkittävä vaihe ennen aluksen luovutusta tilaajalle. Merikokeella aluksen suorituskykyä ja ominaisuuksia testataan etukäteen laaditun ja luokituslaitoksen hyväksymän ohjelman mukaan. Merikokeella on mukana kokeelle nimetyin miehistön lisäksi tilaajan sekä luokituslaitoksen (tässä projektissa Bureau Veritas) edustajat. (Bureau Veritas 2024.)

Merikokeella testataan aluksen käyttäytymistä kuten ohjattavuutta, vakaavuutta, nopeutta ja hidastamista. Merikokeella aluksen pää- ja apukoneita, propulsiolaitteita sekä valvonta, hälytys- ja suojajärjestelmiä testataan ja tarvittaessa säädetään oikeissa operointiolosuhteissa. Kokeella suoritetaan myös erilaisia värähtely- ja äänimittauksia, joissa tutkitaan näiden määrää ja voimakkuutta aluksessa. (Bureau Veritas 2024.)

Merikokeen pituus vaihtelee muutamasta päivästä yli viikkoon, riippuen hyvin paljon siitä, millainen alus on kyseessä. IMO:n säännöissä merikokeen kestosta sanotaan, että kokeen on oltava pituudeltaan riittävä ja toteutettava niissä olosuhteissa mihin alus on suunniteltu (IMO, 2023). Koe voidaan suorittaa uudestaan niiltä osin, mitä ensimmäisellä kokeella on ollut huomautettavaa. Joissain tapauksissa merikokeita voi olla useampikin.

2.2 Luokituslaitos

Luokituslaitos valvoo laivan rakennusprosessia ja tehtäviä kokeita varmistaen, että alus täyttää laaditut turvallisuus- ja laatuvaatimukset (Bureau Veritas, 2024). Tähän projektiin luokituslaitokseksi oli valittu Bureau Veritas. Luokituslaitoksen valintaan vaikuttaa sen tarjoamat luokitusmerkinnät ja valittu luokituslaitos valvoo luokittamansa aluksen luokituskelpoisuutta koko sen elinkaaren aikana. Valintaan vaikuttaa myös tilaajan muiden alusten luokituslaitos. (Ventomäki, 2023, s. 46).

Muita Suomessa toimivia luokituslaitoksia ovat Lloyd's Register, Det Norske Veritas (DNV), American Bureau of Shipping, RINA (Registro Italiano Navale) Services S.p.A ja Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK) (Traficom, 2024).

2.3 Sääto- ja korjaustyöt merikokeella

Koska merikokeella testataan aluksen maksimaalista suorituskykyä, on kokeella mahdollista havaita sellaisia teknisiä ongelmia, joita ei muissa olosuhteissa ennen aluksen luovutusta pystyttäisi havaitsemaan. Esimerkiksi

propulsion osalta täysin kattava ja luotettava analyysi toimintakunnosta voidaan tehdä vasta sitten, kun laitteita on päästy testaamaan todenmukaisissa olosuhteissa riittävän kauan ja riittävän suurilla tehoilla. (Ylikkipari, 2024.) Yleistä on, että tekninen vika ilmaantuu tai on havaittavissa vasta sitten, kun koneita päästään käyttämään pitkäaikaisesti korkeilla tehoilla. Nämä viat ovat yleensä säätötoimenpiteillä korjattavissa ja harvoin johtavat suurempiin, rakenteita purkaviin korjaustöihin. Tämän vuoksi merikokeeseen varataan riittävästi aikaa ja ennen virallista koetta järjestelmiä testataan useaan kertaan. (Kylmänen, Ylikkipari, 2024.)

Mikäli testeissä ennen koetta tai sen aikana havaitaan ongelmia, kartoitetaan ongelman syyt ja ratkaisut niihin. Korjaavat ratkaisut pyritään mahdollisuuksien mukaan tekemään keskeyttämättä merikoea (Ylikkipari, 2024). Tarvittavien säätö- ja korjaustöiden suorittaminen merikokeen aikana säästää aikaa sekä resursseja ja näiden lisäksi tehtyjen toimenpiteiden jälkeistä vaikutusta päästään testaamaan heti töiden valmistuttua.

3 MOOTTORIMIES

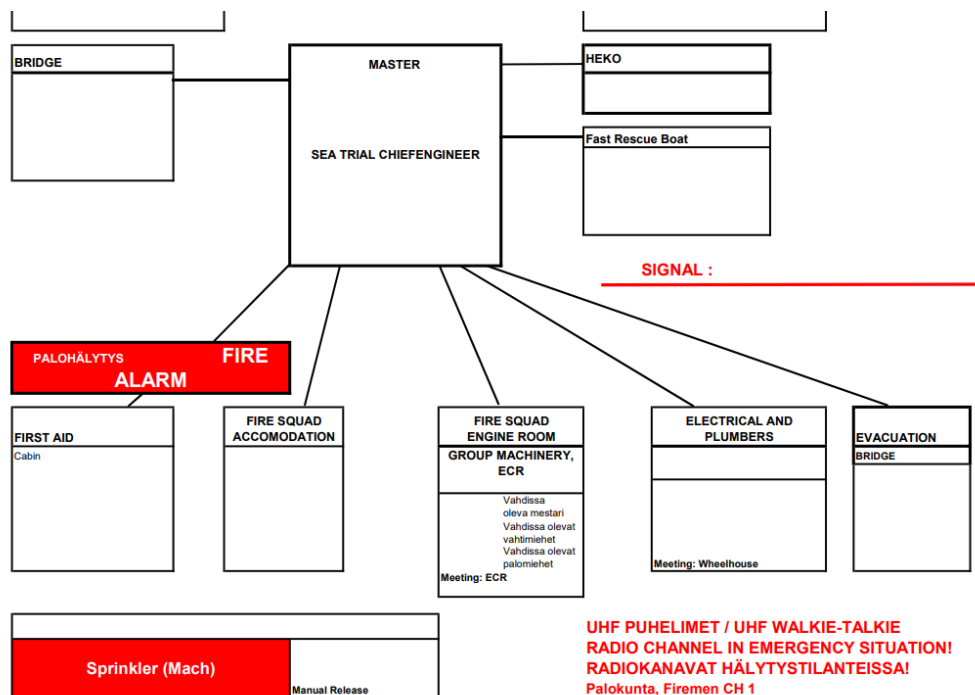
3.1 Moottorimies -nimike

Vaikka moottorimies ei ole virallinen, erillistä pätevyyskirjaa omaava tehtävänimike (Traficom 2024), on se alalla paljon käytetty ja vakiintunut nimitys niin Suomessa kuin ulkomailla. Moottorimiehen tehtävät yleisesti on määritelty; koneosaston huolto- ja korjaustyöt, ylläpito sekä vahdinajo (Church, 2021). Moottorimiesten tehtävien määrään ja laajuuteen vaikuttavat paljon aluksen koko ja järjestelmien määrä sekä miehistön koko. Pienimissä aluksissa yksittäisellä moottorimiehellä voi olla suurikin vastuualue, kun suurissa aluksissa vastuualueet on voitu jaotella pienimpiin osiin. Merenkulussa moottorimiehenä on mahdollisuus toimia konemiehen (STCW A-III/5) tai vahtikonemiehen (STCW A-III/4) koulutuksella.

3.2 Miehitys

Merikoetta varten telakka laatii ohjeistuksen koskien aluksen miehitystä. Merikokeella oleva uusi alus ei vielä ole minkään miehityssäännösten piirissä, jolloin merikokeella toimivilta moottorimiehiltä ei vaadita voimassa olevia pätevyyskirjoja. Merikokeelle lähtevä miehistö on kuitenkin sellainen, että kaikki vahti- ja turvallisuustehtävät saadaan hoidettua siten, ettei laivaa, miehistöä tai ympäristöä saateta vaaralle alttiiksi. (Kankaanpää, 2024.) Moottorimiehillä tulee olla tuntemus järjestelmistä kokonaisuutena sekä valmiudet toimia hätätilanteissa, kuten esimerkiksi tulipalon sattuessa ja tämän vuoksi meripalvelus katsotaan eduksi (Kankaanpää, Kylmänen, Ylikippari, 2024).

Merikoetta varten laaditaan myös Musterlist, jossa ilmaistaan jokaisen miehistön jäsenen tehtävät hätätilanteessa. Musterlist:ssa ilmoitetaan tehtävien lisäksi myös kokoontumispaikka. Esimerkkinä (kuva 1) merikokeen musterlist, jonka mukaan palohälytyksen soidessa, konehenkilöstön vastuulla on konetiilat ja kokoontuu konevalvomoon (ECR). SOLAS kappale 3, sääntö 8. ja 37. mukaan musterlist tulee olla laadittuna jokaisessa matkustaja- ja rahtialuksessa. (IMO, 2022).



Kuva 1. Ote NB-6003 musterlist:sta (RMC, 2022).

3.3 Moottorimiehenä merikokeella

Moottorimiehelle laivan käyttöönottovaihe ja merikoe on työympäristönä ja tehtäviltään erilainen kuin työskentely vanhassa laivassa. Koska järjestelmien käyttötunnit merikokeelle lähtiessä ovat varsin pienet, täytyy järjestelmien suhteen varautua myös yllättäviin tilanteisiin niiden uutuudesta huolimatta. Käyttönotosta lähtien moottorimiehen kannattaa aktiivisesti tutustua oman vastualueen laitteiden lisäksi myös muiden järjestelmien toimintaan. Tämä on suureksi hyödyksi järjestelmien ymmärtämiseksi kokonaisuutena. (Byman, Karell, 2024; Kylmänen, Ylikkipari, 2024.) Työnkuva poikkeaa perinteisistä moottorimiehen tehtävistä ja vaatii järjestelmien jatkuvaa valvomista sekä korostettua valveutuneisuutta vahtikierroksilla. Kokonaisuutena työnkuva vastaakin vahtikonemestarin tehtäviä jo käytössä olevassa laivassa. (Byman, Karell, 2024.)

Merikokeella moottorimiehen pääasiallinen tehtävä on vahdinajo eli koneiden ja järjestelmien toiminnan valvonta. Moottorimiehiä on useampi ja työt tehdään vuoroissa, joiden pituus voi vaihdella, esimerkiksi 6, 8 tai 12 tuntia. Myös erilaiset huolto- ja korjaustyöt ovat merikokeella mahdollisia. Kaikkien laitteiden toimintaa seurataan ja havainnoidaan niiden ensimmäisestä käynnistyksestä lähtien ja varsinkin merikokeella pääkoneita ja laitteita sekä näiden toimintaa seurataan koko ajan. Havainnoista raportoidaan konepäällystölle (konepäällikkö ja -mestari) ja mikäli aiheelliseksi todetaan, ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin. (Byman, Karell, 2024.)

Moottorimiehet valmistelevat laivan pääkoneet ja muut laitteet erilaisia testejä varten valmiiksi sekä ovat paikalla ja valmiudessa näiden testien aikana (Byman, Karell, 2024). Testien välillä suoritetaan tarkistuksia muun muassa putkilinjojen ja muiden helposti piiloon jäävien vuotojen ja vikojen varalta. Tämä voi vaatia konehuoneen turkkitasojen alle vilkaisemista. Näön lisäksi hajuaisti on moottorimiehelle tärkeä: dieselin ominaishaju on voimakas ja tämän aistiessa on parasta tarkistaa, mistä haju on peräisin.

4 LAITURIKOKKEET

4.1 Aluksen järjestelmien testaus

Ennen merikokeelle lähtöä, täytyy alukselle suorittaa lukuisia laivan eri järjestelmien testejä eli laiturikokeita. Laiturikokeiden tarkoituksena on todentaa, että laivan järjestelmät toimivat niille asetettujen vaatimusten mukaisella tasolla. Toiminnan lisäksi näissä kokeissa tarkkaillaan myös järjestelmien käytettävyyttä henkilöturvallisuuden sekä huollon ja tarkistusten näkökulmasta. (Bureau Veritas, 2024.)

Telakka laatii laiturikoeohjelman, jonka luokituslaitos ja tilaaja hyväksyvät. Laiturikokeisiin kuuluu muun muassa kallistuskokeet, pääkoneiden kuormitustestit, propulsioon toimintakyky sekä Blackout ja Dead Ship-testit. Nämä testit käsitellään seuraavissa kappaleissa. Kuten merikokeessa, myös laiturikokeissa on mukana tilaaja sekä luokituslaitos. (Holmström, 2022, s. 32–33.) Laitetoimittajien edustajat ovat myös mukana mahdollisuuksien mukaan.

Tänä päivänä kaikilla telakalla työskentelevillä ja projektissa mukana olevilla tulee olla laivanrakennusrekisterissä suomalainen veronumero. Tämän vuoksi ulkomailta tulevat, joilla ei ole tietoja Verohallinnon asiakasrekisterissä, joutuvat hakemaan suomalaisen henkilötunnuksen henkilökohtaisesti verotoimistosta saadakseen veronumeron (AVI, 2022). Tästä syystä telakka joutuu suunnittelemaan ja aloittamaan järjestelyt hyvissä ajoin, jotta laitetoimittajien edustajat saadaan paikanpäälle (Kankaanpää, 2024).

Kuten merikokeissa, mikäli huomautettavaa tai korjattavaa havaitaan, voidaan kokeet suorittaa uudestaan osittain tai kokonaan näiden osalta, kun tarvittavat toimenpiteet on tehty. Laiturikokeiden jälkeen tärkeimmät tekniset tarkastukset on saatu valmiiksi, alus täyttää rakenteensa ja varustuksensa puolesta voimassa olevat säädökset ja alus on todettu merikelpoiseksi.

Aluksen merikelpoisuudesta sanotaan merilain (MeriL 1 osa 1 luku 8§) perussäännössä: ”Aluksen tulee merenkulkuun käytettäessä olla niin rakennettu, varustettu, miehitetty ja lastattu tai sellaisessa painolastissa sekä sellaisin vaadittavin tarvikkein varustettu, että ihmishenki ja omaisuus voidaan katsoa turvatuiksi ottaen huomioon sekä kulkuveden laatu että liikenne, johon alusta käytetään.” (Merilaki 674/1994, 1 osa 1 luku 8§.)

4.2 Kallistuskoe

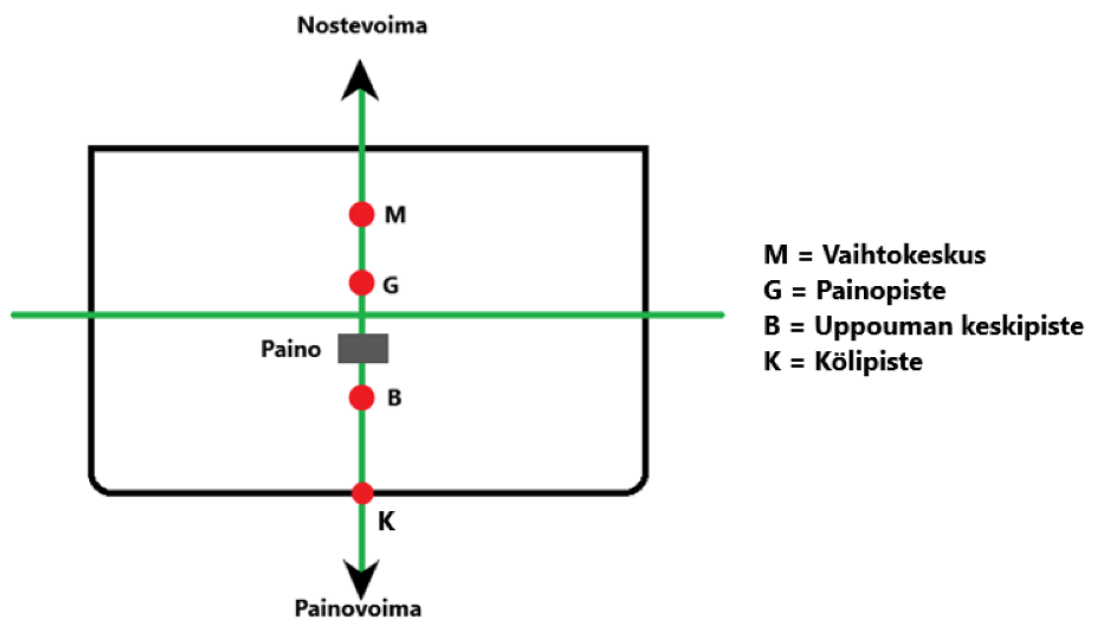
Kallistuskokeessa selvitetään kokeellisella menetelmällä painopistekorkeus G , joka vaikuttaa aluksen vakavuuteen. Ensimmäiset tunnetut laivan vakavuuteen vaikuttavat arvot ovat muotovakavuusvarsi ja painovakavuusvarsi, jotka lasketaan jo suunnitteluvaiheessa ja jotka määräytyvät aluksen rungonmuodon ja koon mukaan. (Mattson, 2014, s. 3, 9.)

Kallistuskoe tehdään aluksen ollessa rakenteellisesti valmis ja kaikki laivan laitteet on asennettu. Mikäli kokeen jälkeen tehdään vielä muutoksia, tulee asennusten paino pystyä tarkasti määrittelemään. Koe suoritetaan suojaisassa ja riittävän syvällä paikalla, jotta pohjakosketuksen riski saadaan poistettua. Olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei virtaukset, tuuli tai aallot häiritse koetta. (Mattson, 2014, s. 5–6.)

Aluksesta poistetaan kaikki ylimääräinen paino, kuten telineet ja muu rakennusaikainen kalusto, jätteet sekä työkalupakit (Mattson, 2014, s. 5). Vapaat nestepinnat pyritään saamaan minimiin, jolloin aluksen tankit ovat joko kokonaan tyhjiä tai kokonaan täysiä. Myös mahdollinen vesi laivan pilssissä tyhjenetään. Kaikkien tankkien nestemäärät tarkistetaan peilaamalla ja tankissa olevien nesteiden paino lasketaan. (IMO, 2022). Polttoaineiden ja muiden nesteiden siirtolinjat suljetaan ja siirtopumppujen käynnistyminen estetään. Talvi-aikaan mahdollinen lumi ja jää laivan kansilta poistetaan. (Mattson, 2014, s. 6.)

Aluksen kallistus tehdään siirrettävillä painoilla, mutta joissain tapauksissa viranomaisten luvalla voidaan käyttää aluksen painolastivesijärjestelmää. (Mattson, 2014, s. 6). Kallistuksen mittaamiseen käytetään painolla varustettua heilurilankaa, joka on venymätöntä ja kiertymätöntä. Langan pituus vaikuttaa mittauksen tarkkuuteen ja langan tulisikin olla pituudeltaan sellainen, että kokeessa saavutettava heiluripoikkeama on vähintään 15 cm. Vähimmäismitta langalle on 3 metriä ja suositeltava pituus on 4–6 metriä. (IMO, 2024.) Heilurin liikkeiden vaimennukseen käytetään vedellä tai öljyllä täytettyä astiaa, johon heilurin paino upotetaan. Heiluri sijoitetaan määritettyyn paikkaan laivassa, joissa saavutetaan riittävä langanpituus sekä edullisin kallistuman aiheuttama vaikutus heilurin liikkeeseen. (Mattson, 2014, s. 7.)

Piste M määräytyy aluksen rungonmuodon mukaan (Mattson, 2014, s. 3). Piste B on veden aiheuttaman nosteen keskipiste. Painopistekorkeus G selvitetään siirtämällä painoa leveysuunnassa. Havainnollistava piirros (kuva 2) stabiilista tilanteesta, jossa paino on aluksen keskellä ja alus on suorassa.



Kuva 2. Havainnekuva stabiilista tilasta (Sallinen, 2024).

G ja Z pisteiden välille syntyy aluksen kallistuessa oikaiseva momenttivarsi GZ, jonka pituus on oltava vähintään 0,20 metriä kallistuskulmalla 30° .

GZ ei saa saavuttaa suurinta oikaisevaa arvoaan kallistuskulmalla, joka on vähemmän kuin 25° . (Traficom, 2019.)

GM pituus vaikuttaa aluksen käyttäytymiseen aallokossa ja vaikuttaa oikaisevan momenttivarren GZ suuruuteen. Mitä pienempi GM on, sitä hitaammin ja rauhallisemmin alus kallistuu ja oikaisee itsensä. Liian pieni tai negatiivinen GM tekee aluksesta epävakaa, eikä alus kykene oikaisemaan itseään esimerkiksi kovassa aallokossa. Suuri GM tekee aluksen kallistumisesta ja oikaisusta nopeaa ja teräväliikkeistä, joka varsinkin matkustaja-aluksissa vähentää matkustusmukavuutta. (Husu, 2018, s. 18.)

4.3 Aluksen sähköntarve

Ennen kuin aluksen generaattorit saadaan tuottamaan alukselle sähköä, otetaan sähkö maasyöttönä. Maasyötössä sähkö tuodaan laivaan maapuolen järjestelmistä laivan pääsähkötauluun, jonka kautta laivan järjestelmät saavat sähköenergiansa. (Parantainen, 2018, s. 20.)

Tämän avulla saadaan valaistuksen ja käyttösähkön lisäksi aluksen höyrykattila käynnistettyä ja tuottamaan lämpöä. Tällä lämmöllä esilämmitetään ja pidetään lämpimänä muun muassa aluksen pääkoneet ja voiteluaineet. Pääkoneissa kiertää lämmitetty vesi, joka pitää koneen lämpötilan tasaisena koko ajan. Ennen kuin pääkoneita voidaan käynnistää, täytyy sekä koneiden, että voiteluöljyjen olla tavoitelämpötilassaan (n. 60°). Mikäli koneet käynnistetään liian kylmänä, siitä voi seurata vaurioita moottorille. Suuri massa ja epätasainen lämpeneminen voivat aiheuttaa moottorin akselin ja laakerin ylimääräistä kulumista, koska öljyn virtausominaisuudet heikkenevät. Lisäksi konetta ei pystytä kuormittamaan, ennen kuin vaadittu lämpötila on saavutettu. (Wärtsilä, 2022.) Lämpimät pääkoneet pitävät myös konehuoneen tasaisen lämpimänä vuodenajasta riippumatta.

Testivaiheessa, kun sähkönsyöttöä alukseen joudutaan vaihtamaan maasyötön ja aluksen generaattoreiden välillä useita kertoja, tapahtuu aina osittainen sähkökatko (blackout), joka vaatii järjestelmien manuaalisen tarkistamisen ja uudelleenkäynnistämisen. (Ylikkipari, 2024.)

Sen jälkeen, kun laivaan on saatu ammattitermein ilmaistuna ”lämmöt päälle”, ei laivaa päästetä enää jäähtymään vaan pidetään lämpöjä yllä ympärivuorokautisesti. Tämä voidaan toteuttaa sähkön maasyötöllä vielä silloin, kun energian kulutus on suhteellisen pientä. Generaattorien käyttöönotto sähköntuotantoon on mahdollista vasta vaadittujen testien suorittamisen jälkeen, kun on varmistuttu koneiden ja järjestelmän toimintakunnosta. Generaattorien jatkuvaan käyttöön siirrytään siinä vaiheessa, kun laivan sähkönkulutus alkaa lähestyä maasyötön kapasiteettia. Kulutus lisääntyy sitä mukaan, kun aluksen järjestelmiä otetaan käyttöön, erityisesti aluksen ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät sekä kylmätilat ja keittiöt vaativat paljon energiaa. Myös vuodenaika, erityisesti talvi lisää lämmitystarvetta ja näin ollen lisää sähkönkulutusta.

Viimeisellä viikolla ennen merikoetta tilaajan oma miehistö majoittuu alukselle. Projektikohtaisissa poikkeustapauksissa miehistö saattaa majoittua jo aiemmin. (Kankaanpää, Ylikkipari, 2024.) Viimeistään tässä vaiheessa aluksen sähköntarve kasvaa niin paljon, ettei sähköenergian maasyöttö enää riitä. Tällöin aluksen omia generaattoreita aletaan käyttämään ympärivuorokautisesti. Tässä vaiheessa aloitetaan myös konevahdinajo. Moottorimiehet valvovat ja ylläpitävät laivan järjestelmiä. Vuoron aikana suoritetaan säännöllisesti kierrokset konehuoneessa, jonka lisäksi valvontajärjestelmä IAS:in (Integrated Alarm System) hälytykset tarkistetaan. Tehtäviin kuuluu myös polttoainetilanteen seuranta ja polttoaineiden siirrot varastotankeista päivätankkeihin. Päivätankeilla tarkoitetaan niitä tankkeja, joista laivojen koneet ottavat polttoaineensa.


4.4 Pääkoneiden testit

Yksi merkittävimmistä vaiheista laivanrakennuksessa on laivan koneiden ensimmäinen käynnistys. Koneiden käynnistys ja käyttö tapahtuu kone kerrallaan. Ennen ensimmäistä käynnistystä pääkoneiden toimittajan edustaja suorittaa omat tarkastuksensa, jonka aikana moottorimiehet valmistelevat koneen poistamalla mahdolliset suojat (ahtimien suoja Pellit yms.), avaamalla polttoainelinjat ja käynnistämällä polttoainepumput sekä voiteluöljyn esivoitelupumput.

Jäähdytysvesipumppujen toiminta ja vedenkierto tarkistetaan. Käynnistysilman osalta säiliöt ja niiden paineet tarkistetaan ja koneelle menevät venttiilit avataan. Ympäristöstä ja varsinkin moottorin vauhtipyörän läheisyydestä poistetaan kaikki irtonainen materiaali. Pääkoneet sekä voiteluöljyt on lämmitetty laitevalmistajan ilmoittamaan tavoitelämpötilaan, jolloin öljynvirtaus saadaan parannettua. Jäähdytysvesipumput ja niiden toiminta tarkastetaan. Putkilinjat tarkistetaan vuotojen varalta, lämpötilat ja paineet tarkistetaan mittareilta.

Käynnistysohjelmaan kuuluu, että pääkoneiden käynnistykset suoritetaan sekä paikallisesti pääkoneen käyttöpaneelilta että, etänä konevalvomosta ja testin tulos merkitään tulokset pöytäkirjaan (kuva 4). (RMC, 2022.) Moottorimiehet pysyvät koneiden lähetyvillä ja tarkkailevat koneiden toimintaa sekä pitävät silmällä mahdollisia vuotoja tai muita ongelmia. Moottorimiehillä on jatkuva radioyhteys konevalvomoon, josta ilmoitetaan mahdolliset hälytykset suoraan moottorimiehille.

NB 6003 QUAY TRIAL PROGRAM
6003-QT-6111-125


3 (12)

6111 MAIN DUAL FUEL GENSETS

2. Engine local/remote start and stop are checked.

	DG1	DG2	DG3	DG4	DG5
Local start/stop at engine local panel					
Remote start/stop from IAS					

Date:	Class	Owner	Authority	Yard
Representative				
Sign				

3. Function of the slow turning is checked.
Engine not in stand-by: After 12 hours, the start procedure includes pre-lubrication and SLOW TURN. The engine is running up to rated speed afterwards.

Function of the slow turn	DG1	DG2	DG3	DG4	DG5
Automatic					
Manual					

Date:	Class	Owner	Authority	Yard
Representative				
Sign				

4. Function of the electric turning gear is checked.


	DG1	DG2	DG3	DG4	DG5
Function of the turning gear					

Date:	Class	Owner	Authority	Yard
Representative				
Sign				

Kuva 4. Koneiden käynnistystestipöytäkirja (RMC, 2022).

Testeissä testataan myös paaksi eli koneen vauhtipyörään kytkettävä laite, jolla konetta saadaan pyöräytettyä pienellä nopeudella (RMC, 2022.) Koneen koosta riippuen paaksi voi olla sähkö- tai käsikäyttöinen. MAN 8L51/60DF-koneissa on myös automaattinen slow turn-toiminto, jossa pitkien pysähdysten jälkeen juuri ennen käynnistystä, kone pyöräyttää itseään alennetulla nopeudella käynnistymättä. Tämän toiminto testataan myös. Koneen pyöräyttäminen on tärkeä toimenpide ennen koneen käynnistämistä, sillä tällä varmistetaan, että sylinteriin ja männän päälle mahdollisesti päässyt neste (esimerkiksi vesikanavan vaurion takia) saadaan poistettua. Pienikin määrä vettä männän päällä voi aiheuttaa merkittäviä vaurioita venttiilinkannelle, männille ja kiertokangille.


Käynnistysilmajärjestelmää ja käynnistysilman riittävyyttä testataan omalla testillään siten, että täydellä paineilmasäiliöllä tai säiliöllä (30 bar) jokaisen pääkoneen tulee käynnistyä vähintään kolme kertaa, ennen kuin säiliön paine laskee alle käynnistymisrajan (IMO, 2024). Myös tämän testin tulokset kirjataan tähän laadittuun pöytäkirjaan (kuva 5). Tänä aikana käynnistysilmakompressori on kytketty irti järjestelmästä. (RMC, 2022.)

NB 6003 QUAY TRIAL PROGRAM 6003-QT-6111-125				
6111 MAIN DUAL FUEL GENSETS		4 (12)		
<p>5. Start tests. Start air receivers is filled up to 30 bar. Capacity of start air receiver is checked by supplying air from receiver for starting main diesel generators three (3) times. Pressure of the receiver is recorded in the beginning and at the end of the test. Air receiver is not filled during the test and interfacing line between engine rooms is closed.</p> <p>Turn compressor start off.</p> <p>Start/stop diesel generators, DG1 and DG2, three (3) times.</p> <p>DG1: _____</p> <p style="padding-left: 150px;">DG2: _____</p> <p>Record the end pressure in the bottle (7111.112) _____ bar.</p> <p>Start/stop diesel generators, DG3, DG4 and DG5 three (3) times.</p> <p>DG3: _____</p> <p style="padding-left: 100px;">DG4: _____</p> <p style="padding-left: 150px;">DG5: _____</p> <p>Record the end pressure in the bottle (7111.123) _____ bar.</p>				
Date:	Class	Owner	Authority	Yard
Representative				
Sign				

Kuva 5. Pöytäkirja paineilman kulutuksesta käynnistysvaiheessa (RMC, 2022).

Kun koneiden koekäytöt on saatu suoritettua ja todettu koneiden olevan valmiita seuraaviin testeihin, on vuorossa kuormitustestit. NB-6003 propulsio

tuotetaan sähkömoottoreilla ja tällöin pääkoneet eivät pyöritä potkuriakselia vaan generaattoreita, jotka tuottavat tarvittavan sähköenergian. Tällaisen dieselgeneraattorit testataan kuormitustestein laiturikokeissa ulkoisilla kuormapankkeilla. Kuormapankki tuottaa optimaalista keinokuormaa dieselgeneraattorille ja kuormitustestit suoritetaan tehoportaittain. Tulokset merkitään pöytäkirjaan (kuva 6). Kuormaa muuttamalla varmistutaan laitteiden sekä järjestelmien kunnosta ja suorituskyvystä.

NB 6003 QUAY TRIAL PROGRAM 6003-QT-6111-125					
6111 MAIN DUAL FUEL GENSETS		5 (12)			
6. Misfiring test					
Check of stability for systems with flexible couplings by use of misfiring for one genset per engine room. For resiliently mounted engines, the engine movements shall be observed visually during the misfiring tests of the engine at load which shall not exceed 60% load. None of the engine connections such as exhaust pipe compensators, cooling water bellows, lubricating oil pipes, etc. shall restrict the engine movements.					
Date:	Class	Owner	Authority	Yard	
Representative					
Sign					
7. Loading test of the generator on MDO. The test shall be carried out as a single generator at a time.					
50 % load	0,5	h	~4074 ekW	(4200 kW _m)	MDO
65 % load	0,5	h	~5296 ekW	(5460 kW _m)	MDO
80 % load	0,5	h	~6518 ekW	(6720 kW _m)	MDO
90 % load	0,5	h	~7333 ekW	(7560 kW _m)	MDO
100 % load	1,0	h	~8148 ekW	(8400 kW _m)	MDO
110 % load	10	min	~8963 ekW	(9240 kW _m)	MDO
When the winding temperature stabilization level of 2 K / h is reached it is considered as a sufficient stabilization level thus the official 100% loading test shall be ended or at least 4 hours.					
During the load test the main parameters of the engines and generators are recorded (screenshots are printed out during the load test from IAS automation system which shall be attached into this program).					
In addition screenshots of temperature records from auxiliary systems, generators and main engines are printed out from the IAS automation system during the load tests					
	DG1	DG2	DG3	DG4	DG5
Load test of the single generator [OK]					
Date:	Class	Owner	Authority	Yard	
Representative					
Sign					

Kuva 6. Kuormitustestipöytäkirja (RMC, 2022).

Portaittaisten kuormanmuutosten lisäksi koneiden toiminta testataan 100-prosentin ja 110-prosentin (ylikuorma) tehoilla (Hasu, 2019, s. 20). Näillä testeillä saadaan luotettavasti todennettua koneiden ja niiden oheisjärjestelmien toimintakunto. Näiden testien jälkeen myös generaattoreille suoritetaan muun muassa eristevastusmittaus, jolla varmistetaan, että generaattorin käämin eriste myös lämmitessään on riittävä (Laurell, 2015, s.21).

Kuormitustestit tehdään jokaiselle koneelle erikseen sekä yhteisesti. Näissä testeissä seurataan myös laivan PMS-järjestelmän (Power Management System) toimintaa. (RMC, 2022.) PMS on laivan automaattinen tehonjakojärjestelmä, joka hoitaa pääkoneiden automaattisen käynnistämisen ja sammuttamisen, generaattoreiden välisen kuormanjaon sekä tarvittavat toiminnot äkillisissä kuormanmuutos- ja black-out-tilanteissa (Nurmi, 2017, s. 10). PMS on integroitu IAS:iin (Integrated Alarm System) ja molemmat käyttävät samaa dataa, joiden mukaan toimivat.

Äkillisissä kuormanmuutoksissa, kuten jonkin pääkoneen pudotessa laivan sähköverkosta, kykenee PMS käynnistämään, tahdistamaan ja kytkemään verkkoon toisen pääkoneen sekä jakamaan kuorman käynnissä olevien koneiden kesken.

Blackout-tilanteissa PMS automaattisesti käynnistää sellaiset laitteet, joiden syöttö tulee aluksen hätätaulusta. Hätätauluun on kytketty aluksen kriittisimmät laitteet. Näitä ovat muun muassa pääkoneiden käynnistämiseen tarvittavat laitteet. (Nurmi, 2017, s. 12.)

4.5 Propulsion testit

NB-6003:ssa propulsio tuotetaan sähköisillä propulsiomooottoreilla. Propulsion kokeissa tarkastellaan tämän sähkömoottorin toimintaa, pyörimisnopeuden ja -suunnan muutoksia sekä suojalaitteiden toimintaa. Myös potkurin ja potkuriakselin sekä akselin kannatin- ja painelaakerien värinää ja lämpötiloja seurataan kokeiden aikana. (Bureau Veritas, 2024.) Potkuriakselin laakereissa on

jokaisessa oma voiteluainejärjestelmänsä, joiden toimintaa myös seurataan kokeiden aikana.

NB-6003:ssa potkurit ovat kiinteäläpaisia. Tämän vuoksi laiturissa ollessa potkureita voidaan pyörittää vain rajoitetulla nopeudella, joten näissä testeissä voidaan todentaa vain päällisin puolin järjestelmän toiminta. Näin ollen laiturissa tehtävissä testeissä pystytään havaitsemaan vain sellaiset viat, jotka esiintyvät jo hyvin pienillä pyörimisnopeuksilla (Kylmänen, Ylikippari, 2024). Täydellä teholla propulsiota päästään testaamaan vasta merikokeella.

Testien aikana moottorimiesten tehtävä on tarkkailla potkuriakselia ja ympäristöä. Ensimmäisten testien aikaan kaikkia akselisuojia ei vielä ole, joten ympäristö joudutaan tarkistamaan koko akselin matkalta. Sähkömoottorin jackup-pumppujen toiminta tarkistetaan ja akselin pyöriessä laakereiden lämpötilaa ja öljynpaineita tarkkaillaan. Jackup-pumput tuottavat korkean öljynpaineen, keventäen sähkömoottorin roottoria, voidellen samalla liukulaakerin pintoja ja vähentäen kulumista (ABB, 2024).

4.6 Blackout-testi

Blackout on tila, jossa aluksen sähköntuotanto on häiriön seurauksena katkenut ja sähköllä toimivat laitteet pysähtyvät. Laivalle tämä tila on vaarallinen, sillä samalla hetkellä kadotetaan myös aluksen ohjattavuus. (Nurmi, 2017, s. 12.) Blackout-testissä testataan aluksen palautumista tästä tilasta.

Normaalisti blackout:in sattuessa hätägeneraattori lähtee käyntiin ja kytkeytyy laivan verkkoon tuottaen alukseen virtaa siten, että aluksen ohjattavuus säilyy ja muiden generaattoreiden ja pääkoneiden käynnistäminen mahdollistuu. NB-6003:ssä on tämän teknisen ratkaisun lisäksi automatiikka, jossa PMS (Power Management System) pystyy tarvittaessa suoraan käynnistämään toisen pääkoneen automaattisesti. Mikäli käynnissä ja verkossa olevaan koneeseen tulee esimerkiksi öljynpaineesta tai lämpötilasta johtuva shut- tai slow down-tila, PMS reagoi tähän käynnistämällä seuraavan koneen ja kytkemällä tämän

verkkoon. Blackout-tilanteessa polttoaineen kierto säilyy paineilmakäyttöisen polttoainepumpun ansiosta.

NB-6003:ssa testattiin blackout-tilanteesta palautumista molemmilla edellä mainituilla menetelmillä. Palautumiseen menevä aika kelloitetaan ja kirjataan ulos Blackout-testin pöytäkirjaan (kuva 7).

2.16 Toiminta-ajat jännitteiden palautumiseen Time of voltage returning

Päätaulut kytketty pois		Blackout on main switchboards	
Aika ES:n syöttöjännitteen palautumiseen	Time for recovery of voltage to ES		s
DG käynnistys sallittu		DG start prevent released	
MG:n käynnistyssekvenssin kesto	Time for MG start sequence		s
Aika päätaulujen syöttöjännitteen palautumiseen	Time for recovery of voltage to main switchboards		s
Aika ES:n palautumiseen normaalitilaan	Time for recovery of ES to normal		s
Aika sillan propulsio-ohjauksen palautumiseen normaalitilaan	Time for recovery of main propulsion ready for wheelhouse operation		s

Kuva 7. Blackout-testin pöytäkirja (RMC, 2022).

Ennen testiä moottorimiesten tehtävänä on varmistaa hätägeneraattorin ja muiden varalaitteiden (muun muassa blackout-pumpun) toimintakunto ja valmius. Testin jälkeen varmistetaan järjestelmien palautuminen normaaliin tilaan. Testien aikana havainnoidaan, mitkä laitteet ja järjestelmät lähtevät automaattisesti käyntiin ja mitkä tarvitsevat manuaalisen palauttamisen.

4.7 Dead Ship-testi

Dead Ship-testissä tarkoituksena on testata propulsio- ja aluksen operointikyvyyn palautuminen tilasta, jossa sähköntuotanto on kokonaan katkennut eikä myöskään pääkoneiden käynnistämiseen tarvittavaa ilmaa ole saatavilla. Ainoastaan hätägeneraattori on käynnistyskuntoinen. Testissä alus on saatava toimintakuntoiseksi 30 minuutin aikana. (RMC, 2022.)

Dead Ship on yksi eniten koneosastolta valmisteluja (kuva 8) vaativa testi. Alukseen tehdään blackout-tila ja kaikki tässä vaiheessa käynnistyvät varalaitteet, kuten polttoaineen paineilmakäyttöinen blackout-pumppu suljetaan. Käynnistys- ja kontrolli-ilmasäiliöt tyhjennetään ja venttiilit suljetaan. Häätägeneraattorin käynnistyminen estetään vielä tässä vaiheessa.

2 Status before the tests

Item		Date	Owner	Yard
2.1	ME's are stopped and prevented to start ie. Emergency stop (Black out in MSB).			
2.2	All auxiliary equipment for ME's are stopped.			
2.3	Air supply valve 7134V038 for ME3-5 black-out pump 6411.171 is closed.			
2.4	Starting air receiver 7111.111 for ME's 1-2 and Service air receiver 7121.203 are empty and compressor stopped.			
2.5	Emergency supplies for Starting air compressors are available.			
2.6	Engine rooms Starting air compressor 7111.111 and 7111.121 airline is available. 7111.123 Receiver is blocked and valves V052, V053 and V055 are closed. V040 is open.			
2.7	Service air receiver 7121.203 Aft eng.room is supplied via aft starting air receiver. SRIP valve V003 is closed.			
2.8	Instrument air valves for non-essential consumers can be closed.			
2.9	Emergency diesel is prevented to start.			
2.10	IAS process stations supplies 9311A1M from UPB2021-F13, 9311A1R from UPB2021-F14, 9311A2M from UPB2022-F23, 9311OS1 and 9311OS2 from UPB2022-F13, 9311OS3 from UPB2021-F11 are disconnected. 9311A2R supplies from NPB4101-F30 and NPB4121-F16 are disconnected, too.			
2.11	Technical UPS 9311.G1 and 9311.G2 are by-passed and battery circuit breakers are open.			

Kuva 8. Dead Ship, valmistelut (RMC, 2022).

Hätägeneraattoria ei käynnistetä ennen kuin kaikki järjestelmät, mukaan lukien varavirtalähteet ovat virrattomassa tilassa. Tämän jälkeen hätägeneraattori ja paineilmakompressorit käynnistetään. Blackout-pumppua ei vielä käynnistetä, koska pumppu käyttää erittäin paljon ilmaa ja näin ollen merkittävästi hidastaa käynnistysilmapullojen täyttymistä. Kun pulloissa on riittävästi painetta, voidaan koneille menevät venttiilit avata, käynnistetään blackout-pumppu ja aloitetaan koneiden käynnistäminen yksi kerrallaan. (RMC, 2022.) Kun vaadittu määrä koneita on käynnissä ja alus on täydessä operointikunnossa alle 30

minuutissa, koe katsotaan onnistuneesti päättyneeksi. Tämän jälkeen kaikki muut laitteet ja järjestelmät tarkastetaan sekä tarvittaessa käynnistetään uudelleen ja palautetaan konehuone normaaliin tilaan. (RMC, 2022.)

4.8 Safe Return to Port-testi

Safe Return to Port eli SRtP-testissä määräysten mukaisia järjestelmiä ja niiden toimivuutta testataan simuloimalla mahdollinen onnettomuus (tulipalo tai tulva). Tavoitteena on, että menetetyt toiminnot saadaan korvattua ilman, että aluksen ohjailtavuus menetettäisiin missään tilanteessa.

SRtP eli turvallinen paluu satamaan-säännöt ovat IMO:n kiertokirjeessä MSC.1-circ. 1369 vuonna 2010 voimaan tullut ja liitetty SOLAS Chapter II-1/8–1 ja II-2/21 ja 22 säännökseen (IMO, 2010.) Säännöksessä asetetaan vaatimukset vuoden 2010 jälkeen rakennettujen matkustaja-alusten konetilojen suunnitteluun, niiden tilanteiden varalta, jossa jokin aluksen vesiviivan alapuolisista osastoista menetetään vuodon tai tulipalon seurauksena. Säännökset otetaan huomioon laivanrakennusprojekteissa varhaisessa vaiheessa, sillä niillä on suuri vaikutus aluksen suunnitteluun muun muassa järjestelmien ja tilajärjestelyjen suhteen (Suurnäkki, 2022, s. 3). Säännöksillä on vaikutus myös putki- ja kaapelilinjojen reititykseen sekä näiden rakenteeseen ja eristykseen (IMO, 2010).

SRtP-järjestelyjen tarkoituksena on, että vaurioista huolimatta alus olisi edelleen operoitavissa ja paluu satamaan olisi mahdollista. Säännös koskee vähintään 120 metriä pitkiä matkustaja-aluksia, joissa on kolme tai useampi pääpalovyöhyke. (IMO, 2010.)

Nykyään matkustaja-aluksissa järjestelmät kuten pääkonehuone, pääsähkönjakohuone ja peräsinkonehuone ovat kahdennettuja ja sijoitettu erillisiin osastoihin (Suurnäkki, 2022, s. 9). Kahdennetut eli redundanttiset järjestelmät tarkoittavat sitä, että esimerkiksi konehuoneita on kaksi, jolloin esimerkiksi tulipalon sattuessa yhdessä konehuoneessa ja sen seurauksena kyseinen

konehuone menetetään. Toinen konehuone saadaan suojattua ja aluksen sähköntuotanto, propulsio sekä ohjattavuus säilyvät. Putkilinjat, jotka kulkevat osastoivien laipioiden läpi, saadaan vaadituilla SRtP-venttiileillä suljettua tai uudelleen reititettyä muun muassa polttoaineen virtaus (Suurnäkki, 2022, s. 2).

Tulipalo- tai tulvatapauksesta huolimatta laivan järjestelmistä on toimittava: aluksen ohjaus- ja propulsio, polttoaineen siirto, täyttö ja syöttö, navigointijärjestelmät, sisäinen ja ulkoinen kommunikointijärjestelmä, palo- ja savuilmäisimet, kiinteät palontorjunta ja vesisammutusjärjestelmät, pilssi- ja painolastivesijärjestelmät, sähkökäyttöiset vesitiiviit ovet, turva-alueita tukevat järjestelmät, vuotohälytysjärjestelmät sekä ne järjestelmät, jotka viranomaisen on arvioinut kriittiseksi. (SOLAS Chapter II-2/21, IMO, 2010.)

5 LAIVAN MERIKOE

5.1 Merikokeen miehitys

Merikokeen aikaisen koneosaston miehityksen suunnittelevat telakan käyttöönottopäällikkö ja koeajoinsinööri. Miehistön kokoon vaikuttaa muun muassa merikokeen pituus sekä aluksen tyyppi ja hyttikapasiteetti (Kankaanpää 2024). Merikokeelle valitaan kone-, sähkö- ja putkimiehiä siten, että jokaisessa vahtivuorossa on järjestelmien osa-alueista mahdollisimman kattava tietotaito (Kylmänen, Ylikipari. 2024). Yleensä nämä henkilöt ovat olleet mukana jo järjestelmien käyttöönotossa. Merkittävänä etuna nähdään myös se, jos miehistöstä löytyy tietotaitoa oman osa-alueen lisäksi myös muista osa-alueista. Tämä helpottaa vahtivuorojen järjestelyssä ja tilanteissa, joissa tarvitaan lisäapua tai sijaista. Koneosastolla miehistö vaihtaa aktiivisesti tietoa keskenään eikä mikään osa-alue ole yhden eikä kahden henkilön varassa.

Welander (2011, s. 28) on omassa opinnäytetyössään kirjoittanut: ”Lähtökohdaisesti voidaan katsoa, että aluksen turvallinen käyttö on miehistön hyvän merimiestaidon ja hyvän merimiestavan varassa.”

5.2 Merikokeen valmistelut

Merikokeen testiohjelma laaditaan ja hyväksytetään tilaajalla ja luokituslaitoksella noin 5–7 kuukautta ennen koetta. Laadittu koeohjelma tarkastetaan käyttöönoton systeemivastuullisten toimesta ennen kuin ohjelma lähetetään hyväksyttäväksi. Kokeen aikataulut, ohjeet, laitetoimittajien kutsut, osallistujalisitat ja muonitukseen liittyvät asiat valmistellaan noin kuukausi ennen kokeen aloitusta. (Kankaanpää, 2024.)

Aluksen valmistelu merikokeelle alkaa noin viikko ennen lähtöä. Aluksen muonavarastot täydennetään ja alukseen otetaan koetta varten riittävästi polttoainetta ja viimeinen bunkraus voi olla päivää ennen lähtöä. (Kankaanpää, 2024.) Ennen polttoaineiden tilausta tarkistetaan aluksen tankkien polttoainemäärät. Vaikka tankeista onkin saatavilla lukemat kaukopeilauksella (automaattinen mittaus), tarkistetaan määrät manuaalisesti suoraan tankeilta. Näin varmistetaan tarkasta polttoaineen määrästä sekä kaukopeilauksen tarkkuudesta. Mikäli automatiikan tarkkuudessa havaitaan heittoa, ilmoitetaan tarvittavista säättötoista vastaaville tahoille.

Bunkraus tapahtuu koko ajan valvotusti; yksi henkilö bunkrausasemalla ja toinen konevalvomossa. Laivassa on aluksen molemmin puolin asema, jossa laivaan tulevan polttoaineen letku yhdistetään tankkiin menevään linjaan. Konevalvomossa oleva henkilö hoitaa myös polttoaineen ohjauksen oikeaan tankkiin. Bunkrauslinja tarkistetaan säännöllisesti mahdollisten vuotojen varalta.

Bunkrauksen aikana laivaan tulevasta polttoaineesta otetaan näytteet, joita säilytetään aluksella vähintään 12 kuukautta. Näytteiden avulla voidaan tarvittaessa myöhemminkin varmistua bunkratun polttoaineen laadusta. Viranomaiset voivat esimerkiksi tarkistaa, että alus käyttää alueellisten säännösten

mukaista polttoainetta. Säännökset bunkrauksen dokumentoinnista ja näytteiden säilyttämisestä tulee MARPOL Appendix V ja VI:stä. (IMO, 2024.) Lopuksi polttoainemäärät tankeissa tarkistetaan ja kirjataan ylös, varmistuen että polttoainetta on vastaanotettu tilattu määrä. Bunkraaminen uudisrakennusluvassa ei juurikaan poikkea bunkraamisesta jo operoivassa aluksessa.

Myös koneiden öljytankit peilataan ja tarvittaessa öljyä pumpataan tankkeihin lisää. Myös kaikki ylivuoto- ja likaisen öljyn tankkien pinnankorkeudet peilataan ja tarvittaessa tilataan tyhjennys. Separaattorien (öljy, polttoaine) toiminta tarkistetaan ja pääkoneiden käyttämät päivätankit täytetään separaattorin kautta. Kaikki pääkoneet valmistellaan siihen tilaan, että niiden käynnistäminen voidaan toteuttaa minä tahansa vaadittuna hetkenä. Koneiden valmisteluun kuuluu startti- sekä kontrolli-ilmalinjojen avaus. Kompessorit ja ilmasäiliöt sekä automaattisten vesitysventtiilien toiminta tarkistetaan.

Alukselle otetaan mukaan riittävästi työkaluja ja tarvikkeita, jotta mahdolliset kokeen aikana ilmenevät huolto- ja korjaustarpeet saadaan hoidettua. Myös kemikaaleja ja öljyä sekä varaosia tuodaan laivaan (Kylmänen, Ylikkipari, 2024). Tyhjiä, puhtaita keräyssäiliöitä otetaan mukaan siltä varalta, että öljyä joudutaan vaihtamaan tai pumpaamaan väliaikaisesti pois.

Aluksessa tehdään iso siivous ennen lähtöä, jolloin kaikki sellainen tavara, jota kokeella ei tarvita tai voivat olla haitaksi, poistetaan aluksesta (Kylmänen, Ylikkipari, 2024). Esimerkiksi kaikki ylimääräiset rakennus- ja maalaustelineet poistetaan aluksesta. Konehuoneesta kaikki tarpeeton poistetaan ja alukseen jäävät tarvikkeet sidotaan kiinni, jottei mikään lähde liikkeelle esimerkiksi aluksen käännöskokeissa. Kaikki luukut ja vesitiiviit ovet suljetaan ja tarkistetaan.

5.3 Merikokeen testiohjelma

Merikoe aloitetaan testiohjelman (taulukko 1) mukaisesti tankkien peilaamisella ja syväyksen tarkistamisella sekä turvallisuusharjoituksella.

Taulukko 1. NB-6003 merikokeen testiohjelma (RMC, 2022).

Test no	Sea trial 1, Departure	RESPONSIBLE	
		Department	Duration
-	Sounding of tanks	Theory	1
-	Draught survey	Theory	1
-	Safety drill	-	1
-	Transport to sea	-	3
-	Magnetic Compasses	Electric	3
6003-ST-9561-19	Navigation and signalling lights	Electric	3
6003-ST-9521-15	Radar Shadow Sectors	Electric	3
-	Tuning of Propulsion Plant (adjusting to corresponding MCR)	Mach. & EL	12
-	Tuning of Propulsion Frequency Converters	Mach. & EL	12
-	Tuning of Propulsion Plant LNG	Machinery	10
6003-ST-6221-24	Test of Endurance for Propulsion and Engine Rooms	Mach. & EL	5
6003-ST-1152-2	Noise and vibration measurement	Theory	4
6003-ST-1152-3	Machinery vibration measurement	Theory	4
6003-ST-5651-31	Main Engine Rooms Air Flow Measurements	HVAC	1
6003-ST-7556-26	Aft and Fore Engine Room Hot Surface Thermoscanning	Mach. & EL	1
6003-ST-9412-10	Fire alarm system (machinery spaces)	Electric	2
6003-ST-5111-20	Evaporator	Machinery	2
6003-ST-5321-33	Economizer Soot Blower Observation	Machinery	4
-	Tuning of Thrusters	Machinery	4
6003-ST-9511-43	SRtP Bridge Operation	Electric	3
6003-ST-8412-38	FRB Launching test	Deck	3
-	Tuning of Dynamic Positioning System	Electric	12
6003-ST-6111-23	Main Engine Loading with Gas	Mach. & EL	5
6003-ST-5441-34	5441-1 AC LNG coldrecovery and preheating test	Machinery	3
6003-ST-8221-35	Steering Gear	Machinery	2
6003-ST-8311-36	Fin Stabilizer	Machinery	2
6003-ST-6222-6	Propulsion Frequency Converters	Electric	10
6003-ST-6222-5	Propulsion Remote Control system	Electric	2
6003-ST-6221-40	MG and prop. machinery test	Electric	4
6003-ST-1141-1	Speed and Manoeuvring Test	Theory	5
6003-ST-8111-37	Anchoring test	Deck	3
6003-ST-8241-32	Thrusters	Machinery	3
6003-ST-9110-42	Blackout Test	Electric	4
-	Tuning of Track Pilot	Electric	3
6003-ST-9514-12	Track Pilot	Electric	4
6003-ST-9515-14	Dynamic Positioning System	Electric	12
6003-ST-9311-9	AUT-UMS	Mach. & EL	6
6003-ST-1151-4	SRtP test	ALL	6
	Transport to Yard	-	3
6003-ST-6111-21	Crankshaft Alignment	Machinery	
6003-ST-6511-30	Oil Samples	Machinery	

Harjoituksessa käydään läpi muun muassa kokoontumispaikka ja hätätilanteiden mukaiset toimintamallit. Ennen aluksen lähtemistä liikkeelle tarkistetaan vielä, että kaikki luukut, ovet ja rampit ovat kiinni. Kun kaikki tarkastukset on tehty ja viimeinen luukku on suljettu, katsotaan aluksen merikoe alkaneeksi.

Vaikka merikokeen testiohjelmalle on laadittu järjestys ja jokaiselle testille on merkitty tietty ajankohta, voi suoritusjärjestys muuttua esimerkiksi lähdön

viivästyessä tai olosuhteiden ollessa sopivampi jonkin muun testin suorittamiseen kuin ohjelmaan ajastetun. Myös vahti- ja lepovuoroissa tapahtuu liukumaa, kun ohjelman aikataulun muuttuessa voidaan joutua koneosaston jäseniä siirtämään eri tehtävien välillä (Ylikippari, 2024).

5.4 Vahdinajo

Vahdinajo aloitetaan aluksessa siinä vaiheessa, kun sähköntuotto toteutetaan ympärivuorokautisesti aluksen omilla generaattoreilla. Tällöin aluksen jatkuva-toimiset järjestelmät kuten höyrykattilat tuottavat lämpöä ja generaattorit tuottavat aluksen vaatiman sähköä. Kaikki laivan järjestelmät kuten ilmanvaihto ja ilmastointi, keittiöt ja kylmiöt on otettu käyttöön. Energiatarve on tässä vaiheessa niin suuri, ettei sitä telakan maasyötöllä ole mahdollista täyttää.

Merikokeella vahdinajossa laitteiden toimintaa seurataan ympärivuorokautisesti. Samanaikaisesti voidaan suorittaa sellaisia korjaus- ja huoltotöitä, jotka eivät vaaranna aluksen toimintaa. Kun kyseessä on uusi alus ja laitteistolla käyttötunteja vasta muutamia kymmeniä, on vahdinajossa yksi tärkeimmistä tehtävistä havainnoida toiminnan aikaisia arvoja. Lämpötilojen ja paineiden seuranta ja tunnistaminen, mikä on millekin laitteelle normaalia, on tärkeää. Uusienkin laitteiden toiminta voi häiriintyä ja oireilu voi esiintyä monin eri tavoin, jolloin kokemus laivajärjestelmien toiminnasta kokonaisuutena on hyödyksi (Byman, 2024).

Jokainen laitteen valmistaja on ilmoittanut mitkä ovat tavoitellut arvot, mutta hyvin usein käytännössä arvoissa voi tapahtua jonkinasteista hajontaa. Tämän vuoksi uuden aluksen moottorimiehiltä halutaan tarkkavaisuutta ja ammattitaitoa vahdinajossa. Uuden aluksen toiminnot ovat koko miehistölle opiskelun ja tutustumisen paikka (Karell, 2024). Niissä aluksissa missä käyttötunnit laskeetaan jo tuhansissa, on järjestelmien toiminta vakiintunutta ja konehenkilöstölle tuttua.

Merikokeella suoritetaan myös perinteistä vahdissa olevan moottorimiehen tehtäviä kuten tankkien peilaus- ja paineilmasäiliöiden vesityskierrokset (taulukko 2). NB-6003:sen merikokeen aikana nämä kierrokset toteutettiin 6 tunnin välein ja jokainen listassa mainittu tankki joko peilattiin manuaalisesti mittanauhalla (kuva 9) tai tarkistamalla tankin tilanne paikallisesta mittarista. Mitattuja tuloksia verrattiin konevalvomossa IAS:in ilmoittamiin lukemiin (IAS ilmoittaa lukemat kuutioissa) ja mikäli arvoissa ilmenee liian suuri heitto, säädettiin järjestelmän tarkkuutta. Laivan paineilmasäiliöissä on säiliön alimmassa kohdassa venttiili, josta säiliöön kondensoitunut vesi saadaan poistettua. Vesi paineilmajärjestelmässä aiheuttaa laitteiden toimintahäiriöitä sekä rikkoo herkimpiä laitteita. Uusimmat vesitysenttiilit toimivat automaattisesti, jolloin asetetun ajan kuluessa venttiili aukeaa. Tarkistuskierroksilla näiden venttiilien toiminta tarkistetaan.



Kuva 9. Tankkien peilaukseen käytettävä teräsmittanauha (Kärkkäinen, 2024).

Taulukko 2. Ote moottorimiehen tankkien peilauskierroksesta (RMC, 2022).

	m ³	CM	LEVEL	DRAIN
MDO Storage Tank 1 DO1				
MDO Service Tank 1 DO2				
MDO Storage Tank 2P DO3				
MDO Service Tank 2 DO4				
MDO Storage Tank 2S DO5				
Emer. DO Tank DO6				
Clean FO Tank 1 M3				
Clean FO Tank 2 M8				
MDO Overflow Tank M10				
Dirty FO Tank 1 M5				
Dirty FO Tank 2 M9				
Sludge Oil Tank 1 M6				
Sludge Oil Tank 2 M11				
ME LO Tank 1 MELO1				
ME LO Tank 2 MELO2				
ME LO Tank 3 MELO3				
ME LO Tank 4 MELO4				
ME LO Tank 5 MELO5				
Technical Fresh Water TW1				
Feed Water Tank TW2				

Vahtikierroksilla tarkkaillaan myös putkilinjoja vuotojen varalta sekä linjojen putkien kannakointien tukevuutta. Aluksen ollessa ensimmäistä kertaa merellä, on erilaista tärinää ja värinää myös enemmän, jolloin myös putkilinjat voivat liikkuvat enemmän ja liiallista liikettä sekä vuotoja voi tämän takia ilmetä. Yleisin vuotokohta on laippaliitos, joka on kiristetty epätasaisesti tai vaatii lisää kiristystä. Mikäli vuoto ei lakkaa kohtuullisella kiristämällä, vaihdetaan uusi tiiviste. Erityisesti dieselin ominaisuuksiin kuuluu, että se pääsee valumaan ulos erittäin pienestä reiästä, josta esimerkiksi vesi ei tule läpi.

Toinen merikokeella ilmenevä, tyypillinen ongelma on tukkeutuneet suodattimet. Edellä mainittu tärinä laittaa usein liikkeelle kuonaa, joka on voinut jäädä putkiston mutkaan (Kylmänen, Ylikippari, 2024.) Kaikki uuden aluksen putkilinjat on huuhdeltu tai puhallettu niiden valmistuttua, mutta joskus linjastoon voi tästä huolimatta jäädä kuonaa, joka myöhemmin kulkeutuu suodattimeen tukkien sen. Laivassa suodattimet ovat pareittain, jolloin toisen tukkeutuessa voidaan toinen ottaa käyttöön koneiden käydessä. Tukkeutunut suodatin pestään tai vaihdetaan uuteen, riippuen kuinka likainen kyseinen suodatin on.

Turboahtimien suodatinkankaita vaihdetaan usein, koska hionta- ja muuta pölyä on vielä melko paljon siivouksesta huolimatta. Suodatinkankaiden likaisuutta seurataan koko ajan vahtikiirroksilla ja kangasta joudutaankin vaihtamaan usein, jopa alle 20 käyttötunnin välein. Valmiissa aluksessa käyttötunteja suodatinkankaalle kertyy paljon enemmän ennen vaihtoa.

5.5 Pääkoneiden ja propulsiojärjestelmien kestävyystestit

Kestävyystestissä koneiden ja järjestelmien suorituskykyä testataan täydellä teholla. Kokeen aikana koneiden, generaattoreiden, voiteluöljyjen, jäähdytysvesien ja propulsiojärjestelmän mittausarvojen (lämpötila, paine jne.) tulee pysyä asetettujen rajojen sisällä. Ennen kokeen aloitusta suoritetaan konehuoneessa tarkistuskierto ja valmistellaan neljä konetta käynnistystä varten sekä tarkastamalla generaattorit ja muut laitteet toimintakuntoon. Aloitusajankohta sekä vallitsevat sääolosuhteet, veden lämpötilat sekä syväys perästä ja keulasta kirjataan ylös pöytäkirjaan (kuva 10).

PROCEDURE:

Measurement conditions to be recorded:

Parameter / Action	Unit	Value / OK	Derived from	Note
Date	-		-	
Time	h:m		-	
Wind speed	m/s		Ship wind meter	
Wind direction	deg		Ship wind meter	
Sign. wave height	m		Visual estimation	
Wave direction	deg		Visual estimation	
Sea water temp.	°C		Measured (sea chest) or hindcast	Can be hindcast after trial. Both temperatures should be recorded.
Draught, Fore	m		Tank condition (approximate)	Later more accurately from tank condition print
Draught, Aft	m		Tank condition (approximate)	Later more accurately from tank condition print
Take a tank condition print	-		Ship system	Time on printout: _____

Kuva 10. Pöytäkirja vallitsevista olosuhteista kestävyystestiä varten (RMC, 2024).

Testin ensimmäisessä vaiheessa neljästä koneesta kolme käy noin 98 prosentin teholla ja neljäs kone alennetulla teholla. Potkurien pyörimisnopeudeksi on tässä testissä asetettu 138 kierrosta minuutissa, propulsiomoottorien tehon ollessa 18 megawattia (kuva 11). Kun teholumemat on saavutettu, pidetään niitä yllä kolmen tunnin ajan. Lämpötiloja ja muita arvoja seurataan koko ajan ja vahtikierroksia konehuoneessa lisätään. Kolmen tunnin jälkeen myös se kone, joka ensimmäisessä vaiheessa toimi alennetuilla tehoilla, nostetaan myös 98-prosentin tehoille. Toinen vaihe on kestoltaan yksi tunti.

Total load for PM's and DG's to be adjusted according to table below.				
1. DG1+DG2+DG3+DG4+DG5 with MDO				
Propulsion power	Loading % of DG's in the test		Test time Hours	
138 rpm / abt. 18 MW both side	abt. 98 % on 4 DG-s (one DG with reduced load)		3 hour	
138 rpm / abt. 18 MW both side	abt. 98 % on 4 DG-s (the DG, that had reduced load in previous test is now fully loaded)		1 hour	
Participants				
Date:	Class	Owner	Authority	Yard
Representative				
Sign				

Kuva 11. Kestävyydestille asetetut arvot pääkoneiden ja propulsiomoottoreiden tehosta (RMC, 2022).

Kestävyydestesti on luonteeltaan hyvin vaativa ja pienikin häiriö järjestelmissä voi aiheuttaa testin epäonnistumisen. Testi on viimeisiä isoja testejä merikokeella, jonka aikana viimeisetkin säätötarpeet, erityisesti propulsiolaitteiden osalta, tulevat poikkeuksetta ilmi.

5.6 Miehittämättömän konehuoneen testi

Saadakseen E0-luokituksen aluksen on suoriuduttava miehittämättömän konehuoneen testistä. E0-luokituksen saaneet alusten konehuoneet voivat olla ajoittain miehittämättä esimerkiksi yöaikaan. Tällöin hälytykset saadaan

ohjattua vahdissa olevalle henkilölle suoraan hyttiin ja/tai komentosillalle. Tänä aikana alus pystyy toimimaan samalla tavoin kuin konehuone olisi miehitetty. Tällaisissa aluksissa on pitkälle viety automaation ja hälytysjärjestelmien taso. (Järvenpää, 2014, s. 8.)

Järjestelmiltä vaaditaan automaattisia toimia kriittisten hälytysten sattuessa. Tällaisia ovat esimerkiksi voiteluöljyn ja koneiden lämpötilojen tai paineen muutokset yli sallittujen rajojen. Tällöin järjestelmien tulee aloittaa slow down-toiminto, jolloin koneiden tai propulsiojärjestelmän tehoja lasketaan alas. Mikäli tällä toiminnolla ei saavuteta asetettujen parametrien mukaista tulosta, tulee järjestelmän antaa shut down-komento, joka pysäyttää koneet. Näitä toimintoja testataan ja simuloidaan kokeen aikana. (Järvenpää, 2014, s. 10.)

Ennen koetta moottorimiesten tehtävänä on tarkistaa konehuone sekä saada kaikki mahdolliset huoltotoimenpiteet päätökseen. Tässä vaiheessa suoritetaan myös konevahdin tankkien peilauskierros. Polttoainetilanne tarkistetaan ja varmistetaan polttoaineen riittävyys kokeen ajaksi. Kaikki polttoaine- ja voiteluaineseparaattorit käynnistetään.

Kokeessa alusta operoidaan kuuden tunnin ajan ilman konemiehistön läsnäoloa. Kokeen aikana paikalla saa olla vain kokeeseen osallistuvat tahot ja konehuoneeseen mennä vain vuorossa oleva konevahti. Hälytyksen sattuessa järjestelmien reagointia seurataan ja konevahti saa puuttua hälytykseen vain annettujen ohjeiden mukaisesti. Hälytykset ja konevahdin suorittamat toimenpiteet kirjataan ylös.

Kaikki koneet ja laitteet tarkistetaan ja varmistetaan että varalaitteet ovat valmiina stand-by-tilassa. Tarkoituksena on saattaa konehuone sellaiseen tilaan, että järjestelmä pystyy itsenäisesti tarvittaessa käynnistämään varalaitteet ja ylläpitämään järjestelmiä vaaditun kuuden tunnin ajan.

Kun tarkistukset on saatu valmiiksi ja konehuone on valmis kokeeseen, ilmoitetaan siitä konevalvomoon. Testin aloitus- ja lopetusaika merkitään

testipöytäkirjaan. Normaalin operoinnin lisäksi suoritetaan myös ennalta määrittäjä tehon ja nopeuden muutoksia (kuva 12.)

E0-TEST TABLE 1

Duration	Action
120 min	Run the propulsion with power abt. 80% MCR
30 min	Increase the speed to full speed abt. 100% MCR load
30 min	Decrease the speed to abt. 10% MCR propulsion load
	Decrease the speed close to. 0 kn,
30 min	Continue manoeuvring with variable lever positions ahead and astern - 25/50/70/0 power steps each
20 min	Start all thrusters and load them with variable pitch towards port and starboard
	Stop all thrusters
100min	Increase the speed to full speed abt. 80% MCR load
30 min	Decrease the speed to abt. 10% MCR propulsion load
	Decrease the speed close to. 0 kn,

Kuva 12. AUT-UMS-kokeella tehtävät tehon muutokset (RMC, 2022).

Koska NB-6003 käyttää polttoaineena vähärikkistä laivapolttoneeste MGO:n (Marine Gas Oil) lisäksi nesteytettyä maakaasua (LNG), suoritetaan testi erikseen molempia polttoaineita käyttäen. LNG-ajossa ainoa poikkeus on täydellä nopeudella ajon pituudessa, joka on 20 min lyhyempi kuin MGO-ajossa. Kokeen suorituksen jälkeen jatketaan töitä ja vahdinajoa normaalisti merikokeen päättymiseen saakka.

5.7 Merikokeen päätyminen

Merikoe päättyy, kun alus palaa takaisin telakalle ja kiinnittyy laituriin. Konehuoneessa työt kuitenkin vielä jatkuvat tarvittavien huoltotöiden ja tarkistusten parissa (taulukko 2, s. 31). Pääkoneiden kampiakselit indikoidaan eli mitataan laitetoimittajan edustajan toimesta. Näissä mittauksissa tarkistetaan, että akselin linjaus on pysynyt muuttumattomana eikä laivan runko tai pääkoneen peti ole muuttanut muotoaan (Kortesmäki, 2014, s. 30). Akselin linjavirheet aiheuttavat ennen aikaista kulumista ja pahimmassa tapauksessa koneen rikkoutumisen. Mitat otetaan akselista koneen jokaisen sylinterin kohdalta. Moottorimies avustaa tässä työssä avaamalla kampikammion luukut sekä puhdistamalla ja valmistelemalla alueen mittauksia varten. Kun mittalaitteet ovat paikallaan, pyöritetään akselia paaksaamalla. Pyörittämisen aikana mittaustulos

otetaan ylös valmistajan ilmoittamissa kohdissa. Indikoiteja tehdään myös ennen merikoetta ja varsinkin kuumaindikoinnit tehdään mahdollisimman pian koeajojen jälkeen, koneen vielä ollessa lämmin.

Muita suuritöisiä mittauksia on muun muassa potkuriakselin punnitseminen, jossa myös pystytään havaitsemaan mahdolliset muutokset laivan rungossa. Potkuriakselin linjausta mitataan ja tuloksia verrataan useita kertoja ennen aluksen luovutusta, sillä pienimmätkin muutokset aluksessa voivat vaikuttaa näihin mittaustuloksiin (Autio & Pöljö, 2022, s. 35).

Aluksen luovutusta varten kaikki polttoaine- ja öljysuodattimet vaihdetaan tai pestään vielä kertaalleen sekä otetaan öljystä ja polttoaineista tarpeelliset näytteet. Pääkoneiden voiteluöljyjen lisäksi näytteet otetaan potkuriakselien hylsyistä. Öljynäytteiden tutkimuksella saadaan tietoa öljyjen ja laitteiden kunnosta. Potkuriakselin hylsyn öljynäytteestä pystytään toteamaan myös akselin veteen kosketuksissa olevien tiivisteiden tiiviys. MAN:in koneissa on myös voiteluaineelle käyttöönottoa varten erillinen lisäsuodatin, joka poistetaan. Tämä on viimeinen suodatin ennen konetta. Koneille tehdään myös ensimmäinen huolto-ohjelman mukainen huolto, kun 50 käyttötuntia tulee täyteen. Kokeen aikana havaitut viat ja puutteet korjataan. Vahtivuorot toteutetaan normaalisti merikoetta edeltävän ja sen aikaisen miehistön toimesta niin kauan, ennen kuin tilaajan oma miehistö ottaa konehuoneesta vastuun.

6 JOHTOPÄÄTÖS JA POHDINTA

Moottorimiehenä toimiminen MyStarin merikokeella oli koulutuksellisesta ja ammatillisesta näkökulmasta katsottuna opettavainen ja mielenkiintoinen kokemus. Moottorimiehet valmistelevat pääkoneet ja muut järjestelmät testejä varten ja ylläpitävät laitteiden toimintaa siihen asti, kun tilaajan oma miehistö ottaa vastuun. Tähän lisättyä telakkatyö, johon liittyi muun muassa putkilinjojen tarkastusta, kokoonpanoa, huoltotöitä ja uusien järjestelmien valmistelua

sekä käyttöönottoa, on monipuolisuutensa johdosta hyvää kokemusta. Nämä kaikki toivat paljon lisää näkemystä laivakonetekniikasta. Merikokeen kone- miehistön järjestelmiin tutustuminen ja niiden opettelu alkaa jo käyttöönotto- ja testausvaiheessa, jolloin merikokeelle lähtiessä laivan lisäksi myös miehistö on merikelpoinen eli meriklaarissa.

Hyvänä kokemuksena pidin myös niitä tilanteita, joissa uudet laitteet eivät toimi- neetkaan aivan toivotulla tavalla ja näihin lähdettiin hakemaan korjaavia rat- kaisuja. Käyttöönotto- ja vielä merikokeella sekä sen jälkeen laitteille tehdään paljon hienosäätöä ja erityisesti IAS:in lopullisiin säätöihin saattami- nen vaatii useita tunteja ja testejä.

MyStarin pääkoneiden kanssa toimiminen ensimmäisestä käynnistyksestä lähtien toi ensikäden kokemusta koko ajan kehittyvästä tekniikasta. MyStarin käyttämät MAN 8L51/60DF-pääkoneet edustavat teknisine ratkaisuineen ja käytettävyydeltään esimerkkiä tästä kehityksestä. Merikokeella olevan uuden laivan operoiminen poikkeaa vanhan aluksen operoinnista monella tapaa. Suurimpana erona voinee pitää sitä, että siinä missä vanhassa aluksessa toi- minnot ovat vakiintuneet ja laitteisto käyttäytymiseltään tuttua, vaaditaan uu- dessa aluksessa paljon säätötyötä ja korostettua valvontaa. Se että, alus on merikokeella ensimmäistä kertaa sille tarkoitetuissa olosuhteissa, tuo tulles- saan vielä paljon säätötarpeita, joita ei kattavasta laiturikoeohjelmasta huoli- matta pystytä vielä siinä vaiheessa todentamaan. Tästä seurauksena voi olla ylimääräistä työtä ja tuoda paljonkin lisää työtunteja, mutta tähän kuitenkin on varauduttu ja yleensä ratkaisu löydetäänkin keskeyttämättä koetta.

Työn tavoitteena oli selventää moottorimiehen tehtäviä ja kuvata, kuinka paljon eroavaisuutta tehtävissä ja vaativuudessa merikokeella ja valmiissa laivassa on. Perinteisten moottorimiehen tehtävien lisäksi, tuo uuden aluksen käyttöö- otto ja merikoe monipuolisten tehtävien lisäksi vaativuutta sekä uutta opitta- vaa. Toisena tavoitteena oli myös selventää moottorimies-nimikettä sekä vas- tata kysymykseen mikä on moottorimies. Työssä haluttiin myös kuvata tär- keimpiä ja vaativimpia alukselle tehtäviä kokeita ja näiden kulkua. Asetetut

tavoitteet onnistuttiin saavuttamaan ja tuloksena syntyi selkeä kuvaus laivan käyttöönotosta moottorimiehen näkökulmasta.

Moottorimiehenä toimiminen vaatii joustavuutta, teknistä ymmärrystä ja yhteistyötaitoja. Merikokeella ja käyttöönotossa aikataulut voivat muuttua, jolloin työpäivät voivat muodostua hyvinkin pitkiksi. Tekninen ymmärrys ja kyky havainnoida uusien järjestelmien toimintaa tuo hyvät edellytykset käyttöönoton ja merikokeen sujuvaan etenemiseen. Kokemus merityöstä ja laivan järjestelmistä nousi haastatteluissa esille ja varsinkin järjestelmien ymmärtäminen kokonaisuutena katsottiin suureksi eduksi, kun työskennellään laivan käyttöönotossa ja merikokeella. Merikokeella moottorimiehen tehtävä- ja vastualueen katsottiin olevan suurempi ja monipuolisempi, kun verrattiin työskentelyä jo operoivassa aluksessa.

Yhteistyön merkitys korostuu käyttöönotto ja koeolosuhteissa, jossa voi olla usean firman työntekijöitä. Työtä ei tehdä yksin, tietoa vaihdetaan ja oman vastualueen lisäksi on hyvä jossain määrin perehtyä toisen työntekijän vastualueeseen. Silloin tilanteissa, joissa tarvitaan sijaista, lisäapua tai joudutaan suorittamaan vianetsintää, tehtävät saadaan hoidettua sujuvasti.

Tekemieni havaintojen ja omien kokemusteni pohjalta pystyn vilpittömästi suosittelemaan telakkatyötä sen monipuolisuuden, sen tarjoaminen haasteiden ja verkostoitumismahdollisuuksien vuoksi merenkulun insinööriopiskelijoille sekä muille merenkulussa ja konetekniikan parissa opiskeleville ja työskenteleville.

Uuden aluksen käyttöönotossa ja merikokeesta on mielestäni mahdollisuus lisätutkimustyöhön, sillä nykyaikaiset alukset ovat koko ajan laajenevia ja kehittyviä kokonaisuuksia. Alusten sähköiset järjestelmät lisääntyvät jatkuvasti ja näiden järjestelmien kokoonpanossa ja käyttöönotossa olisi potentiaalia tutkimustyöhön. Alusten eri järjestelmien käyttöönotosta ja alusten merikokeesta on tehty varsin vähän tutkimuksia. Myös laivan rakennusvaihe on sellainen, jossa omien havaintojen perusteella potentiaalisia tutkimuskohteita olisi paljon. Yksittäisiä järjestelmiä, joista ei ole vielä tehty tutkimuksia, on tarjolla runsaasti.

LÄHTEET

ABB (2024) High voltage generators for diesel and gas engines, frame sizes 0710, 0900, 1120, 1250, 1600. Service Note. https://library.e.abb.com/public/8df38ac940dd4e20af93ee01377e4d14/9AKK107642_Service%20note_Retrofit%20kit%20jack%20up%20unit%20AMG_EN_RevA_lowres.pdf

Aluehallintovirasto AVI (2022) Telakoilla työskentelevillä oltava veronumero heinäkuusta alkaen. Tiedote. Haettu 29.3.2024. <https://avi.fi/tiedote/-/tiedote/69945679>

Autio, E. & Pöljö, J. (2022) Analyysi akselilinjojen ja moottoreiden asennusprosessista matkustaja-autolautan uudisrakennuksessa. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022081419461>

Bureau Veritas (2024) Rules for the classification of steel ships, part A. https://erules.veristar.com/dy/data/bv/pdf/467-NR_PartA_2024-01.pdf

Bureau Veritas (2024) Rules for the classification of steel ships, part C. https://erules.veristar.com/dy/data/bv/pdf/467-NR_PartC_2024-01.pdf

Byman, R. (9.3.2024) Sjöblom Marine Engineering Ab Ltd, vanhempi asentaja ja käyttöönottaja Robin Bymanin haastattelu.

Church, E. (2021) Everything You Need to Know About Motorman Jobs. <https://www.martide.com/en/blog/motorman-jobs>

International Maritime Organization IMO (2010) Interim explanatory notes for the assessment of passenger ships systems's capabilities after a fire or flooding casualty. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/regulation/22632-MSC_1-Circ_1369_-_Tulkinta_SOLAS_II-18-1%2C_II-2-21_ja_II-2-22_SRTP.pdf

International Maritime Organization IMO (2022) Code on Intact Stability for all Types of Ships Covered by IMO Instruments - Chapter 3 - Design Criteria Applicable to All Ships - General intact stability criteria for all ships. <https://imorules.com/GUID-E451298C-6D7E-4FBD-8E47-0B07FCC6F784.html>

International Maritime Organization IMO (2022) Detailed Guidance for the Conduct of an Inclining Test - Preparations for the Inclining Test. <https://www.imorules.com/GUID-75C16E3C-5D59-404D-98F9-41F50D420759.html>

International Maritime Organization IMO (2022) SOLAS - International Convention for the Safety of Life at Sea - Chapter II-2. <https://www.imorules.com/GUID-5A6A972E-F1BF-470E-9E64-BD99966E3E02.html>

International Maritime Organization IMO (2022) Regulation 8 - Muster list and emergency instructions. <https://www.imorules.com/Chunk1770534522.html>

International Maritime Organization IMO (2022) Classifications Register Rules and Regulations - Rules and Regulations for the Classification of Ships, July 2022 - Part 5 Main and Auxiliary Machinery - Chapter 2 Reciprocating Internal Combustion Engines - Section 9 Starting arrangements. https://www.imorules.com/LRSHIP_PT5_CH2_9.html

International Maritime Organization IMO (2022) MARPOL - Appendix V – Information to be Included in the Bunker Delivery Note. <https://www.imorules.com/GUID-44195EB8-3777-4B5D-BDA3-FCBE70A915F3.html>

International Maritime Organization IMO (2022) MARPOL - Appendix VI - Verification Procedures for a MARPOL Annex VI Fuel Oil Sample. <https://www.imorules.com/GUID-43BB88E5-D8E4-4C9A-86CE-0CCFF1F974B0.html>

International Maritime Organization (2022) Regulation 8 - Muster list and emergency instructions. <https://www.imorules.com/Chunk1770534522.html>

International Maritime Organization IMO (2022) SOLAS - Regulation 37 - Muster list and emergency instructions. <https://www.imorules.com/Chunk272802999.html>

International Maritime Organization IMO (2023) Classifications Register Rules and Regulations - Rules and Regulations for the Classification of Naval Ships – Chapter 17. https://www.imorules.com/NSR_V2_PT1_CH3_16.html

Holmström, A. (2022) Tilaajan, telakan ja luokituslaitoksen yhteistyö laivan uudisrakennusprojektissa. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022052912869>

Husu, P. (2018) Kappaletavara- ja projektilastiopas M/V Pasilalle. AMK-opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201805188878>

Järvenpää, M (2014) Miehittämättömän konehuoneen (E0) vaatimukset ja luokitus. AMK-opinnäytetyö. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014110515277>

Kankaanpää, I. (16.2.2024) Rauma Marine Constructions, Käyttöönottopäällikkö Ilari Kankaanpään haastattelu.

Karell, N. (9.3.2024) Sjöblom Marine Engineering Ab Ltd, työnjohtaja Niklas Karellin haastattelu.

Kortesmäki, M (2014) Laivan huoltotelakointi. AMK-opinnäytetyö. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014061112546>

Kylmänen, T. (16.2.2024) Rauma Marine Constructions, käyttöönoton työnjohtaja ja aluevastaava Teemu Kylmäsen haastattelu.

Laurell, T. (2015) Generaattorien ja sähkömoottorien huolto. AMK-opinnäytetyö. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201505076578>

Mattson, A. (2013) Opas kallistukokeen suorittamiseen. AMK-opinnäytetyö. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013052310474>

Merilaki 674/1994. Haettu 1.3.2024 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940674>

Nurmi, M. (2017) Laivan integroidun automaatiojärjestelmän käyttöönottoprosessi. AMK-opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201705239711>

Parantainen, J. (2018) Työmaa-aikainen sähköverkko rakennustyömaalla. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201805168466>

Suurnäkki, A. (2022) Ohjeistus Safe Return to Port-venttiilien sijoitukseen ja merkintään matkustajalaivalla. AMK-opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022061317796>

The Mastermariner (2024) Intact stability. <https://www.themastermariner.com/intact-stability/>

Traficom (2019) Alusten vakavuus. Haettu 20.2.2024. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/regulation/M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys-luonnos_vakavuusm%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys.pdf

Traficom (2024) Luokituslaitokset. Haettu 3.2.2024. <https://www.traficom.fi/fi/luokituslaitokset>

Ylikkipari, T. (16.2.2024) Rauma Marine Constructions, koeajoinsinööri Timi Ylikkiparin haastattelu.

Ventomäki, J. (2023) Uuden aluksen hankinta ja käyttöönotto. AMK-opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023101827727>

Welander, J-C. (2011) Koeajoaluksen meriturvallisuus merikokeella. YAMK-opinnäytetyö. Satakunnan Ammattikorkeakoulu. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201103062869>