



SeaFit

MERENKULUN HÄTÄTILANNETEHTÄVIEN
KUORMITTAVUUS JA MERENKULKIJOIDEN
FYYSISEN TOIMINTAKYVYN ARVIOINTI

Päivi Miilunpalo

Ari-Pekka Rauttola

Harri Lindholm

Mia Pylkkönen

Sirpa Lusa

Risto Toivonen

Susanna Visuri

Anne Punakallio



SeaFit

MERENKULUN HÄTÄTILANNETEHTÄVIEN KUORMITTAVUUS JA MERENKULKIJOIDEN FYYSISEN TOIMINTAKYVYN ARVIOINTI

Päivi Miilunpalo

Harri Lindholm

Sirpa Lusa

Susanna Visuri

Ari-Pekka Rauttola

Mia Pylkkönen

Risto Toivonen

Anne Punakallio

Työterveyslaitos

Helsinki 2015

Työterveyslaitos

Turun aluetoimipiste

Lemminkäisenkatu 14–18 B

20520 Turku

www.ttl.fi

Valokuvat: Risto Toivonen (kuvat 5–8), Päivi Miilunpalo (kuvat 3,4,9), Susanna Visuri (kuva 10)

Kansi: Mainostoimisto Albert Hall Finland Oy Ltd

© 2015 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Julkaisu on toteutettu Työsuojelurahaston, Työterveyslaitoksen, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin ja Merimieseläkekassan tuella.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-261-449-0 (nid.)

ISBN 978-952-261-450-6 (pdf)

Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere, 2015

TIIVISTELMÄ

Johdanto: Laivalla jokaisen työntekijän tulee pystyä pelastautumaan ja toimimaan poikkeustilanteissa, kuten esimerkiksi karilleajossa, tulipalossa tai törmäyksessä. Poikkeustilannevalmius ja -tehtävät edellyttävät, että jokaisella työntekijällä on sellainen terveydentila ja toimintakyky, että hän kykenee suoriutumaan hätätilannetehtävistä. Merenkulkijoiden hätätilannetehtävistä suoriutumisen arviointia tarvitaan meriturvallisuuden parantamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä merenkulkijoiden oman terveyden ja toimintakyvyn varmistamiseksi. Tutkimuksen tavoitteena oli parantaa merenkulkijoiden ja merialan terveydenhuoltohenkilöstön tietämystä poikkeustilanteisiin liittyvien hätätilannetehtävien laadusta ja kehittää poikkeustilanteet huomioivaa työkyvyn arviointia. Tutkimuksessa selvitettiin hätätilannetehtävien fyysistä kuormittavuutta ja näiden tehtävien edellyttämää fyysistä toimintakykyä. Samalla tuotettiin tietoa merimieslääkäreille tehtäväkohtaisen soveltuvuuden ja kuntoutustarpeen arvioinnin tueksi.

Menetelmät: Tutkimusaineisto kerättiin vaiheittain. Kolmesta tutkimusosioista ensimmäisessä (SeaFit I) keskityttiin allasolosuhteissa suoritettavien pelastautumistehtävien kuormittavuusmittauksiin sekä savusukellustehtävistä vastaavien merenkulkijoiden kuntotestauksen pilotointiin. Toisessa tutkimusosiossa (SeaFit II) mitattiin ja selvitettiin pelastustehtävien kuormittavuutta kenttäolosuhteissa toteutetussa merellisessä suuronnettomuusharjoituksessa. Osatutkimuksella saatiin täydentävää tietoa mahdollisimman autenttisenkaltaisten merionnettomuustilanteiden pelastustehtävien aiheutumasta kuormituksesta. Viimeisessä tutkimusosiossa (SeaFit III) mitattiin merenkulkijoiden peruskoulutukseen sisältyvän palokoulutuksen (STCW A-VI/1-2) kuormittavuutta ja harjoituksesta palautumista. Kaikkiin edellä mainittuihin sisältyi myös koehenkilöiden elintapojen, terveyden sekä työ- ja toimintakyvyn kyselytutkimus. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin aluksen pelastautumisputkessa kiipeämisen aiheuttamaa fyysistä kuormitusta sekä kyselytutkimuksena merimieslääkäreiden käytäntöjä merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arvioinnissa.

Tulokset: Tutkimus tuotti uutta tietoa poikkeustilannetehtävien ja pelastusharjoitusten kuormittavuudesta ja merenkulkijoiden fyysisestä toimintakyvystä suhteessa työn vaatimuksiin. Suuri osa tutkimukseen osallistuneista miesmerenkulkijoista saavutti savusukellusohjeen mukaiset kuntoluokat. Sekä miehillä että naisilla oli keskimäärin hyvät kehon liikkuvuudet, tasapaino ja kehonhallinta. Tutkittujen hätätilannetehtävien energieettinen kuormittavuus vaihteli kevyen ja erittäin raskaan työn välillä (3–12 MET). Naiset kuormittuivat miehiä enemmän. Fyysisen toimintakyvyn testituloksista voimakkaammin vähäiseen tehtävässä kuormittumiseen olivat yhteydessä hyvä istumaannousu-, puristusvoima- ja dynaamisen tasapainotestin tulos sekä alhainen kehon rasvaosuus. Työkykyä ja terveyttä kuvaaviin omakohtaisiin arvioihin oli edellisten ominaisuuksien lisäksi yhteydessä käsinkohotatetin hyvä tulos. Selkeä yhteys useaan koettua työkykyä kuvaavaan arvioon oli myös kehon painokiloihin suhteutetulla maksimaalisella hapenottokyvyllä. Myös hyvällä liikkuvuudella ja kehonhallinnalla oli yhteys hyviin työkyvyn ja terveydentilan arvioihin sekä vähäisempiin tapaturmiin.

Johtopäätökset: Tutkimus on harvinaislaatuinen, koska siinä on tarkoilla ja monipuolisilla menetelmillä sekä mitattu merenkulkijoiden fyysistä toimintakykyä ja työssä kuormittamista että arvioitu näitä yhdessä. Tutkimuksen etuna voidaan myös pitää mitattujen työtehtävien monipuolisuutta ja edustavuutta. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää merenkulkutyöhön liittyvien fyysisten kuormitustekijöiden hallinnassa. Tulosten pohjalta voidaan suositella fyysisen toimintakyvyn perusmittauksia osana merenkulkijoiden terveystarkastuksia, joiden tuloksia voidaan puolestaan käyttää varhaisen kuntoutustarpeen tunnistamiseen. Riittävä fyysinen kunto tukee työturvallisuutta ja työssä selviytymistä. Fyysisen toimintakyvyn eri osa-alueita kehittävien ja ylläpitävien toimenpiteiden tulisi olla motivoivia ja laivatyön erityispiirteet huomioon ottavia. Laivatyön tehtävien vaatimuksiin perustuva kuntotestaus voi parhaimmillaan olla motivointikanava ja henkilökohtaisesti suunniteltuihin ohjeisiin johtava, terveyttä edistävän liikunnan väline. Pelastautumis- ja pelastamistehtäviä tulisi harjoitella säännöllisesti. Panostamalla ja tukemalla terveyskuntoa ylläpitävään ja edistävään liikunta-aktiivisuuteen sekä painonhallintaa tukeviin elämäntapatekijöihin parannetaan merenkulkijoiden yleistä työkykyä, terveyttä ja työhyvinvointia. Tutkimuksen tulokset palvelevat myös merenkulkualan työterveysyhteistyön kehittämistä, työkyvyn ylläpitoa sekä poikkeustilanteet huomioivan terveystarkastuskäytännön kehittämistä. Kuormitusmittausten tuloksia voidaan käyttää hyväksi poikkeustilannetehtävien, ja erityisesti savusukelluksen, edellyttämän toimintakyvyn arviointimenetelmien kehittämisessä. Tulevaisuudessa merenkulkijoiden kuntotestien sitovien viitetasojen ja toimintakykyohjeistojen muodostaminen vaatii merenkulkualan sisäistä keskustelua, alakohtaisten viitearvojen keittämistä sekä jatko- ja seuranta tutkimusta suuremmalla otoksella.

ABSTRACT

Introduction: On board ship, each seafarer must be able to save oneself and be able to function in emergency situations, such as running aground, fire, or collision. Readiness to perform emergency duties on board means the seafarer must have sufficient health and work ability in order to manage the designated emergency duties. Seafarers' performance in emergency duties needs to be assessed to enhance and maintain maritime safety and to promote seafarers' health and work ability. The aim of the study at hand was to improve seafarers' and their occupational health care personnel's knowledge regarding the quality of the rescue tasks in emergency duties, and the physical capacity required to perform them.

Methods: The data were collected in three stages. The first stage (SeaFit I) focused on assessing the physical strain of emergency duties in a training pool at a maritime safety training center and on piloting the fitness tests of the seafarers taking part in firefighting duties. During the second stage (SeaFit II), the physical strain of evacuation tasks and firefighting in a simulated emergency exercise on board ship was measured. This authentic marine catastrophe exercise produced in-depth information on the physical strain of emergency duties on board. The physical strain of a simulated smoke-diving drill with self-contained breathing apparatus during a Basic Fire Fighting course (STCW A-VI/1-2) was measured, and recovery from the physical strain was assessed during the final stage (SeaFit III). All three stages of data collection included a questionnaire survey on health, work ability, and health behavior. In addition, a case study on the physical strain of climbing from an engine room through evacuation route's vertical ladders of 40 meters to an outer deck was conducted.

Results: The current study yielded new information on the physical strain of emergency duties on board ship and on the physical capacity of the seafarers relative to their work demands. According to the results, most male seafarers were physically fit for smoke-diving by the guidelines of Rescue-diving of Ministry of Internal Affairs. Both, male and female seafarers had good mobility, balance and body control on the average. The energetic strain of emergency duties varied from light to extremely hard work (range 3–12 MET), with women experiencing more strain than men. Good results in sit-up, hand-grip strength and dynamic balance tests as well low body fat percentage correlated with a lesser physical strain in emergency duties. The above-mentioned variables and good results in a pull-up test were all related to subjective health and work ability. Many of the self-assessed work ability variables were also significantly correlated with maximum oxygen intake (ml/min/kg). In addition, good mobility and body control were related to good subjective health and work ability as well as to accident incidence.

Conclusion: The current study is unique for its precise and versatile research methods in assessing seafarers' physical capacity and the physical strain of emergency duties. Another advantage of the study comes from the extensive and representative emergency duties assessed. The results can be used to help manage the physical work load in seafaring. Physical fitness tests are recommended to be included in seafarers' health examinations,

and the test results are recommended to be used in recognizing the need for early rehabilitation. Sufficient physical fitness supports occupational health and safety as well as work ability. The measures improving the different aspects of physical fitness should be motivating, and the special characteristics of maritime work should to be taken into account.

Fitness testing based on the routine and emergency duties on board ship can, at best, be motivating and promote the physical activity of seafarers. Regular practicing of emergency duties is recommended. Promoting and supporting the health-enhancing physical activity and weight-management of seafarers also improves seafarers' work ability, health and well-being at work.

The results serve the development of occupational health care practices as well as the maintenance of work ability in maritime sector and the development of the kind of physical health examination that considers the physical demands of the emergency duties. The results can be used to further develop suitable tests and methods to assess the physical capacity of seafarers needed in both, emergency duties as well as smoke-diving using self-contained breathing apparatus. In the future, there is a need to discuss within the maritime sector the appropriate fitness testing and reference values for them. Also, studies using greater samples and collecting reference values specific for the maritime sector are needed.

ESIPUHE

STCW-yleissopimukseen vuonna 2010 tehdyt ns. Manilan muutokset toivat merimieslääkäreille aiempaa tarkemmin ohjeita ja velvoitteita merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointiin. Jo tätä aiemmin oli merimieslääkäreiltä alettu edellyttää erityisesti osatyökykyisten merenkulkijoiden kohdalla erillistä arviota henkilöiden selviytymisestä poikkeustilannetehtävistä. Merimieslääkäreille ei kuitenkaan ole selviä ohjeita, miten toimintakykyä tulisi arvioida, eikä heillä useinkaan ole riittävää tietämystä poikkeustilannetehtävien luonteesta ja näiden edellyttämästä fyysisen toimintakyvyn vaatimuksista. Näihin kysymyksiin lähdettiin tutkimuksella hakemaan tietoa ja kehittämään merenkulun poikkeustilannetehtävät huomioivia fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntöjä. Samalla keskeiseksi tavoitteeksi otettiin tarkastuskäytäntöihin liittyen kehittää merenkulkijoiden työ- ja toimintakykyä tukevan työterveysyhteistyön toimintatapoja. Ennen tutkimusosuuden alkua tehdyssä kirjallisuuskatsauksessa (Liite 1) kerättiin tietoa poikkeustilannetehtävistä ja näiden kuormittavuudesta; tätä koskevaa aiempaa tutkimustietoa oli vain vähän saatavilla. Tarvitaan tietoa siitä, minkälaista kuormittavuutta pelastus- ja pelastautumistehtävät aiheuttavat, jotta voidaan kehittää näistä tehtävistä selviytymistä arvioivaa testausmenetelmää.

Tutkimusprojektin apuna on ollut erittäin laaja merenkulun asiantuntijoiden ja sidosryhmien joukko. Kenttämittausten suunnittelemiseksi tutkimusryhmä pääsi itse tutustumaan merenkulkijoilta edellytettävään hätätilanteiden peruskoulutukseen. Tältä pohjalta yhdessä Meriturvan kouluttajien kanssa suunniteltiin todellisia tilanteita simuloivia toimintaympäristöjä, joissa mittaukset toteutettiin. Tutkimusryhmän mahdollisuus osallistua moniviranomaisyhteistyönä toteutettuun merelliseen suuronnettomuusharjoitukseen oli arvokas lisä. Kiitämme hienosta kenttämittaussuunnittelusta kaikkia mukana olleita ja etenkin MIRG-ryhmää, joka osallistui tutkimukseen koehenkilöinä sekä merivoimia, jonka aluksella harjoitus järjestettiin. Yhteistyökumppanina kuntotestien toteuttamisessa toimi Paavo Nurmi -keskus.

Tutkimusryhmä sai arvokasta apua koehenkilöiden rekrytoinnissa mukana olleilta varustamoilta Viking Lineltä ja Neste Shippingiltä sekä Aboa Marelta. Erityiskiitokset meriturvallisuusasiantuntija Guy Mickelssonille, joka auttoi projektin toteutumisessa monin tavoin. Lämpimät kiitokset laajalle ohjausryhmälle, jossa olivat edustettuina Liikenteen Turvallisuusvirasto Trafi, Sosiaali- ja terveysministeriö, Suomen Laivanpäälystöliitto, Suomen Kopäpäälystöliitto, Suomen Merimies-Unioni, Suomen Varustamot ry, Merimiespalveluotomisto, Merimieseläkekassa, Työsuojelurahasto sekä mukana olleet varustamot. Tutkimusaiheen toimintaympäristön taustojen ja käytäntöjen tarkistuksessa ovat arvokasta tietoa antaneet muun muassa Meriturvan kouluttajat sekä Trafian merenkulun asiantuntijat.

Tutkimusta ovat rahoittaneet Työsuojelurahasto, Työterveyslaitos, Liikenteen Turvallisuusvirasto Trafi ja Merimieseläkekassa. Kiitämme kaikkia yhteistyökumppaneitamme, rahoittajia sekä ennen kaikkea koehenkilöinä toimineita merenkulkijoita ja merenkulun opiskelijoita.

Tekijät

SISÄLTÖ

RAPORTI SSA KÄYTETYT LYHENTEET

1	LÄHTÖKOHDAT JA TAUSTA	1
1.1	Merenkulku toimialana.....	1
1.2	Merenkulkijoiden terveydellinen soveltuvuus ja fyysisen kunnon yleisvaatimukset ...	1
1.3	Laivaväen lääkärintarkastus.....	3
1.4	Savusukellustehtävät työturvallisuuden näkökulmasta	4
1.5	Merenkulkijoiden eläkemuuotos	5
1.6	Työkyky ja työn fyysinen kuormittavuus.....	5
1.7	Fyysinen suorituskyky ja palautuminen ikääntyessä	7
1.8	Fyysisen kuormituksen arviointi	8
1.9	Lihaskunto ja kehonhallinta työkyvyn edellytyksinä	11
2	TAVOITTEET	12
3	TUTKIMUKSEN KULKU	13
3.1	Tutkimusosiot	13
3.2	Tutkimus- ja ohjausryhmän toiminta.....	13
3.3	Tiedottaminen, tietosuoja, eettisyys ja turvallisuus.....	16
3.3.1	Koehenkilöiden terveydentila ja ohjeistus tutkimukseen osallistumisesta.....	16
3.3.2	Fyysisen toimintakyvyn arviointien ja kuormittavuuden mittausten testiturvallisuus	17
4	AINESTO JA MENETELMÄT.....	18
4.1	Pelastautumistehtävien fyysinen kuormittavuus.....	18
4.1.1	Koehenkilöiden rekrytointi.....	18
4.1.2	Savusukellusveloitteisten merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmät	18
4.1.3	Muiden merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmät.....	20
4.1.4	Pelastautumistehtävien kuvaus ja tehtävien aikaiset fyysisen kuormittumisen mittausmenetelmät.....	21
4.2	SeaFit II: Pelastamistehtävien kuormittavuus merionnettomuusharjoituksessa	23
4.2.1	Koehenkilöiden rekrytointi ja fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmät	23
4.2.2	Pelastustehtävien kuvaus ja tehtävien aikaiset fyysisen kuormittumisen mittausmenetelmät.....	24
4.3	SeaFit III: Savusukellusharjoitusten kuormittavuus.....	26
4.3.1	Koehenkilöiden rekrytointi.....	26
4.3.2	Savusukellusharjoitusten kuvaus ja tehtävien aikaiset fyysisen kuormittumisen mittausmenetelmät.....	26

4.4	Kyselytutkimus merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntöjen nykytilasta.....	27
4.5	Tapaustutkimus aluksen pelastautumistunnelin kiipeämisen aiheuttamista kuormittavuudesta.....	28
4.6	Aineiston analysointi ja tilastolliset menetelmät.....	28
5	TULOKSET.....	29
5.1	Kyselytutkimusten tulokset: SeaFit I, SeaFit II ja SeaFit III.....	29
5.1.1	Taustatiedot.....	29
5.1.2	Elintavat, terveys ja työkyky.....	30
5.1.3	Kehon rasittuneisuustuntemukset ja tapaturmat.....	32
5.1.4	Poikkeustilannetehtävät ja niissä suoriutuminen.....	33
5.1.5	Työkykyä ylläpitävä liikuntatoiminta ja kuntotestaus-käytännöt.....	33
5.2	Pelastautumistehtävien kuormittavuus.....	34
5.2.1	Merenkulkijoiden kunto-ominaisuudet ja kehonkoostumus.....	34
5.2.2	Merenkulkijoiden pelastautumistehtävien fyysinen kuormittavuus ja eri tekijöiden yhteydet kuormittumiseen.....	36
5.2.3	Merenkulkijoiden kehonhallinnan ja liikkuvuuden yhteydet työn kuormittavuuteen ja koettuun työkykyyn.....	47
5.3	SeaFit II: Pelastamistehtävien kuormittavuus merionnettomuusharjoituksessa.....	49
5.3.1	Koehenkilöiden kunto-ominaisuudet ja kehonkoostumus.....	49
5.3.2	Pelastamistehtävien kuormittavuus onnettomuusharjoituksessa.....	50
5.4	SeaFit III: Savusukellusharjoitusten kuormittavuus.....	52
5.5	Kunto-ominaisuuksien, kehon koostumuksen ja elintapojen yhteydet tehtävissä kuormittumiseen, koettuun terveyteen ja työkykyyn: SeaFit I, SeaFit II ja SeaFit III.....	55
5.6	Tapausesimerkki: kuormittavuusmittaus aluksen pelastautumistunnelin kiipeämisestä.....	57
5.7	Merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointikäytännöt.....	57
6	POHDI NTA.....	60
6.1	Aineiston ja menetelmien tarkastelu.....	60
6.2	Työ, terveys ja elintavat.....	61
6.3	Savusukellusharjoittelu.....	61
6.4	Kunto-ominaisuudet.....	62
6.5	Poikkeustilannetehtävien kuormittavuus ja niihin yhteydessä olevat tekijät.....	63
6.5.1	Pelastautumistehtävät.....	64
6.5.2	Toiminnallinen liikekartoitus.....	65
6.5.3	Pelastustehtävät ja savusukellusharjoitukset.....	65
6.5.4	Eri tekijöiden yhteyksien tarkastelu.....	66

6.5.5	Fyysisen toimintakyvyn arviointi ja terveystarkastukset	67
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	69
7.1	Yhteenveto	69
7.2	Johtopäätökset	69
	Lähteet	72
	LIITTEET	82

Raportissa käytetyt lyhenteet

Lyhenne	Nimi	Selite
Audit C	alcohol use disorders identification test	Alkoholin käyttöä koskevasta standardoidusta AUDIT-kyselystä johdettu lyhyt, kolmen ensimmäisen kysymyksen sarja
BMI	body mass index	Painoindeksi (kg/m ²)
BST	Basic Safety Training	STCW:ssä määritelty pelastautumistehtäviin liittyvä turvallisuuden peruskoulutus
Borg	Borgin asteikko	Koettu kuormittuneisuus
EMCIP	European Marine Casualty Information Platform	EMSA:n (European Maritime Safety Agency 2010) ylläpitämä eurooppalainen sähköinen tietokanta, jonka avulla tallennetaan ja analysoidaan merionnettomuuksia ja merellä sattuneita vaaratilanteita koskevat tiedot
EMG	elektromyografia	Lihassähköisen aktiviteetin mittaaminen
EPOC huippu ml/kg	excess post-exercise oxygen consumption	Kuormituksen jälkeinen lepoahpenkulutuksen ylittävä hapenkulutuksen määrä (ml/kg)
FMS	Functional Movement Screen	Toiminnallinen liikekartoitus
HIIT	High Intensity Interval Training	Maksimiteholla tehdyt lyhyet harjoitteet, joiden välillä on lepotauko
HR	heart rate	Sydämen syke
HRR%	heart rate reserve	Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormituksen taso prosenttiosuutena sykereservistä (sykereservi on leposykkeen ja maksimisykkeen välinen sykealue)
ILO	International Labour Organization	YK:n alainen Kansainvälinen työjärjestö
IMO	International Maritime Organization	YK:n alainen Kansainvälinen merenkulkujärjestö

(jatkuu)

Lyhenne	Nimi	Selite
MET	metabolinen ekvivalentti	Aineenvaihdunnan kerrannainen, joka kuvastaa dynaamisen lihastyön aiheuttamaa energiankulutuksen lisäystä lepotilaan verrattuna. Yksi MET-yksikkö vastaa tuolissa levossa istuvan henkilön hapenkulutusta, joka on keskimäärin 3,5 ml/kg/min
MIRG	Maritime Incident Response Group	Pelastustoimen erikoiskoulutettu meripelastusryhmä
MVE	electrical activity during a maximum voluntary contraction	Maksimaalisen lihassupistuksen sähköinen aktiivisuus
VO ₂ max (l/min)	oxygen consumption	Maksimaalinen hapenottokyky
VO ₂ max (ml/kg/min)	oxygen consumption	Maksimaalinen hapenottokyky kehon painoon suhteutettuna
STCW	Standards of Training, Certification and Watchkeeping	Kansainvälinen merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva vuoden 1978 yleissopimus siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen

1 LÄHTÖKOHDAT JA TAUSTA

1.1 Merenkulku toimialana

Merenkulku on merkittävä maailmanlaajuinen elinkeino. Arvioiden mukaan yli 90 % maiden välisestä kaupasta kuljetetaan meriteitse. Itämeri on yksi maailman vilkkaimmin liikennöidyistä merialueista, jossa liikkuvien laivojen ja lastin määrä on jatkuvasti kasvanut. Itämerellä liikennöi joka hetki noin 2 000 ja kuukausittain 3 500 – 5 000 alusta. Vuonna 2010 rahtialukset vastasivat puolesta Itämeren liikenteestä, 17 % alusliikenteestä oli säiliöaluksia ja 9 % matkustaja-aluksia (HELCOM 2010). Öljy- ja kemikaalikuljetukset sekä muun meriliikenteen kasvu lisäävät merellisten monialaonnettomuuksien uhkaa säiliöalusten reiteillä (SM 2008). Itämeren merenkulun haasteellisuutta lisäävät Itämeren mataluus, kapeat salmet, karikkoinen saaristo sekä talvimerenkulun sää- ja jääolosuhteiden tuomat lisähaasteet.

Merimiesammateissa työskenteli 9 813 henkilöä vuonna 2013, joista 2 733 oli naisia. Henkilötyövuosia tehtiin kaikkiaan 6 798, näistä 767 oli ulkomaalaisia. Merityöstä tehtiin 90 % ulkomaan liikenteessä. Kaikkiaan 45 % merimiesammateissa tehdyistä henkilötyövuosista tehtiin talousosastolla. (Trafi 2013.)

Eniten suomalaisia merenkulkijoita työllistivät matkustajavarustamot, joiden palveluksessa oli noin 4 600 merenkulkijaa. Kuivarahti- ja säiliövarustamoissa työskenteli noin 2 730 merenkulkijaa ja suomalaisilla jäänmurtajilla seilasi noin 300 merimiestä ja -naista. (MEK 2013.) Alusryhmittäin tarkasteltuna syksyllä 2013 varsinaiseen kauppalaivastoon kuului kaikkiaan 694 alusta, joista reilut 250 matkustaja-alusta ja 12 säiliöalusta (Trafi 2013). Suomalaisen merenkulkijan keski-ikä oli vuonna 2013 noin 42 vuotta. (MEK 2013.)

Erytyslaatuisten toimintaympäristön (Oldenburg ym. 2010) vuoksi merenkulkualan ammateissa asetetaan terveydelle ja toimintakyvylle erityisvaatimuksia. Merenkulkualalla ammatilliset pätevyys- ja terveysvaatimukset on määritelty kansainvälinen sopimuksin ja kansallisella lainsäädännöllä. Maakohtaisesti vaatimukset voivat vaihdella jonkin verran, mutta perusvaatimukset ovat samat ja tavoitteena on aina meriturvallisuus.

1.2 Merenkulkijoiden terveydellinen soveltuvuus ja fyysisen kunnon yleisvaatimukset

Merenkulkijoiden terveydellistä soveltuvuutta laivatyöhön määrittävät useat kansainväliset ja kansalliset säädökset. Kansainvälisen sääntelyn pohjana ovat YK:n alaisen Kansainväli-

sen merenkulkujärjestön (IMO) yleissopimukset. Suomalaiset laivaväen lääkärintarkastusohjeet noudattavat myös ILO:n merityöyleissopimusta¹, jonka Suomi ratifioi 9.1.2014. IMO:n hyväksymä STCW-yleissopimus (STCW 2010) määrittää fyysisen kunnon yleisvaatimukset. Sen mukaisesti sopimusvaltion tulee huolehtia, että seuraavat terveydentilan minimivaatimukset täyttyvät:

- fyysinen toimintakyky selviytyä hätätilanteiden peruskoulutuksesta (*Basic Safety Training, BST*)
- riittävä kuulo ja puhekyky tehokkaaseen kommunikointiin
- ei ole sellaista vikaa, vammaa tai sairautta, joka estää tai selvästi vaikeuttaa merenkulkijan työtä tai hätätilanteista selviytymistä lääkärintodistuksen voimassaoloaikana
- ei ole sellaista vikaa, vammaa tai sairautta, joka todennäköisesti pahenee laivatyössä tai tekee kykenemättömäksi meripalveluun tai vaarantaa muiden henkilöiden turvallisuuden tai terveyden
- ei ole sellaista lääkitystä, jonka sivuvaikutukset huonontavat harkintaa, tasapainoa tai mitään muuta edellytystä työtehtävistä tai hätätilanteista selviytymiseksi.

Yksityiskohtaisimmat ohjeet STCW:n osalta koskevat pelastautumistehtäviin liittyvää turvallisuuden peruskoulutusta (ks. Liite 2: STCW A-VI/1-1), johon liittyvä lisäpätevyystodistus vaaditaan kaikilta ulkomaanliikenteen alusten työntekijöiltä, jotka kuuluvat aluksen vähimmäismiehitykseen tai joille on määrätty aluksen turvallisuuteen tai ympäristön pilaantumisen ehkäisyyn liittyviä tehtäviä. Tähän lisäpätevyystodistukseen sisältyvät tehtävät on kaikkien suoritettava hyväksytysti eikä esim. terveydellisten syiden takia suoritusta voida hyväksyä, jos riittävää toimintakykyä kaikkien tehtäväosoiden suorittamiseen ei ole (asetus 166/2013 § 58).

STCW-yleissopimukseen vuonna 2010 tehtyjen ns. Manilan muutosten jälkeen hätätilanteiden peruskoulutus (BST) tulee kerrata viiden vuoden välein. Jos henkilöllä on vähintään kolme kuukautta meripalvelua viimeisen viiden vuoden aikana, riittää kertauskurssi. Muussa tapauksessa tulee suorittaa koko kurssi uudestaan. Aluksella pidettyihin harjoitukseen osallistumisella ei voi jatkossa korvata edes kertauskurssia. STCW antaa kuitenkin mahdollisuuden hyväksyä eräiden kertauskoulutusten osien suorittamisen aluksella. Siirtymäaikana sopimuspuolet voivat myöntää ja tunnustaa pätevyyskirjoja ja antaa kelpoisuustodistuksia vanhojen säännösten mukaisesti. 1.1.2017 lähtien kaikkien kansainvälisen liikenteen merenkulkijoiden STCW-yleissopimuksen nojalla myönnettyjen pätevyyskirjojen on oltava Manilan muutosten mukaisia. Säännösten mukainen, hyväksytysti suoritettava BST-koulutus edellyttää laivatyöntekijöiltä vähimmäistason fyysistä toimintakykyä.

¹ Maritime Labour Convention 2006.

BST-koulutuksen mukaisen toimintakyvyn ja näkö- ja kuulovaatimusten lisäksi merenkulkijan muut terveydentilan vaatimukset ovat esitetty huomattavasti yleisluontoisemmin. STCW:n yleisperiaatteena on kuitenkin, että jokaisen laivatyöntekijän tulee terveytensä ja fyysisen toimintakykynsä puolesta selviytyä turvallisesti ja tehokkaasti sekä ruutiini- että hätätilannetehtävistään. Jos työtehtäviä ei näiltä osin voida muokata vähemmän vaativiksi, on STCW:n mukaan merenkulkija katsottava tehtävään soveltumattomaksi. Sopimuksen velvoittavassa A-osassa viitataan, että soveltuvuuden arvioinnissa tulisi huomioida sopimuksen ohjeelliseen B-osioon kuuluvassa Taulukossa B-I/9 (ks. Taulukko 1 Liitteessä 1, s. 90) mainitut ohjeet merenkulkijan laivatyön velvoitteiden mukaisesti.

1.3 Laivaväen lääkärintarkastus

Laivaväen lääkärintarkastuksen tavoitteena on varmistaa, että merenkulkuammateissa työskentelevät henkilöt kykenevät terveydentilansa puolesta suoriutumaan ammatin edellyttämistä tehtävistä vaarantamatta meriturvallisuutta tai omaa tai muiden aluksella työskentelevien turvallisuutta (STM 2005). Poikkeustilanteita ovat esim. tulipalo, karilleajo, törmäys, lastinsiirtyminen, aluksen kovan kelin vauriot, ohjauslaite- ja sähköviat sekä potkureiden vikatilanteet tai muu vakava tapahtuma. Tällöin nopea avunsaanti alukselle on usein mahdotonta ja kaikki työntekijät joutuvat osallistumaan pelastustoimiin (Asplund & Leppänen 2007; OTKES 2007). Nimikkeestä riippumatta voidaan laivatyöntekijälle etukäteen määrätä tietty tehtävä poikkeustilanteen varalta. Tehtävänä voi olla esimerkiksi palonsammutus, savusukellus, pelastusveneiden laskeminen, matkustajien evakuoiminen, pelastusveneen ohjaaminen tai ensiavun antaminen.

Jokaisen aluksella työssä olevan tai alukselle työhön otettavan tulisi kyetä mahdollisissa poikkeustilanteissa suoriutumaan tehtävistään ja velvoitteistaan sekä huolehtimaan itsestään. Poikkeustilannetehtävät edellyttävät merenkulkijalta riittävää hengitys- ja verenkiertoelimistön ja lihaksiston suorituskykyä sekä kehon- ja liikkeidenhallintaa. Fyysisesti kuormittavia tehtäviä ovat muun muassa savusukellus, pelastuslauttaan nousu, tikkailla kiipeäminen sekä uhrien ja potilaiden kantaminen. Vaihtelevat lämpöolot ja heikko valaistus, hankalat kulkureitit sekä palonsuojavarustuksen käyttö lisäävät fyysistä kuormitusta (Ilmarinen ym. 2008; Louhevaara ym. 1995; Punakallio ym. 2003).

Fyysistä terveyttä arvioitaessa on kiinnitettävä huomiota sekä työntekijän fyysiseen suorituskykyyn että hänen fyysiseen rakenteeseensa. Fyysisen suorituskyvyn on oltava riittävä niiden rutiini- ja poikkeustilannetehtävien suorittamiseen, joita aiottu toimi edellyttää aluksella kysymykseen tulevissa olosuhteissa. Alus muodostuu eri tasoissa olevista työtiloista, joten kyky liikkua portaissa on kaikkia laivatyöntekijöitä koskeva terveydellinen perusvaatimus. Vaikka aluksella olisi hissejä, niiden käyttö poikkeustilanteissa on mahdotonta, jolloin jokaisen on selviydyttävä portaita.

Hengitys- ja verenkiertoelimistön osalta perusvaatimuksena soveltuvuudelle on kyky keskiraskaaseen ruumiilliseen työhön. Yhtä merkittäviä ovat kuitenkin tuki- ja liikuntaelimistön kunto sekä kehon- ja liikkeidenhallinta. Käytännössä esimerkiksi liikuntaelinvammat, kulumaviat ja ylipainoisuus voivat alentaa fyysistä toimintakykyä merkittävästi, vaikka sydän- ja verenkiertoelimistön kunto olisi hyvä. Lääkärin tulee ammattitaitonsa ja laivatyötunteuksensa perusteella arvioida, pystyykö henkilö selviytymään sekä normaaleista että poikkeustilanteiden työtehtävistään. Etenkin vajaakuntoisen työntekijän työkykyarvioinnissa poikkeustilanteiden kuormitustekijät ja tehtävävelvollisuudet tulee ottaa yksilöllisesti huomioon.

STCW-yleissopimus määrittää fyysisen toimintakyvyn yleisvaatimukset. Käytännön tasolla ei kuitenkaan ole ohjeistuksia tai suosituksia, miten lääkärintarkastuksissa henkilön fyysistä toimintakykyä merenkulun pelastustehtävistä suoriutumisen kannalta tulisi arvioida. Merenkulkijoiden terveystarkastuksia tekevällä lääkärillä ei useimmiten ole riittävää pelastustehtävien tuntemusta niiden edellyttämän toimintakyvyn arvioinnin pohjaksi. Merenkulualalla ei myöskään ole yhteisesti sovittuja tarkastusmenetelmiä kuten esim. palo- ja pelastustyöntekijöillä, vaikka laivan savusukeltajat joutuvat hätätilanteessa erittäin haastaviin olosuhteisiin sekä fyysisesti että psyykkisesti. Koska merenkulun pelastustehtävien kuormittavuudesta on käytettävissä niukasti luotettavaa tutkimustietoa (Bilzon ym. 2001, 2002), tarvitaan lisää tutkimusta näiden tehtävien suorittamisen aiheuttamasta fyysisestä kuormittavuudesta ja siitä, mitkä tekijät ovat mahdollisesti suoriutumisen kannalta keskeisiä.

Nykyisin poikkeustilanteista selviytymistä on tarkemmin arvioitu useimmiten vasta tilanteessa, jossa merenkulkijan työkyky ja merikelpoisuus ovat olleet toimintakyvyn heikentymisen takia jo uhattuina. Poikkeustilanteet huomioivan terveystarkastuskäytännön myötä varhaisen reagoinnin ja työterveyshuollon varhaisen välittämisen kautta voidaan parantaa merenkulkijoiden työkykyä, työturvallisuutta ja terveyttä sekä edistää työurien pidentämistä. Tässä on keskeistä kehittää työpaikan ja työterveyshuollon välistä yhteistyötä ja toimintamalleja. Varhainen puuttuminen työkykyä uhkaaviin vaaratekijöihin on helpompaa, kun tukena on luotettavia mittaustuloksia (Lusa 2010; Lusa ym. 2010).

1.4 Savusukellustehtävät työturvallisuuden näkökulmasta

Työnantajalla on työturvallisuuslain mukainen (23.8.2002/738, 8 §) yleinen huolehtimisvelvollisuus ja vastuu työturvallisuudesta. Työtä, mihin liittyy erityinen vaara, voi työturvallisuuslain mukaan (11 §) tehdä vain siihen pätevä ja henkilökohtaisten edellytystensä puo-

lesta sopivaksi katsottu henkilö. Tämä pitää sisällään myös terveydellisen sopivuuden arvioinnin. Arviointiin on käytettävä henkilöä, jolla on siihen riittävä asiantuntemus ja pätevyys (10 §).

Pelastussukellus on työturvallisuuslain 11 §:ssä mainittua erityistä vaaraa aiheuttavaa työtä, jossa on tapaturman tai sairastumisen vaara. Tällaista työtä saa tehdä vain siihen pätevä ja henkilökohtaisten edellytystensä puolesta työhön soveltuva työntekijä. Turvallinen pelastussukellus edellyttää tekijän erityistä kelpoisuutta, joka muodostuu terveydentilaan, toimintakykyyn, koulutukseen ja harjoitteluun liittyvistä vaatimuksista. Pelastussukellusta sekä pintapelastusta tehdään onnettomuuden tapahduttua eikä työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvia kaikkia haitta- ja vaaratekijöitä voida poistaa. (SM 2007.)

Palo- ja pelastusalalla (mukaan lukien vapaa- ja sopimuspalokunnat) pelastussukellukseen (savu-, kemikaali- ja vesisukellus) osallistuvalla edellytetään Pelastussukellusohjeessa (SM 2007) kuvattuja vaatimuksia. Vuoden 2014 alusta myös merivoimat alkoi soveltaa pelastussukellusohjeiston mukaisia fyysisen toimintakyvyn testauksia alushenkilökuntansa savusukelluskelpoisuuden määrittämiseksi.

1.5 Merenkulkijoiden eläkemuutos

Merenkulkijoiden terveyden ja hyvän fyysisen toimintakyvyn ylläpitämisen merkitystä lisää myös tuleva merimieseläkelain uudistus, joka tavoitteiden mukaisesti tulisi voimaan vuoden 2016 alussa. Merihenkilöstön kannalta merkittävin muutos koskee eläkeikää kun nykyisen merimieseläkelain mukaisesta alemmasta eläkeiästä luovutaan asteittain. Pitkään merityössä ollut päällystään kuuluva on voinut siirtyä vanhuuseläkkeelle ns. ansaitussa eläkeiässä aikaisintaan 60 vuotiaana ja miehistöön kuuluva vastaavasti 55 vuotiaana. Siirtymäajan jälkeen merenkulkijoiden alin vanhuuseläkeikä olisi jatkossa 65 vuotta. Korkeampi eläkeikä lisää terveyteen ja työhyvinvointiin panostamisen merkitystä työkyvyn ylläpitämisessä fyysisesti raskaissa tehtävissä.

Merkittävä muutos uudistuksessa on myös työkyvyttömyyseläkkeiden omavastuumallin käyttöönotto. Uudistuksen myötä varustamon työntekijöille myönnetyt työkyvyttömyyseläkkeet vaikuttaisivat työnantajan maksamaan MEL-vakuutusmaksuun. Työnantajan etu on hoitaa työntekijöidensä työkykyä ja edistää työssäjaksamista, koska alhainen alkavien työkyvyttömyyseläkkeiden määrä vähentää vakuutusmaksua. (MEK 2014.)

1.6 Työkyky ja työn fyysinen kuormittavuus

Nykyaikainen käsitys työkyvystä rakentuu monen työelämän osatekijän ja työn ulkopuolisten tekijöiden yhteisvaikutuksesta. Fyysinen toimintakyky ja terveyteen liittyvät tekijät sekä työn piirteet ja siihen liittyvät kuormitustekijät selittävät yhteensä yli 70 % alentuneesta työkyvystä ja loput työn ulkopuolisista tekijöistä (Gould ym. 2006). On kuitenkin tärkeää

pitää mielessä, että työhön liittyvät ja työn ulkopuoliset tekijät liittyvät saumattomasti toisiinsa. Toimivassa työterveysyhteistyössä työkyvyn ylläpitämiseksi tulee molemmat alueet ottaa huomioon.

Terve ja normaalikuntoinen työntekijä käyttää työssään keskimäärin työpäivän aikana selvästi alle puolet hengitys- ja verenkiertoelimistön maksimikapasiteetistaan. Joissakin erityistilanteissa tai ammateissa voi esiintyä hyvää kuntoa edellyttäviä kuormitushuippuja. Merenkulkijoilla sellaisia voi syntyä onnettomuuksien pelastamis- ja pelastautumistilanteissa. Toisaalta hätätilanneharjoituksiin osallistuminen kuuluu myös pakollisiin laivatyön harjoituskäytäntöihin. Sairauskohtauksissa potilaan kuljettaminen laivan ahtaista tiloista voi tarkoittaa erittäin kuormittavaa paareilla kantamista varsinkin tilanteissa, missä hissejä ei ole käytössä. Mikäli normaalityön fyysisistä ponnisteluista selviää huonohkollakin kunnolla, voi äkillisten kuormitushuippujen aikana uupuminen tulla nopeasti. Jos lyhyenkin aikaa työskennellään lähellä suorituskyvyn rajaa, kestää sekä fyysinen että psyykinen palautuminen kauan ja toimintakyky romahtaa. Pelastustilanteessa toimintakyvyn menetyks on riski sekä oman että muiden selviytymisen suhteen. Virheelliset työskentelytavat ja huonosti suunnitellut suojavarusteet uuvuttavat hyväkuntoisenkin. Kuitenkin monet sairauksia potevatkin selviytyvät hyvin keskiraskaista ja usein raskaistakin fyysisistä töistä, jos hoitotapaino on hyvä.

Fyysisesti kuormittavat työt tai työtehtävät luokitellaan hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminnan ja energiankulutuksen perusteella kevyisiin, keskiraskaisiin, raskaisiin ja erittäin raskaisiin. Luokitusta voidaan käyttää apuna toimintakyvyvaatimusten- ja ylikuormituksen riskin arvioinnissa (Lindholm 2006; ISO 8996:2004). Vaikka työ sisältäisi ruumiillista kuormitusta, on kuntoa ylläpitävällä vapaa-ajan liikunnalla havaittu olevan toimintakykyä ylläpitävä vaikutus (Leino-Arjas 2004). Fyysisesti kuormittavien töiden lisäksi, erityisen tärkeää on fyysisen kunnan säilyttäminen töissä, joissa on runsaasti fyysisistä inaktiivisuutta ja stressiä tai epäsäännöllisiä työaikoja (Kouvonen 2005). Liikunnan, kuntoharjoittelun, ravinnon ja unen rytmityksen suunnittelu on vuorotyötä tekevillä erilaista kuin säännöllistä päivätyötä tekevillä, ja edellyttävät terveydenhuoltopalveluita tarjoavilta näiden erityispiirteiden tunnistamista ja alalle soveltuvien ohjeiden räätälöintiä (Atkinson ym. 2008). Laivatyössä merenkulkualan muutkin erityispiirteet huomioiden tällainen erityisosaaminen vain korostuu. Hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyvyn ylläpitäminen hidastaa myös ikäänymiseen usein liittyvää kognitiivisten toimintojen heikkenemistä (Deary 2006; Hayes ym. 2014). Muistitoiminnot pysyvät vahvoina, aivokuoren päätöksentekoon osallistuvat rakenteet eivät rappeudu, ja tarkkuus ja huomiokyky pysyvät valppaina. Hyvä vireystilan hallinta on erityisen tärkeää jo merenkulun turvallisuudenkin kannalta.

Hengitys- ja verenkiertoelimistön säilymisen suotuisat vaikutukset saavutetaan välttämällä fyysinen inaktiivisuus. Tavoitteena ei ole pyrkiä urheilijan suorituskykyyn vaan välttää rapakunto. Siihen päästään kohtuullisella kuntoliikunnalla, jossa laivoaloissa voidaan soveltaa

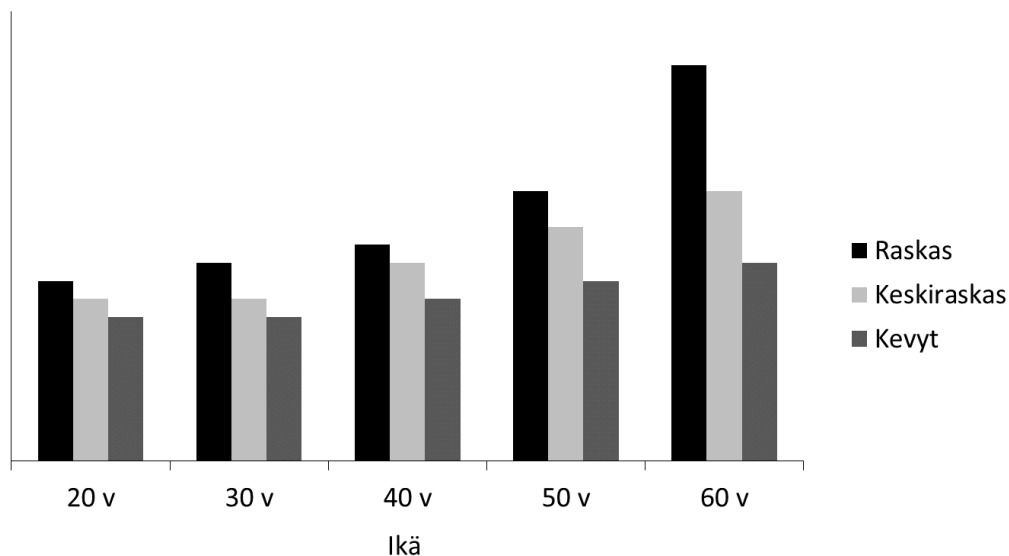
esimerkiksi HIIT (*high intensity interval training*) -liikunnasta saatuja myönteisiä kokemuksia (Gillen & Gibala 2014). Se vaikuttaa suotuisasti aineenvaihdunnan lisäksi myös kehohallintaan ja notkeuteen (Giannaki ym. 2015). Maissa ollessa pitkäkestoisempi liikunta täydentää elimistön fyysisten voimavarojen säilymistä. Kuitenkin yhtä tärkeää kuin kuntoliikunta on välttää liiallista fyysistä inaktiivisuutta ja istumista. Uudet teknologiat ja esimerkiksi verkkosovellusten hyödyntäminen voivat tarjota ratkaisuja fyysisen inaktiivisuuden vähentämiseen.

Maailman terveysjärjestö (WHO) on listannut fyysisen inaktiivisuuden maailman neljänneksi suurimmaksi ennenaikaisen kuoleman riskitekijäksi. Merityössä laivatyöjaksojen pituus voi olla useita viikkoja ja jopa kuukausia ja jollei niiden aikana harrasta liikuntaa, ei pelkkä maissa harrastettu liikunta riitä ylläpitämään hyvää fyysistä kuntoa. Liikunnan terveydellinen merkitys perustuu pääosin säännöllisen harjoittelun kautta elinjärjestelmissä tapahtumiin muutoksiin. Liikunnan säännöllisyys on terveyden kannalta keskeistä, koska liikunnan kautta saavutetut fysiologiset hyödyt alkavat pienentyä jo kahden viikon liikuttomuuden jälkeen ja katoavat 2–8 kuukauden jälkeen.

1.7 Fyysinen suorituskyky ja palautuminen ikääntyessä

Parhaimmillaan fyysinen suorituskyky on noin 20–25 vuoden iässä. Sen jälkeen se alkaa laskea 5–10 % kymmentä vuotta kohden. On kuitenkin viitteitä, että aerobisen kunnan heikkeneminen kiihtyy erityisesti 50 ikävuoden jälkeen ja muutos on voimakkaampi fyysisesti passiivisilla (Ades ym. 2005). Ikävuosien 40–60 välillä sekä hapenottokyky että lihasvoima laskevat keskimäärin 20 % ja erityisesti isojen vartaloa kannattavien lihasten kunto heikkenee. Myös palautuminen hidastuu. Varsinkin fyysisesti erittäin raskaista työtehtävistä palautuminen vaatii aikaa ja palautumisen tarve lisääntyy terveilläkin nopeasti ikääntyessä.

Kuvassa 1 on esitetty palautumisen tarvetta iän myötä. Viitteellisesti voidaan arvioida, että terveelläkin samantasoisesta fyysisestä ponnistelusta palautuminen kestää 50-vuotiaana 1,5 kertaa kauemmin kuin hänen ollessa 20-vuotias, ja 60-vuotiaana tarve on jo 2,5 kertainen. Mitä huonompi fyysinen kunto, sitä voimakkaammin palautumisen tarve lisääntyy. Poikkeustilanteissa tämä merkitsee lisääntyneitä toimintakyvyn menettämisen riskiä, koska palautumista ei pysty itse säätämään. Hidastunut palautuminen on yhteydessä jopa ennenaikaiseen kuolleisuuteen niin terveillä kuin erilaisissa sairausryhmissä (Raymond 2004). Nuorena voi ikäisekseen huonokuntoisena vielä selviytyä poikkeustilanteiden kuormituksistakin, mutta ilman kunnan kohennusta jo keski-iässä suorituskyky ei enää riitäkään. Siksi on tärkeää saada riittävän ajoissa tukea toiminta- ja työkyvyn säilymiselle kaikissa oloissa. Kunnan säilymiseen riittää säännöllinen pari kertaa viikossa tapahtuva hikoilua ja hengästyttämistä aiheuttava liikunta ja yleisen inaktiivisuuden välttäminen. Pienilläkin toimilla on merkittäviä vaikutuksia.



Kuva 1. Fyysisestä kuormituksesta palautumisen tarpeen lisääntyminen iän myötä.

1.8 Fyysisen kuormituksen arviointi

Pelastus- ja pelastautumistehtävien kuormituksen arvioinnissa on syytä ottaa huomioon erityisen kuormittavat huiput sekä kuormituksesta palautuminen. Työn tuntemus on keskeistä. Haastatteluissa, kyselyissä ja seuranta päiväkirjoissa käytetään työntekijöille tuttuja käsitteitä. Hyvin jäsennellyllä havainnoinnilla tai kyselyillä saavutetaan usein käytännön kannalta riittävä tarkkuus energeettisen kuormituksen osalta (Pernold 2002). Työsuorituksen kesto, työskentelevä lihasmassa ja suorituksen intensiteetti vaikuttavat energian tarpeisiin.

Energiankulutusta eli energeettistä kuormitusta voidaan arvioida epäsuorasti mittaamalla sykintäaajuutta (Åstrand 2003). Dynaamisessa lihastyössä se korreloi terveillä ja normaali-kuntoisilla hyvin työn aiheuttamaan hapenkulutukseen. Työ voi hetkittäin sisältää intensiivisiä huippuja, mutta palautumiseen pitää olla riittävä mahdollisuus. Sairaudet muuttavat turvallisuusrajoja erityisesti huippukuormitusten osalta merkittävästi ja ne joudutaan usein arvioimaan yksilöllisesti.

Henkilön koettua fyysistä kuormitusta voidaan arvioida Borgin asteikkoa käyttäen. Normaalikuntoisilla Borgin asteikolla yli 15 tasot viittaavat maitohappotuotannon kiihtymistä aiheuttavaan kuormitustasoon. Yli 17 tasoa oleva koettu kuormittuminen merkitsee uupumisrajan olevan muutamien minuuttien päässä. (Scherr ym. 2013.)

Sykintätaajuus

Sykintätaajuuteen vaikuttaa ratkaisevasti työn luonne. Työssä voi olla staattisia ja isometrisiä paikallisia lihasryhmiä ja verenkiertoa kuormittavia vaiheita ilman koko kehon energiankulutuksen merkittävää lisääntymistä. Myös lämpökuormitus nostaa enemmän syketaasoja kuin hapenkulutusta. Henkisen stressin ja kiireen vaikutus sykevasteisiin voi olla merkittävä. Pelkkä sykintätaajuuden perusteella tehty energiankulutuksen arvio voi yksilötasolla poiketa jopa 30 % todellisesta ja ryhmätasollakin 5 % virhe on tavallista. Kuitenkin hetkellisissä paljon, isometristä tai staattista kuormitusta sisältävissä tehtävissä voidaan kuormitusta arvioida sykereservikäsitteellä. Mitä korkeammalla sykintätaajuus on omaan maksimisyketasoon nähden, sitä kuormittuneempi verenkiertoelimistö on.

Metabolinen ekvivalentti

Fyysisen kuormituksen aiheuttama energiankulutus ilmaistaan usein ns. MET-yksikköinä (metabolinen ekvivalentti). Työn aiheuttamaa hapenkulutuksen lisäystä verrataan lepoaineenvaihdunnan hapenkulutukseen, joka terveellä työikäisellä on noin 3,5 ml/min/kg. Suhteuttamalla työntekijän tai työntekijäryhmän kestävyyskunnan taso työssä mitattuihin tuloksiin, saadaan lisätietoa eri työvaiheiden kuormittavuudesta ja toimintakykyreservien riittävyydestä työssä. Mittauksilla voidaan kartoittaa ergonomisesti kehitettäviä työvaiheita ja liikunnallisen kuntoutuksen tarvetta fyysisesti vaativien tehtävien kannalta. Vapaa-ajan ja työn fyysisistä aktiviteeteista on laadittu laaja yhteenveto, jota voi viitteellisesti käyttää tukena työn energieettisen kuormituksen arvioinnissa (Ainsworth ym. 2011). Lepoaineenvaihdunnan taso saattaa vaihdella suurestikin yksilöllisistä syistä. Useimpiin työelämän fyysisiin ponnistuksiin riittää ns. normaali aerobinen kunto, joka tarkoittaa 50-vuotiailla normaali-painoisilla miehillä 9–10 MET:n tasoa ja vastaavasti naisilla 8–9 MET:n tulostaso aerobista kuntoa mittaavassa testissä. Nämä tasot ovat työikäisillä alle 60-vuotiailla vielä helposti saavutettavissa harrastamalla muutaman kerran viikossa 45–60 minuuttia hikoilua ja hengästymistä aiheuttavaa liikuntaa ja pitämällä paino kurissa esimerkiksi BMI-taso alle 27. Esimerkiksi oireettomilla miehillä tämän tason alapuolelle jäävä aerobinen kunto lisää muista sydänsairauksien riskitekijöistä riippumatta ennenaikaisen sydäninfarktin vaaraa (Laukkanen 2005). Terveiden kannalta suositeltava taso riittää myös työn vaatimukseen raskaampien hetkellisten tehtävien osalta.

Sykevälivaihtelu

Hengitys- ja verenkiertoelimistön tilan seuranta sykevälivaihtelun eli sykevariaation avulla on uusi monipuolinen menetelmä. Se tarkentaa energiankulutuksen arviointia, antaa mahdollisuuksia kasautuvan kuormituksen mittaukseen ja tuottaa tietoa autonomisen hermoston tasapainotilasta esim. palautumiseen ja työympäristön aiheuttamaan kuormitukseen liittyen (van Amelsvoort 2000). Rentoutuneessa tilassa sykevälien vaihtelu on terveellä ih-

misellä suuri. Henkisen ja fyysisen stressin aikana se pienenee. Sykevälivaihtelu on riippuvainen sykintätaajuudesta. Sykevariaation käyttö työkuormituksen ja työntekijän kuormittuneisuuden mittauksissa edellyttää aina myös sykintätaajuuden tarkastelua. Fyysisistä tai henkisistä syistä johtuvaa sykintätaajuuden nousua ja sykevälivaihtelun laskua voidaan erotella epäsuoralla hengitystavan analyysillä. Fyysinen ponnistuksen aikana hengitys on syvää ja nopeaa kun taas henkisen stressin yhteydessä se on pinnallista ja nopeaa (Grossman 2007).

Yhdistämällä sykintätaajuuden mittaukseen sykevälivaihtelun monitorointi voidaan energettisen kuormituksen arvion tarkkuutta parantaa merkittävästi ja yksilötasollakin arvio on 10–15 % parempi kuin pelkkään sykkeeseen pohjautuva energiankulutuksen arviointi (Smolander ym. 2011). Erityisesti pitempikestoisissa yli 15 minuuttia kestävässä kuormituksissa sykevälivaihtelu on suositeltava lisämenetelmä. Taulukossa 1 on esitetty eräiden laivatyöhön sopivien tehtävien energiankulutustasoja MET-yksikköinä. Sykevälivaihtelusignaalia voidaan taltioida nykyaikaisilla "sykemittareilla". Jos loppukuormituksen aikana hapenkulutus on suoraan mitattuna tai epäsuorasti arvioituna 35 ml/min/kg on maksimaalinen suorituskyky MET-tasona ilmaistuna 10-kertainen lepotilaan nähden. MET ottaa huomioon esimerkiksi ruumiinkokoon liittyvät tekijät paremmin kuin työteho absoluuttisina wattiarvoina. Lisäksi eri työtehtävistä ja ammateista on olemassa runsaasti MET-tasoina kuvattuja kuormittavuustuloksia.

Taulukko 1. Esimerkkejä metabolisen ekvivalentin (MET) tasoista erilaisissa merenkulkuun sovelletuissa työtehtävissä.

MET	Fyysinen aktiivisuus	Esimerkkejä
0.9–1	Inaktiivisuus	Nukkuminen, tv:n katselu, tietokoneen ääressä istuminen
1.5–3	Kevyt kuormitus	Toimistotyö, valvomotyö
> 3–6	Keskiraskas kuormitus	Rauhallinen kävely, kevyiden taakkojen siirtely, suurin osa varastotyöstä, siivoustyöt
> 6–8	Raskas kuormitus	Portaiden nousu, raivaustyö, raskaiden taakkojen kantaminen, raskaiden työvälineiden käsittely käsin, fyysinen työ suojavarusteissa
> 8–11	Erittäin raskas fyysinen kuormitus	Portaiden nousu raskasta taakkaa kantaen, kiipeäminen tikkailla
> 11		Hyvin raskaan taakan siirtäminen ja kantaminen, juokseminen portaissa

1.9 Lihaskunto ja kehonhallinta työkyvyn edellytyksinä

Erityisesti poikkeustilanteiden työtehtävät laivalla kuormittavat myös tuki- ja liikuntaelimestöä vaatiessa merenkulkijalta lihaskuntoa, liikkuvuutta sekä kehon- ja liikkeenhallintaa. Tällaisia ovat esimerkiksi onnettomuuksien pelastamis- ja pelastautumistilanteissa pelastettavien siirtäminen ja kuljetus, pelastuslautalle nousu, lautan kääntäminen, portaiden ja narutikkaiden kiipeäminen ym. Kehonhallinnan, liikkuvuuden ja lihaskunnan merkitys korostuu työskenneltäessä laivaympäristön ahtaissa tiloissa. Voimakas merenkäynti kuormittaa erityisesti tasapainohallintajärjestelmää. Kuormitusta lisää poikkeustilanteen mahdollinen hämäryys tai pimeys, jolloin näköaistin kautta ei saada palautetta ympäristöstä. Pitkien työvuorojen aiheuttama väsymys edelleen vaikuttaa muun muassa tasapainohallintaan (Sobeih ym. 2006; Nagy ym. 2004). Onnettomuustilanteissa alustan mahdollinen vaikeakulkuisuus, esimerkiksi esineitä latioilla, kaltevuus ja liukkaus myös lisäävät vaatimuksia kehonhallinnan suhteen. Pelastussukellustilanteissa motoriikan hallintajärjestelmää ja tuki- ja liikuntaelimestöä lisäkuormittavat suojavarustuksen ja painavien työkalujen käyttö (Kong ym. 2012; Punakallio ym. 2003).

Poikkeustilanteissa myös tapaturmariski on suurempi. Laivalla sattuneista kaikista työtapaturmista 21 % aiheutuu äkillisestä fyysisestä tai psyykkisestä kuormittumisesta (TVL 2015). Kehonhallinnan ja lihaskunnan ylläpitäminen tukee tuki- ja liikuntaelimestön vammojen ja niistä johtuvien oireiden ennaltaehkäisyä niin normaali- kuin poikkeusoloissa. Näiden ominaisuuksien harjoittaminen muun muassa vähensi tapaturmia 42 % ja lyhensi sairauslomien pituutta 62 % verrattuna aikaisempaan 21–60-vuotiailla ammattipalomiehillä (Peate ym. 2007). Kehonhallinnan ja lihaskunnan heikkous vastaavasti ennustavat suurempaa tapaturmariskiä (Butler ym. 2013; Lisman ym. 2013; O’Connor ym. 2011) ja koetun työkyvyn heikkenemistä (Punakallio ym. 2011). Myös riski tuki- ja liikuntaelin- oireisiin oli noin kolminkertainen verrattaessa heikomman ja hyvän kehonhallinnan omaavia 20–59-vuotiaita pelastajia (Punakallio ym. 2014).

Kehonhallinta, liikkuvuus ja lihaskunto heikkenevät merkitsevästi iän myötä (mm. Punakallio & Lusa 2011a). Monipuolisella liikuntaharjoittelulla voidaan lihaskuntoon sekä motoriikka- ja liikkuvuusominaisuuksiin tehokkaasti vaikuttaa. Fyysisen toimintakyvyn säilymiseksi kuormittaviinkin työtehtäviin nähden sopivana sekä tapaturmien ja oireiden ennaltaehkäisemiseksi tulisi näiden ominaisuuksien kehittäminen ottaa osaksi liikuntaharjoittelua jo opiskeluvaiheessa ja viimeistään työuran alusta alkaen.

2 TAVOITTEET

SeaFit – Merenkulkija ja poikkeustilanteet laivalla: Tehtävien kuormittavuus ja toimintakyvyn arviointi -tutkimuksen päätavoitteena oli parantaa merenkulkijoiden, heidän työterveyshuoltohenkilöstönsä ja merimieslääkäreiden tietämystä poikkeustilannetehtävien fyysisestä kuormittavuudesta ja näiden arvioinnista sekä kehittää merenkulkijoiden työkykyisyyden ylläpitoa poikkeustilanteetkin huomioivasti. Tähän pyrittiin tarkemmilla osatavoitteilla, jotka olivat:

1. Kartoittaa olemassa olevaa tietoa merenkulun poikkeustilanteiden kuormittavuudesta, niihin liittyvistä riskeistä sekä mahdollisista ongelmista tehtävistä suoriutumisessa.
2. Selvittää merenkulkijoiden vallitsevat terveystarkastus- ja fyysisen toimintakyvyn arviointikäytännöt.
3. Selvittää merenkulkijoiden poikkeustilannetehtävien laatua ja määrää sekä näistä valittavien poikkeustilannetehtävien kuormittavuutta.
4. Kartoittaa laivan savusukeltajille soveltuvan testausjärjestelmän tarvetta ja toimivuutta.
5. Selvittää merionnettomutteen liittyvien laivalla tapahtuvien pelastamistehtävien fyysistä kuormittavuutta.
6. Tutkia väsymiseen ja uupumiseen johtavia ja niille altistavia tekijöitä.
7. Toteuttaa ensimmäistä kertaa mittauskokonaisuus, jossa meripelastustilanteessa mitataan samanaikaisesti lihaskuormitusta, aineenvaihduntaa ja stressihermoston tasapainoa fysiologisesti.
8. Selvittää savusukelluksen aiheuttamaa fyysistä kuormittavuutta.
9. Kehittää mittaustulosten pohjalta ohjeisto merenkulun poikkeustilannetehtävien, ja erityisesti savusukelluksen edellyttämän fyysisen suorituskyvyn, arvioimiseen.
10. Kehittää merenkulkijoiden arkeen toimivia terveyttä ja kuntoa parantavaa, työtehtävien vaatimukset ja ikä huomioivaa liikunta- ja elintapaohjausta.

3 TUTKIMUKSEN KULKU

3.1 Tutkimusosiot

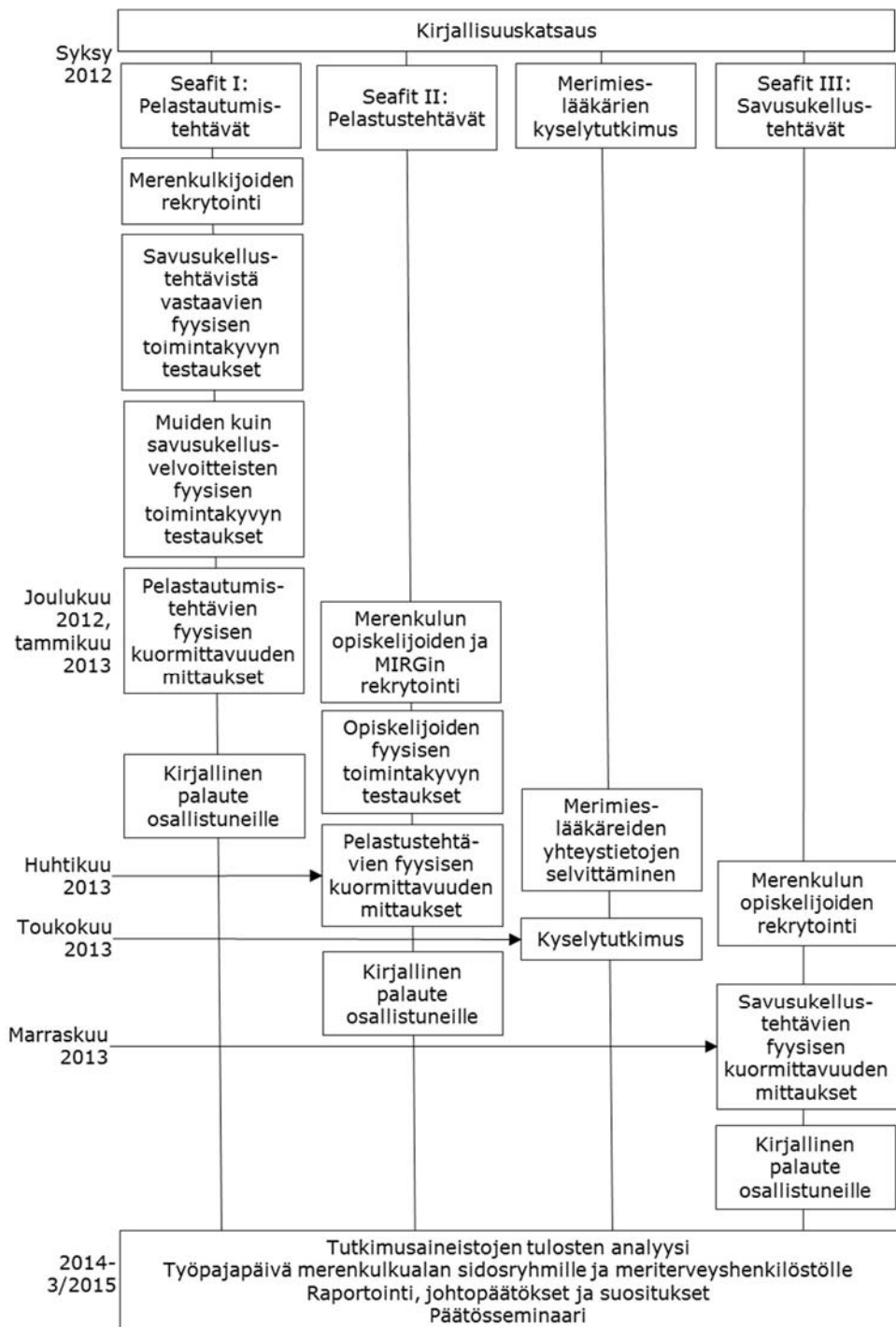
Tutkimus käynnistyi syksyllä 2012 ja päättyi keväällä 2015. Tutkimusaineisto kerättiin useammassa vaiheessa vuosien 2012–2013 aikana.

Ensimmäisessä tutkimusosiossa (SeaFit I) mitattiin allasolosuhteissa suoritettavien simuloitujen pelastautumistehtävien fyysistä kuormittavuutta ja niiden yhteyttä fyysiseen kuntoon sekä pilotoitiin pelastussukellusohjeiston mukaisten kuntotestien soveltuvuutta savusukellustehtävistä vastaaville merenkulkijoille. Toisessa tutkimusosiossa (SeaFit II) mitattiin pelastustehtävien fyysistä kuormittavuutta osana merellistä suuronnettomuusharjoitusta. Kolmannessa osiossa (SeaFit III) mitattiin merenkulkijoiden hätätilannetehtävien peruskoulutukseen kuuluvien savusukellusharjoitusten fyysistä kuormittavuutta. Jokaiseen tutkimusosioon sisältyi myös kyselytutkimus, jolla selvitettiin koehenkilöiden elintapoja, terveydentilaa, koettua työkykyä sekä koettua fyysistä toimintakykyä suhteessa työn ja poikkeustilannetehtävien vaatimuksiin. Kysely perustui pelastushenkilöstöllä (Punakallio & Lusa 2011a) ja poliiseilla (Konttinen ym. 2011) käytettyihin kyselyihin, jotka muokattiin eri osatutkimuksien koehenkilöille soveltuviksi (Liite 3: Kyselylomake). Tapaustutkimuksena selvitettiin pelastautumisputkessa kiipeämisen aiheuttamaa fyysistä kuormittumista yhden henkilön osalta. Merimieslääkäreille tehdyllä kyselytutkimuksella selvitettiin heidän käyttämiä fyysisen toimintakyvyn ja poikkeustilannetehtävien arviointimenetelmiä. Syksyllä 2014 järjestettiin tutkimustuloksia esittelevä työpajapäivä, jossa sidosryhmien ja meriterveyshenkilöstön kanssa työstiittiin testauskäytäntöjen ja työterveysyhteistyön kysymyksiä. Tutkimuksen vaiheet on havainnollistettu Kuvassa 2.

3.2 Tutkimus- ja ohjausryhmän toiminta

Tutkimuksen projektipäällikkönä toimi ylilääkäri Päivi Miilunpalo ja tutkimuksesta vastaavana henkilönä ylilääkäri Harri Lindholm. Tutkimuksen viestinnästä ja yhteydenpidosta koehenkilöihin vastasi viestintäassistentti Taru Koskinen ja tutkimusaineiston tilastollisesta käsittelystä tutkija Mia Pyllkkönen. Tutkimuksen suunnittelussa oli mukana myös ylilääkäri Heikki Saarni.

SeaFit I -osatutkimuksessa merenkulkijoiden toimintakyvyn arviointiin, fyysisen kuormittumisen mittauksiin ja pelastautumistehtävistä suoriutumisen arviointiin osallistuivat Päivi Miilunpalo, Harri Lindholm, tiimipäällikkö Sirpa Lusa, erityisasiantuntija Susanna Visuri, erityisasiantuntija Jussi Konttinen, tutkija Janne Halonen, asiantuntija Heli Sistonen, tutkimusinsinööri Risto Toivonen, tutkija Miia Wikström sekä erikoistutkija Anne Punakallio.



Kuva 2. Tutkimuksen kulku tutkimusosioittain.

SeaFit II -osatutkimuksessa koehenkilöiden pelastustehtävistä suoriutumisen arviointiin osallistuivat Päivi Miilunpalo, Susanna Visuri, Harri Lindholm, Sirpa Lusa, Jussi Konttinen, Janne Halonen ja Heli Sistonen.

SeaFit III -osatutkimuksessa savusukellustehtävien kuormittavuuden mittauksista ja tehtävistä suoriutumisen arvioinnista vastasivat Päivi Miilunpalo, Susanna Visuri ja Ari-Pekka Rauttola.

Tutkimuksen tueksi perustettiin ohjausryhmä, joka kokoontui kuusi kertaa tutkimuksen aikana. Ohjausryhmän tehtävänä oli tukea, seurata, valvoa ja ohjata tutkimuksen etenemistä rahoitussopimuksen, tutkimussuunnitelman ja yhteistyösopimusten mukaisesti sekä arvioida tutkimuksen tuloksia ja tukea niiden viemistä käytäntöön.

Ohjausryhmän jäseninä toimivat:

Avela Tuomas, merihenkilöstöpäällikkö, OSM Ship Management Finland Oy

Björkholm Mikaela, merihenkilöstöpäällikkö, Viking Line

Etu-Seppälä Minna, merihenkilöstöpäällikkö, Neste Shipping Oy

Johansson Kenneth, toimitusjohtaja, Työsuojelurahasto

Karlsson Martti, toimitusjohtaja, Merimiespalvelutoimisto

Kostiainen Kimo, asiantuntija, Suomen Varustamot ry

Laine Arto, Sosiaali- ja terveysministeriö, vs Merimiesasian neuvottelukunnan terveysjaoston puheenjohtaja

Lindholm Harri, ylilääkäri, TTL

Mickelsson Guy, merikapteeni, meriturvallisuuslehtori, Aboa Mare

Miilunpalo Päivi, ylilääkäri, TTL

Mukala Kristiina, Sosiaali- ja terveysministeriö, Merimiesasian neuvottelukunnan terveysjaoston puheenjohtaja

Ojala Carita, toimitsija, Suomen Merimies-Unioni SMU ry

Ojala Mikael, ylilääkäri, Merimieseläkekassa

Pääkkönen Rauno, teemajohtaja, TTL

Suominen Petri, toiminnanjohtaja, Suomen laivanpäällystöliitto ry

Uolamo Sami, asiamies, Suomen Konepäällystöliitto ry

Vanhanen Markku, erityisasiantuntija, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi

3.3 Tiedottaminen, tietosuoja, eettisyys ja turvallisuus

Tutkimuksen kaikki osatutkimukset ovat saaneet Helsingin sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan puoltavat lausunnot 5.12.2012, 16.4.2013 ja 29.10.2013.

Tutkimuksessa korostettiin osallistumisen vapaaehtoisuutta sekä tietojen keruun ja tulosten käsittelyn luottamuksellisuutta. Tutkimuksen tuloksia on käsitellyt vain tutkimusryhmän jäsenet. SeaFit I-, II- ja III-tutkimusosioihin osallistuneet koehenkilöt saivat henkilökohtaisen kirjallisen palautteen omista tuloksistaan, johon tarvittaessa liitettiin henkilökohtaista ohjeistusta oman terveystilansa kehittämiseen. Lisäksi mikäli mittauksissa olisi ilmennyt lääketieteellisiä lisäselvityksiä vaativia löydöksiä, olisi tutkimuksesta vastaava lääkäri antanut niistä erikseen palautteen ja huolehtinut jatkotoimenpiteistä.

3.3.1 Koehenkilöiden terveydentila ja ohjeistus tutkimukseen osallistumisesta

SeaFit I -osatutkimuksessa merenkulkijat kävivät työterveyshuollon terveystarkastuksessa ja SeaFit II -osatutkimuksessa merikapteeniopiskelijat merimieslääkärintarkastuksessa yleisen terveydentilan arvioimiseksi ja niiden henkilöiden poissulkemiseksi, joilla on tutkimustuloksiin mahdollisesti vaikuttavia sairauksia tai lääkityksiä. Poissulkukriteereinä käytettiin kansainvälisiin suosituksiin perustuvia kuntotestauksen terveydellisten riskien arviointikriteerejä (Keskinen ym. 2007; Whaley ym. 2006). SeaFit II -osatutkimuksessa MIRG-ryhmäläiset olivat oman työterveyshuoltonsa säännöllisessä seurannassa olevia savusukeltavia ammattipalomiehiä.

SeaFit III -osatutkimuksessa merenkulun opiskelijoille ei tehty fyysisen toimintakyvyn mittauksia eikä erillistä terveystarkastusta, koska heillä kaikilla oli voimassaoleva laivaväen lääkärintodistus. Heidän soveltuvuus sykevälivaihtelun mittauksiin perustuvaan kuormittavuustutkimukseen varmistettiin vielä kysymällä mahdolliset lääkehoidot ja ennen koulutuksen aloitusta heiltä mitattiin verenpaine, pituus ja paino.

Kaikissa SeaFit-osatutkimuksissa koehenkilöt saivat sekä kirjallisen että suullisen tiedotteen tutkimuksen tavoitteista, menetelmistä ja testiturvallisuudesta. Koehenkilöt saivat etukäteen kirjalliset ohjeet, miten varustautua fyysisen toimintakyvyn arviointiin tai pelastautumista- ja pelastustehtävien kuormittavuuden arviointiin. Koehenkilöiltä pyydettiin kirjallinen suostumus sekä tutkimukseen osallistumiseen että suorituksien valokuvaamiseen. Kaikki koehenkilöille suunnatut lomakkeet laadittiin sekä suomeksi että ruotsiksi.

3.3.2 Fyysisen toimintakyvyn arviointien ja kuormittavuuden mittausten testiturvallisuus

Fyysisen toimintakyvyn arvioinneissa ja kuormittavuuden mittauksissa käytetyt menetelmät valittiin perustuen tutkijoiden kokemukseen sekä Toimintakyvyn mittaamisen ja arvioinnin kansallisen asiantuntijaverkoston (Punakallio & Lusa 2011b; THL 2014) suosituksiin. Testien tarkka kuvaus viitearvoaineistoon on saatavilla TOIMIA-sivustolla (THL 2014) olevasta tietokannasta. Koehenkilöiden fyysisen toimintakyvyn arviointia oli valvomassa aina vähintään yksi lääkäri.

SeaFit I -osatutkimuksen pelastautumistehtävien kuormittavuusmittauksien aikana paikalla oli koko ajan kaksi Meriturvan kouluttajaa, neljä tutkijaa sekä 1–2 lääkäriä. Ennen allasharjoituksia läpikäytiin tehtävien oikea ja turvallinen suoritustekniikka. Tehtävien välillä oli noin 5–10 minuutin mittainen tauko, jonka aikana selostettiin uusi tehtävä ja demonstroitiin mallisuoritus.

SeaFit II -osatutkimuksessa merikapteeniopiskelijat ja MIRG-ryhmäläiset toimivat onnettomuusharjoituksen yhteydessä annettujen turvallisuusohjeiden mukaisesti. Harjoituksen järjestämisestä vastaavat tahot seurasivat harjoituksen kulkua. Tutkimusryhmästä koehenkilöiden toimintaa paikalla tarkkaili yksi lääkäri ja neljä tutkijaa.

SeaFit III -osatutkimuksessa opiskelijat suorittivat opintoihinsa kuuluvaa palokoulutusta. Savusukellustehtävien kuormittavuusmittauksien aikana paikalla oli koko ajan kaksi Meriturvan kouluttajaa, kolme tutkijaa sekä yksi lääkäri. Ennen harjoitusta kouluttajat perehdyttivät koehenkilöt savusukellustehtävien oikeaan suoritustekniikkaan ja samalla varmistettiin testiturvallisuus.

Kaikissa osatutkimuksissa välittömästi ennen suorituskykytestejä tarkistettiin vielä terveydentila. Testausta ei tehty, mikäli tutkittavalla oli yksi tai useampi seuraavista rajoituksista:

- akuutti infektiosairaus
- virusinfektiosta kulunut alle 2 vk, antibiootilla hoidetusta infektiosta kulunut alle 4 vk, keuhkokuumeesta kulunut alle 2 kk
- huonovointisuus, huimaus
- akuutti iskiaskipu
- akuutti jännetuppitulehdus (olka-kyynänpää)
- muut vaikeat niveloireet (selkä, polvet, olkapää)
- muu akuutti, voimakas kipu, joka estää toimintakykytestin läpiviennin turvallisesti ja teknisesti oikein
- nivelen liikerajoitus, joka estää testin läpiviennin oikein (liikerata, tekniikka)
- korkea verenpaine (levossa 220/110 mmHg).

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Pelastautumistehtävien fyysinen kuormittavuus

SeaFit I -osatutkimuksen tavoitteena oli luoda perusta ohjeistolle merenkulun poikkeustilanne tehtävien, ja erityisesti savusukelluksen, edellyttämän fyysisen suorituskyvyn arvioinnista sekä selvittää pelastautumistehtävien aiheuttamaa fyysistä kuormittumista.

4.1.1 Koehenkilöiden rekrytointi

Koehenkilöiksi rekrytoitiin yhteistyössä varustamoiden työterveyshuoltojen kanssa 23 merenkulkijaa (18 miestä, 5 naista) matkustaja-autolautan ja säiliöalusten miehistöistä. Henkilöt olivat lähtökohtaisesti savusukelluskelpoisia. Fyysisen toimintakyvyn mittausten jälkeen 22 merenkulkijaa jatkoi mukana tutkimuksessa, tutkimuksen keskeyttäneen henkilön tuloksia ei ole huomioitu tutkimustuloksien raportoinnissa. Pelastaumistehtävien kuormituksen mittauksiin osallistui 21 merenkulkijaa (5 naista). Mittaukset onnistuivat kaikissa pelastautumistehtävissä 19 koehenkilöllä. Kahdella henkilöllä esiintyi joissakin osatehtävissä teknisiä ongelmia.

4.1.2 Savusukellusvelvoitteisten merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmät

Savusukellustehtävistä vastaavien miespuolisten merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn mittauksista vastasi Paavo Nurmi -keskuksen pelastushenkilöstön fyysisen toimintakyvyn mittaamiseen perehtynyt henkilöstö. Miehillä käytetyt testit olivat:

- paino (kg), pituus (cm), BMI (kg/m^2), vyötärön ympärys (cm), rasvaprosentti (%)
- maksimaalinen hapenkulutus polkupyöräergometrillä (ml/kg/min , l/min , MET)
- käsien puristusvoima dynamometriä käyttäen (N)
- istumaannousu (krt/min)
- jalkakyykky 45 kg (krt/min)
- penkkipunnerrus 45 kg (krt/min)
- käsinkohonta (krt, ilman aikarajoitusta)
- liikkuvuustestit: selän sivutaivutus (cm), eteen kurotus istuen (cm), ja hartiaseudun liikkuvuus (pisteet 1–10)
- dynaaminen tasapaino (aika sekunteina + virheiden lkm).

Hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyvyn mittaamisessa käytettiin maksimaalista hapenkulutusta mittaavaa polkupyöräergometritestiä suoralla menetelmällä (Viljanen ym.

1990). Vatsalihasten sekä ylä- ja alaraajojen dynaamista lihasvoimaa ja -kestävyyttä testattiin Sisäasiainministeriön pelastussukellusohjeessa (SM 2007) suositelluilla testeillä². Lisäksi mitattiin käsien puristusvoima *Good Strength* -mittarilla.

Liikkumisessa tarvittavaa dynaamista tasapainohallintaa mitattiin tutkittavan kävellessä etu- ja takaperin mahdollisimman nopeasti ja hallitusti 9 cm leveällä, 250 cm pitkällä ja 5 cm paksulla tasapainolaudalla (Punakallio 2004, Kuva 3). Tehtävän aikainen suoritusnopeus mitattiin, ja virheiksi laskettiin muun muassa ylimääräiset tuenotot lattiasta ja putoamiset. Liikkuvuuden arvioimiseksi tehtiin selän sivutaivutustesti³, jossa sormenpäiden etäisyyden muutos (cm) reiden sivulla mitattiin (Keskinen ym. 2007; UKK-instituutti 1995). Olkavarren liikkuvuutta mitattiin hartiaseudun liikkuvuustestillä⁴ (Suni ym. 2010). Selän ja jalkojen liikkuvuutta testattiin eteen kurotuksella istuen⁵, jossa mitattiin sormenpäiden etäisyyden muutosta (cm) lähtötasoon verrattuna (Pollock & Willmore 1990).



Kuva 3. Savusukellusvelvoitteisten miesten kuntotesteistä polkupyöraergometria, penkkipunnerrus, käsinkohonta ja dynaaminen tasapaino.

² Jalkakyykky, makuulta istumaan nousu, penkkipunnerrus ja käsinkohonta.

³ Tutkittava seiso selkä seinää vasten ja taivutti ylävartaloaan sivulle niin pitkälle kuin mahdollista lantion pysyessä paikallaan.

⁴ Tutkittava seiso puolentoista jalkaterän mitan päässä seinästä lantio, yläselkä ja pää kiinni seinässä. Käsivarret nostettiin vuorotellen etukautta ylös kohti seinää.

⁵ Tutkittava istui täysistunnassa, 15cm:n haara-asennossa jalkaterät kiinni mittalaitelaatikossa. Kädet edessä selkää pyöristäen mitattiin selän ja jalkojen liikkuvuutta.

4.1.3 Muiden merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmät

Naispuolisille merenkulkijoille fyysisen toimintakyvyn ja liikkuvuuden mittaukset suoritti Työterveyslaitoksen pelastusalan testaukseen perehtynyt henkilöstö. Käytettyjä mittauksia olivat:

- paino (kg), pituus (cm), BMI (kg/m²), rasvaprosentti (%)
- maksimaalinen hapenkulutus polkupyöraergometrillä (ml/kg/min, l/min, MET)
- käsien puristusvoima dynamometriä käyttäen (N)
- istumaannousutesti (krt/min)
- jalkalihastesti: toistokyykistys (krt/min)
- käsien suorituskykytesti (pystypunnerrus käsipainoilla 5 kg naiset, krt oikea ja krt vasen käsi)
- liikkuvuustestit: selän sivutaivutus (cm), eteen kurotus istuen (cm), ja hartiasseudun liikkuvuus (pisteet 1–10)
- dynaaminen tasapaino (aika sekunteina + virheiden lkm).

Kestävyyskunnan mittauksena tehtiin oirerajoitteinen polkupyöraergometritesti, jonka aikana mitattiin hapenkulutusta, aineenvaihduntaa ja keuhkojen toimintaa suoraa menetelmää käyttäen. Jalkakyykyn, käsinkohonnan ja penkkipunnerruksen sijaan naiset tekivät toistokyykistysten⁶ ja pystypunnerruksen⁷. (THL 2014.)

Merenkulkijoista seitsemälle tehtiin tarkempi kehonhallinnan ja liikkuvuuden mittaus toiminnallisella liikekartoituksella (*Functional Movement Screen*, FMS, Cook ym. 2006a, 2006b). FMS kartoittaa monipuolisesti keskikehon voimaa ja hallintaa, koko kehon liikkeiden symmetrisyyttä ja koordinaatiota (lihastasapaino), liikkuvuutta sekä dynaamista tasapainoa. Testissä on seitsemän osasuoritusta: 1) syväkyykky, 2) askellus aidan yli, 3) askelkyykky linjassa, 4) hartioiden liikkuvuus, 5) aktiivinen suoran jalan nosto, 6) muunneltu

⁶ Toistokyykistystesti mittaa alaraajojen lihasten voimakestävyyttä. Tutkittava seisoo haara-asennossa jalat 20–25 cm:n etäisyydellä toisistaan, enintään hartialeveydellä. Olkapää, lantio, polvi, ja nilkka ovat samalla suoralla linjalla. Kantapäiden alla voi tarvittaessa olla 2–3 cm:n koroike. Tutkittava kyykistyy jalkoja koukistaen selkä suorana siten, että sormenpäät koskettavat lattiaa jalkaterän ulkosivun alueella. Reidet ovat ala-asennossa alustan mukaisesti vaakatasossa. Tästä asennosta tutkittava nousee välittömästi ylös lähtöasentoon, ylhäällä polvet ja selkä ojentuvat. Tulos on hyväksytyjen kyykistysten määrä 60 sekunnissa.

⁷ Pystypunnerrustesti mittaa yläraajojen ja hartioiden lihasten dynaamista voimaa ja kestävyttä. Testattava seisoo kapeassa haara-asennossa (15 cm) olkavarret vartalon vierellä, kyynärnivelet ovat koukistettuina ja käsipainot olkapään tasolla. Kädet ojennetaan vuorotellen ylös pään viereen, kyynärpäät koko ajan eteenpäin. Tehdään niin monta suoritusta kuin kunto edellyttää. Jos testattava keskeyttää suorituksen toisella kädellä, hän jatkaa toisella niin pitkään kuin mahdollista Testi päättyy, jos kättä ei pystytä ojentamaan suoraksi tai suoritus ei ole yhtäjaksoinen tai nosto tapahtuu vartaloa kallistamalla. Testitulokset on hyväksytyjen nostojen määrä, erikseen kumpaakin kättä kohden, kuitenkin enintään 50 kertaa molemmille käsille.

punnerrus ja 7) tasapainonhallinta kierto liikkeessä (Kuva 4). Jokaisen testiliikkeen laatu arvioidaan erikseen asteikolla 0–3, joista muodostetaan summamuuttuja. FMS:n kokonaistulos vaihtelee 0–21. FMS:ssä havaitut keuhonhallinnan ja liikkuvuuden ongelmat voi tutkia jatkotesteillä tarkemmin ja samalla selvittää rajoitteen sijainnin.



Kuva 4. Esimerkkeinä FMS-osatesteistä syväkyökky ja askellus aidan yli.

4.1.4 Pelastautumistehtävien kuvaus ja tehtävien aikaiset fyysisen kuormittumisen mittausten menetelmät

Pelastautumistehtävien kuormittavuusmittaukset toteutettiin merellisiä olosuhteita mallintavassa simulaattorihallissa ja harjoitusaltaassa Lohjan Meriturvassa. Pelastautumistehtävät toteutettiin pelastusliivejä käyttäen normaalien STCW-auditoidujen BST-kurssikäytäntöjen mukaisesti. Fyysisen kuormittumisen suhteen mitattavat pelastautumistehtävät olivat (Kuvat 5–8):

- uinti aallokossa (veden lämpötila 21 °C, uintimatka 100 metriä)
- pelastuslautaan nouseminen (nousukorkeus noin 40–70 cm)
- pelastuslautan kääntäminen (nousu nurin kääntyneen lautan päälle ja lautan reunalla seisoen lautan kääntö)
- narutikkaiden kiipeäminen (seinää vasten olevat tikkaat, nousu 5 m veden pinnasta).

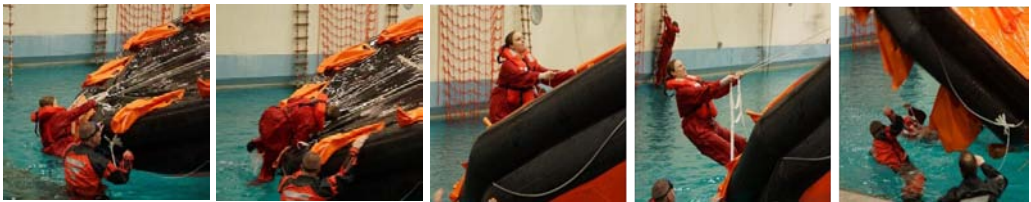
Pelastautumistehtävät olivat kestoltaan lyhyitä. Pisin aika kului aallokossa uinnissa, jonka kesto oli keskimäärin 5 minuuttia (3–7 minuuttia). Pelastuslautaan nousemisessa, pelastuslautan kääntämisessä ja narutikkaiden kiipeämisessä keskimääräinen suorituksen kesto oli alle minuutti (0–3 minuuttia).



Kuva 5. Uinti aallokossa, jonka aikana 50 m harjoitusallas uitiin kaksi kertaa päästä päähän. Harjoitusaltaassa oli uintitehtävän ja pelastuslauttaan nousemisen aikana n. yhden metrin korkuinen aallokko.



Kuva 6. Pelastuslauttaan nouseminen.



Kuva 7. Pelastuslautan kääntäminen. Lautta käännetään vetämällä lauttan vastakkaiselle puolelle kiinnitetyistä hihnoista. Käännettäessä tulisi nojata lauttan reunalta taaksepäin ja pitää vartalo suorana.



Kuva 8. Narutikkaiden nouseminen (5 m). Narutikkaita noustessa vartalon tulisi pysyä lähellä tikkaita jotta tikkaat eivät käänny ja vaikeuta nousemista.

Pelastautumistehtävien fyysistä kuormittavuutta arvioitiin havainnoimalla merenkulkijoiden suoritumista annetuista tehtävistä. Tehtävien aikaista fyysistä kuormittumista arvioitiin mittaamalla (Firstbeat 2014):

- hapenkulutus (ml/kg/min)
- MET
- EPOC (ml/kg)
- sykereserviä (HRR%) sekä
- subjektiivista harjoituksen jälkeistä koettua kuormittumista (ks. Liite 4: Borg 1998).

Sykevälivaihtelun rekisteröinti aloitettiin ennen kuormittavuusmittauksia ja jatkettiin koko pelastautumistehtävien suorittamisen ajan. Sykevälien mittaamiseksi rintakehälle kiinnitettiin sykepannat (*Memory Belt*, Suunto). Menetelmästä tarkemmin luvussa 1.8.

Lisäksi erillisenä tapaustutkimuksena yhdeltä koehenkilöltä mitattiin lihasten kuormittumista pelastautumistehtävien aikana. Menetelmänä oli lihassähköisen (EMG, elektromyografia) aktiivisuuden mittaaminen pintaelektrodein. Tämä mittaaminen on kuvattu kokonaisuudessaan Liitteessä 6.

4.2 SeaFit II: Pelastamistehtävien kuormittavuus merionnettomuusharjoituksessa

Osatutkimuksen tavoitteena oli selvittää merellisen suuronnettomuusharjoituksen yhteydessä merionnettomuuteen liittyvien ja laivalla tapahtuvien pelastamistehtävien fyysistä kuormittavuutta. Suuronnettomuusharjoitus järjestettiin viranomais- ja vapaaehtoistahojen sekä oppilaitosten yhteistyönä ja siihen osallistui yli 300 henkilöä.

4.2.1 Koehenkilöiden rekrytointi ja fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmät

Suuronnettomuusharjoitukseen osallistuneista merenkulkualan opiskelijoista tutkimukseen rekrytoitiin kuusi viimeisten vuosikurssien miespuolista merikapteeniopiskelijaa, joilla oli kaikilla vähintään vahtimiehen pätevyyskirja. Nämä opiskelijat toimivat suuronnettomuusharjoituksessa onnettomuusaluksen miehistönä vastaten evakuoitustehtävistä.

Suuronnettomuusharjoitukseen osallistui myös erikoiskoulutettuja ammattipalomiehiä Helsingistä ja Turusta (ns. MIRG-ryhmät). Neljä MIRG-ryhmän palomiestä rekrytoitiin mukaan tutkimukseen ja heidän tehtävänsä oli tehdä sammutushyökkäys laivan konehuoneeseen sekä evakuoida konehuoneessa oleva uhri aluksen helikopterikannelle.

Onnettomuusajoitukseen osallistuvien opiskelijoiden fyysinen toimintakyky arviointiin ennen harjoitusta Paavo Nurmi -keskuksessa. MIRG-ryhmäläisten fyysisen toimintakyvyn tes-

titulokset saatiin tutkimuksen käyttöön; testit tehtiin Paavo Nurmi -keskuksessa. Toimintakykymittaukset on kuvattu tarkemmin luvussa 4.1.2. MIRG-ryhmän toimintakyvyn arviointi perustui palo- ja pelastushenkilöstön lihaskunnan ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn testauksen ohjeistukseen (SM 2007).

4.2.2 Pelastustehtävien kuvaus ja tehtävien aikaiset fyysisen kuormittumisen mittaamenetelmät

Suuronnettomuusharjoitus simuloi tilannetta, jossa ro-ro-aluksen konehuoneessa oli syttynyt polttoaineräjähdyksestä johtuva tulipalo. Sen seurauksena alus oli menettänyt ohjattavuutensa ja ajautunut karille. Räjähdyksestä ja karille ajosta johtuen osa matkustajista ja miehistöstä oli vammautunut lievästi, vakavasti tai hengenvaarallisesti. Ne laivan miehistöön kuuluvat henkilöt, jotka säästyivät onnettomuudessa vammoilta tai olivat lievästi vammautuneita, jäivät alukselle sammutus- ja evakuointitehtäviin. Loukkaantuneet evakuoitiin alukselta ja kuljettiin maihin jatkohoitoon. Aluksen omat savusukeltajat (sammutuspari) tekivät sammutushyökkäyksen konehuoneeseen ja tässä yhteydessä toinen savusukeltajista loukkaantui vakavasti. Toinen savusukeltaja ei pystynyt evakuoimaan häntä ulos konehuoneesta, vaan tarvitsi apua tilasta poistumiseen. Koska aluksella ei enää ollut sammutushenkilöstöä (laitteet käytössä savusukeltajilla), se tarvitsi MIRG-ryhmän paikalle suorittamaan konehuoneen sammutuksen sekä evakuoimaan vakavasti loukkaantuneen savusukeltajan.

Suuronnettomuusharjoituksessa merenkulun opiskelijoiden ja MIRG-ryhmän palomiesten kuormitusmittaukset liittyivät laivalla tapahtuvaan pelastustyöhön (Kuva 9). Onnettomuusharjoituksen aikana merenkulun opiskelijoiden fyysistä kuormittumista arvioitiin seuraavien pelastustehtävien osalta:

- miehistötilojen tutkiminen ja evakuoinnin aloittaminen
- vakavasti vammautuneiden henkilöiden evakuointi paareilla/rankalautoilla miehistön tiloista portaikkoa pitkin pääkannelle (parien kanto portaita 1 kerros ylöspäin)
- potilaiden kokoaminen pääkannelle
- matkustajien evakuointi pelastuslauttoihin tai merivartioston veneisiin.

Opiskelijoiden suorittamat pelastustehtävät kestivät kokonaisuudessaan hieman yli tunnin. Neljälle opiskelijalle harjoituksen ensimmäiset 30 minuuttia olivat erityisen kuormittavaa parien kantoa kahden kerroksen välillä.

MIRG-ryhmäläisten fyysisen kuormittumisen suhteen arvioitavat pelastustehtävät olivat:

- sammutushyökkäys ja konehuoneen palon sammuttaminen
- loukkaantuneen savusukeltajan pelastaminen aluksen konehuoneesta
- evakuoitun savusukeltajan kuljettaminen paareilla helikopterikannelle.



Kuva 9. Onnettomuusharjoituksen aikaisia tehtäviä merenkulun opiskelijoilla (vas.) ja MIRG-ryhmällä (oik.)

MIRG-ryhmän fyysisen kuormittumisen arviointi alkoi, kun ryhmä oli vinnstattu aluksen helikopterikannelle. Tämän jälkeen ryhmä pukeutui savusukellusvarusteisiin ja teki sammutushyökkäyksen konehuoneeseen. Pelastustehtävien fyysisen kuormituksen arviointi päättyi, kun ryhmäläiset kantoivat loukkaantuneen paareilla helikopterikannelle. Kaikkiaan tähän kului aikaa noin yksi tunti, josta sammutushyökkäykseen ja parin kantoon käytetty aika oli noin 40 minuuttia.

Energiankulutuksen, verenkierron kuormittumisen ja palautumisen sekä stressihermoston tasapainon arvioimiseen käytettiin sykevälivaihtelun mittausta (menetelmä on kuvattu tarkemmin luvussa 1.8). Sykevälien mittaaminen tapahtui kahden rintakehälle kiinnitetyn elektrodin ja niiden välissä olleen pienen syketallentimen avulla (*Bodyguard 2*, Firstbeat Technologies Ltd.). Sykevälejä tallennettiin kuormituksen aikana ja tallennusta jatkettiin seuraavaan aamuun saakka.

Pitempiketoisen (yli 10 minuuttia) fyysisen työn aikana hapenkulutustaso vaihtelee. Korkeamman huipun jälkeen elimistö ei palaudu lepotilaan vaan seuraava kuormitushuippu lähtee lepotasoa korkeammalta energiankulutustasolta. Rasituksen aikana kertyvää kumuloituvaa kuormitusta voidaan kuvata EPOC-indeksillä (ml/kg, Børsheim ym. 2003). Se kertoo erityisesti palautumistarpeesta ponnistuksen jälkeen. EPOC-taso alle 25 on matala, 25–75 on kohtalaisen raskas, 75–120 kohtalaisen raskas/hyvin raskas ja yli 120 hyvin raskas. EPOC-tasot yli 200 ovat erittäin raskaita fyysisiä ponnistuksia, joita mitataan esimerkiksi kilpaurheilussa.

Onnettomuusharjoituksessa koehenkilöiden toiminta oli hyvin nopeatempoista. Tutkimusryhmä kirjasi muistiin koehenkilöiden (opiskelijat, MIRG) toiminnan ja tehtävät onnettomuusharjoituksen eri vaiheissa. Harjoituksen aikainen raskaimmaksi koettu fyysisen kuor-

mituksen taso kysyttiin Borgin asteikolla harjoituksen päättyessä. Koehenkilöt täyttivät jälkikäteen sykerekisteröinnin ajalta päiväkirjaa suoritetuista tehtävistä ja kokemastaan kuormittuneisuudesta.

4.3 SeaFit III: Savusukellusharjoitusten kuormittavuus

Tutkimuksen kolmannessa tutkimusosiossa mitattiin merenkulkijoiden hätätilannetehtävien koulutukseen (BST) kuuluvien savusukellusharjoitusten kuormittavuutta (ks. Liite 5: STCW A-VI/1-2).

4.3.1 Koehenkilöiden rekrytointi

Savusukellusharjoitusten kuormittavuusmittauksiin rekrytoitiin 14 merenkulun mies-opiskelijaa merikapteeninlinjalta. Kyselytutkimukseen osallistui rekrytoitujen lisäksi kaksi saman kurssin naisopiskelijaa.

4.3.2 Savusukellusharjoitusten kuvaus ja tehtävien aikaiset fyysisen kuormittumisen mittaamenetelmät

Koehenkilöt tekivät savusukellusharjoitukset STCW:n määrittelemän palokoulutuksen mukaisesti. Savusukellusharjoitukset toteutettiin Meriturvan Upinniemen palokoulutusyksikön harjoitussimulaattorissa, joka jäljittelee rahtialusta tiloihin ja käytäviin. Harjoituksen aikana opiskelijat tekivät pareittain savusukellusvarusteissa reitti- ja pelastussukellukset, joiden aikana simulaattorissa oli pimeää (osassa tiloja tulipalon tuoma valo) ja tilat oli täytetty keinosavulla. Pelastusvarusteiden yhteispaino oli 20,5 kg, josta puuttui pelastusnaru (4 kg) ja taskulamppu (1 kg).

Reittisukelluksessa (Kuva 10) sammutuspari kulki simulaattorin kahden kerroksen läpi nousten ja laskeutuen portaita kaksi kertaa keskimääräisen harjoitusajan ollessa noin 14 minuuttia (8–19,5 minuuttia). Tänä aikana autokannen lämpötila oli noin 42 astetta, ja vaihteli konehuoneessa 33 asteesta 37 asteeseen. Liekeissä lämpötila oli noin 60 astetta. Pelastussukelluksessa sammutuspari siirtyi sammutusletkua kantaen portaat ylös simulaattorin toiseen kerrokseen, sitten toisia portaita kerroksen alaspäin ja suoritti sitten sammutushyökkäyksen lavastetussa konehuoneessa. Sammutuksen jälkeen pari etsi tilasta uhrin (nuken paino noin 30 kg) ja kantoi sen sisäänmenoreittiä pitkin ulos. Pelastussukelluksessa keskimääräinen harjoitusaika oli 12 minuuttia (6,5–20 minuuttia). Harjoituksen aikana lämpötila vaihteli konehuoneessa välillä 40–43 astetta.



Kuva 10. Paineilmalaitteiden käytön harjoittelu, pelastussukelluksen alkutilanne ja uhrina toiminut nukke.

Koehenkilöiden kokemaa fyysistä kuormitusta mitattiin sykevälivaihtelumittauksilla (*Bodyguard 2*, Firstbeat Technologies Ltd.). Menetelmä on selostettu tarkemmin luvussa 1.8. Tutkimusryhmä havainnoi koehenkilöiden toimintaa reitti- ja pelastussukellusharjoituksen aikana ja kirjasi tiedot ylös. Koettua fyysisen kuormituksen tasoa arvioitiin Borgin asteikolla kummankin savusukellusharjoituksen jälkeen. Sykevälitallennusta jatkettiin harjoituksen jälkeen aina seuraavaan aamuun saakka. Koehenkilöt täyttivät sykerekisteröinnin ajalta päiväkirjan suoritetuista tehtävistä, kokemastaan kuormittuneisuudesta ja stressistä. Lisäksi koehenkilöt vastasivat liikunta-aktiivisuutta kartoittavaan kyselyyn (Firstbeat 2014).

Koehenkilöille ei tehty fyysisen toimintakyvyn arviointia. Savusukelluksen kuormittavuuden määrittämiseksi opiskelijoilta arvioitiin maksimaalinen syke (Firstbeat 2014) kaavalla " $210 - (0.65 \times \text{ikä})$ ".

4.4 Kyselytutkimus merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntöjen nykytilasta

Merimieslääkäreiden toimintakäytäntöjä merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arvioinnin osalta kartoitettiin kyselytutkimuksella toukokuussa 2013. Kysymykset koskivat toimintaa merimieslääkärinä, tehtyjen tarkastusten määrää, fyysisen toimintakyvyn testauksia sekä poikkeustilanteista selviytymistä arvioivien testien käyttöä.

Valviran valtuuttamia merimieslääkäreitä oli kyselytutkimuksen toteuttamisajankohtana 395. Sähköinen linkki kyselyyn lähetettiin niille 370 merimieslääkärille, joiden sähköposti-osoitteet oli käytettävissä. Näistä palautui takaisin 43 virheellisen osoitteen perusteella ja 4 henkilöä ilmoitti olevansa eläkkeellä tai ei ollut halukas vastaamaan kyselyyn. Siten tavoitettiin 323 merimieslääkärä, joista kyselyyn vastasi 151.

4.5 Tapaustutkimus aluksen pelastautumistunnelin kiipeämisen aiheuttamista kuormittavuudesta

Tutkimuksessa toteutettiin fyysisen kuormittumisen mittaus, jonka tarkoituksena oli selvittää aluksen pelastautumisputkessa kiipeämisen aiheuttamaa fyysistä kuormittumista. Tämä pilottimittaus tehtiin käyttäen yhdelle koehenkilölle asennettua sykemittaria. Menetelmä on kuvattu tarkemmin luvussa 1.8.

Kuormitusmittauksen aikana koehenkilö kiipesi konehuoneesta Korsteenin putkessa pystysuoria tikkaita pitkin ylös ulkokannelle (nousua noin 40 metriä). Mittaus toteutettiin samansisältöisenä kahdella rakenteeltaan samanlaisella sisaraluksella. Ensimmäisellä aluksella nousu tehtiin koneosaston työntekijän normaalin tarkastuskierroksen vauhdissa ja kiipeämiseen käytetty aika oli 5 minuuttia. Toisella aluksella kerrostasanteissa tuli pysähdyksiä ja nousuun käytetty aika oli 10 minuuttia.

4.6 Aineiston analysointi ja tilastolliset menetelmät

Energiankulutuksesta ja hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittumista analysoitiin syke- sykevälirekisteröintiin kehitetyllä ohjelmistolla (*Hyvinvointianalyysi*, Firstbeat Technologies Ltd.).

Kyselyjen, fyysisen toimintakyvyn arviointien sekä tutkittujen tehtävien aiheuttaman fyysisen kuormittumisen tulokset analysoitiin SPSS-ohjelmiston versiolla 20.0. Muuttujien tunnusluvuista esitetään keskiarvot (\bar{x}), keskihajonta (s.d.), mediaani (Md) sekä minimi- ja maksimiarvot (min, max). Lisäksi esitetään muuttujien prosenttijakaumat ja absoluuttiset arvot sekä suhteutettuna koehenkilöiden maksimaaliseen tasoon. Muuttujien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin Spearmanin ikävakioidulla korrelaatiokertoimella. Tulos katsottiin tilastollisesti merkittäväksi, kun $p < .05$. Tutkimus on kuvailevaa, ja se muodostaa perustaa laajemmille, jatkossa toteutettaville tutkimushankkeille.

5 TULOKSET

Kunkin osatutkimuksen tulokset raportoidaan omissa alaluvuissaan. Taulukossa 2 on yhteenvedo koehenkilöiden osallistumisesta tutkimuksessa toteutettuihin fyysisen toimintakyvyn arviointeihin, poikkeustilannetehtävien fyysisen kuormittavuuden mittauksiin ja kyselytutkimukseen.

Taulukko 2. Koehenkilöiden osallistuminen toimintakyky- ja kuormittavuusmittauksiin ja kyselytutkimukseen (osallistujamäärät mittauksittain sekä sukupuolen ja iän mukaan, osallistujien ikäjakauma).

Tutkimusosio	Fyysisen toimintakyvyn arviointi (n)	Fyysisen kuormituksen mittaus (n)	Kyselyyn vastanneet (n)	Sukupuoli (n)	Ikä, v (ka, min–max)
SeaFit I: pelastautumistehtävät	23, joista FMS-testiin osallistui 7	21, joista EMG-mittaukseen osallistui 1	22	miehiä 18, naisia 5	33 (21–46)
SeaFit II: merionnettomuusharjoitus opiskelijat	6	6	6	miehiä 6	26 (22–34)
SeaFit II: merionnettomuusharjoitus MIRG-ryhmä	4	4	4	miehiä 4	45 (40–50)
SeaFit III: savusukellustehtävät	ei mittausta	14	16	miehiä 14, naisia 2	20 (19–21)

5.1 Kyselytutkimusten tulokset: SeaFit I, SeaFit II ja SeaFit III

5.1.1 Taustatiedot

Pelastautumistehtävien fyysinen kuormittavuus -tutkimusosion kyselyyn vastanneet merenkulkijat (n=22) olivat iältään 21–46-vuotiaita (ka 33 vuotta), ja he olivat olleet merityössä keskimäärin 10,5 vuotta (vaihteluväli 1,5–22 vuotta). Merenkulkijoista matkustaja-autolautalla työskenteli 32 % ja säiliöaluksella 68 %. Päälystössä toimi 46 % ja miehistön tehtävissä 55 %. Kansiosastolla työskenteli reilu puolet, koneosastolla vajaa kolmasosa sekä talous- tai muulla osastolla 13 %. Miehiä oli 77 %.

Onnettomuusharjoituksessa aluksella miehistön rooleissa toimineet merikapteeni-opiskelijat ($n=6$) olivat opintojensa päätösvaiheessa ja erityykokemusta heille oli kertynyt keskimäärin kolme vuotta (vaihteluväli 1–5 vuotta). Kaikki opiskelijat olivat miehiä ja heidän keski-ikänsä oli 26 vuotta (22–34 vuotta).

Savusukellus- ja pelastussukellusharjoitukseen osallistuneet olivat merenkulun vasta-alkajia. Merikapteeniopiskelijat ($n=16$) olivat iältään 19–21-vuotiaita (ka 19,9 vuotta). Heistä kaksi oli naisia.

5.1.2 Elintavat, terveys ja työkyky

Kyselyyn vastanneista ($n=44$) tupakoivia oli 16 %, ja he polttivat 2–20 savuketta, sikaria tai piipullista vuorokaudessa. Tupakoinnin lopettaneita oli neljäsosa. Satunnaisesti nuuskaa käyttäviä oli vajaa neljäsosa vastanneista ja alle 5 % käytti nuuskaa päivittäin. Alkoholin riskikäyttöä arvioitiin Audit C:llä, jossa keskimääräinen pistemäärä oli 5,5 (vaihteluväli 2–9 pistettä). Alkoholin ongelmakäyttöön viittaavia Audit C:n pistemääriä esiintyi noin puolella vastanneista. Vuorokautinen unen määrä oli noin 7:40 tuntia. Unen oli kokenut virkistävänä noin 2/3 osaa vastanneista. Unettomuusoireita vähintään 3–5 kertaa viikossa raportoi vajaa kolmasosa tutkittavista. Hyötyliikuntaa (vähintään 30 minuuttia päivässä) neljänä päivänä tai useammin harrasti puolet vastanneista. Hengästyttävää ja hikoilua aiheuttavaa kuntoilua (vähintään 30 minuuttia kerralla) kolme kertaa viikossa tai useammin harrasti 41 % vastanneista. Laivatyöjakson aikaista liikkumista kysyttiin erityykokemusta omaavilta vastaajilta ($n=28$). Laivatyöjaksolla hyötyliikuntaa (vähintään 30 minuuttia päivässä) neljänä päivänä tai useammin harrasti reilu puolet vastanneista. Hengästyttävää ja hikoilua aiheuttavaa kuntoilua (vähintään 30 minuuttia kerralla) kolme kertaa viikossa tai useammin harrasti 2/3 osaa. Lihaskuntoharjoittelua laivatyöjaksolla kaksi kertaa viikossa tai useammin teki noin 60 %. (Taulukko 3.)

Itsearvioidun terveydentilan koki hyvänä 82 % vastanneista. Kaikki nauttivat usein päivittäisistä toimistaan ja suhtautuivat toivorikkaasti tulevaisuuteen. Lähes kaikki vastaajat (98 %) olivat elämänsä tyytyväisiä sekä itsensä viime aikoina toimeliaaksi ja vireäksi kokeneita. Neljäsosalla oli jokin lääkärin toteama sairaus tai vamma (tällä hetkellä tai toistuvasti, usein). Toimintakykyä työtehtävissä tai poikkeustilannetehtävissä heikentävästä pitkäaikaisesta sairaudesta, vaivasta tai vammasta raportoi alle 5 %. Sairauksien ja/tai vaivojen aiheuttamaa haittaa työssään koki 13 %. Sairauspoissaoloja viimeisen 12 kuukauden aikana raportoi alle kolmasosa vastanneista; heistä lähes 80 % poissaoloja oli ollut enintään 9 päivää. Terveystilansa puolesta nykyisessä työtehtävissä jatkamiseen kahden vuoden kuluttua uskoi kaikki vastanneet. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Elintavat, koettu terveys ja työkyky merenkulkijoilla ja merikapteeniopiskelijoilla (n=44).

Osa-alue	Merenkulkijat (n=22)	Opiskelijat/ Onnettomuus- harjoitus (n=6)	Opiskelijat/ Upinniemi (n=16)
Unen määrä (t: min) vuorokaudessa (ka, min–max)	7:46 h (6–10)	7:34 (6:45–9)	7:39 (6–8)
Tupakoivien osuus	23 %	0 %	13 %
Alkoholin käyttö 2-4 kertaa kuukaudessa tai harvemmin	59 %	50 %	63 %
Terveysliikuntasuosituksen ⁸ vapaa-ajalla täyttävien osuus	36 %	33 %	44 %
Terveysliikuntasuosituksen ⁸ laivatyöjaksolla täyttävien osuus	41 %	67 %	-
Terveystila saman ikäisiin verrattuna ⁹	82 %	67 %	88 %
Sairaudet eivät haittaa työssä / ei sairauksia	86 %	83 %	92 %
Nauttii usein/melko päivittäisistä toimistaan	91 %	100 %	100 %
Selviytyy todennäköisesti työtehtävistään eläkeikään saakka	86 %	83 %	88 %
Arvio työkyvystä ¹⁰	9,2 (7–10)	9,0 (7–10)	9,4 (8–10)
Hyvä työkyky suhteessa työn henkisiin vaatimuksiin ⁹	100 %	100 %	100 %
Hyvä työkyky suhteessa työn ruumiillisiin vaatimuksiin ⁹	100 %	67 %	94 %
Hyvä hengitys- ja verenkiertoelimestön suorituskyky työn vaatimusten kannalta ⁹	96 %	83 %	94 %
Hyvä lihasvoima työn vaatimusten kannalta ⁹	91 %	83 %	88 %
Hyvä tasapaino työn vaatimusten kannalta ⁹	91 %	83 %	100 %

⁸ Terveysliikuntasuositus: kestävyysliikuntaa ainakin 2:30 tuntia reippaasti liikkuen ja lihaskuntoa ainakin 2 kertaa viikossa TAI 1:15 tuntia rasittavasti (hikoillen ja hengästyen) liikkuen ja lihaskuntoa ainakin 2 kertaa viikossa (Liikuntapiirakka 2009).

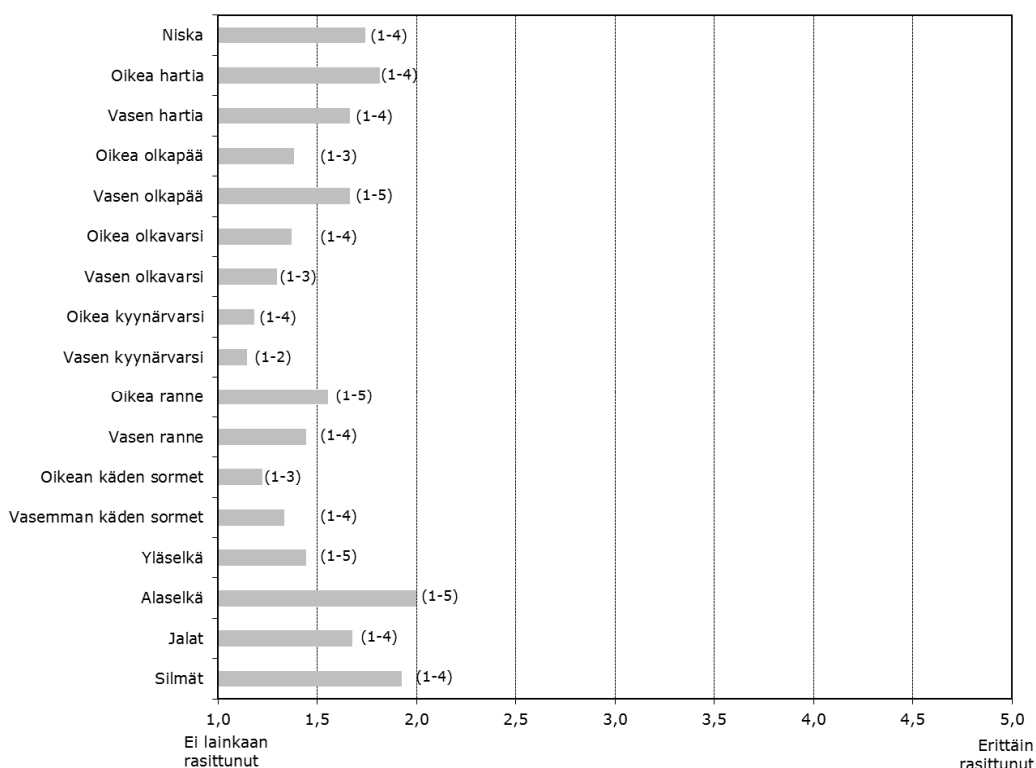
⁹ Erittäin tai melko hyväksi arvioineiden osuus.

¹⁰ Ka, (min–max). Asteikolla 0–10: täysin työkyvyn (0) – paras mahdollinen työkyky (10).

Kaikki arvioivat henkisen työkykynsä suhteessa työn vaatimuksiin hyväksi. Fyysisen työkykynsä hyväksi arvioivia oli 93 %. Vastaajista 93 % koki palautuvansa hyvin työpäivän tai työvuoron aiheuttamasta kuormituksesta. Työtehtävissä selviytymiseen eläkeikään asti uskoi 86 % vastanneista.

5.1.3 Kehon rasittuneisuustuntemukset ja tapaturmat

Merenkulkijoiden (n=28) liikuntaelimistön rasittuneisuutta viimeisen kuukauden aikana kehon eri osissa arviointiin käyttäen asteikkoa 1–5¹¹. Kuten Kuvasta 11 voidaan havaita, eniten rasittuneisuutta koettiin niskan, hartioiden, alaselän, jalkojen sekä silmien alueella. Rasittuneisuus ei kohonnut korkeaksi yhdessäkään kehon osassa.



Kuva 11. Merityökokemusta omaavien vastaajien (n=28) rasittuneisuustuntemukset kehon eri osissa (ka, min–max) viimeisen kuukauden aikana normaalin työpäivän jälkeen.

¹¹ Asteikolla 1–5: ei lainkaan rasittunut (1) – erittäin rasittunut (5).

Tapaturmia työtilanteessa, työpaikan liikuntatilanteessa, työmatkalla, vapaa-ajan liikuntatilanteessa tai vapaa-ajalla muussa tilanteessa oli sattunut vajaalle 2/3 osalle viimeisen vuoden aikana. Tapaturmia oli eniten sattunut vapaa-ajan liikunnan harrastamisessa (41 %), työtilanteessa (25 %) ja vapaa-ajalla muissa kuin liikunta-tilanteissa (25 %). Liikunnan harrastamiseen työpaikalla liittyi 14 % tapaturmista ja työmatkaan 2 %. Tapaturmasta johdusta sairauspoissaolosta raportoi 29 %.

5.1.4 Poikkeustilannetehtävät ja niissä suoriutuminen

Poikkeustilannetehtävistä ja niissä suoriutumisesta kysyttiin merityökokemusta omaavilta vastaajilta (n=28). Vastaajien poikkeustilannetehtävät liittyivät muun muassa palopäällikkönä toimimiseen, palo-, vuoto- ja ensiapuryhmässä toimimiseen, pelastuslauttaan ja sen valmisteluun, savusukellukseen, hätäradioliikenteeseen, pursimiehen tai konepäällikön avustamiseen, veneenlaskuun, komentosilta- tai pelastus-venekannella työskentelyyn, evakuointiin sekä paloryhmän johtamiseen. Vastaajista 79 % arvioi suoriutuvansa poikkeustilannetehtävistään hyvin ja 21 % kohtalaisesti.

Savusukellus kuului poikkeustilannetehtäviin 71 % vastanneista. Paineilmalaitteilla tehtäviä savusukellusharjoituksia oli kerran kuukaudessa vain yhdellä henkilöllä. Harjoituksia 6–10 kertaa vuodessa oli 7 %, 1–5 kertaa vuodessa noin 40 % ja harvemmin kuin kerran vuodessa joka viidennellä vastaajalla.

5.1.5 Työkykyä ylläpitävä liikuntatoiminta ja kuntotestauskäytännöt

Työkykyä ylläpitävästä liikuntatoiminnasta ja kuntotestauskäytännöistä kysyttiin merityökokemusta omaavilta vastaajilta (n=28). Vastaajista 89 % koki, että merenkulkijoiden fyysisen kunnan kohottamiseen on tarvetta. Lisäksi 89 % mielestä merenkulkijan fyysinen suorituskyky ei säily hyvänä työuran ajan ilman erityistä harjoittelua ja tarvetta työnantajan järjestämälle toiminnalle on. Fyysisen suorituskyvyn ylläpitäminen ja parantaminen edellyttää siitä huolehtimista vapaa-ajalla, mutta myös työaikaan sisällytettyä liikuntaa tarvitaan lähes 80 % mielestä. Vastaajien näkemyksiä liikunnan harrastamista ehkäisevistä ja edistävistä tekijöistä on koottu Taulukkoon 4.

Työterveyshuollon toteuttamaan kuntotestaukseen oli joskus osallistunut 43 % vastanneista. Toimintakyvyn tai kunnan arviointia poikkeustilannetehtävistä suoriutumisen kannalta oli tehty alle viidesosalle. Heillä arvioinnit olivat liittyneet pääsykokeisiin, vapaapalokunnan toimintaan, savusukelluskurssiin ja lääkärin-tarkastukseen. Vastanneista 89 % arvioi, että merenkulkijan fyysistä kuntoa ja fyysistä suorituskykyä on tarvetta seurata säännöllisillä kuntotesteillä ja siitä on hyötyä sekä työntekijälle että työnantajalle.

Taulukko 4. Merenkulkijoiden näkemyksiä liikunnan harrastamista laivalla ehkäisevistä ja edistävistä tekijöistä.

Liikunnan harrastamista laivalla ehkäisevät tekijät	Liikunnan harrastamista laivalla edistävät tekijät
Enemmän estäviä tekijöitä on maissa ollessa	Hyvät liikuntatilat ja kuntosalit sekä monipuoliset ja toimivat liikuntavälineet
Merenkäynti ja huono sää, voimakas keinuminen	Liikunnan ohjaus muutamana päivänä, kuntosalille kunto-ohjelmat ja tietoa mitä voisi tehdä
Satamassa käyntiaikojen lyhyt pituus ja satamakäynnit yöllä	Asenteiden muuttaminen, kannustava ilmapiiri, hyvä porukka
Työkiireet ja töiden jaksottuminen, pitkät työpäivät, ylityöt, päivystys	Säännöllisemmät työajat, työaikasunnittelu
Henkilöstöongelmat	Mahdollisuus liikkumiseen työajalla
Väsymys ja vähäinen nukkuminen	Järkevä miehitys
Liikennealue	Tavoitteellisuus, esim. MEPA:n minuuttikisa
Kiinnostuksen puute, laiskuus	Pieni uima-allas, missä on vesivirtaus, jotta voi treenata uimalla
Terveydelliset ongelmat	Mahdollisuudet paremmin porrastaa henkilöiden kuntosalilla käyntiä
Puutteelliset liikuntavälineet tai -tilat	Työntekijöiden toiveiden kuunteleminen ja mahdollisten kustannusten korvaaminen
	Pikku jumppa työpäivän läpi, ettei istu tunteja putkeen liikkumatta esim. ruorissa
	Työnantaja antaisi kaikille 2 liikuntaseteliä per viikko vastikevapailloille

5.2 Pelastautumistehtävien kuormittavuus

5.2.1 Merenkulkijoiden kunto-ominaisuudet ja kehonkoostumus

Merenkulkijoiden pelastautumistehtävien kuormittavuusmittauksiin osallistuneiden miesten ja naisten kunto-ominaisuudet ja kehonkoostumus on kuvattu Taulukoissa 5 ja 6. Maksimaalinen hapenottokyky oli miesmerenkulkijoilla keskimäärin 43 ml/kg/min (vaihdellen välillä 32–54 ml/kg/min), vastaten 12,3 MET:a (Taulukko 5). Kehon painoindeksi oli keskimäärin 27 kg/m² (vaihdellen välillä 21–36 kg/m²).

Taulukko 5. Pelastautumistehtävien kuormitusmittauksiin osallistuneiden miesmerenkulkijoiden (n=17) mitatut kunto-ominaisuudet sekä kehonkoostumus.

	ka	s.d.	min	max
Kehonkoostumus				
BMI, kg/m ²	26,6	3,8	21,1	36,4
vyötärönympäryys, cm	90,5	12,0	79,0	116,0
rasvaprosentti, %	19,2	5,8	11,2	29,5
Aerobinen kunto				
VO ₂ maksimi, l/min	3,6	0,4	2,9	4,1
VO ₂ maksimi, ml/kg/min	43,2	6,9	32,4	53,5
MET	12,3	2,0	9,2	15,3
Lihaskunto, liikkuvuus ja tasapaino				
penkkipunnerrus, krt/60 s	31,1	14,7	8	60
makuulta istumaan, krt/60 s	40	9,0	29	55
jalkakyykky, krt/60 s	25	6,9	17	38
käsinkohonta, krt (ilman aikarajoitusta)	8	5,8	0	20
käden puristusvoima, N	531,7	72,6	425,0	662,3
eteen kurotus istuen, cm	34,8	11,7	21,0	60,0
selän sivutaivutus, cm	22,8	3,0	16,0	27,3
dynaaminen tasapaino	9,9	2,8	6,0	16,0
hartiaseudun liikkuvuus	8,0	2,4	2	10

Naismerenkulkijoilla maksimaalinen hapantotto-kyky oli keskimäärin 34 ml/kg/min (vaihdellen välillä 30–38 ml/kg/min), vastaten MET arvoa 9.6. Kehon painoindeksi oli keskimäärin 25 kg/m² (vaihdellen välillä 20–31 kg/m² (Taulukko 6)). Naisten lihaskuntotestit poikkesivat miehistä penkkipunnerrus-, jalkakyykky- ja käsinkohontatestiensa osalta. Näiden sijaan naisille tehtiin toistokyykkytesti (ka 36 toistoa; vaihteluväli 32–47) sekä oikean käden dynaaminen toistonosto (ka 33 toistoa; vaihteluväli 27–45) ja vasemman käden dynaaminen toistonosto (ka 29 toistoa; vaihteluväli 19–34). Kehonhallinnan ja liikkuvuuden testituloksia on tarkasteltu tarkemmin luvussa 5.2.3.

Taulukko 6. Pelastautumistehtävien kuormitusmittauksiin osallistuneiden naismerenkulkijoiden (n=5) mitatut kunto-ominaisuudet sekä kehonkoostumus.

	ka	s.d.	min	max
Kehonkoostumus				
BMI, kg/m ²	25,0	4,1	20,0	31,0
vyötärönympäryys, cm	-	-	-	-
rasvaprosentti, %	26,2	9,0	12,6	37,4
Aerobinen kunto				
VO ₂ maksimi, l/min	2,5	0,3	1,9	2,8
VO ₂ maksimi, ml/kg/min	33,7	3,5	30,0	38,4
MET	9,6	1,0	8,6	11,0
Lihaskunto, liikkuvuus ja tasapaino				
makuulta istumaan, krt/60 s	25	11,0	14	39
käden puristusvoima, N	380,5	76,7	274,6	451,1
eteen kurotus istuen, cm	42,8	7,2	30,0	47,0
selän sivutaivutus, cm	28,6	3,2	25,0	32,0
dynaaminen tasapaino	11,8	3,2	8,0	16,0
hartiaseudun liikkuvuus	7,8	3,2	3	10
toistokyykistystesti	36	6,4	32	47
dynaaminen toistonosto, oikea käsi	33,2	7,1	27	45
dynaaminen toistonosto, vasen käsi	29,0	5,9	19	34

5.2.2 Merenkulkijoiden pelastautumistehtävien fyysinen kuormittavuus ja eri tekijöiden yhteydet kuormittumiseen

Pelastautumistehtävistä aallokossa uinnin (Taulukot 7 ja 8) aikana miesten energeettinen kuormitus oli keskimäärin tasolla 7,9 MET (huippuarvo 8,9 MET) ja naisilla 6,4 MET (huippuarvo 7,4 MET). Uinnin aikaiset sykintätaajuudet olivat miehillä keskimäärin 143 krt/min (68 % sykereservistä) ja naisilla 147 krt/min (67 % sykereservistä). Aallokossa uinnin koettu rasittuneisuustuntemus (Borg 1998) vaihtelivat miehillä 8–14 välillä (ka 12), naisilla 12–19 välillä (ka 14).

Taulukko 7. Miesten arvioitu, mitattu ja koettu fyysinen kuormittuneisuus aallokossa uinnin aikana.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	28,0	7,1	28,5	13,0	39,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	31,0	6,5	31,5	18,0	41,0
MET keskiarvo	7,9	2,0	8,0	4,0	11,0
MET kuormitushuippu	8,9	1,9	9,0	5,0	12,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	143	17,2	146	103	164
HRR% keskiarvo	68	13,8	69	29	82
HRR% kuormitushuippu	81	13,2	83	52	100
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	12,0	1,9	13,0	8,0	14,0

Taulukko 8. Naisten arvioitu, mitattu ja koettu fyysinen kuormittuneisuus aallokossa uinnin aikana.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	22,0	7,5	23,0	10,0	28,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	27,0	2,8	28,0	22,0	29,0
MET keskiarvo	6,4	2,1	7,0	3,0	8,0
MET kuormitushuippu	7,4	0,9	8,0	6,0	8,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	147	34,6	160	87	175
HRR% keskiarvo	67	26,9	76	21	91
HRR% kuormitushuippu	86	9,4	87	72	96
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	14,0	2,9	13,0	12,0	19,0

Pelastuslauttaan nousussa (Taulukot 9 ja 10) miesten verenkierrollinen kuormittuneisuus oli sykintätaajuuden perusteella 75 % sykereservistä (ka 135 krt/min lautalle). Miesten oma arvio lautalle nousun aiheuttamista rasittuneisuustuntemuksista vaihteli 6–14 välillä (ka 9). Naisilla lautalle nousussa sykintätaajuus oli keskimäärin 76 % sykereservistä (ka 159 krt/min). Naisten oma arvio lautalle nousun aiheuttamista rasittuneisuustuntemuksista vaihteli 10–20 välillä (ka 14).

Taulukko 9. Miesten arvioitu, mitattu ja koettu fyysinen kuormittuneisuus pelastuslautalle nousussa.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	25,2	6,0	25,5	16,0	35,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	29,9	5,9	30,5	20,0	39,0
MET keskiarvo	7,2	1,8	7,0	5,0	10,0
MET kuormitushuippu	8,6	1,6	9,0	6,0	11,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	135	18,0	132	108	166
HRR% keskiarvo	60	13,0	59	39	82
HRR% kuormitushuippu	75	14,5	78	46	92
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	9,1	2,3	8,0	6,0	14,0

Taulukko 10. Naisten arvioitu, mitattu ja koettu fyysinen kuormittuneisuus pelastuslautalle nousussa.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	23,0	2,6	23,0	20,0	26,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	25,8	3,0	26,0	22,0	29,0
MET keskiarvo	6,5	0,6	6,5	6,0	7,0
MET kuormitushuippu	7,3	1,0	7,5	6,0	8,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	159	17,4	165	133	172
HRR% keskiarvo	76	14,5	81	55	87
HRR% kuormitushuippu	84	15,9	91	61	95
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	13,6	3,9	13,0	10,0	20,0

Nurinkääntyneen pelastuslautan kääntötehtävässä (Taulukot 11 ja 12) miesten verenkierrallinen kuormittuneisuus oli sykintätaajuuden perusteella 57 % sykereservistä (keskimäärin 132 krt/min). Miesten oma arvio lautan käännön aiheuttamista rasittuneisuustuntemuksista vaihteli 7–14 välillä (ka 10). Pelastuslautan kääntötehtävässä naiset toimivat verenkierrallisesti sykintätaajuuden perusteella keskimäärin tasolla 69 % sykereservistä (147 krt/min). Naisten oma arvio rasittuneisuudesta vaihteli 11–20 välillä (ka 14).

Taulukko 11. Miesten arvioitu, mitattu ja koettu fyysinen kuormittuneisuus pelastuslautan käännessä.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	24,4	5,8	25,5	14,0	33,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	29,5	5,4	30,5	18,0	38,0
MET keskiarvo	6,9	1,6	7,0	4,0	9,0
MET kuormitushuippu	8,4	1,6	9,0	5,0	11,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	132	14,1	134	105	152
HRR% keskiarvo	57	12,4	59	36	75
HRR% kuormitushuippu	73	11,8	76	49	86
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	9,9	2,0	9,5	7,0	14,0

Taulukko 12. Naisten arvioitu, mitattu ja koettu fyysinen kuormittuneisuus pelastuslautan käännessä.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	21,0	3,2	20,5	18,0	25,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	24,8	3,3	25,0	21,0	28,0
MET keskiarvo	5,8	1,0	5,5	5,0	7,0
MET kuormitushuippu	7,3	1,0	7,5	6,0	8,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	147	12,7	147	133	162
HRR% keskiarvo	69	12,5	70	55	81
HRR% kuormitushuippu	81	12,0	83	67	92
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	14,2	3,4	13,0	11,0	20,0

Narutikkaiden nousussa (Taulukot 13 ja 14) sykintätaajuuden perusteella naiset kuormittuivat 65 % (144 krt/min,) ja miehet 52 % sykereservistä (124 krt/min). Narutikkaiden kiipeämisen koettu rasittuneisuus vaihteli miehillä 8–14 välillä (ka 10) ja naisilla 9–16 (ka 13).

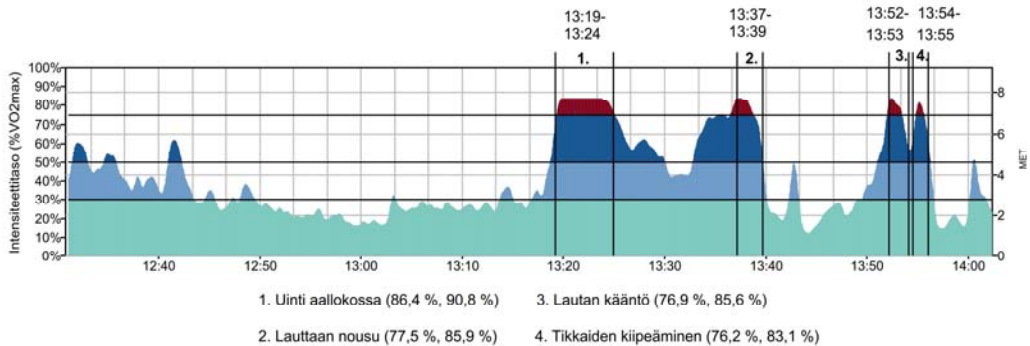
Taulukko 13. Miesten arvioitu, mitattu ja koettu fyysinen kuormittuneisuus narutikkaiden kiipeämisessä.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	21,4	7,1	23,5	10,0	30,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	27,7	6,9	28,5	14,0	38,0
MET keskiarvo	6,1	2,2	7,0	3,0	9,0
MET kuormitushuippu	7,9	2,1	8,0	4,0	11,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	124	18,9	128	93	147
HRR% keskiarvo	52	12,5	56	32	68
HRR% kuormitushuippu	68	12,5	72	43	83
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	10,3	1,8	10,0	8,0	14,0

Taulukko 14. Naisten arvioitu, mitattu ja koettu fyysinen kuormittuneisuus narutikkaiden kiipeämisessä.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	21,0	3,3	22,0	17,0	24,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	23,6	4,6	25,0	17,0	28,0
MET keskiarvo	6,0	1,0	6,0	5,0	7,0
MET kuormitushuippu	6,8	1,3	7,0	5,0	8,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	144	12,9	148	128	155
HRR% keskiarvo	65	10,6	68	51	74
HRR% kuormitushuippu	81	18,1	88	55	100
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	13,4	2,7	14,0	9,0	16,0

Kuormittumisessa oli yksilöllisiä eroja; joissain tehtävissä toimittiin verenkierrollisen kuormituksen suhteen hetkittäin maksimaalisella tai lähes maksimaalisella tasolla, esim. aallokossa uinnin ja narutikkaiden nousun aikana. Kuormitustasot olivat korkealla tasolla vaikka suoritusajat olivat suhteellisen lyhyitä. Kuvassa 12 on esimerkki yhden koehenkilön fyysisestä kuormittumisesta pelastautumistehtävissä.



Kuva 12. Esimerkki koehenkilön fyysisestä kuormittumisesta pelastautumistehtävissä.

Fyysisen kunnon eri osa-alueiden ja elintapojen yhteyksiä tarkasteltiin sykintätaajuuden perusteella määritellyyn kuormittuneisuuteen (HRR%) ja koettuun kuormittumiseen (BorGIN asteikko). Yhteyksien tarkastelun analyysi tehtiin miehille ja naisille yhdessä. Tulokset on esitetty Taulukoissa 15–18.

Merenkulkijoiden kunto-ominaisuuksista:

- Maksimaalinen hapenotto kyky painokiloihin suhteutettuna oli merkittävästi yhteydessä pienemmän mitatun kuormittuneisuuden tasoon pelastuslautan kääntämisessä ($r=-0,627$, $p=0,016$) ja miltei merkittävällä tasolla narutikkaiden kiipeämisessä ($r=0,531$, $p=0,051$).
- Vartalon koukistajapuolen lihasvoimaa mittaava istumaannousutestin hyvä tulos oli yhteydessä sekä pienempään mitattuun että koettuun kuormittuneisuuteen kaikissa tehtävissä (lukuun ottamatta mitattua kuormittuneisuutta aallokossa uinnissa).
- Hyvä käden puristusvoima ja alhainen kehon rasvaosuus olivat yhteydessä lautan kääntöön, sinne nousun sekä narutikkaiden nousun aikaiseen pienempään kuormittuneisuuteen (mitattuun ja koettuun).
- Hyvä dynaaminen tasapaino oli yhteydessä vähäisempään mitattuun kuormittumiseen kaikissa tehtävissä lukuun ottamatta aallokossa uintia.
- Hyvä hartiasuuden liikkuvuus puolestaan oli merkittävästi yhteydessä vähäisempään mitattuun ($r=-0,560$, $p=0,016$) ja koettuun ($r=-0,562$, $p=0,008$) kuormittumiseen lautalle nousussa ja lähes merkittävässä narutikkailla kiipeämisessä ($r=-0,454$, $p=0,051$).

*Taulukko 15. Kuntotekijöiden yhteydet pelastautumistehtävistä selviytymiseen: uinti aal-
lokossa, miehet ja naiset.*

	HRR%		Borg	
	r	p-arvo	r	p-arvo
ikä	-0,080	0,746	-0,233	0,310
painoindeksi, kg/m ²	-0,144	0,557	0,114	0,621
VO ₂ maksimi, l/min	-0,308	0,285	-0,093	0,733
VO ₂ maksimi, ml/kg/min	0,178	0,542	0,067	0,806
penkkipunnerrus (45 kg), krt/min	-0,189	0,518	-0,259	0,332
makuulta istumaan, krt/min	0,141	0,566	-0,444*	0,044
käsinkohonta, krt	0,072	0,808	-0,100	0,711
jalkakyykky (45 kg), krt/min	-0,398	0,158	-0,210	0,434
käden puristusvoima, N	-0,034	0,891	-0,305	0,179
rasvaprosentti, %	0,050	0,838	0,563*	0,008
lihassa, kg	-0,200	0,412	0,224	0,329
eteen kurotus istuen, cm	0,027	0,913	0,173	0,453
selän sivutaivutus, cm	0,105	0,668	0,294	0,197
dynaaminen tasapaino	0,362	0,127	0,394	0,077
hartiaseudun liikkuvuus	0,038	0,876	-0,298	0,189
tupakointi	0,008	0,973	-0,469*	0,032
Audit C	-0,080	0,745	-0,031	0,894
terveysliikuntasuosituksen mukainen aktiivisuus laivatyöjaksolla	0,120	0,624	-0,367	0,102
terveysliikuntasuosituksen mukainen aktiivisuus vapaalla	0,175	0,473	-0,405	0,069

* p < 0,05, ** p < 0,01

Taulukko 16. Kuntotekijöiden yhteydet pelastautumistehtävistä selviytymiseen: pelastuslautalle nousu, miehet ja naiset.

	HRR%		Borg	
	r	p-arvo	r	p-arvo
ikä	-0,218	0,385	0,267	0,243
painoindeksi, kg/m ²	0,448	0,062	0,172	0,456
VO ₂ maksimi, l/min	-0,119	0,684	-0,390	0,135
VO ₂ maksimi, ml/kg/min	-0,460	0,098	-0,311	0,241
penkkipunnerrus (45 kg), krt/min	0,257	0,375	0,305	0,415
makuulta istumaan, krt/min	-0,560*	0,016	-0,489*	0,008
käsinkohonta, krt	-0,181	0,536	-0,270	0,312
jalkakyykky (45 kg), krt/min	0,208	0,475	0,161	0,552
käden puristusvoima, N	-0,521*	0,027	-0,540*	0,003
rasvaprosentti, %	0,699**	0,001	0,593**	0,005
lihasmassa, kg	0,365	0,136	0,434*	0,049
eteen kurotus istuen, cm	0,252	0,313	0,168	0,466
selän sivutaivutus, cm	0,195	0,438	0,390	0,081
dynaaminen tasapaino	0,478*	0,045	0,386	0,084
hartiaseudun liikkuvuus	-0,454	0,015	-0,412	0,024
tupakointi	-0,110	0,663	-0,068	0,769
Audit C	0,059	0,817	0,110	0,509
terveysliikuntasuosituksen mukainen aktiivisuus laivatyöjaksolla	-0,137	0,587	0,107	0,380
terveysliikuntasuosituksen mukainen aktiivisuus vapaalla	-0,078	0,758	-0,261	0,253

* p < 0,05, ** p < 0,01

Taulukko 17. Kuntotekijöiden yhteydet pelastautumistehtävistä selviytymiseen: pelastuslautan kääntäminen, miehet ja naiset.

	HRR%		Borg	
	r	p-arvo	r	p-arvo
ikä	-0,059	0,818	-0,077	0,740
painoindeksi, kg/m ²	0,189	0,453	0,419	0,059
VO ₂ maksimi, l/min	-0,381	0,179	0,235	0,380
VO ₂ maksimi, ml/kg/min	-0,627*	0,016	-0,450	0,080
penkkipunnerrus (45 kg), krt/min	-0,140	0,632	0,239	0,373
makuulta istumaan, krt/min	-0,586*	0,011	-0,599**	0,004
käsinkohonta, krt	-0,544*	0,045	-0,282	0,290
jalkakyykky (45 kg), krt/min	-0,367	0,197	0,037	0,892
käden puristusvoima, N	-0,547*	0,019	-0,677**	0,001
rasvaprosentti, %	0,665**	0,003	0,700**	0,000
lihasmassa, kg	0,209	0,406	0,626**	0,002
eteen kurotus istuen, cm	-0,237	0,344	0,218	0,343
selän sivutaivutus, cm	0,164	0,515	0,592**	0,005
dynaaminen tasapaino	0,580*	0,012	0,360	0,109
hartiaseudun liikkuvuus	-0,341	0,167	-0,356	0,113
tupakointi	-0,009	0,971	-0,174	0,451
Audit C	0,076	0,765	0,040	0,863
terveysliikuntasuosituksen mukainen aktiivisuus laivatyöjaksolla	-0,130	0,607	0,094	0,684
terveysliikuntasuosituksen mukainen aktiivisuus vapaalla	-0,054	0,830	-0,075	0,745

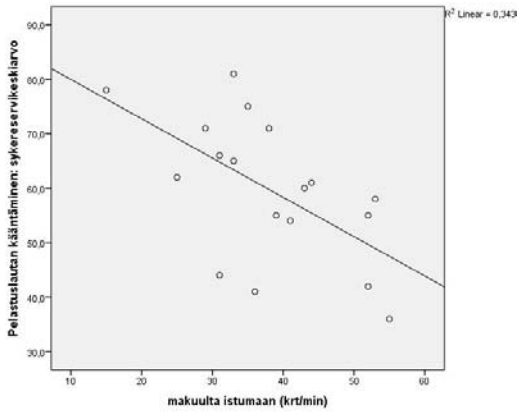
* p < 0,05, ** p < 0,01

*Taulukko 18. Kuntotekijöiden yhteydet pelastautumistehtävistä selviytymiseen: narutik-
kaiden kiipeäminen, miehet ja naiset.*

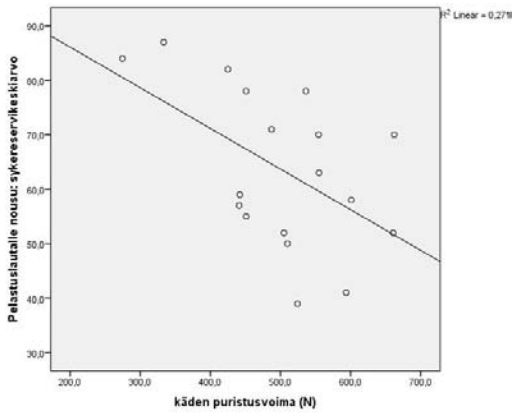
	HRR%		Borg	
	r	p-arvo	r	p-arvo
ikä	-0,150	0,541	-0,113	0,625
painoindeksi, kg/m ²	0,187	0,444	0,295	0,194
VO ₂ maksimi, l/min	-0,173	0,554	0,201	0,456
VO ₂ maksimi, ml/kg/min	-0,531	0,051	-0,286	0,282
penkkipunnerrus (45 kg), krt/min	0,170	0,561	0,305	0,252
makuulta istumaan, krt/min	-0,577**	0,010	-0,489*	0,025
käsinkohonta, krt	-0,331	0,248	-0,054	0,843
jalkakyykky (45 kg), krt/min	-0,272	0,347	0,133	0,623
käden puristusvoima, N	-0,531*	0,019	-0,540*	0,011
rasvaprosentti, %	0,630**	0,004	0,602**	0,004
lihasmassa, kg	0,292	0,225	0,468*	0,033
eteen kurotus istuen, cm	-0,234	0,335	0,186	0,419
selän sivutaivutus, cm	0,193	0,428	0,485*	0,026
dynaaminen tasapaino	0,618**	0,005	0,227	0,323
hartiaseudun liikkuvuus	-0,454	0,051	-0,412	0,063
tupakointi	-0,265	0,273	-0,301	0,185
Audit C	0,169	0,490	0,110	0,634
terveysliikuntasuositusten mukainen aktiivisuus laivatyöjaksolla	-0,167	0,494	0,107	0,645
terveysliikuntasuositusten mukainen aktiivisuus vapaalla	-0,072	0,770	-0,058	0,802

* p < 0,05, ** p < 0,01

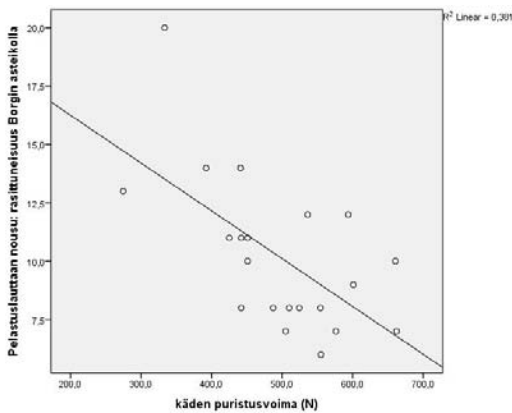
Esimerkkeinä nähdään Kuvissa 13–15 keskivartalon lihaskunnan, painon ja käden puristusvoiman yhteyksiä koettuun tai verenkierrölliseen kuormittumiseen BST harjoituksen eräissä osatehtävissä.



Kuva 13. Sykereservin ja makuulta istumaan nousussa suoriutumisen yhteisvaihtelu: pelastuslautan kääntäminen, miehet ja naiset.



Kuva 14. Sykereservin ja käden puristusvoiman yhteisvaihtelu: pelastuslautalle nousu.



Kuva 15. Rasittuneisuustunteusten ja käden puristusvoiman yhteisvaihtelu, pelastuslautalle nousu.

5.2.3 Merenkulkijoiden keuhonhallinnan ja liikkuvuuden yhteydet työn kuormittavuuteen ja koettuun työkykyyn

Merenkulkijoista ($n=22$), seitsemälle tehtiin tarkempi keuhonhallinnan ja liikkuvuuden mittaust (FMS). Testatuista viisi oli naisia ja kaksi miehiä. Keski-ikä oli 32 (vaihteluväli 24–40) vuotta. Naisten ja miesten keski-ikä erikseen oli myös 32 (naisilla; 27–32, miehillä 24–40) vuotta). Testattujen keskimääräinen BMI oli 25 kg/m^2 (vaihteluväli 20–31) koko aineistolla, 25 kg/m^2 (vaihteluväli 20–31) naisilla ja 24 kg/m^2 (vaihteluväli 23–25) miehillä.

Tutkittujen FMS:n keskiarvo oli 16,1 koko aineistolla, 15,0 naisilla ja 19,0 miehillä. Osatehtävittäin pisteiden keskiarvo vaihteli 2,0–2,7 koko aineistolla, 1,6–2,6 naisilla sekä 2–3 miehillä (Taulukko 19). Naisilla FMS:n testiliikkeistä haastavimmiksi tai kipua aiheuttaviksi osoittautuivat syväkyky, askelkyky, hartiaseudun liikkuvuus ja muunneltu punnerrus, joissa tuloksen vaihteluvälin minimi oli 0. Liikkuvuuden osalta osa-aineiston miehet olivat lähes samantasoisia verrattuna muihin miehiin merenkulkija-aineistossa ($n=15$, keski-ikä $34,1 \pm 7,1$ (vaihteluväli 21–46)). Muut SeaFit I -osatutkimuksen merenkulkijat suoriutuivat nopeammin ja virheettömämmin dynaamisesta tasapainotestistä sekä he kuormittuivat työtehtävissä osa-aineiston miehiä keskimäärin vähemmän.

Hyvä tulos FMS:ssä oli merkittävästi yhteydessä vähäisempään kuormittumiseen pelastuslautalle nousun aikana ($r=-0,832$, $p=0,041$). FMS:n tulosten yhteydet kuormittumiseen pelastuslautan kääntämisen ($r=-0,462$) ja narutikkaiden kiipeämisen ($r=-0,562$) aikana olivat samansuuntaisia, mutta eivät merkitseviä. Kuormittuminen aallokossa uinnin aikana ei ollut yhteydessä FMS tulokseen. Tutkittujen koettu kuormittuneisuus oli merkittävästi yhteydessä FMS tulokseen pelastuslautan kääntämisen ($r=-0,765$, $p=0,045$) ja lähes merkittävästi narutikkaiden kiipeämisen ($r=-0,736$, $p=0,059$) osalta. Vastaavat korrelaatiot aallokossa uinnin ja pelastuslautalle nousun aikana ($r=-0,641$ ja $r=-0,543$) eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tutkituilla, joilla oli ollut työtapaturmia ($n=3$) tapaturmien lukumäärän ja FMS tuloksen välillä oli voimakas yhteys ($r=-1,00$, $p < 0,001$). Koettu työkykyarvio ja FMS korreloivat positiivisesti keskenään ($r=0,770$, $p=0,043$).

Lisäksi hyvä tulos FMS:ssä oli lähes merkittävästi yhteydessä sujuvaan suoritukseen dynaamisen tasapainon testissä ($r=-0,674$, $p=0,097$). FMS:n tulokset eivät olleet yhteydessä merkittävästi eteen kurotukseen, sivutaivutukseen eikä hartiaseudun liikkuvuuteen. Ikä ei ollut merkittävästi yhteydessä tarkasteltuihin muuttujiin.

Taulukko 19. FMS (toiminnallinen liikekartoitus), muut liikkuvuus ja tasapainotulokset sekä työtehtävissä kuormittuminen ryhmittäin, keskiarvo \pm s.d. (min–max).

	Koko osa-aineisto (n=7)	Naiset (n=5)	Miehet (n=2)	Muu SeaFit I merenkulkijia aineisto (n=15)
FMS, 0–21	16,1 \pm 4,4 (8–20)	15,0 \pm 4,8 (8–20)	19,0 \pm 0,0 (19–19)	-
FMS testi liikkeittäin, 0–3				
Syväkyökky	2,3 \pm 1,1 (0–3)	2,0 \pm 1,2 (0–3)	3,0 \pm 0,0	-
Askel aidan yli	2,4 \pm 0,5 (2–3)	2,2 \pm 0,4 (2–3)	3,0 \pm 0,0	-
Askelkyökky	2,0 \pm 1,0 (0–3)	2,0 \pm 1,2 (0–3)	2,0 \pm 0,0	-
Hartian liikkuvuus	2,6 \pm 1,1 (0–3)	2,4 \pm 1,3 (0–3)	3,0 \pm 0,0	-
Reiden takaosan liikkuvuus	2,7 \pm 0,5 (2–3)	2,6 \pm 0,5 (2–3)	3,0 \pm 0,0	-
Muuneitupunnerrus	2,0 \pm 1,3 (0–3)	1,6 \pm 1,3 (0–3)	3,0 \pm 0,0	-
Tasapaino kiertoliikkeessä	2,1 \pm 0,4 (2–3)	2,2 \pm 0,4 (2–3)	2,0 \pm 0,0	-
Muut liikkuvuus- ja tasapainotestit				
Selän sivutaivutus, cm	27,1 \pm 3,7 (22,5–32)	28,6 \pm 3,2 (25–32)	23,3 \pm 1,1 (23–24)	22,8 \pm 3,2 (16–27)
Eteen kurotus istuen, cm	41,0 \pm 9,4 (25–48)	42,8 \pm 7,2 (30–47)	36,5 \pm 16,3 (25–48)	34,6 \pm 11,7 (21–60)
NHS-liikkuvuus, 0–10	4,4 \pm 2,9 (1–10)	3 \pm 1,4 (1–4)	8 \pm 2,8 (6–10)	8 \pm 2,5 (2–10)
Dynaaminen tasapaino, s + virheet	11,8 \pm 3,3 (8,2–16)	11,8 \pm 3,2 (8,2–16)	11,9 \pm 5,1 (8,3–15,5)	9,7 \pm 2,5 (6,2–14,2)
Kuormittuminen työtehtävissä, HRR% keskiarvo				
Ujinti aallokossa	71,1 \pm 23,1 (21–91)	67,2 \pm 26,9 (21–91)	81,0 \pm 5,7 (77–85)	65,8 \pm 12,0 (41–84)
Pelastuslautalle nousu	74,0 \pm 11,6 (55–87)	76,0 \pm 14,5 (55–87)	70,0 \pm 0,0 (70–70)	58,5 \pm 13,3 (39–82)
Pelastuslautan kääntäminen	66,0 \pm 11,3 (55–81)	69,0 \pm 12,5 (55–81)	60,0 \pm 7,1 (55–65)	56,6 \pm 13,2 (36–75)
Narutikkaiden kiipeäminen	63,0 \pm 9,2 (51–74)	64,6 \pm 10,6 (51–74)	59,0 \pm 4,2 (56–62)	51,1 \pm 13,1 (32–68)

5.3 SeaFit II: Pelastamistehtävien kuormittavuus merionnettomuusharjoituksessa

5.3.1 Koehenkilöiden kunto-ominaisuudet ja kehonkoostumus

Merikapteeniksi valmistumassa olevien opiskelijoiden maksimaalinen hapenottokyky oli keskimäärin 43 ml/kg/min (vaihteluväli 36–47 ml/kg/min), vastaten 11,7 MET-yksikköä (vaihteluväli 10–13 MET). Keskimääräinen BMI oli opiskelijoilla 25,5 kg/m² (vaihteluväli 20–32 kg/m²), vyötärön ympärysmitta oli 85,5 cm (76–99 cm) ja rasvaprosentti 15,6 (vaihteluväli 10,8–26,4 %). (Taulukko 20.)

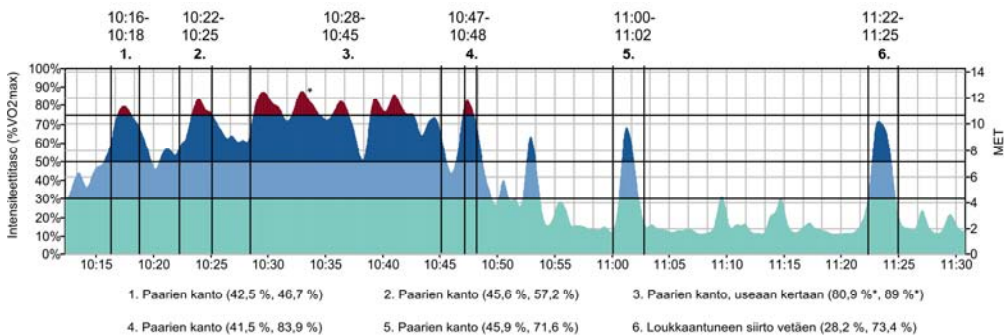
Taulukko 20. Pelastamistehtävien kuormitusmittauksiin osallistuneiden merikapteeniopiskelijoiden (n=6) mitatut kunto-ominaisuudet sekä kehonkoostumus.

	ka	s.d.	min	max
Kehonkoostumus				
BMI, kg/m ²	25,5	4,2	19,9	31,8
vyötärön ympärysmitta, cm	85,5	8,8	76,0	99,0
rasvaprosentti, %	16,7	5,7	10,8	26,4
Aerobinen kunto				
VO ₂ maksimi, l/min	3,5	0,4	2,8	3,9
VO ₂ maksimi, ml/kg/min	42,6	4,4	36,4	47,2
MET	11,7	1,5	10,0	13,0
Lihaskunto, liikkuvuus ja tasapaino				
penkkipunnerrus, krt/60 s	32	16,3	3	53
makuulta istumaan, krt/60 s	41	5,7	32	48
jalkakyyky, krt/60 s	23	5,0	16	30
käsinkohonta, krt (ilman aikarajoitusta)	10	6,1	2	17
käden puristusvoima, N	535,3	44,5	484,7	597,7
eteen kurotus istuen, cm	28,6	11,4	7	40
selän sivutaivutus, cm	23,6	1,8	20,3	25,3
dynaaminen tasapaino	9,2	0,8	8,4	10,6
hartiaseudun liikkuvuus	7,3	3,3	2	10

MIRG-ryhmäläisten maksimaalinen hapenottokyky oli keskimäärin 3,5 l/min (vaihteluväli 3–5 l/min), 41 ml/kg/min (vaihteluväli 36–46 ml/kg/min) ja 11,5 MET-yksikköä (vaihteluväli 10–13 MET). MIRG-ryhmäläisillä painoindeksi oli keskimäärin 27,0 kg/m² (vaihteluväli 24–31 kg/m²).

5.3.2 Pelastamistehtävien kuormittavuus onnettomuusharjoituksessa

Opiskelijoiden ja MIRG ryhmän tehtävät erosivat toisistaan (tarkempi kuvaus luvussa 4.2.2). Onnettomuusalueen miehistönä toimineiden opiskelijoiden keskimääräinen energettinen kuormittuminen oli 5,3 MET (19 ml/kg/min). Kuitenkin hetkittäinen hapenkulutus oli jopa 38–49 ml/kg/min. Tämä tarkoittaa, että 67 % opiskelijoista ylitti kuntotestissä mitatun maksimaalisen hapenottokyvyn tason. Huippukuormitustilanteissa myös sykintätaajuustasot (keskimäärin 190 krt/min) olivat lähellä iän mukaan arvioitua maksimaalista tasoa (keskimäärin 98 % maksimisykkeestä). Keskimääräinen sykintätaajuus koko tehtävän ajalta oli 128 krt/min (55 % sykereservistä). Pelastustehtävien aiheuttama kuormitus-huippu oli 12,4 MET (vaihteluväli 10,7 – 13,9), joka oli pelastettavan kantaminen paareilla (Kuva 16).



Kuva 16. Esimerkki pelastautumisharjoituksen aikaisesta kuormituksesta.

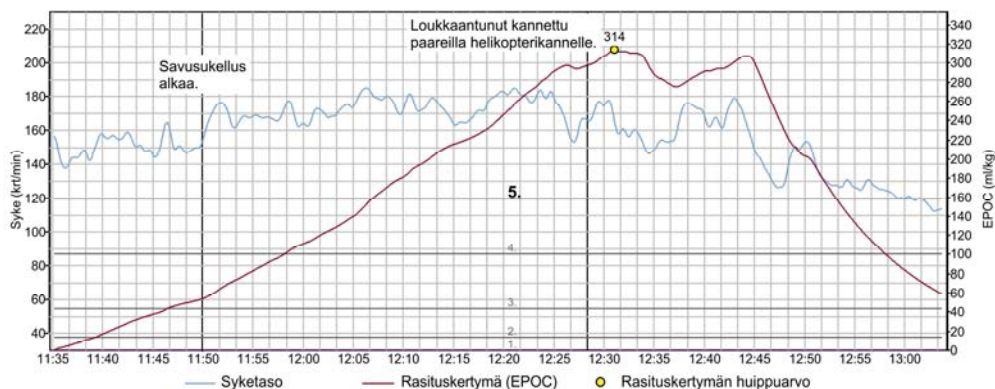
Opiskelijoiden fyysinen kuormitus EPOC-tasolla arvioituna oli keskimäärin kohtalaisen raskasta ja ajoittain raskasta (Taulukko 21). Miehistön roolissa toimineiden opiskelijoiden oma arvio koetusta kuormittuneisuudesta tehtävän lopussa oli keskimäärin 18 (vaihdellen välillä 17–19 Borgin asteikolla).

Taulukko 21. Pelastustehtävien kuormittavuus miehistön roolissa toimineilla opiskelijoilla.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energieettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	18,8	1,8	18,0	17,0	22,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	43,7	4,3	43,5	38,0	49,0
MET keskiarvo	5,3	0,5	5,0	5,0	6,0
MET kuormitushuippu	12,4	1,3	12,5	10,7	13,9
MET keskiarvo (%)	45,7	3,7	46,0	39,0	50,0
MET kuormitushuippu (%)	101,7	6,7	103,5	93,0	109,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	128	8,6	129	114	137
HR mitattu maksimi	195	7,2	193	188	204
HR maksimi ¹	190	3,3	191	184	193
HR (%)	98	1,4	98	96	99
HRR% keskiarvo	55	5,7	55	48	63
EPOC huippu ml/kg	71,8	20,7	73,0	49,0	107,0
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	18,0	0,8	18,3	17,0	19,0

¹ arvioitu HR maksimi: $208 - (0.7 \times \text{ikä})$; Tanaka, Monahan & Seals 2001.

MIRG-ryhmäläisillä energieettinen kuormittuminen oli keskimäärin 5,5 MET (20 ml/kg/min). Myös heillä oli hetkittäisiä huippukuormitustilanteita (28–42 ml/kg/min). Huippukuormitustilanteissa sykintätaajuudet olivat hetkittäin korkealla (ka 176 krt/min, 97 % maksimaalisesta tasosta). Sykintätaajuus koko tehtävän aikana oli keskimäärin 134 krt/min (65 %). Hyvin koulutetun ja hyväkuntoisen MIRG-ryhmän vaativat pelastamistehtävät olivat erittäin raskaita EPOC-tulosten perusteella (Kuva 17). MIRG-ryhmäläisten oma arvio koetusta kuormittuneisuudesta oli tehtävän lopussa Borgin asteikolla keskimäärin 16 (15–17) (Taulukko 22).


Kuva 17. Esimerkki MIRG-ryhmäläisen rasisuskertymän (EPOC, ml/kg) kehitymisestä onnettomuusharjoituksen aikana.

Taulukko 22. Pelastustehtävien kuormittavuus MIRG-ryhmällä.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energieettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	19,8	5,7	18,0	15,0	28,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	32,5	6,5	30,0	28,0	42,0
MET keskiarvo	5,5	1,7	5,0	4,0	8,0
MET keskiarvo (%)	46,8	17,3	45,0	28,0	69,0
MET kuormitushuippu (%)	76,3	19,4	73,5	56,0	102,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	134	17,1	130	118	158
HR mitattu maksimi	166	12,7	168	149	179
HR maksimi ¹	176	3,3	175	173	180
HR (%)	97	4,0	96	94	103
HRR% keskiarvo	65	10,2	62	55	79
EPOC huippu ml/kg	136,3	121,7	93,0	45,0	314,0
Koettu kuormittuneisuus					
Borg	15,8	1,0	15,5	15,0	17,0

¹ arvioitu HR maksimi: $208 - (0.7 \times \text{ikä})$; Tanaka, Monahan & Seals 2001.

5.4 SeaFit III: Savusukellusharjoitusten kuormittavuus

Mittauksiin osallistuneiden merikapteeniopiskelijoiden painoindeksi oli keskimäärin 26 kg/m² (vaihteluväli 21–31 kg/m²) ja liikunta-aktiivisuusluokka 4,5 (Taulukko 23). Liikunta-aktiivisuusluokka 4,5 vastaa sitä, että harrastaa raskasta ruumiillista toimintaa 30–60 minuuttia viikossa, vaihdellen luokasta 1 (ei harrasta säännöllisesti aktiivista liikuntaa) luokkaan 10 (kansainvälisen tason kestävyysurheilija, yli 15 tuntia/viikossa liikuntaa) (Firstbeat 2014).

Taulukko 23. Savusukellusharjoituksiin osallistuneiden opiskelijoiden kehonkoostumus ja liikunta-aktiivisuus (n=14).

	ka	s.d.	min	max
pituus, cm	179,0	13,1	170,0	192,0
paino, kg	84,1	13,1	67,0	105,4
BMI, kg/m ²	26,0	3,4	20,8	30,7
aktiivisuusluokka, 1–10	4,5	2,6	1	8

Taulukoissa 24–27 on esitetty opiskelijoiden mitattu ja koettu kuormittuneisuus osatehtävittäin. Reittisukelluksen aikainen energieettinen kuormittuminen vaihteli välillä 3–11 MET-yksikköä. Reittisukelluksen kuormittavin vaihe (ka 8 MET) oli liikkuminen paloalueella ryömien tai kontaten. Reittisukelluksen rasittuneisuustuntemukset vaihtelivat Borgin asteikolla välillä 7–15 (ka 11). (Taulukot 24 ja 25.)

Taulukko 24. Reittisukelluksen fyysinen kuormittavuus: liikkuminen kontissa.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energieettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	24,6	6,5	24,0	12,0	35,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	34,0	5,1	33,0	25,0	42,0
MET keskiarvo	7,0	1,9	6,5	3,0	10,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	136	13,0	137	107	158
HRR% keskiarvo	59	9,3	60	39	74

Taulukko 25. Reittisukelluksen fyysinen kuormittavuus: liikkuminen paloalueella.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energieettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	29,5	6,0	29,5	18,0	39,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	33,6	4,9	33,0	26,0	42,0
MET keskiarvo	8,3	1,7	8,0	5,0	11,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	145	13,5	147	123	169
HRR% keskiarvo	65	9,5	67	49	81

Pelastussukelluksen aikaisen sammutushyökkäyksen energieettinen kuormittuminen oli keskimäärin 9 MET-yksikköä (Taulukko 26). Pelastussukelluksen korkein kuormitustaso 10 MET:ä (ka 40 ml/kg/min; vaihteluväli 27–49 ml/kg/min) mitattiin koehenkilöiden kanssa uhria savusukellusvarustuksessa (Taulukko 27). Sykkeen perusteella uhrin kanssa toimittiin 79 %:n tasolla (vaihteluväli 52–90 %) suhteessa sykereserviin. Kuormittuneisuuden tasossa oli yksilöllistä vaihtelua, koska kuormittuminen oli jo pelastussukelluksen alussa jollain jopa 74 % sykereservistä ja 10 MET:n tasolla. Pelastussukelluksen rasittuneisuustuntemukset vaihtelivat Borgin asteikolla 9–15 välillä (ka 13).

Taulukko 26. Pelastussukelluksen fyysinen kuormittavuus: sammutushyökkäys.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energieettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	31,9	7,8	32,5	13,0	41,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	39,6	6,6	38,5	27,0	49,0
MET keskiarvo	9,1	2,2	9,0	4,0	12,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	154	15,6	155	110	181
HRR% keskiarvo	71	11,0	72	41	82

Taulukko 27. Pelastussukelluksen fyysinen kuormittavuus: uhrin kanto.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	36,1	6,7	35,5	20,0	43,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	39,8	6,8	38,5	27,0	49,0
MET keskiarvo	10,3	1,8	10,0	6,0	12,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	167	14,4	169	126	181
HRR% keskiarvo	79	10,0	82	52	90

Keskimäärin tarkasteltuna miltei lepotasoon (3,8 MET) päästiin 25 minuutin palautumisen jälkeen (Taulukko 28). Palautumisessakin oli kuitenkin yksilöllisiä eroja vaihdellen 2–7 MET-yksikön välillä. Palautumisen lopussa mitattu sykintätaajuus vaihteli välillä 80–139 krt/min (ka 104 krt/min). Kolme minuuttia harjoituksen päätyttyä hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus oli 7,3 MET, vaihdellen 4–9 MET-yksikön välillä (Taulukko 29). Keskimääräinen sykintätaajuus oli 137 krt/min (vaihdellen 110–158 krt/min).

Taulukko 28. Tehtävästä palautuminen: pelastussukellus, 25 minuuttia.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	12,8	5,6	13,0	5,0	24,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	17,3	6,0	17,5	7,0	26,0
MET keskiarvo	3,8	1,6	4,0	2,0	7,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	104	15,7	103	80	139
HRR% keskiarvo	37	10,9	37	20	61

Taulukko 29. Tehtävästä palautuminen: pelastussukellus, 3 minuuttia.

	ka	s.d.	Md	min	max
Arvioitu energeettinen kuormitus					
VO ₂ keskiarvo, ml/kg/min	26,0	6,2	28,0	12,0	33,0
VO ₂ kuormitushuippu, ml/kg/min	32,0	6,3	33,0	19,0	39,0
MET keskiarvo	7,3	1,5	8,0	4,0	9,0
Mitattu verenkierron kuormitus					
HR keskiarvo	137	14,5	138	110	158
HRR% keskiarvo	60	10,7	61	40	74

5.5 Kunto-ominaisuuksien, kehon koostumuksen ja elintapojen yhteydet tehtävissä kuormittumiseen, koettuun terveyteen ja työkykyyn: SeaFit I, SeaFit II ja SeaFit III

Kunto-ominaisuuksien, kehon koostumuksen ja elintapojen yhteyksiä tarkasteltiin tehtävissä kuormittumiseen kaikkien osatutkimusten koehenkilöt yhdistettynä samaan analyysiin. Tulosuuttujana oli tehtävän aikainen kuormittuminen sykintätaajuutena (HR) mitattuna ja suhteutettuna kunkin koehenkilön sykereserviin (HRR%). Em. tekijöiden yhteyksiä tarkasteltiin myös yhdeksään koettua terveyttä ja työkykyä kuvaavaan kyselyvastaukseen. Kaikki analyysit tehtiin ikävakioituina.

Tulokset on esitetty Taulukossa 30. Merkitsevä yhteys havaittiin kehonkoostumuksella: mitä pienempi kehon rasvaosuus, sitä vähäisempi tehtävän aikainen kuormittuminen ($r=0,527$, $p=0,005$). Myös hyvät istumaan nousutestin ($r=-0,413$, $p=0,32$), käden puristusvoimatestin ($r=-0,480$, $p=0,020$) sekä dynaamisen tasapainotestin ($r=0,622$, $p=0,002$) tulokset olivat yhteydessä alhaisempaan kuormittuneisuuteen.

Kunto-ominaisuuksien yhteydet terveys- ja työkykymuuttujiin:

- Painokiloihin suhteutettu hyvä maksimaalinen hapenottokyky korreloi vahvasti useaan hyvää terveyttä että työkykyä kuvaavaan muuttajaan: omaan arvioon hyvästä terveydentilasta verrattuna muihin saman ikäisiin, arvioon hyvästä työkyvystä (asteikolla 0–10), arvioihin hyvästä työkyvystään hengitys- ja verenkiertoelimistön ja tasapainon kannalta sekä arvioon siitä, että pystyy työskentelemään eläkeikänsä saakka. Samoihin muuttujiin olivat yhteydessä myös kolme kehonkoostumusta kuvaavaa tekijää (alhainen BMI, pieni vyötärön ympärysmitta ja rasvaosuus).
- Lihaskuntotesteistä hyvä tulos käsinkohonnassa oli yhteydessä lähes kaikkiin hyvää terveyttä ja työkykyä kuvaaviin vastaajan omiin arvioihin.
- Hyvä istumaan nousutestin tulos oli merkittävästi yhteydessä arvioon hyvästä terveydentilasta ja työkyvystään tasapainon suhteen ja miltei merkitsevästi hyvään arvioon työkyvystään työn fyysisen vaatimusten suhteen ja arviosta pystyä työskentelemään eläkeikänsä saakka.
- Hyvä dynaamisen tasapainotestin tulos oli merkitsevästi yhteydessä hyvään työkykyyn työn tasapainovaatimusten kannalta ja lähes merkitsevästi arvioon hyvästä terveydentilasta.



Taulukko 30. Kunto-ominaisuuksien, kehon koostumuksen ja elintapojen yhteyksiä tehtävissä kuormittumiseen (osittaiskorrelaatiotkerroimet (r) ja p-arvot).

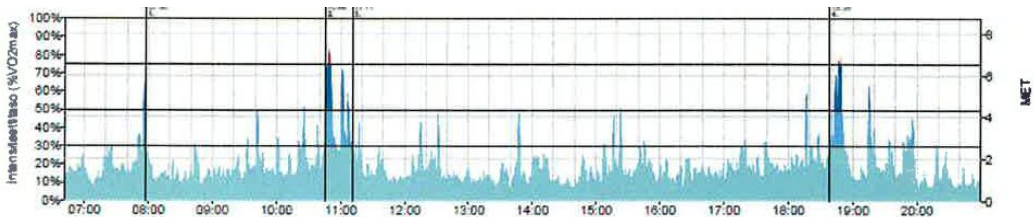
	Sykekeski (HRP%)		Iisänvöitu tenveidenlilla		Iisänvöitu työkyky		Iisänvöitu työ-kyky suhteessa työn fyysiseen kuormittavuuteen		Iisänvöitu työ-kyky suhteessa työn psyykkiseen kuormittavuuteen		hengitys- ja verenkiertäjä Iisänvöitu suoritus-kyky		Iisänvöitu tasapaino		Iisänvöitu lihaskvoima		usko selviävyyttä eläkelään asti		palaautuminen		
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r
mitattu VO2 maksimi, l/min	-,321	,136	,405	,187	,176	,435	-,042	,851	-,124	,582	,107	,635	,016	,942	,066	,770	,025	,915	-,219	,328	
mitattu VO2 maksimi, ml/kg/min	-,332	,122	,574**	,005	,563**	,006	,293	,185	,138	,541	,618**	,002	,657**	,001	,119	,598	-,578**	,006	,059	,793	
BMI	-,031	,852	-,421*	,029	-,527**	,005	-,122	,544	-,363	,063	-,454*	,017	-,551**	,003	,027	,895	,256	,207	-,238	,231	
vyötärön ympäryys	,174	,427	-,435*	,043	-,407	,060	-,221	,323	-,254	,254	-,534*	,011	-,643**	,001	,001	,997	,512*	,018	-,252	,259	
kehon rasvasuus	,527**	,005	-,544**	,003	-,493**	,009	-,239	,230	-,285	,150	-,349	,074	-,448*	,019	-,152	,450	,370	,063	-,144	,475	
lihassmassa	,243	,264	-,076	,707	-,036	,860	-,205	,306	-,244	,220	,114	,571	-,308	,119	,022	,913	,387	,051	,013	,948	
penkkipunnitus	,002	,994	,270	,224	,243	,275	,215	,225	,313	,162	,471	-,019	,932	,524*	,012	,108	,643	-,168	,465		
istuaamisuus	-,413*	,032	,516**	,006	,323	,100	,345	,078	,252	,206	,229	,251	,452*	,018	,279	,158	-,354	,076	-,010	,962	
kasinkohonta	-,213	,328	,628**	,002	,596**	,003	,581**	,005	,107	,637	,641**	,001	,588**	,003	,477*	,025	-,480*	,028	,287	,195	
jalkakyyky	-,067	,761	,218	,331	-,044	,845	,177	,431	-,173	,442	,091	,687	,001	,996	,562**	,007	,194	,401	-,024	,917	
käden puristusvoima	-,480*	,020	,184	,358	-,021	,915	-,082	,686	-,225	,258	-,180	,369	,097	,631	-,039	,846	-,130	,527	-,347	,076	
dynaaminen tasapaino	,622**	,002	-,372	,056	-,236	,236	-,190	,344	-,293	,138	-,263	,185	-,452*	,018	-,299	,130	,213	,296	,035	,863	
hartiasuuden liikkuvuus	-,126	,568	-,159	,427	-,215	,282	-,326	,097	-,216	,280	-,064	,751	-,116	,564	-,307	,119	,125	,542	-,456*	,017	
selän sivutaitutus	,239	,272	,078	,700	,131	,516	-,025	,901	-,075	,710	,402*	,038	,125	,536	,025	,901	,119	,563	-,077	,704	
eteen kurotus istuen	,069	,753	,346	,077	,259	,192	,367	,059	-,119	,556	,366	,060	,273	,169	,378	,052	-,132	,521	-,038	,852	
tupakointi	-,054	,742	-,064	,750	,000	1,000	-,125	,535	-,248	,213	-,243	,223	-,150	,455	-,110	,585	,025	,905	-,083	,680	
Audit C	,021	,898	-,208	,297	-,321	,103	-,009	,964	-,104	,605	-,356	,069	-,577**	,002	,072	,720	,057	,782	-,066	,742	
fyysinen aktiivisuus laivalla	-,090	,682	,280	,157	,254	,201	,304	,123	,282	,154	,276	,163	,138	,492	,419*	,030	-,221	,277	-,020	,922	
fyysinen aktiivisuus vapaalla	-,148	,361	,300	,128	,381	,050	,375	,054	,203	,310	,258	,194	,147	,464	,459*	,016	-,138	,501	-,089	,659	

Elintavoista:

- Vähäinen alhoinkäyttö oli yhteydessä parempaan arvioon työkyvystään tasapainon kannalta.
- Liikunnan harrastaminen laivalla ja vapaa-aikana olivat yhteydessä parempaan työkykyarvioon lihasvoiman kannalta.
- Liikunnan harrastaminen vapaa-aikana oli yhteydessä hyvään arvioon työkyvystään yleensä.

5.6 Tapausesimerkki: kuormittavuusmittaus aluksen pelastautumistunnelin kiipeämisestä

Sykevälvaihtelumittauksen mukaan putkikiipeily aiheutti 6–7 MET kuormittumista, pientä vaihtelua ilmeisesti nousunopeudesta johtuen (Kuva 8). Kiipeämisen lisänä ympäristön kuumuus (35–40 °C) teki oman lisänsä tehtävän kuormittavuuteen. Mittauspäivän aikana tapahtunut muu aluksilla liikkuminen rappuja kävellen aiheutti noin 4–4,5 MET:n kuormittumista.



Kuva 8. Sykevälvaihteluun perustuvalla mittauksella selvitettiin päivän aikaista kuormittumista eri työtehtävissä. Pelastautumisputkissa kiipeilyn aiheuttama kuormitus näkyy kuormituspiikkeinä päivän sykevälvaihtelun mittauskäyrissä.

5.7 Merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointikäytännöt

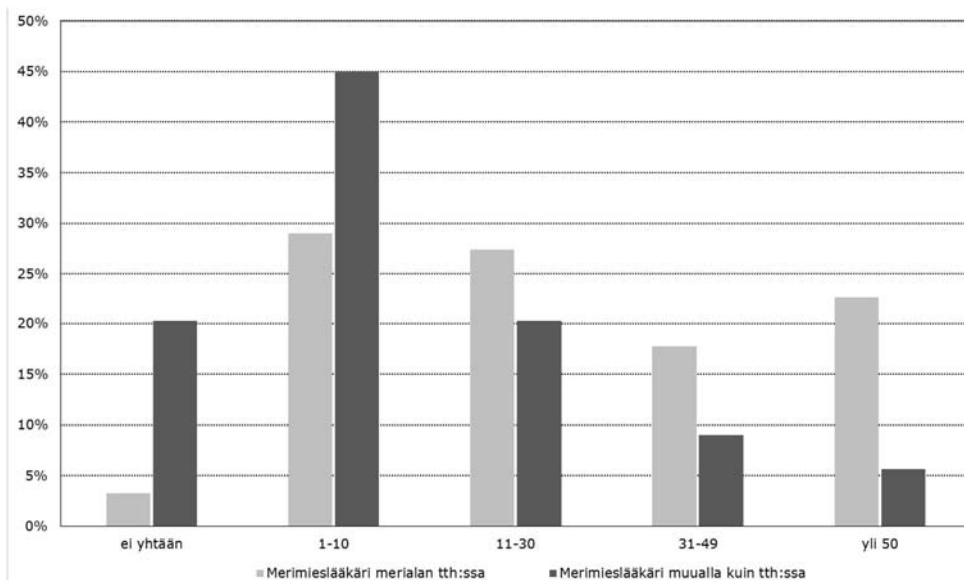
Merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntöjä koskevaan kyselyyn vastasi 151 merimieslääkärää (vastausprosentti 47). Vastaajista miehiä oli 65 % ja naisia 35 %. Pitkään, yli 10 vuotta merimieslääkärinä toimineita oli lähes 60 % vastanneista ja uusia,

alle vuoden toimineita noin 5 %. Kaksi kolmasosa merimieslääkäreistä oli suorittanut erikoislääkäritutkinnon, yleisimmät erikoistumisalat olivat työterveyshuolto ja/tai yleislääketiede. Merimieslääkäreistä 41 % toimi myös merenkulkualan työterveyslääkäreinä.

Merimieslääkäreiden tekemien laivaväen lääkärintarkastusten määrä vuonna 2012 vaihteli nollassa (13 %) yli sataan (7 %). Merimieslääkärit, jotka toimivat merenkulkualan työterveyslääkäreinä tekivät enemmän tarkastuksia kuin muut merimieslääkärit (Kuva 9).

Reilu neljäosa kaikista vastanneista merimieslääkäreistä oli laivaväen lääkärintarkastuksen yhteydessä tai siihen liittyen käyttänyt fyysisen toimintakyvyn testauksia. Avovastausten perusteella yleisimmin oli käytetty polkupyöräergometri- ja lihaskuntotestejä. Työterveyshuollossa toimivista merimieslääkäreistä osa käytti arvioinnissa apuna tyofysioterapeuttia.

Kysymykseen "Kuinka usein testataan?" vastasi kahdeksan henkilöä. Heistä kolme mainitsi työnantajan kanssa sovitun toimintavoista, muilla testien käyttö oli tarveharkintaista. Karshintapisteitä tai läpäisyrajoja ei juurikaan ollut käytössä, mutta tarvittaessa merenkulkija oli ohjattu ottamaan yhteyttä omaan työterveyshuoltoon, pyydetty seurantakäynnille tai hänelle oli annettu ohjausta kunnon kohottamiseen ja ehdotettu uutta testiä tehtäväksi muuttaman kuukauden kuluttua.



Kuva 9. Laivaväen lääkärintarkastusten lukumäärät vuonna 2012. Prosenttiosuudet (%) merialan työterveyshuollossa toimivien ja muualla toimivien merimieslääkärien tekemistä tarkastuksista.

Merenkulkijan poikkeustilannetehtävän (esim. savusukellus), osana lääkärintarkastusta oli huomioinut lähes 60 % merimieslääkäreistä, työterveyshuollossa toimivat merimieslääkärit muita useammin (Taulukko 31). Joka kymmenes vastaaja koki, ettei tuntenut poikkeustilannetehtäviä riittävästi pystyäkseen arvioimaan niistä suoriutumista.

Taulukko 31. Merenkulkijan poikkeustilannetehtävien huomiointi sekä poikkeustilannetehtävistä suoriutumista ja fyysistä toimintakykyä arvioivien testien käyttö työterveyshuollossa ja muualla toimivilla merimieslääkäreillä osana laivaväen lääkärintarkastusta. Prosenttiosuudet (%) aina/useimmiten ja kyllä -vastanneista.

	Poikkeustilannetehtävän huomiointi	Poikkeustilannetehtävistä suoriutumisen testaus	Fyysisen toimintakyvyn testaus
	<i>aina/useimmiten</i>	<i>kyllä</i>	<i>kyllä</i>
Merimieslääkäri työterveyshuollossa	68 %	28 %	40 %
Merimieslääkäri	52 %	10 %	16 %

Varsinaisia poikkeustilannetehtävistä suoriutumista arvioivia testejä oli käyttänyt alle viidennes vastanneista. Ainakin osittain nämä liittyivät laivaväenlääkärintarkastuksiin, joita oli tehty palo- ja pelastusalan henkilöille, jotka toimivat pelastuslaitosten veneiden kuljettajina ja joille tehdään palomiesten toimeen sisältyvät kuntotestaukset. Poikkeustilannetehtävistä (esim. savusukellus) suoriutumista arvioivia testejä tai menetelmiä kuvasi tarkemmin 29 vastaajaa. Käytettyjä arviointimenetelmiä olivat lähinnä palo- ja pelastusalalle suunnatut kunto- ja lihaskuntotestaukset sekä polkupyöräergometria. Karsintapisteitä tai läpäisyrajoja ei varsinaisesti ollut asetettu, mutta testejä läpäisemättömille annettiin ohjausta fyysisen kunnon kohottamiseen ja testit tehtiin uudelleen muutaman kuukauden kuluttua. Myös päällikön kanssa oli käyty neuvotteluja poikkeustilannetehtävistä, mikäli merenkulkija ei läpäissyt testejä. Merenkulkijan fyysistä toimintakykyä sekä poikkeustilannetehtävistä suoriutumista arvioivien testien käyttö oli yleisempää merenkulkualan työterveyshuollossa toimivilla merimieslääkäreillä.

6 POHDINTA

6.1 Aineiston ja menetelmien tarkastelu

Tutkimus on harvinaislaatuinen, koska siinä on tarkoilla ja monipuolisilla mittaus- ja arviointimenetelmillä mitattu sekä merenkulkijan fyysisistä toimintakykyä että työssä kuormittumista sekä arvioitu näitä yhdessä. Tämän tutkimuksen etuna voidaan pitää sitä että mitatut työtehtävät ovat monipuolisia ja edustavia. Koeasetelmassa on ollut mukana myös koehenkilöiden koettuja kuormittuneisuustuntemuksia sekä käsityksiä omasta terveydestään ja työkyvystä. Kokonaisuudessaan tutkimus antaa laaja-alaisen kuvan merenkulkijoiden poikkeustilanteiden edellyttämän fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntöjen nykytilasta, koska mukana oli myös näitä selvittävä kyselytutkimus merimieslääkäreille ja merenkulun sidosryhmille.

Tässä tutkimuksessa osallistuneiden henkilöiden määrä oli pieni johtuen käytettyjen tarkkojen mittausmenetelmien aiheuttamasta rajoituksesta ja osallistumisen vapaaehtoisuudesta. Yhteyksien tarkastelu on tehty poikkileikkaustilanteessa, yhteydet voivat muuttua, jos tarkastelussa olisi seuranta-aika.

Työterveyshuollon ja Kuntotestaustauksen hyvien käytäntöjen mukaisesti käytettyjen menetelmien testien toistettavuutta ja pätevyyttä on tutkittu ja niille on olemassa viite- ja vertailuaineistoja (ks. esim. THL 2014). Tässä tutkimuksessa aloitettiin merenkulun kriittisten tehtävien määrän ja sisällön selvittäminen kansainvälisten turvallisuusalojen fyysisen toimintakyvyn arvioinnin kehittämissuosituksen mukaisesti (ks. Jamnik ym. 2013; Tipton ym. 2013). Jatkoimenpiteet suositusten mukaan ovat:

- määritellä parhaat menetelmät, joilla tehtäviä arvioidaan
- päättää yksimielisesti hyväksyttävissä oleva toimintakyvyn minimitaso, jolla tehtävä voidaan suorittaa
- kerätä fysiologisia mittaustuloksia ja tarkastella niitä tilastollisesti
- määritellä kohtuullinen suhteellisen toimintakyvyn tason (esim. suhteessa maksimaaliseen tasoon) jonka voidaan olettaa vaadittavan tehtävästä suoriutumiseen
- minimirajojen päättäminen: valita simulaatiotestit ja/tai ennustavat testit
- päättää kuinka toimia väärin positiivisten ja negatiivisten tulosten kanssa.

Menetelmille tässä tutkimuksessa on jo annettu alustavia suosituksia, mutta ehdottomia raja-arvoja ei tämän perusteella kuitenkaan vielä voida antaa. Tässä vaiheessa on tärkeää käydä eri toimijoiden välistä keskustelua huomioiden työterveyshuolto-, työturvallisuus-, yksityisyyden suoja- ja muut alakohtaiset lait. Kaiken toiminnan perustana tulee olla motivointi ja yksilöllisten sekä yhteisöllisten voimavarojen tukeminen merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn säilyttämiseksi ja edistämiseksi.

6.2 Työ, terveys ja elintavat

Tässä tutkimuksessa kyselyllä kerätyn tiedon tavoitteena oli täydentää tehtyjä fyysisen toimintakyvyn arviointeja ja fyysisen toimintakyvyn mittauksia. Siten kyselytuloksien yleistämistä koko toimialaa kuvaavana ei tule tehdä aineiston koon vuoksi, mutta tutkimusjoukon elintapoja sekä koettuja terveyttä ja työkykyä on mahdollista tarkastella suhteessa väestötasoon (25–74-vuotiaisiin) ja työikäisiin.

Tutkimusjoukon elintavoista tupakoivien osuus tässä tutkimuksessa oli samalla tasolla kuin suomalaisella aikuisväestöllä keskimäärin (Helldán ym. 2013). Audit C:n perusteella alkoholin riskikäyttöön viittaavien osuus hieman työikäisiä korkeampi (Laitinen ym. 2013). Terveysliikuntasuosituksen mukaan vapaa-ajalla liikkuvia oli hieman enemmän kuin työikäisissä keskimäärin (Husu ym. 2011). Myös koehenkilöiden painoindeksi ja rasvaprosentti mukaillee väestötasoa. Finriski-tutkimuksen mukaan suomalaisista miehistä 34 prosentilla painoindeksi on alle 25 kg/m², 45 prosentilla 25–29 kg/m² ja joka viidennellä yli 30 kg/m². Suomalaisista naisista puolestaan 42 prosentilla painoindeksi on alle 25 kg/m², kolmasosalla 25–29 kg/m² ja joka viidennellä yli 30 kg/m². Suomalaisten miesten rasvaprosentti on keskimäärin 23,3 ja naisten keskimäärin 33,5. (Borodulin ym. 2013.) Unettomuusoireita esiintyi vajaalla kolmasosalla ja se vastaa arvioita aikuisväestön unettomuusoreista (Partinen & Hublin 2011).

Koettu terveydentila ja usko työssä jaksamiseen terveyden puolesta eläkeikään asti olivat työikäisiä myönteisemmin arvioitu (Perkiö-Mäkelä 2013.) kuten myös koettu työkyky ja työkykyarvio asteikolla 0–10 (ibid.; Lyly-Yrjänäinen 2014). Työkykyarviot olivat myös muihin merenkulkijoihin verrattuna myönteisemmät (Haavisto ym. 2014). Keskimääräistä myönteisempiin arvioihin keskeisesti vaikuttaa tutkimusjoukon ikä (keskiarvo alle 30 vuotta) ja vapaaehtoisuus tutkimukseen osallistumiseksi.

Merenkulun erityispiirteistä johtuen merenkulun työkokemusta omaavilta koehenkilöiltä selvitettiin liikunta-aktiivisuutta laivatyöjakson aikana sekä näkemyksiä työkykyä ylläpitävästä liikunnasta. Hieman yllättäen, terveystieteiden suositukset laivatyöjaksolla täyttyivät heillä useammin kuin vapaalla. Liikunnan harrastamismahdollisuudet työjakson aikana koettiin tärkeänä ja niiden mahdollistamista toivottiin esimerkiksi työaikasunnittelulla, työn kuormituksen säätelyllä ja riittävällä miehistön koolla. Lisäksi liikkumista tukevina ja siihen motivoivina tekijöinä pidettiin työyhteisön kannustavaa ilmapiiriä sekä sopivan monipuolisia liikuntavälineitä, -tiloja ja -ohjeita. Kaikkiaan koettiin, että merenkulkijoiden fyysisen kunnon kohottamiseen on tarvetta. Liikkumista edistävät ja ehkäisevät tekijät sekä fyysisen kunnon kohottamisen ja ylläpitämisen merkitys on hyvin samansuuntainen Halosen ja Hämmäläisen (2014) tutkielman tuloksien kanssa.

6.3 Savusukellusharjoittelu

Paineilmalaitteilla tehtäviä savusukellusharjoituksia laivan savusukellusvelvoitteiset tekivät verrattain harvoin: harjoituksia oli 1–5 kertaa vuodessa noin 40 %:lla ja harvemmin kuin kerran vuodessa joka viidennellä vastaajalla. Riittävä käytännön harjoittelu auttaa rutiinien muodostumisen lisäksi taloudellisempaan toimintatapaan ja vähentämään savusukelluksen

fyysistä kuormittavuutta. Oikea hengitystekniikka ja tottuminen savusukellusvarustukseen parantavat savusukeltajan suorituskykyä (Danielsson 1998).

Merivoimien ohjeistuksissa Harjoittelun katsotaan olevan riittävä, kun se toteutetaan vuosittain sisältäen 1 kuuma savusukellusharjoitus sekä 2 kylmää paineilmalaitteen käytönharjoittelua, jotka pitävät sisällään paineilmalaitteen käyttöä sammutusta ja etsintää. Toinen kylmistä harjoituksista voi olla savusukeltajan testiradan suorittaminen.

Pelastusallalla Pelastussukellusohjeen (SM 2007) mukaisesti pelastussukellus- ja pintapelastustaitoa pidetään yllä harjoittelulla. Savusukellustaitoa pidetään yllä vähintään kolmella vuosittaisella harjoituksella, joista yhden on tarpeen olla ns. kuuma savusukellusharjoitus. Savusukellusharjoituksissa keskitytään savusukellustekniikkaan, liikkumiseen, etsintään, pelastamiseen, pelastautumiseen, sammutushyökkäykseen ja tiedusteluun sekä savusukellusvalvontaan. Lisäksi tavoitteena on, että savusukeltaja oppii tuntemaan lämpökuormituksen vaikutuksia elimistöön. (Ibid.)

6.4 Kunto-ominaisuudet

Meriturvan pelastautumistehtävien mittauksiin osallistuneista miehistä 77 % saavutti pelastussukellusohjeen (2007) mukaisen maksimaalisen hapenottokyvyn raja-arvon. Lihashkuntotestien raja-arvot saavutti 88 % testatuista. Raja-arvon alapuolelle miehiä jäi kaikissa neljässä lihaskuntotestissä. Istumaan nousutestissä väestöviitearvoihin verrattuna tutkitut merenkulkijamiehet sijoituivat kiitettävään kuntoluokkaan (Pihlainen ym. 2011). Väestöviitearvoihin verrattuna he sijoituivat hapenottokyvyltään ikäryhmänsä keskinkertaiseen kuntoluokkaan (Shvartz & Reibold 1990). Kehonkoostumukseltaan testatut miehet olivat keskimääräisesti tarkasteltuna lievästi ylipainoisia (Keskinen ym. 2007). Tutkittujen käden puristusvoima sijoittui väestöviitearvoissa keskinkertaiseen kuntoluokkaan (Alaranta ym. 1993). Vastaavasti selän sivutaivutus ja eteenkurotus istuen testien tulokset olivat keskimäärin kuntoluokassa hyvä (Pollock & Willmore 1990; UKK-instituutti 1995). Hartiaseudun liikkuvuuden toimintakyky oli hyvä (Sunni ym. 2010). Verrattuna saman ikäisiin rakennus- ja palomiehiin tutkitut merenkulkijamiehet sijoituivat dynaamisen tasapainon osalta keskinkertaiseen kuntoluokkaan (Punakallio 2003, 2011).

Tutkittujen miesten kehon rasvaosuuden keskiarvo 19,2 % oli yli viitearvojen. Osalla miehistä rasvaosuus oli merkitsevästi kohonnut muodostaen suuren terveystarpeen (McArdle ym. 1996). Keskimääräinen vyötärön ympärysmitta 90,5 cm jäi selvästi alle WHO:n viiteluokituksen riskirajasta 94 cm. Osalla miehistä suuri vyötärön ympärysmittaa oli huomattava terveystarve.

Merenkulkijanaiset olivat maksimaaliselta hapenottokyvyltään välttävällä tasolla verrattuna muuhun väestöön (Shvartz & Reibold 1990). Keskimääräisesti tarkasteltuna he olivat normaalipainoisia (Keskinen ym. 2007). Suomalaisiin siviilinaisiin verrattuna tulos istumaanousutestissä sijoittui tyydyttävään kuntoluokkaan (Pihlainen ym. 2011). Merenkulkijanaisten kyykistystestin tulos vastasi keskimääräistä parempaa kuntoluokkaa väestötasoon verrattuna (Aura 1994). Selän sivutaivutuksen, eteen kuroituksen ja käden puristusvoiman tulokset vastasivat erinomaista kuntotasoa (Pollock & Willmore 1990; Alaranta 1993; UKK-

instituutti 1995). Myös naisilla hartiasseudun liikkuvuuden toimintakyky oli hyvällä tasolla (Suni ym. 2010). Tutkittujen merenkulkijanaisten dynaamisen tasapainotestin tulos sijoittui kodinhoitajien ja hoitotyöntekijöiden tuloksiin verrattaessa selkeästi keskitasoa parempaan kuntoluokkaan (Punakallio 2003, 2011). Naisten kehon rasvaosuus oli keskimääräisellä tasolla (26.2 %) toimintakyky- ja terveysriskin (McArdle ym. 1996).

Merenkulkijoiden (n=7) keskimääräinen FMS-tulos (16,1) vastasi samanikäisten (20–39-vuotiaat) palomiesten (16,2) (Punakallio ym. 2014) ja aktiivisen normaaliväestön (18–40 vuotiaat) miesten ja naisten tuloksia (15,7) (Schneiders ym. 2011). Edellisiä nuorempien (18–30 vuotiaat) upseerioppilaiden FMS:n keskiarvo oli hieman korkeampi (16,7) (vrt. O'Connor ym. 2011). Schneidersin ym. (2011) tutkimuksessa miesten ja naisten FMS tuloksissa ei ollut eroa. Merenkulkijamiesten kehon ja liikkeiden hallinta FMS:llä mitattuna oli naisten keskimääräistä tulosta parempi (19,0 vs. 15,0) ja myös edellä mainittuja tuloksia parempi. Havaintojen määrä tässä tutkimuksessa oli erityisesti miesten osalta vähäinen. Muiden liikkuvuusominaisuuksien osalta FMS-testatut merenkulkijamiehet olivat samaa tasoa SeaFit I -osatutkimuksen muiden merenkulkijamiesten (n=15) kanssa (Taulukko 19). FMS-osatutkimuksen miehet kuormittuivat työtehtävissä edellä mainittuja muita merenkulkijamiehiä enemmän ja menestyivät huonommin dynaamisen tasapainon testissä, joten FMS-osatutkimuksen miehet eivät olleet erityisemmin valikoituneita muiden ominaisuuksien suhteen. Menetelmänä FMS toimi hyvin merenkulkija-aineistossa.

Kaikki onnettomuusharjoitukseen osallistuneet opiskelijat saavuttivat Pelastussukellusohjeen (SM 2007) mukaisen pelastussukelluskelpoisuuden maksimaaliselta hapenotto-kyvyltään. Opiskelijoiden maksimaalista hapenotto-kykyä oli ikävakioidussa väestönluokituksessa kuntoluokassa välttävä (Shvartz & Reibold 1990) ja MIRG-ryhmän kuntoluokka oli hyvä. Lihaskunnoltaan kuntotestitulosten perusteella savusukelluskelpoisia oli 83 %. Opiskelijaryhmästä oli kaikissa testeissä raja-arvon alapuolelle jääneitä. Verrattuna puolustusvoimien siviilimiesten istumaan nousutestin mittaustuloksiin sijoittuivat opiskelijat kiitettävään ja MIRG-ryhmäläiset erinomaiseen kuntoluokkaan (Pihlainen ym. 2011). Opiskelijaryhmälle tehdyissä liikkuvuustesteissä eteenkurotustestin tulos vastasi ikäluokan välttävää ja selän sivutauvutus hyvää kuntoluokkaa. Puristusvoiman kuntoluokka oli opiskelijoilla hyvä (Alaranta ym. 1993). Kehonpainoindeksi oli keskimäärin molemmissa ryhmissä hieman yli normaalipainon 25 kg/m² (Keskinen ym. 2007). Molemmissa ryhmissä oli myös merkittävästi ylipainoisia (yli 30 kg/m²). Opiskelijaryhmän rasvaprosentti keskiarvo 15.6 % oli viitearvojen ylärajoissa ja osalla rasvaprosentti oli merkittävästi kohonnut muodostaen terveystarvian (McArdle ym. 1996). Vyötärön ympärysmitta oli keskimäärin 85,5 cm, joka on alle WHO:n viiteluokituksen riskirajan 94 cm (Keskinen ym. 2007). Osalla opiskelijoista oli vyötärön ympärysmittan perusteella sairastavuusriski lievästi kohonnut

6.5 Poikkeustilannetehtävien kuormittavuus ja niihin yhteydessä olevat tekijät

Tehtävien kuormittavuuden ja koehenkilöiden kuormittuneisuuden arviointiin liittyy muutamia tulosten tulkintaan vaikuttavia tekijöitä. Savusukellusharjoituksessa kuormittumisen tasojen määrittely perustui arvioituun maksimisykkeeseen. Muissa osatehtävissä verrattiin

kuormittumisen tasoja mitattuun maksimisykkeeseen, lihasvoimaan, tasapainoon ja liikkuvuuteen. Ryhmätasolla tarkasteltuna epätarkkuus on kuitenkin systemaattinen. Tulosten analyysiin vaikutti myös se, että tehtävien kesto merenkulkijoiden pelastautumisharjoituksissa (lukuun ottamatta aallokossa uintia) oli niin lyhyt, että aineenvaihdunnan kerrannaisen (MET-arvon) tulkintaa voidaan pitää karkeasti suuntaa antavana. Tehtävät sisälsivät myös paljon staattisia työvaiheita.

6.5.1 Pelastautumistehtävät

Aallokossa uinti voidaan MET-tasojen ja sykintäaajuuksien perusteella luokitella raskaaksi – erittäin raskaaksi työksi (Toomingas ym. 2012). Omiin kuormittuneisuus-tunteusten mukaan miehet arvioivat uinnin kevyen ja hieman rasittavan välille (ka Borg 12), kun taas naiset arvioivat sen hieman rasittavan ja rasittavan välille (ka Borg 14). Naisilla yksilöllinen vaihtelu oli miehiä suurempaa, korkein kuormittuneisuuden arvio oli jopa erittäin rasittava (ka Borg 19).

Pelastuslautalle nousussa miesten ja naisten kuormittuneisuuden ero oli selkeä. Miesten sykintäaajuuksien mukaan (keskimäärin 135 krt/min) työ heillä luokitellaan raskaaksi kun se taas naisilla erityisesti lautalle nousussa (keskimäärin 159 krt/min) luokitellaan erittäin raskaaksi (Toomingas ym. 2012). On kuitenkin huomioitava, että sykintäaajuuteen on voinut vaikuttaa tehtävässä suoriutumiseen liittyvä jännitys. Eron huomaa kuitenkin myös heidän omista kuormittuneisuutensa arvioissa: miehet arvioivat tehtävän jopa kevyeksi (ka 9) naiset puolestaan lähelle rasittavaa (ka 14). Vastaavanlainen sukupuolten välinen kuormittuneisuusero on nähtävissä sekä pelastuslautan käännessä (keskimäärin miehet 132 krt/min, naiset 147 krt/min) että narutikkaiden nousussa: miehillä keskirasasta (sykintäaajuus keskimäärin 124 krt/min) ja naisille raskasta (keskimäärin 143 krt/min, Toomingas ym. 2012). Edellä mainitut tehtävät vaativat hetkellisesti hyvää sekä staattista että dynaamista lihasvoimaa ja kehonhallintaa erityisesti ylä- ja keskivartalossa. Nämä ominaisuudet ovat miehillä usein naisia vahvempia.

Pelastautumistehtävien vähäiseen kuormitukseen olivat voimakkaimmin yhteydessä hyvät lihaskuntotestien tulokset: vartalon koukistajapuolen lihasten voimaa mittaava istumaan nousutestin ja dynaamisen tasapainotestin tulos olivat yhteydessä miltei kaikissa tehtävissä selviytymiseen. Käden puristusvoima oli myös yhteydessä usean tehtävän vähäisen kuormittuneisuuteen, kuten myös alhainen kehon rasvaprosentti. Kehonkoostumuksen merkitys tulee esille myös siinä, että maksimaalinen hapenkulutus oli yhteydessä vähäisempään kuormittumiseen pelastuslautalle nousemisessa ja narutikkaiden nousussa vain kehon painokiloihin suhteutettuna.

Pelastautumistehtävät olivat erittäin lyhytkestoisia, joten aerobiset kunto ominaisuudet eivät korostuneet. Silti voidaan päätellä että erityisesti naisilla näissä tehtävissä selviytymiseen vaaditaan vähintään ikäryhmän keskitasoa parempi sekä kestävyys-, että lihaskunto. Tätä tukee sekin havainto, että yksi naispuolinen merenkulkija ei onnistunut pelastuslautalle nousussa eikä lautaa kääntötehtävässä.

Pelastautumisharjoituksen aikana yhdeltä koehenkilöltä mitattiin lihassähköistä aktiivisuutta (Liite 6). Tarkasteltavina lihasryhminä olivat symmetrisesti oikealla ja vasemmalla puolella kyynärvarsi, hauis, epäkäslihaksen alaosa ja etureisi. Lihasten väsymistä harjoituksen eri vaiheissa arvioitiin EMG-signaalista määritettyjen väsymistunnuslukujen (tehospekttrin keskitaajuus ja nollanylitysten lukumäärä) avulla. Pelastautumistehtävien aikana keskimääräiset lihasaktiivisuudet olivat maksimissaan noin 40–50 % MVE (*electrical activity during a maximum voluntary contraction*) arvoista (pelastuslautan kääntäminen ja tikkaiden nousu). Samojen vaiheiden aikana rekisteröitiin myös absoluuttisesti suurimmat lihasaktiivisuudet. Reisien (oikea ja vasen) keskimääräinen aktiivisuus oli suurimmillaan uintiosuuden selkäuintijaksolla. Reisilihasten väsyminen oli voimakkainta selkäuinnin ja tikkaiden nousun aikana. Kyynärvarren, hauiksen ja epäkäslihasten keskimääräiset aktiivisuudet ja väsymistunnusluvut olivat suurimmillaan lautaa kääntötehtävässä ja köysitikkaiden nousussa. EMG-mittauksesta päätellen lihaskunnan kannalta vaativimmat tehtävät olivat lautaa kääntäminen ja tikkaiden nouseminen.

6.5.2 Toiminnallinen liikekartoitus

Merenkulkijoiden pienemmällä joukolla (n=7) tehdyn toiminnallisen liikekartoituksen mukaan merenkulkijoiden hyvä kehonhallinta ja liikkuvuus olivat yhteydessä vähäisempään mitattuun sekä koettuun kuormittumiseen pelastautumistehtävien aikana. Yhteydet olivat merkitseviä pelastuslautalle nousun ja kääntämisen aikana. Lisäksi merenkulkijoiden FMS:n tulos oli yhteydessä koettuun työkykyarvioon. Vastaava yhteys hyvän kehonhallinnan ja koetun työkyvyn välillä on raportoitu myös palomiehillä (Punakallio ym. 2014).

Lisäksi tässä aineistossa havaittiin suuntaa-antava voimakas yhteys työtapaturmien lukumäärän ja FMS:n tuloksen välillä. Heikon kehonhallinnan omaavat raportoivat myös enemmän työtapaturmia. Aikaisemmin on havaittu hyvän koko kehonhallinnan ja liikkuvuuden ennustavan vähäisempää tapaturmariskiä palomies- ja upseerioppilailla (Butler ym. 2013; Lisman ym. 2013; O'Connor ym. 2011) sekä palloilulajien harrastajilla ja ammattilaisilla (Brown 2011; Kiesel ym. 2007). Riski tapaturmiin on vähäisempi FMS:n kokonaispisteiden jäädessä alle 15.

Tulokset tukevat kehonhallinnan sekä liikkuvuuden huomioimista merenkulkijoiden toiminta- ja työkyvyn arvioinnissa ja kehittämisessä. Pienen havaintomäärän vuoksi yhteydet tulee jatkossa tarkentaa suuremmalla aineistolla.

6.5.3 Pelastustehtävät ja savusukellusharjoitukset

Onnettomuustilanteen pelastamistehtävien kuormittavuus laivalla voidaan luokitella MET-tason perusteella kohtuullisen raskaaksi työksi (noin 5,5 MET). MIRG-ryhmän työ oli ainakin osalla myös raskasta työtä. Miehistön roolissa toimineilla opiskelijoilla ja MIRG-ryhmällä oli myös erittäin raskaaksi työksi luokiteltavia huippukuormitustilanteita. (Toomingas ym. 2012.) Erikoiskoulutetulla MIRG-ryhmän jäsenillä koettu kuormittuneisuus (lähellä hyvin rasittavaa) oli vähäisempää kuin opiskelijoilla (lähellä erittäin rasittavaa). Tehtävän aikaista kumuloituvaa kuormitusta kuvaavan EPOC-tasonkin mukaan onnettomuusaluksen

miehistönä toimineiden opiskelijoiden fyysinen kuormitus oli keskimäärin kohtalaisen raskasta (EPOC-taso keskimäärin 72 ml/kg ja ajoittain osalla jopa yli 100 ml/kg, eli raskasta). Vastaavasti hyvin koulutetun ja hyväkuntoisen MIRG-ryhmän vaativat pelastamistehtävät olivat EPOC-tason mukaan erittäin raskasta tasoa (keskimäärinkin 136 ml/kg) (Børsheim 2012).

Savu- ja pelastussukelluksen kuormittavuus Upinniemen simulaattorissa kasvoi tehtävä tehtävältä ollen jo reittisukelluksen loppuvaiheessa erittäin kuormittavaksi luokiteltavaa työtä (10 MET, Toomingas ym. 2012). Kuormittavuutta pelastus-sukelluksessa lisää suoja-varusteiden ja välineiden paino, ympäristön kuumuus sekä pelastettavan uhrin paino. Kuormittavimmat hetket olivatkin uhrin pelastamisvaiheessa.

Yksittäisenä tehtävänä arvioitu aluksen korsteeninputkessa kiipeily on raskasta työtä (6–7 MET, Toomingas ym. 2012), jossa kuormitusta lisää ympäristön kuumuus. Tämän mittaus-tuloksen mukaisesti koneosaston työntekijöiden tulisi omata vähintään normaali kestävyys-kunto pelkästään pelastautumisputkessa liikkumisen aiheuttaman kuormittumisen takia.

6.5.4 Eri tekijöiden yhteyksien tarkastelu

Kokoa aineistoa koskeva analysointi osoitti, että vähäisempään verenkierrölliseen kuormittumiseen olivat yhteydessä alhainen kehon rasvaosuus, hyvä kehon koukistajapuolen lihas-ten voima, käden puristusvoima sekä dynaaminen tasapaino. Tulos tuntuu ymmärrettävältä, koska useimmissa tehtävissä joudutaan kannattelemaan ja siirtämään omaa kehon-painoa sekä joskus sen lisäksi myös suojarusteita ja työvälineitä. Vatsalihastesti puolestaan näyttää kuvastavan monipuolista kehonkäyttöä, mikä on oleellista useasta työtehtävästä selviytymisen kannalta. Lisäksi hyvän tasapainonhallinnan merkitsevää yhteyttä vähäisempään kuormittumiseen kuvastaa muun muassa se, että merenkulkijat joutuvat hallitsemaan tasapainoaan dynaamisissa työtehtävissä laivan keinuessa aallokossa.

Hyvä kehon painokiloihin suhteutettu maksimaalinen hapenottokyky oli yhteydessä hyväksi koettuun terveyteen ja työkykyyn kuten myös arvioon siitä, että pystyy kahden vuoden kuluttua jatkamaan työssään. Tässä tutkimuksessa kysymys käsitti myös pelastustehtävät. Luonnollisesti lähes samoihin vastauksiin olivat yhteydessä myös alhainen kehon painoindeksi, pieni vyötärön ympärys ja alhainen kehon rasvaosuus. Lähes samanlaisia yhteyksiä on havaittu myös poliisien tutkimuksessa (Konttinen ym. 2011). Hyvä vatsalihastestin tulos oli yhteydessä mitatun kuormittuneisuuden lisäksi myös arvioon omasta terveydentilasta ja työkyvystä tasapainon kannalta. Myös poliiseilla oli samanlainen yhteys vatsalihastestin ja koetun terveyden välillä. Yllättäen erittäin vahva yhteys todettiin hyvän käsinkohontatestin tuloksen ja lähes kaikkien hyvää koettua terveyttä ja työkykyä kuvaavien muuttujien välillä.

Elintapatekijöistä ymmärrettävästi oli vahva yhteys runsaamman liikunnan harrastamisen ja hyväksi koetun yleisen työkyvyn välillä ja erikseen myös lihasvoiman kannalta, välillä. Vähäisempi alkoholinkäyttö oli yhteydessä hyväksi koettuun tasapainoon, mikä on laiva-työskentelyssä oleellinen työturvallisuuden vaikuttava tekijä. Toisin kuin poliiseilla, tässä aineistossa eri tekijät eivät olleet yhteydessä työkykyyn työn henkisten vaatimusten kannalta. (Ibid.)

6.5.5 Fyysisen toimintakyvyn arviointi ja terveystarkastukset

Tutkimukseen osallistuneista lähes kaikki olivat sitä mieltä, että merenkulkijoiden fyysistä kuntoa ja suorituskykyä on tarvetta seurata säännöllisesti kuntotesteillä ja että tästä on hyötyä sekä merenkulkijalle itselle että työnantajalle. Asia nousi esiin myös SeaFit-tutkimuksen työpajapäivässä, missä kuntotestauksen kehittämistä merenkulkijoiden työ- ja toimintakyvyn tukemiseen ja arviointiin pidettiin kannatettavana. Tutkimuksen tulos on yhteinen merimieslääkärintarkastuksia käsittelevän opinnäytetyön kanssa, jossa sekä tutkittavat merenkulkijat että merimieslääkärit pitivät tarpeellisena merenkulkijoiden fyysisen kunnon testaamista. Useissa kommentteissa toivottiin kuntotesti muukaan tarkastukseen. Siihen, millaiset rajat ja käytännön suoritusvaatimukset kuntotestissä olisi, vastaajat eivät ottaneet kantaa. (Sarkalahti & Kasemets 2014.)

Osa tutkimuksen koehenkilöistä oli osallistunut työterveyshuollon toteuttamaan kuntotesteihin. Tämä tulos kuvaa koehenkilöiden varustamoiden toimintatapaa, eikä vastaa tämänhetkistä keskimääräistä merenkulun kuntotestausaktiivisuutta. Merimieslääkäreille suunnatun kyselyn mukaan kuntotestien tekeminen merenkulkijoiden terveystarkastuksiin liittyen on nykyisin useimmiten satunnaista ja harvoilla varustamoilla on systemaattista testauskäytäntöä. Testejä onkin käytetty enimmäkseen työterveyshuollon toimesta esim. osatyökykyisten terveystarkastuksiin, työkykyarvioihin tai kuntoutustarpeen arviointiin liittyen. Toisin kuin esimerkiksi palo- ja pelastusalalla systemaattista, tehtäväkohtaista kuntotestausta on tehty väin vähän ja eräs ongelma on ollut selkeiden raja-arvojen ja tuloksista tehtävien johtopäätösten yhtenäisten ohjeiden puute. Toisaalta vapaaehtoisuuteen perustuviin testeihin on ollut vähän halukkuutta. Useimmissa toimipaikoissa merenkulkijoiden kuntotestaukset olivat melko uutta toimintaa mutta uusia käytäntöjä ollaan luomassa.

Tavallisimmin pelastustehtävistä selviytymisen arviointi tulee esille vasta silloin, kun henkilön toimintakyky on jo siinä määrin heikentynyt, että on arvioitava vaarantaako merenkulkijan heikentynyt toimintakyky meriturvallisuutta tai henkilön omaa tai muiden työntekijöiden turvallisuutta. Usein näissä tilanteissa vaihtoehtona on työkokeilu tai uudelleen koulutus maissa tehtäviin töihin tai työkyvyttömyyseläkkeelle siirtyminen. Jos käytäntönä olisi systemaattisesti seurata henkilöiden toimintakykyä myös poikkeustilanteista selviytymisen kannalta, tulisi työ- ja toimintakyvyn heikkeneminen todennäköisemmin esille huomattavasti varhaisemmassa vaiheessa.

Fyysisen toimintakyvyn testaus on yksi tapa arvioida poikkeustilannetehtävistä selviytymistä sekä motivoida laivatyöntekijöitä jatkuvaan fyysisen toimintakyvyn ylläpitoon. Systemaattisella toimintakykyä arvioivalla prosessilla voidaan reagoida mahdollisimman varhain terveyttä ja työkykyä uhkaaviin toimintakyvyn muutoksiin. Testausjärjestelmä voisi parhaimmillaan olla osa työterveyshuollon ennaltaehkäisevää toimintaa ja varhaista välittämistä. Työ- ja toimintakyvyn ongelmien varhaisen tunnistamisen ja oikea-aikaisten kuntoutustoimenpiteiden kautta pystytään parhaimmillaan edistämään myös merenkulkijoiden työurien pidentämistä. Taloudelliselta kannalta testaus toiminta ja varhainen puuttuminen ovat kannattavia. Jo yksi työkyvyttömyyseläke aiheuttaa keskimäärin noin 150 000 euron kustannuksen.

Etenkin vajaakuntoisten merenkulkijoiden merikelpoisuusarvioinneissa keskeistä on arvioida heidän selviytymiskykyä pelastautumis- ja poikkeustilannetehtävistä. Nykykäytännön mukaiset laivan hätätilanneharjoitukset eivät vastaa todellisten tilanteiden tuomaa kuormitusta ja yleensä vain osa harjoituksiin osallistujista konkreettisesti suorittaa harjoiteltavat tehtäväkokonaisuudet.

Merenkulkijat ja merenkulkualan työterveyshuoltojen asiantuntijat kyseenalaistivat kerta-tapaamiseen perustuvien merimiestarkastusten merkityksen merenkulkijoiden työkyvyn edistämiseksi (Haavisto ym. 2014). Haastatteluissa toivottiin preventiivisiä, työkyvyn tukemiseen ja ylläpitämiseen suuntautuvia säännöllisiä terveystarkastuksia. Useissa viime vuosina ilmestyneissä selvityksissä ja kyselyissä on noussut esiin itse laivatyössä olevien taholta huoli merihenkilöstön riittävästä toimintakyvystä poikkeustilannetehtävistä selviytymisessä. (Sarkalahti & Kasemets 2014; Heinonen 2013.)

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa pelastustehtävien energieettinen kuormittavuus vaihteli kevyen ja erittäin raskaan työn välillä (3–12 MET). Naiset kuormittuivat miehiä enemmän.

Suuri osa miesmerenkulkijoista saavutti savusukellusohjeen mukaiset kuntoluokat. Osassa testeistä jäätiin kuitenkin muuhun väestöön verrattuna keskitason alapuolelle. Sekä miehillä että naisilla oli keskimäärin hyvät kehon liikkuvuudet, tasapaino ja kehonhallinta. Koehenkilöt olivat ryhmätason tarkastelun mukaan lievästi ylipainoisia.

Fyysisen toimintakyvyn testituloksista voimakkaammin vähäiseen tehtävässä kuormittumiseen olivat yhteydessä hyvä istumaannousu-, puristusvoima- ja dynaamisen tasapainotestien tulos sekä alhainen kehon rasvaosuus. Työkykyä ja terveyttä kuvaaviin omakohtaisiin arvioihin oli edellisten ominaisuuksien lisäksi yhteydessä käsinkohontatestin hyvä tulos. Selkeä yhteys useaan koettuun työkykyä kuvaavaan arvioon oli myös painokiloihin suhteutulla maksimaalisella hapenottokyvyllä. Lisäksi hyvällä liikkuvuudella ja kehonhallinnalla oli yhteys hyviin työkyvyn ja terveydentilan arvioihin sekä vähäisempiin tapaturmiin.

7.2 Johtopäätökset

1. Fyysisen toimintakyvyn ja terveydentilan arvioinnin ensisijainen ja tärkein tehtävä on motivoida ja tukea merenkulkijaa pitämään huolta terveydestään ja toimintakyvystään ja sitä kautta työkyvystään.
2. Laivalla tapahtuva savusukellus edellyttää vähintään yhtä hyvää aerobista kestävyyttä ja lihaskuntoa kuin pelastussukellusohjeessa on mainittu. Näissä tehtävissä kuntotestaus on suositeltava toteuttaa palo- ja pelastusalalle annettujen ohjeiden mukaisesti.
3. *Basic Safety Training* -kurssin pelastautumiskoulutuksen (STCW A-VI/ 1-1, 1-4) osalta tavoitteena on vähintään iän mukainen keskitason lihas- ja kestävyyskunto. Viitteellisenä tavoitetasona voidaan pitää kestävyyskunnon osalta 8 MET:n suorituskkyä. Työterveyshuollossa voidaan kestävyyskuntoa arvioida esimerkiksi 6 minuutin kävelytestillä, joka tässä tarkoituksessa mittaa aerobisen kunnon riittävällä tarkkuudella ja testiin yhdistyy liikkumiskyky. Esitetty 8 MET:n taso vastaa esim. normaalipainoisella 60-vuotiaalla miehellä kykyä kävellä 6 minuutissa noin 750 metriä. Erytistapauksissa voidaan tehdä esim. kliininen rasiuskoe tai spiroergometria. Hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakykyä tai rajoittavien tekijöiden määrittelyssä spiroergometria on kaikkein kattavin.
4. Monipuolinen lihaskuntotestaus on oleellista merenkulkijan työkykyä ylläpitävän harjoittelun ohjeistuksen perustaksi, työssä selviytymisen kannalta tässä tutkimuksessa hyviksi testeiksi osoittautuivat istumaannousu- ja käden puristusvoimatestit. Lisätietoa

testaamisesta, viitearvoista ja palautteen antamisesta löytyy esimerkiksi TOIMIA-tietokannasta (THL 2014).

5. Kaikissa pelastautumis- ja pelastustehtävissä keskeistä on liikkuvuus, kehonhallinta ja tasapaino. Tasapaino voidaan arvioida esimerkiksi dynaamisella tasapainotestillä. Toiminnallinen liikekartoitus (FMS) kartoittaa monipuolisesti kehonhallintaa, lihaskoordinaatiota ja kehon liikkuvuuksia. FMS on hyvä työterveyshuollon työkalu kohdentamaan ennaltaehkäisevää tuki- ja liikuntaelimestön kuntoutusta. Kokonaispistemäärän jäädessä 14 tai sen alle, riski tapaturmiin, tuki- ja liikuntaelinten oireisiin sekä koetun työkyvyn alenemiseen on merkitsevä.
6. Kuntotestaustoiminta tulee järjestää laadukkaasti ja turvallisesti hyvien käytäntöjen mukaisesti. Kuntotestauksessa tulee olla mukana kehon koostumuksen mittaukset (ainakin kehon painoindeksi ja vyötärönympäryys). Kuntotestauskoulutuksessa ja siihen liittyvässä materiaalissa tulee huomioida merenkulkualan fyysiset vaatimukset. Toiminnallisesta liikekartoituksesta on tarjolla koulutusta työfysioterapeuteille. Sekä lihaskunnan, tasapainon että kestävyyskunnan testien suorittaminen edellyttää perehtyneisyyttä testien toteutukseen, tulkintaan, mahdollisiin virhelähteisiin sekä motivoivan palautteen antamiseen. Mikäli käytetään submaksimaalista polkupyöräergometriaa, on sen käyttöön koulutauduttava ja huolellisesti huomioitava testaukseen liittyvät virhelähteet.

Terveydellisten riskien arviointi tulee tehdä ennen kaikkia fyysisen toimintakyvyn testejä sekä pelastautumistehtäviä harjoiteltaessa, koska mikä tahansa testi voi olla maksimaalinen huonokuntoiselle testattavalle. Kansainväliseen ohjeistukseen perustuva (ks. esim. Keskinen ym. 2007) malli riskinarvioinnista on julkaistu muun muassa pelastussukellusohjeessa (SM 2007).
7. Merenkulkualan työterveysyhteistyössä on tärkeä panostaa ennaltaehkäisevään toimintaan, varhaisoireiden havaitsemiseen sekä työkyvyn ylläpitämiseen ja edistämiseen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä painonhallintakeinoihin. Terveyttä edistäviin elintapoihin motivoinnissa on syytä ottaa huomioon merenkulun erityispiirteet. Kunnan ylläpitämiseen pitää kiinnittää huomiota myös merillä ollessa ja laatia siihen malliohjelmiä, joilla ehkäistään pitkien työjaksojen aikana passiivisuudesta johtuvaa fyysisen toimintakyvyn laskua. Mahdollisuudet liikunnan harrastamiseen laivajaksolla tulee turvata.
8. Liikuntaan motivoinnin, painonhallinnan tukemisen ja oikea-aikaisen kuntoutuksen varmistamiseksi suositellaan 4 vuoden välein työterveyshuollossa tehtävää terveystarkastusta, johon sisältyisi kuntotestaukset. Tehtäväkohtaisten vaatimusten (esim. savusukellus, HUET¹²-, venemies- tai palopääällikkötehtävät) ja yksilökohtaisen arvion mukaisesti kuntotestauksia on suositeltavaa tehdä useamminkin niin kunnan edistymisen kuin huononemisenkin toteamiseksi (esim. vuoden välein).

¹² Helicopter Underwater Escape Training.

9. Laivalla tapahtuvissa pelastusharjoituksissa tulisi pyrkiä turvallisuusseikat huomioon ottaen simuloimaan enemmän todellisia tilanteita. Harjoittelu vahvistaa rutiineja ja tukee poikkeustilannetehtävistä suoriutumista (esim. paineilmalaitteilla tehtävä harjoittelu ja pelastautumistehtävien oikea tekniikka).
10. Merenkulkualan opiskelijoita tulee kannustaa terveysliikunnan harrastamiseen jo opintojen aikana. Osana opintojen liikuntakasvatusta suositellaan kuntotestien tekemistä liikuntaan motivoivana tekijänä.
11. Pelastamis- ja pelastautumistehtävien edellyttämät terveys- ja kuntovaatimukset olisi tärkeä ottaa huomioon myös laivaväen lääkärintarkastuksissa.

LÄHTEET

- Ades, P. & Toth, M. 2005. Accelerated decline of aerobic fitness with healthy aging: what is the good news. *Circulation* 112, 624–6.
- Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D., Meckes, N., Bassett, D.R. Jr, Tudor-Locke, C., Greer, J.L., Vezina, J., Whitt-Glover, M.C. & Leon, A.S. 2011. Compendium of Physical Activities: A second update of codes and MET values. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43, 1575–81.
- Alaranta, H., Härkönen, R. & Piirtomaa, M. 1993. Käden puristusvoiman normaaliarvot suomalaisille. *Fysioterapia* 5, 26–27.
- Al-Mulla, M.R., Sepúlveda, F. & Colley, M. 2011. Review of non-invasive techniques to detect and predict localized muscle fatigue. *Sensors* 11, 3562–4.
- Asplund, P. & Leppänen, P. 2007. Merionnettomuus. Teoksessa M. Castren, S. Ekman & R. Ruuska (toim.) Suuronnettomuusopas. *Duodecim*, 286–95.
- Atkinson, G., Fullick, S., Grindey, C. & Maclaren, D. 2008. Exercise, energy balance and the shift worker. *Sports Medicine* 38, 671–85.
- Aura, O. 1994. Kuntotestauksen perusteet. Liikuntalääketieteen ja testaustoiminnan edistämisyhdistys LIITE ry, Helsinki.
- Bilzon, J.L., Scarpello, E.G., Bilzon, E. & Allsopp, J. 2002. Generic task-related occupational requirements for Royal Naval personnel. *Occupational Medicine* 52, 503–10.
- Bilzon, J.L.J., Scarpello, E.G., Smith, C.V., Ravenhill, N.A. & Rayson, M.P. 2001. Characterization of the metabolic demands of simulated shipboard Royal Navy firefighting tasks. *Ergonomics* 44, 766–80.
- Borg, G. 1998. Borg` s perceived exertion and pain scales. USA: Human Kinetics Champaign II.
- Børsheim, E. & Bahr, R. 2003. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Medicine* 33, 1037–60.
- Bridger, R.S. & Bennett, A.I. 2011. Age and BMI interact to determine work ability in seafarers. *Occupational Medicine* 61 (3), 157–62.
- Borodulin, K., Levälähti, E., Saarikoski, L., Lund, L., Juolevi, A., Grönholm, M., Jula, A., Laatikainen, T., Männistö, S., Peltonen, M., Salomaa, V., Sundvall, J., Taimi, M., Virtanen, S. & Vartiainen, E. 2013. Kansallinen FINRISKI 2012 -terveystutkimus. Osa 2: Tutkimuksen taulukkoliite. Terveystutkimuskeskus ja hyvinvoinnin laitos, Raportti 22/2013. (Luettu 25.2.2015) <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-302-054-2>
- Brown, M. 2011. The ability of the Functional Movement Screen in predicting injury rates in division 1 female athletes. Pro gradu -tutkielma. University of Toledo.
- Butler, R., Conreras, M., Burton, M., Plisky, P., Goode, A. & Kiesel, K. 2013. Modifiable risk factors predict injuries in firefighters during training academies. *Work* 46, 11–7.
- Byrne, N., Hills, A., Hunter, G., Weinsier, R. & Schutz, Y. 2005. Metabolic equivalent: One size does not fit all. *Journal of Applied Physiology* 99, 1112–9.

- Card, J.C., Baker, C.C., McSweeney, K.P. & McCafferty, D.B. Human factors in classification and certification. ABS Technical papers 2005, Paper No 2005 – D20. (Luettu 01.03.2015) <https://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA%20Repository/References/Technical%20Papers/2005/HumanFactorsClassificationCertification>
- Carvalho, R.G., Amorim, C.F., Perácio, L.H., Coelho, H.F., Vieira, A.C., Karl Menzel, H-J., Szmuchrowski, L.A. 2010. Analysis of various conditions in order to measure electromyography of isometric contractions in water and on air. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 20 (5), 988–93.
- Cook, G., Burton, L. & Hoogenboom, B. 2006a. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy* 1 (2), 62–72.
- Cook, G., Burton, L. & Hoogenboom, B. 2006b. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - Part 2. *North American Journal of Sports Physical Therapy* 1 (3), 132–9.
- Danielsson, U., Bergh, U., Peterson, J. & Leray, H (1998). Physical demand and physiological load when smoke diving. (Luettu 01.03.2015) <http://www.environmentalergonomics.org/textsearch/1998/Danielsson-1998.pdf>
- Deary, I., Whalley, L., Batty, G. & Starr, J. 2006. Physical fitness and lifetime cognitive change. *Neurology* 67, 195–2000.
- Dufva, H., Airola, A. & Ulmanen, T. 2010. Turvallisuusjohtaminen moniammatillisessa viranomaisverkostossa. Kirjallisuuskatsaus. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. (Luettu 01.03.2015) http://www.merikotka.fi/metku/Dufva_ym_2009_Turvallisuusjohtaminen_moniammatillisessa_viranomaisverkostossa.pdf
- Erkama, P., Helovuori, A. & Salokorpi, M. 2007. Kommentosiltayhteistyön kehittäminen. Esielvitys. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 1/2007. (Luettu 01.03.2015) http://portal.fma.fi/portal/page/portal/fma_fi/tietopalvelut/julkaisut/julkaisusarjat/2007/Kommentosiltayhteistyon_kehittaminen_raportti_final.pdf
- EMSA. 2011. Maritime Accident Review 2010. European Maritime Safety Agency. (Luettu 01.03.2015) <http://www.emsa.europa.eu/implementation-tasks/accident-investigation/item/1219.html?cuscat=141>
- EMSA. 2014. The Annual Overview of Marine Casualties and Incidents. European Maritime Safety Agency. (Luettu 01.03.2015) <http://www.emsa.europa.eu/emsa-homepage/2-news-a-press-centre/news/2303-annual-overview-of-marine-casualties-and-incidents-2014.html>
- Firstbeat. 2005. Indirect EPOC prediction method based on heart rate measurement. White paper 5/2005, Firstbeat Technologies Ltd.
- Firstbeat. 2014. Stress and recovery analysis method based on 24-hour heart rate variability. White paper 9/2014, Firstbeat Technologies Ltd.
- Giannaki, C., Aphamis, G., Sakkis, P. & Hadjicharalambous, M. 2015. Eight weeks of a combination of high intensity interval training and conventional training reduce visceral adiposity and improve physical fitness: a group-based intervention. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Jan 8. (Epub ahead of print).

- Gillen, J.B. & Gibala, M.J. 2014. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 39, 409–12.
- Gould, R., Ilmarinen, J., Järvisalo, J. & Koskinen, S. 2006. Työkyvyn ulottuvuudet. Terveys 2000 tutkimuksen tuloksia. Eläketurvakeskus, Kansaneläkelaitos, Kansanterveyslaitos ja Työterveyslaitos, Helsinki.
- Grossman, P. & Taylor, E. 2007. Toward understanding respiratory sinus arrhythmia: Relations to cardiac vagal tone, evolution and biobehavioural functions. *Biological Psychology* 74, 263–85.
- Haavisto, S., Kallunki, V., Kirvesniemi, T., Korpivaara, L., Lehtonen, O., Oravasaari, T. & Pekkola, J. 2014. Stay On Board: Suomalaisten merenkulkijoiden pysyminen ja lähteminen merityössä. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja A. Nro 59.
- Hagberg, M. 1979. The amplitude distribution of surface EMG in static and intermittent static muscular performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 40 (4), 265–72.
- Halonen, M. & Hämäläinen, J. 2014. Kunto- ja terveysliikunnan kehityssuunnitelma Finnlines Oyj:n merihenkilöstölle. Opinnäytetyö, Liikunnanohjaus. (Luettu 27.02.2015) <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405035619>
- Hansen, H.L., Hjarnoe, L. & Jepsen, J.R. 2011. Obesity continues to be a major health risk for Danish seafarers and fishermen. *International Maritime Health* 62 (2), 98–103.
- Hansen, H.L., Tuchsén, F. & Hannerz, H. 2005. Hospitalisation among seafarers on merchant ships. *Occupational and Environmental Medicine* 62 (3), 145–50.
- Hayes, S.M., Forman, D.E. & Verfaellie, M. 2014. Cardiorespiratory fitness is associated with cognitive performance in older but not younger adults. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, Dec 20. (Epub ahead of print).
- Heinonen, I. 2013. Merimiesten fyysinen soveltuvuus savusukellukseen laivalla. Opinnäytetyö. Examensarbete för Sjökapten(YH)-examen, Utbildningsprogrammet för Sjöfart, Turku.
- HELCOM. 2010. Report on shipping accidents in the Baltic Sea area during 2010. HELSINKI
- COMMISSION, Baltic Marine Environment Protection Commission. (Luettu 01.03.2015) <http://www.helcom.fi/Lists/Publications/Annual%20report%20on%20shipping%20accidents%20in%20the%20Baltic%20Sea%20area%20during%202010.pdf>
- HELCOM. 2012. Annual report on shipping accidents in the Baltic Sea in 2012. (Luettu 01.03.2015) <http://www.helcom.fi/Lists/Publications/Annual%20report%20on%20shipping%20accidents%20in%20the%20Baltic%20Sea%20area%20during%202012.pdf>
- HELCOM. 2013. Annual report on shipping accidents in the Baltic Sea in 2013. (Luettu 01.03.2015) <http://www.helcom.fi/Lists/Publications/Annual%20report%20on%20shipping%20accidents%20in%20the%20Baltic%20Sea%20in%202013.pdf>
- Helldán, A., Helakorpi, S., Virtanen, S. & Uutela, A. 2013. Suomalaisen aikuisväestön terveyskäyttäytyminen ja terveys, kevät 2013. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos, Raportti

- 21/2013. (Luettu 23.01.2015) <http://www.thl.fi/fi/tutkimus-ja-asiantuntijatyo/vaestotutkimukset/suomalaisen-aikuisvaeston-terveyskayttaytyminen-ja-terveys-avtk>
- Hermens, H.J., Freriks, B., Merletti, R., Hägg, G.G., Stegeman, D., Blok, J., Rau, G. & Disselhorst-Klug, C. 1999. European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy. Deliverable of the SENIAM Project. Roessingh Research and Development.
- Hetherington, C., Flin, R. & Mearns, K. 2006. Safety in shipping: The human element. *Journal of Safety Research* 37, 401–11.
- Hisamune, S., Amagai, K., Kimura, N. & Kishida, K. 2006. A study of factors relating to work accidents among seamen. *Industrial Health* 44, 144–9.
- Hoeyer, J.L. & Hansen, H.L. 2005. Obesity among Danish Seafarers. *International Maritime Health* 56, 48–55.
- HS. 2015. Laiva on Suomessa vaaratilanteessa joka toinen päivä. Vaarallisista tilanteista yli kolmannes tapahtui Suomenlahdella. *Helsingin Sanomat* 23.02.2015.
- Husu, P., Paronen, O., Suni, J. & Vasankari, T. 2011. Suomalaisten fyysinen aktiivisuus ja kunto 2010. Terveyttä edistävän liikunnan nykytila ja muutokset. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2011: 15. (Luettu 23.2.2015) <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2011/liitteet/OKM15.pdf?lang=fi>
- Hägg, GM. 1991. Comparison of different estimators of electromyographic spectral shifts during work when applied on short test contractions. *Medical & Biological Engineering & Computing* 29 (5), 511–16.
- Ilmarinen, R., Mäkinen, H., Lindholm, H., Punakallio, A. & Kervinen, H. 2008. Thermal strain in fire fighters while wearing task-fitted versus en 469:2005 protective clothing during a prolonged rescue drill. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 14 (1), 7–18.
- ISO 8996:2004. Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic rate. ISO Technical Committee 159/SC 5.
- Jamnik, V., Gumienak, R. & Gledhill, N. 2013. Developing legally defensible physiological employment standards for prominent physically demanding public safety occupations: A Canadian perspective. *European Journal of Applied Physiology* 113, 2447–57.
- Jensen, O.C, Sørensen, J.F., Kaerlev, L., Canals, M.L., Nikolic, N. & Saarni, H. 2004. Self-reported injuries among seafarers. Questionnaire validity and results from an international study. *Accident Analysis & Prevention* 36, 405–13.
- Kaerlev, L., Hansen, J., Hansen, H.L. & Nielsen, P.S. 2005. Cancer incidence among Danish seafarers: A population based cohort study. *Occupational and Environmental Medicine* 62 (11), 761–5.
- Keskinen, K-L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2007. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen Seura. 2. uudistettu painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- Kiesel, K., Plisky, P. & Voight, M. 2007. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *North American Journal of sports Physical Therapy* 2 (3), 147–58.
- Kaneda, K., Ohgi, Y., Mckean, M. & Burkett, B. 2013. Underwater electromyogram for human health exercise. Teoksessa H. Turker (toim.) *Electrodiagnosis in New Frontiers of*

- Clinical Research. InTech. (Luettu 27.02.2015) <http://www.intechopen.com/books/electrodiagnosis-in-new-frontiers-of-clinical-research/underwater-electromyogram-for-human-health-exercise>
- Koivula, P. 2008. Palofysiikka ja palontorjunta. Opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Merenkulun koulutusohjelma.
- Konttinen, J., Halonen, J., Niemi, J., Lindholm, H., Luukkonen, R., Toivonen, R. & Lusa S. 2011. Poliisien fyysisen toimintakyvyn arviointi ja kuntotestauskäytännöt -kehittämiss-hankkeen loppuraportti. Poliisihallituksen julkaisusarja 1/2011.
- Kouvonen, A., Kivimäki, M., Elovainio, M., Virtanen, M., Linna, A. & Vahtera, J. 2005. Job strain and leisure-time physical activity in female and male public sector employees. *Preventive Medicine* 41, 532–9.
- Kuronen, J. & Tapaninen, U. 2010. Views of Finnish maritime experts on the effectiveness of maritime safety policy instruments. Turun Yliopiston Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja, A 54.
- Kong, P.W., Suyama, J., Cham, R. & Hostler, D. 2012. The relationship between physical activity and thermal protective clothing on functional balance in firefighters. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 83 (4), 546–52.
- Laine, M., Niemi, L., Saarni, H. & Pentti, J. 1999. Merenkulkijoiden terveys, työ- ja toimintakyky. Merialan työkykyhanke. Työterveyslaitos, Raportti 12/1999.
- Laitinen, J., Perkiö-Mäkelä, M. & Virtanen, S. 2013. Yksilöiden voimavarat: Elintavat. Teoksessa T. Kauppinen, P. Mattila-Holappa, M. Perkiö-Mäkelä, A. Saalo, J. Toikkanen, S. Tuomivaara, S. Uuksulainen, M. Viluksela & S. Virtanen (toim.) *Työ ja Terveys Suomessa 2012. Seurantatietoa työoloista ja työhyvinvoinnista*, 121–8. (Luettu 26.2.2015) http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/tyo_ja_terveys_suomessa/Documents/Tyo_ja_Terveys_2012.pdf
- Lappalainen, J. & Salmi, K. 2009. Safety culture and maritime personnel's safety attitudes - Interview Report. Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja A 48, Turku.
- Laukkanen, J. 2005. Exercise testing in the prediction of cardiovascular mortality. A prospective population study in men. *Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede* 371.
- Leino-Arjas, P., Solovieva, S., Riihimäki, H., Kirjonen, J. & Telama, R. 2004. Leisure time physical activity and strenuousness of work as predictors of physical functioning: a 28 year follow up of a cohort of industrial employees. *Occupational and Environmental Medicine* 61, 1032–8.
- Liikuntapiirakka. 2009. UKK-instituutti. (Luettu 01.03.2015) <http://www.ukkinstituutti.fi/liikuntapiirakka>
- Lindholm, H. 2006. Hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyvyn mittaaminen. Teoksessa H. Taskinen, T. Santonen & H. Vanhanen (toim.) *Terveystarkastukset Työterveyshuollossa- ohjeet terveystarkastuksiksi erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä* (Sininen kirja). 2. painos. Työterveyslaitos ja Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki.
- Lindholm, H., Lindqvist-Virkamäki, S., Lusa, S., Punakallio, A., Ilmarinen, R. & Mäkinen, H. 2009. Pelastushenkilöstön terveystarkastukset - hyvät käytännöt. Työterveyslaitos, Helsinki.

Lindström, L., Magnusson, R. & Petersén, I. 1970. Muscular fatigue and action potential conduction velocity changes studied with frequency analysis of EMG signals. *Electromyography* 10 (4), 341–56.

Lisman, P., O'Connor, F., Deuster, P. & Knapik, J. 2013. Functional Movement Screen and aerobic fitness predict injuries and military training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 45 (4), 636–43.

Louhevaara, V., Ilmarinen, R., Griefahn, B., Kunemund, C. & Mäkinen, H. 1995. Maximal physical work performance with European standard based fire-protective clothing system and equipment in relation to individual characteristics. *European Journal of Applied Physiology* 71, 223–9.

Lu, C-S. & Tsai, C-L. 2010. The effect of safety climate of seafarers' safety behaviors in container shipping. *Accident Analysis & Prevention* 42, 1999–2006.

Luhtala, H. 2010. Maritime transport of chemicals in the Baltic Sea. Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja.

Lundell, L. 2011. Palomiesten työkyky laskee yhä nopeammin. *Turun Sanomat* 01.07.2011, 12.

Lusa, S. 2010. Kokonaisvaltaisen työterveys- ja työturvallisuustoimintamallin kehittäminen pelastusosalalle-hanke. Palosuojelurahaston loppuraportti. Työterveyslaitos ja Sisäasiainministeriö, Tampere. (Luettu 12.2.2015) http://toimintakyky.pelastustoimi.net/wp-content/uploads/tt_malli_080110.pdf

Lusa, S., Wikström, M., Punakallio, A., Lindholm, H. & Luukkonen, R. 2010. FireFit - Pelastajien hyvä fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntö. Kehittämishanke. Loppuraportti. Työterveyslaitos, Tampere.

Lyly-Yrjänäinen, M. 2014. Työolobarometri – Syksy 2013. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Työ ja yrittäjyys 32/2014. (Luettu 23.2.2015) https://www.tem.fi/files/40839/TEMjul_32_2014_web_09092014.pdf

Maritime Labour Convention. 2006. (Luettu 01.03.2015) http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@normes/documents/normativeinstrument/wcms_090250.pdf

MEK. 2010. Merimieseläkekassan vuosikertomus 2009. Merimieseläkekassan julkaisu.

MEK. 2013. Merimieseläkekassan vuosikertomus 2013. (Luettu 22.2.2013) http://www.merimieseläkekassa.fi/fi/Etusivu/Yleista/Julkaisut/Julkaisut/MEK_vuosikatsaus_2013.pdf

MEK 2014a. Asteittaisia muutoksia merimiesten eläkejärjestelmään. Merimieseläkekassan lehti Albatrossi 2–3/2014.

MEK 2014b. Tuloksellisesta työhyvinvoinnista hyötyvät kaikki. Merimieseläkekassan lehti Albatrossi 4/2014.

Merilaki 674/1994. (Luettu 01.03.2015) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940674>

Mohammed, A-M., Sepulveda, F. & Colley, M. 2012. SEMG techniques to detect and predict localised muscle fatigue. Teoksessa M. Schwartz (toim.) *EMG methods for evaluating muscle and nerve function*. InTech, 157–86.

- McArdle, W.D., Katch, F. & Katch, V. 1996. Exercise physiology, energy, nutrition, and human performance. 4. painos. Williams & Wilkins.
- Nagy, E., Toth, K., Janositz, G., Kovacs, G., Feher-Kiss, A., Angyan, L. & Horvath, G. 2004. Postural control in athletes participating in an ironman triathlon. *European Journal of Applied Physiology* 92, 407–13.
- Nielsen, D. & Panayides, P.M. 2005. Causes of casualties and the regulation of occupational health and safety in the shipping industry. *WMU Journal of Maritime affairs* 4 (2), 147–67.
- O'Connor, F., Deuster, P., Davis, J., Pappas, C. & Knapik J. 2011. Functional Movements Screening: predicting injuries in officer candidates. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43 (12), 2224–30.
- Oksa, J., Ducharme, M. & Rintamäki, H. 2002. Combined effect of repetitive work and cold on muscle function and fatigue. *Journal of Applied Physiology* 92, 354–61.
- Oksa, J., Peura, S., Mäkinen, T., Lindholm, H., Rintamäki, H., Rissanen, S., Latvala, J., Vaara, K. & Oksa, P. 2011. Mastotyöntekijöiden fyysinen kuormittuneisuus, toimintakykyvaatimukset ja terveystarkastusten toimintakykymittareiden kehittäminen 2009–2011. Työsuojelurahaston loppuraportti. Työterveyslaitos, Oulu.
- Oldenburg, M., Baur, X. & Schlaich, C. 2010. Occupational risks and challenges of seafaring. *Journal of Occupational Health* 52, 249–56.
- OTKES. 1999. Vesiliikenneonnettomuuksia ja vaaratilanteita. M/S Cinderella, tulipalo autokannella 20.05.1999. Tutkintaselostus C1/2002M.
- OTKES. 2001a. Vesiliikenneonnettomuuksia ja vaaratilanteita. Troolari Randö, palo ja uppoaminen Rauman edustalla 26.02.2001. Tutkintaselostus C1/2001M.
- OTKES. 2001b. Vesiliikenneonnettomuuksia ja vaaratilanteita. M/S Cinderella, tulipalo tax-free varastossa Helsingin satamassa 21.03.2001. Tutkintaselostus C2/2001M.
- OTKES. 2004a. Kotimaan matkustaja-alusliikenteen turvallisuus. Turvallisuusselvitys S2/2004M.
- OTKES. 2004b. Väsymyksen syyt ja yleisyys komentosiltatyöskentelyssä. Tutkintaselostus S3/2004M.
- Partinen, M. & Hublin, C. 2011. Epidemiology of sleep disorders. Teoksessa M. Kryger, T. Roth & W.C. Dement (toim.) Principles and practice of sleep medicine. 5. painos. St Louis (MO): Elsevier Saunders, 694–715.
- Peate, W., Bates, K., Lunda, K., Francis, S. & Bellamy, K. 2007. Core Strength: A new model for injury prediction and prevention. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2, 3.
- Perkiö-Mäkelä M. 2013. Yksilöiden voimavarat: Työkyky ja koettu terveys. Teoksessa T. Kauppinen, P. Mattila-Holappa, M. Perkiö-Mäkelä, A. Saalo, J. Toikkanen, S. Tuomivaara, S. Uuksulainen, M. Viluksela & S. Virtanen (toim.) Työ ja Terveys Suomessa 2012. Seurantatietoa työoloista ja työhyvinvoinnista, 97–102. (Luettu 01.03.2015) http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/tyo_ja_terveys_suomessa/Documents/Tyo_ja_Terveys_2012.pdf

- Pernold, G., Törnqvist, E., Wiktorin, C., Mortimer, M., Karlsson, E., Kilbom, Å., Vingard, E., & MUSIC-Nortalje Study Group. 2002. Validity of occupational energy expenditure assessed by interview. *American Industrial Hygiene Association Journal* 63, 29–33.
- Pihlainen, K., Santtila, M., Ohrankämmen, O., Ilomäki, J., Rintakoski, M. & Tiainen, S. 2011. Puolustusvoimien kuntotestaajan käsikirja. 2. painos. Edita Prima Oy.
- Pollock, M. & Wilmore, J. 1990. Exercise in health and disease. Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation. 2. painos. W.B. Saunders Company.
- Punakallio, A. 2003. Balance abilities of different-aged workers in physically demanding jobs. *Journal of Occupational Rehabilitation* 13, 33–43.
- Punakallio A. 2004. Balance abilities of workers in physically demanding jobs with special reference to firefighters of different ages. Väitöskirja. Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede 341.
- Punakallio, A. & Lusa S. 2011a. (toim.) Eri-ikäisten palomiesten terveys ja toimintakyky: 13 vuoden seurantatutkimus, Loppuraportti, Työterveyslaitos: Helsinki. (Luettu 01.03.2015) http://www.ttl.fi/fi/verkkokirjat/Documents/Palomiesten_terveys.pdf
- Punakallio, A. & Lusa, S. 2011b. Suositus tuki- ja liikuntaelinten ja motorisen toimintakyvyn mittaamisesta osana työkyvyn arviointia ja seurantaa. Toimintakyvyn mittaamisen ja arvioinnin kansallinen asiantuntijaverkosto. Työikäisten toimintakyky. (Luettu 01.03.2015) <http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/suositus/27/>
- Punakallio, A., Lusa, S. & Luukkonen, R. 2003. Protective equipment affects balance abilities differently in younger and older firefighters. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 74, 1151–6.
- Punakallio, A., Wikström, M., Lusa, S., Lindholm, H. & Luukkonen, R. 2014. FireFit – Pelastajien fyysisen toimintakyvyn arviointijärjestelmän kehittämisen 3. vaihe Motorinen toimintakyky ja liikkuvuus. Palosuojelurahaston loppuraportti SMD no/2011/52. Työterveyslaitos, Helsinki.
- PV. 1991. Puolustusvoimien sotilashenkilöstön terveystarkastukset. Peläähk-os pak 05:03. Rajavartiolaitos. 2010. Rajavartiolaitoksen toimintakertomus 2010. (Luettu 01.03.2015) <http://www.raja.fi/tietoa/vuosikertomus>
- Raymond, L. 2004. Vagal pas-de deux: Heart-lung interplay in postexercise heart-rate recovery. *Chest* 125, 1186–90.
- Roberts, S.E. & Hansen, H.L. 2002. An analysis of the causes of mortality among seafarers in the British merchant fleet (1986–1995) and recommendations for their reduction. *Occupational Medicine* 52 (4), 195–202.
- Sarkalahti, E. & Kasemets, T. 2014. Merimieslääkärintarkastus. Opinnäytetyö. Examensarbete för Sjökapten(YH)-examen, Utbildningsprogrammet för Sjöfart, Turku.
- Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J., Pressler, A., Wagenpfeil, S. & Halle, M. 2013. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology* 113, 147–55.
- Schneiders, A., Davidson, A., Horman, E. & Sullivan, S. 2011. Functional Movement Screen normative values in a young, active population. *International Journal of Sports Therapy* 6 (2), 75–82.

- Shvartz, E. & Reibold, R. 1990. Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 year: A review. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 61, 3–11.
- SM. 2007. Pelastussukellusohje. Sisäasianministeriön julkaisu 48/2007, Helsinki. (Luettu 01.03.2015) <http://www.intermin.fi/julkaisu/482007?docID=25169>
- Smolander, J., Ajoiviita, M., Juuti, T., Nummela, A. & Rusko, H. 2011. Estimating oxygen consumption from heart rate and heart rate variability without individual calibration. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 31, 266–71.
- Sobeih, T., Davis, K.G., Succop, P.A., Jetter, W.A. & Bhattacharya, A. 2006. Postural balance changes in on-duty firefighters: effect of gear and long work shifts. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 48, 68–75.
- STM. 2005. Merimiehen lääkärintarkastusohjeet. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2005: 3, Helsinki.
- STCW. 2010. Adoption of the final act and any instruments, resolutions and recommendations resulting from the work of the conference. Attachment 2 to the Final Act of the conference. Resolution 2. The Manila Amendments to the Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping (STCW) Code. (Luettu 01.03.2015) <http://www.imo.org/OurWork/HumanElement/TrainingCertification/Documents/34.pdf>
- STM. 2005. Merimiehen lääkärintarkastusohjeet. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2005: 3, Helsinki.
- Suni, J., Husu, P., Rinne, M. & Taulaniemi, A. 2010. Kuntoa terveydeksi: aikuisten ALPHA-FIT terveystestit 18–69-vuotiaille. UKK-instituutti, Euroopan unioni ja DG Sanco, Tampere.
- Takala, E.-P. & Toivonen, R. 2013. Placement of forearm surface EMG electrodes in the assessment of hand loading in manual tasks. *Ergonomics* 56 (7), 1159–66.
- Tanaka, H., Monahan, K.D. & Seals, D.R. 2001. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of American College of Cardiology* 37 (1), 153–6.
- THL. 2014. Toimia-tietokanta. www.toimia.fi
- Tipton, M.J., Milligan, G.S. & Reilly, T.J. 2013. Physiological employment standards I. Occupational fitness standards: Objectively subjective? *European Journal of Applied Physiology* 113, 2435–46.
- Toomingas, A., Mathiassen, S.E. & Tornqvist, E. 2012. Occupational physiology. University of Gävle, Sweden, CRC Press. 4. painos. Stockholm.
- Trafi. 2013. Kauppalaivaston kuukausitilasto. Syyskuu 2013. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin julkaisu, 9/2013.
- Trafi. 2013. Merimiestilasto 2012. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin julkaisu 8/2013. (Luettu 28.02.2015) http://www.trafi.fi/file-bank/a/1381390381/b54f84176aff7d547ccd6416cd422db2/13347-12436-Merimiestilasto_2012_highres.pdf
- Tuomala, V. 2010. Merenkulun turvallisuus suomalaisissa kauppa-aluksissa. Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisu C 52, Turku.

TVL. 2015. Tapaturmavakuutuslaitosten liiton tapaturmapankki: Työtapaturmatilastot. (Luettu 01.03.2015) <http://www.tvl.fi/fi/Tilastot-/Pikapakki/>

Työturvallisuuslaki 738/2002. (Luettu 01.03.2015) <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

UKK-instituutti. 1995. Institute Health Promotion Research and Sports Research Institute of University of Frankfurt. Finnish German study of physical activity, fitness and health. Volume 1: Health related fitness. The assessment methods and descriptive results of common variables in the cross-sectional studies. UKK-instituutti, Tampere.

van Amelsvoort, L., Schouten, E., Maan, A., Swenne, C. & Kok, F. 2000. Occupational determinants of heart rate variability. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 73, 255–62.

Vepsäläinen, A. & Lappalainen, J. 2010. Utilization of incident reporting in the Finnish maritime industry. *Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja A53*, Turku.

Viljanen, T., Viitasalo, J. & Kujala, U. 1990. Physical activity and aerobic power of healthy adults. *World Congress on Sport for All*, Tampere 3.–7.6.1990.

Whaley, M.H., Brubaker, P.H. & Otto, R.M. 2006. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: Health-related physical fitness testing and interpretation. 7. painos. Baltimore: American College of Sports Medicine.

Åstrand, P., Rodahl, K., Dahl, H. & Strømme, S. 2003. Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise. 4. painos. Illinois, USA: Human Kinetics, Champaign.

LIITTEET

Liite 1. Kirjallisuuskatsaus

1 Merenkulun onnettomuudet ja "läheltä piti" -tilanteet

Itämeren ominaispiirteistä (matala, kapeat salmet, karikkoiset saaristoalueet, talvimerenkulun olosuhteet) johtuen merenkulku Itämerellä on haasteellisempaa kuin monilla muilla maailman merialueilla. Itämerellä liikennöi joka hetkellä noin 2 000 alusta ja kuukausittain keskimäärin 3 500 – 5 000 alusta (HELCOM 2012). Tiheä matkustaja-autolauttaliikenne sekä kalastus- ja huvialukset lisäävät Itämeren alusruuhkaa. Öljy- ja kemikaalikuljetukset sekä muun meriliikenteen kasvu lisäävät merellisten monialaonnettomuuksien uhkaa säiliöalusten reiteillä.

Itämeren erityispiirteet näkyvät myös tilastoissa: vuonna 2009 Itämerellä tapahtuneista onnettomuuksista 44 % oli pohjakosketuksia, kun muualla EU-alueella samankaltaisia onnettomuuksia oli 28 % (Luhtala 2010). Pohjakosketusten jälkeen eniten sattuu yhteentörmäyksiä ja koneistovaurioita.

Vuonna 2010 EMSA¹³:n tilastojen mukaan Itämeren liikenteessä sattui 32 karilleajoa, 28 yhteentörmäystä, 13 tulipaloa tai räjähdystä, 2 uppoamista ja 14 muuta onnettomuutta (EMSA 2011). HELCOM-tietokannan mukaan vuonna 2010 Itämeren alueella oli puolestaan 124 raportoitua laivaonnettomuutta. Edeltävään vuoteen verrattuna onnettomuusmäärä lisääntyi 19 %. Suurimmaksi osaksi (44 %) onnettomuuksissa oli osallisena rahtialukset, matkustaja-alukset olivat mukana 24 %:ssa ja säiliöalukset 10 %:ssa (HELCOM 2010). Vuoden 2013 HELCOM-tietokannan mukaan Itämerellä sattui 150 onnettomuutta, joista 38 % oli yhteentörmäyksiä, 29 % pohjakosketuksia ja 9 % tulipaloja tai räjähdyksiä (HELCOM 2013).

EMSA:n tuoreimpien raporttien mukaan vuonna 2013 EU:n alueella raportoitiin 2 550 merionnettomuutta, joista 81 oli luokiteltu erittäin vakaviksi (EMSA 2014). Merellä loukkaantui 754 henkilöä, 165 tutkintaa käynnistettiin ja kaikkiaan 2872 alusta oli osallisena raportoituissa läheltä piti- tai onnettomuustilanteissa. Vuonna 2013 EU:n alueella raportoitiin 164 aluksilla sattunutta tulipaloa tai räjähdystä, joista suuri osa ei johtanut vakaviin tilanteisiin. Toisaalta vuosina 2011–2013 sattuneista erittäin vakavista onnettomuuksista 13 % aiheutui tulipaloista tai räjähdyksistä. (Ibid.)

EMPIC (Eurooppalainen merionnettomuustietokanta) tietojärjestelmän mukaan vuonna 2010 Suomessa oli 6 erittäin vakavaa merionnettomuutta, 11 vakavaa ja 20 vähemmän vakavaa onnettomuutta. Rajavartiolaitoksella oli vuonna 2010 Suomen ammattimerenkulun ja kalastuselinkeinoon piirissä 365 meripelastus- ja avustustapahtumaa. Näistä 286 kohdistui matkustaja-aluksiin, 41 rahtialuksiin, 15 kalastusaluksiin ja kuusi erikoisaluksiin. Me-

¹³ European Maritime Safety Agency

rialueella valvontatoimenpiteillä estettiin seitsemän merionnettomuutta, minkä lisäksi merivartiostot havaitsivat erilaisia merenkulun "läheltä piti" -vaaratilanteita. Pääosa avuntarpeesta oli johtunut inhimillisistä tekijöistä. (Rajavartiolaivos 2010.)

Suomenlahdella liikennöi päivittäin 400–560 alusta, joille sattuu karilleajoja noin kymmenen vuodessa, "läheltä piti" -tilanteita sitäkin useammin. Paljon tapahtuu ns. "black-out" -tilanteita, jolloin aluksen ohjauskyky menetetään teknisen vian takia (häiriöt elektroniikassa tai moottorivoimassa), mutta selvitään ilman onnettomuutta. Turun meripelastuskeskuksen meripelastusjohtaja Samu Hiljanen on todennut "black-out" -tilanteita syntyvän päivittäin, isoilla matkustaja-aluksilla ne kuitenkin ovat harvinaisia (Tuomala 2010). Liikenneviraston tilastojen mukaan vuonna 2014 Suomen merialueella ja Saimaalla sattui laivoille 181 vaaratilannetta. Lähes puolet niistä johtui laivojen teknisistä vioista sekä ilmoitussääntöjen tai meriteiden sääntöjen rikkomisesta (Helsingin Sanomat 2015).

Suomalaisen aluksen päällikkö on velvollinen tekemään meriselityksen aluksella tapahtuneista onnettomuuksista, kuolemantapauksista, törmäyksistä, karille ajosta ja muista onnettomuustapauksista (Merilaki 674/1994). Selvityksien mukaan komentosiltojen "läheltä piti" -tilanteita tai muita inhimillisiä virheitä raportoidaan vain vähän, ja vain muutama varustamo on onnistunut luomaan avoimen ilmapiirin, jossa myös inhimillisiä erehdyksiä raportoidaan (Erkama ym. 2007; Lappalainen & Salmi 2009; Vepsäläinen & Lappalainen 2010). Ongelmallista on, että lähes kaikissa varustamoissa raportin voi lähettää ainoastaan aluksen päällikkö, muutamissa varustamoissa myös konepäällikkö ja/tai yliperämies (Erkama ym. 2007). Tällöin useat "läheltä piti"-tilanteet ja inhimilliset virheet jäävät raportoimatta, joko päällikön haluttomuudesta tai muun henkilökunnan estyneisyydestä johtuen. Nykytilanteessa esimerkiksi Liikenteen turvallisuusvirasto ei saa kattavasti onnettomuustietoja eikä etenään merellä sattuvia vaaratilanteita koskevia tietoja omaa turvallisuustyötään varten. Merenkulun voimassa olevissa kansallisissa säädöksissä ei säädetä tällä hetkellä lainkaan ns. poikkeamia koskevien tietojen ilmoittamisesta, toisin kuin ilmailussa ja rautatieliikenteessä (Trafi 2014.) Raportoinnin toimivuuden kannalta merkittävä ongelma on myös se, että tapauksia ei tutkita riittävästi.

2 Laivan hätätilanteita ja onnettomuuksia

Laivalla sattuvia hätätilanteita ovat laivojen rakenteelliset kovan kelin vauriot, aluksen ohjauslaite- ja sähköviat sekä vikatilanteet potkurilaitteissa. Hätätilanteita ovat myös törmäminen, karilleajo, lastin siirtyminen ja irtoaminen. Tulipalo, räjähdys ja vuodot voivat johtaa laivan jättämiseen. "Mies yli laidan" -tilanne, etsintä- ja pelastustehtävät sekä vakavat henkilötapaturmat ovat mahdollisia aluksilla tapahtuvia onnettomuuksia. Uudempana paljon puhututtaneita uhkia ovat merirosvot ja terrorismi (Tuomala 2010).

Pelastustoiminnan kannalta haasteellisimmaksi suuronnettomuudeksi on esitetty suuren matkustaja-aluksen ja kemikaalisäiliöaluksen yhteentörmäys (SM 2008). Samanaikaisesti on kyettävä pelastamaan ihmishenkiä ja valmistauduttava ympäristövahinkojen torjuntaan ja omaisuuden pelastamiseen. Merellinen suuronnettomuus on monialaonnettomuus

ja monipotilastilanne, jossa eri viranomaisten yhteistyötä on osattava johtaa tehokkaasti sekä samanaikaisina että peräkkäisinä prosesseina (Dufva ym. 2010).

Matkustaja-aluksella olevat suuret ihmismäärät tekevät onnettomuustilanteet aina uhkaaviksi. Vesilläämme kulkevilla matkustaja-aluksilla voi kulkea yli 2 000 matkustajaa kerrallaan. Erityisesti tulipalot ovat matkustajalaivoilla osoittautuneet vaativiksi hallita. Autolautoilla autokannen tulipalot sekä vuototapauksissa esiin tuleva haavoittuvuus muodostavat omat turvallisuusuuskansa. Laivan autokannella kuljetettava lasti muodostaa suuren palokuorman ja autokannen avoin rakenne mahdollistaa palon esteettömän etenemisen. Siksi palon aikainen havaitseminen ja tehokas sammutustoiminta ovat vieläkin tärkeämpiä kuin muissa laivan tiloissa. Merellä ollessa apuvoimia on usein hankala, toisinaan jopa mahdollonta saada (OTKES 2007). Viime vuosikymmenten merkittäviä vakavimpia matkustaja-alusonnettomuuksia olivat Herald of Free Enterprise, Scandinavian Star ja Estonia. Niissä oli mukana teknisten syiden lisäksi inhimillinen tekijä (SM 2011). Costa Concordia haaksirikossa tammikuussa 2012 kuoli 32 henkeä. Joulukuussa 2014 ainakin kymmenen 27 henkeä kuoli autolautta Norman Atlantin autokannella syttyneen tulipalon seurauksena Välimerellä.

3 Inhimilliset tekijät onnettomuuksissa ja merenkulkijoiden terveys

3.1 Inhimillinen tekijä meriturvallisuudessa

Inhimillisinä tekijöinä merenkulussa voidaan katsoa olevan lisääntyvä automaatio, uneliaisuus, torkkuminen ja tahaton nukahtaminen vahdin aikana. Hidastunut reaktionopeus ja vähentynyt huomiokyky vaikuttavat tilannetajuun ja viestintään komentosillalla. Myös komentosillan työskentelyrutiinit, teknisten järjestelmien käytön hallinta ja pienetkin tekniset puutteet voivat aiheuttaa vakavia turmia. Onnettomuustutkintakeskuksen (OTKES) tilastojen mukaan 71 % inhimillisistä virheistä johtui tilanteen havainnointiongelmista. Viestinnän sekä järjestelmien ymmärtämisen puute ja puhumattomuus komentosillalla ovat tunnettuja ongelmia. (OTKES 1999, 2001a, 2001b, 2004a, 2004b.) Myös työntekijöiden ylityöllistäminen on noussut esiin vakavana riskitekijänä. (Tuomala 2010.)

Varsinkin onnettomuustilanteissa pelastustehtävistä selviytymisessä voivat rajoitteeksi muodostua heikko fyysinen kunto, stressin aiheuttamat fyysiset ja psyykkiset reaktiot, unen puute ja fyysinen väsymys, neste- ja energiatasapainon heikkeneminen, ympäristön lämpöolosuhteiden kuormitus, merenkulkijoiden sairaus tai vamma. Myös aluksen ja onnettomuustilanteen olosuhteet (ahtaat kulkuväylät, pimeys, savu, lämpöolot, vesi, jäiset tai liukkaat pinnat, kallistuma, aallokon aiheuttamat liikkeet) aiheuttavat huomattavan lisäkuormituksen. Pelkästään kylmässä työskentelyn tiedetään voivan lisätä työn kuormittavuutta jopa kymmeniä prosentteja (Oksa ym. 2002).

IMO:n (2009) vuosiraportissa arvioitiin, että turvallisuuden parantamisen toimet ovat keskittyneet liikaa teknisiin asioihin, inhimillisten tekijöiden, koulutuksen ja menetelmien sijaan. Myös suomalaisille merenkulun asiantuntijoille tehdyn tutkimuksen mukaan meriturvallisuuden parantamisessa pidettiin ensisijaisena inhimilliseen tekijään (muun muassa merimiesten väsymys, pätevyudet ja sitoutuneisuus) pureutuvia keinoja (Kuronen & Tapaninen 2010). Kirjallisuudesta ei väsymyksen ja työaikojen vaikutusten lisäksi juurikaan löydy tutkimuksia terveystekijöiden mahdollisesta osallisuudesta onnettomuustapausten syntyyn tai hätätilannetehtävistä selviytymiseen (Hetherinton ym. 2006). Useiden selvitysten mukaan yleisin syy merionnettomuuksille on inhimillinen tekijä, jopa 80–85 % merionnettomuuksista johtuu inhimillisistä virheistä (Erkama 2007; Tuomala 2010; Card ym. 2005).

3.2 Merenkulkijoiden terveysriskejä

Aluksella työ- ja vapaa-aika vietetään samoissa tiloissa ja samojen henkilöiden kanssa erillään maissa olevista toiminnoista ja virikkeistä. Tämä voi aiheuttaa psyykkistä kuormittumista. Aktivoivaa vaihtelua työ- ja vapaa-aikaroolin välillä ei yleensä synny. Laivatyöjaksojen pitkät työpäivät sinällään väsyttävät ja kahteen tai useampaan jaksoon jakautunut työaika antaa vain lyhyitä vapaahetkiä laivatyöjaksoilla. Muun muassa nämä seikat johtavat fyysisesti passiivisiin ajanviettotapoihin kuten television ja videoiden katselemiseen tai sosiaalisen median käyttöön.

Ylipaino ja lihavuus ovat jo pitkään olleet keskeisiä merenkulkijoiden terveysriskejä. Ylipainoisten merenkulkijoiden prosentuaalinen osuus on kaikissa liikapainoa osoittavissa painoindeksiluokissa suurempi kuin maissa työskentelevien (Laine ym. 1999). Merenkulkijoiden ylipainoisuuden on todettu lisääntyvän iän ja meripalveluvuosien myötä (Laine ym. 1999; Hansen ym. 2011). Päälylystön keskipaino oli miehistöä pienempi (Tenfjord ym. 1983). Tanskalaisista miespuolisista merenkulkijoista 77 % oli ylipainoisia ja 31 %:lla oli merkittävästi ylipainoa (BMI yli 30) (Hoeyer & Hansen 2005). Suomalaisista merenkulkijainaisista lähes 60 % ja merenkulkijamiehistä lähes 70 % on vähintään lievästi liikapainoisia (BMI yli 25). Merenkulkijoilla parhaimmaksi työkykyä ennustavaksi tekijäksi osoittautui BMI:n ja iän yhteisvaikutus: ylipainon työkykyä heikentävä vaikutus oli suurempi iäkkäämmillä merenkulkijoilla (Bridger & Bennett 2011).

Ylipainoon liittyy lisääntynyt riski sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin, uniapneatautiin sekä diabetekseen. Ylipaino kuormittaa myös tuki- ja liikuntaelimistöä ja heikentää fyysistä suorituskykyä. Terveysriskien lisäksi ylipaino voi itsessään heikentää meriturvallisuutta vaikeuttamalla merenkulkijan selviytymistä fyysisesti vaativista pelastustehtävistä ja kulkua/evakuoimismahdollisuuksia ahtaista kulkuväylistä ja pelastusreiteistä tai jos merenkulkija ei mahdu pelastautumispukuunsa tai ahtaaseen pelastusveneeseen. Ylipainoisilla on myös lisääntynyt riski saada merellä akuutti sairaus, johon laivalla on vain rajalliset hoitomahdollisuudet ja jotka voivat edellyttää välitöntä evakuoitua riittävän hoidon mahdollistamiseksi. Merenkulkijoiden keskeisiä terveysriskejä ovat lisäksi maaväestöä runsaampi tupakointi ja alkoholinkäyttö. Tanskalaistutkimusten mukaan merenkulkijoilla on maaväestöä suurempi sydän- ja verisuonitautien, diabeteksen ja keuhkosyövän esiintyvyys, mikä todennäköisemmin liittyy em. elämäntapatekijöihin (Hansen ym. 2005, Kaerlev ym. 2005).

Merenkulkijoiden ikääntymisen myötä myös tuki- ja liikuntaelinten oireet ja sairaudet lisääntyvät ja ne ovatkin yleisin ennenaikaisen eläköitymisen syy (MEK 2010). Koska alus muodostuu eri tasoissa olevista työtiloista, kyky liikkua portaissa on ehdoton perusedellytys kaikille laivatyöntekijöille. Vaikka aluksella olisi hissejä, niiden käyttö poikkeustilanteissa on mahdotonta, jolloin jokaisen on selviydyttävä portaikoissa. Merenkulkijalla saattaa olla useita sairauksia ja muita terveysongelmia, jotka yksittäisinä eivät ole esteenä merityöhön mutta jotka yhdessä saattavat heikentää merkittävästi heidän suoriutumiskykyään.

Suomalaisen merenkulkijoiden työhyvinvointihankkeen TrimMare:n osana vuonna 2003 toteutetun merenkulkijoiden terveydentilaa kartoittavan kyselytutkimuksen (339 vastannutta) mukaan 30 % vastanneista oli tyytyväisiä terveyteensä ja työkykyynsä ja 62 % henkiseen hyvinvointiinsa. Vastaajista 86 % oli tyytymättömiä fyysiseen kuntoonsa. 28 %:lla oli tiedossa oleva kohonnut verenpaine ja 8 %:lla rasva-arvot olivat koholla (54 % ei tiennyt rasva-arvojaan). 40 % vastaajista ei harrastanut liikuntaa ja työviikon aikainen liikunta oli vielä vähäisempää. 32 % ilmoitti ruokailevansa epäsäännöllisesti tai yksipuolisesti. Päivittäin tupakoivia oli 20 % ja 10 % oli alkoholin suurkuluttajia. 40 % ilmoitti käyttävänsä alkoholia työviikon aikana. (Työterveyslaitoksen ja Merimieseläkekassa vuosina 2003–2006 toteutettu TrimMare-merenkulkijoiden hyvinvointihankkeen tiedotustilaisuuden esittelykalvot, ei julkaisua).

Suomalaisille merenkulkijoille tehdystä kyselystä (N=1406) tuli esiin varsinkin ikääntymisen myötä voimakkaasti lisääntyvä oman koetun terveydentilan heikentyminen. Kyselyaineistossa vanhemmissa ikäryhmissä jo yli puolet arvioi terveydentilansa heikentyneeksi ja 46–55-vuotiaista joka 12. antoi (asteikolla 0-10) terveydentilalleen arvion 0–5. (Haavisto ym. 2014.)

3.3 Merenkulkijoiden työtapaturmat

Merenkulku on useiden tutkimusten mukaan yksi vaarallisimmista toimialoista, ja merenkulkijoilla on huomattavasti suurempi työtapaturma- ja kuolleisuusriski kuin maissa työskentelevillä (Lu & Tsai 2010; Jensen ym. 2004; Roberts & Hansen 2002; Hisamune ym. 2006; Nielsen & Panayides 2005). Merenkulkijoiden kuolemaan johtaneet tapaturmat liittyvät koviin myrskyihin, lastitiloissa tapahtuneisiin räjähdyksiin ja huonon näkyvyyden aiheuttamiin törmäyksiin. Kovien sääolojen lisäksi kuolemaan johtaneisiin onnettomuuksiin on liittynyt huono turvallisuustietoisuus, suojavälineiden käyttämättömyys ja kokemattomuus. Kansitoissa kuolemaan johtaneita onnettomuuksia ovat aiheuttaneet kaatumiset lastiruumaan, putoamiset alukselta ja merenkulkijaan tulleet kovat iskut (Oldenburg ym. 2010).

Merenkulun työtapaturmat sattuvat yleensä kansityötehtävissä, koneiden huollossa sekä liikuttaessa usein ahtailla käytävillä, liukkailla kansilla ja portaissa. Myös laivan pelastusharjoituksiin liittyy merkittäviä tapaturmia. Varsinkin pelastusveneiden laskemisissa on sattunut vakavia onnettomuuksia. IMO:n mukaan pelastusveneharjoituksissa loukkaantuu ja kuolee edelleen enemmän merimiehiä kuin mitä niillä on pelastettu (SM 2011). Tästä syystä aluksilla tapahtuvaa veneharjoittelua on rajoitettu siten, että henkilöt eivät nouse veneeseen, ennen kuin se on turvallisesti laskettu.

Suurin tapaturma-alttius on pienissä rahtialuksissa ja roro-aluksissa. 1990-luvulla tehdyn tanskalaistutkimuksen mukaan puolet tapaturmista tapahtui kansitoissa kannella ja rutiinitoissa ruumassa. Riskitekijöitä ovat aluksen kiinnitys, irrotus, lastiluukkujen avaaminen ja sulkeminen sekä liikkuminen työkohteesta toiseen. Suljettuihin tiloihin kulku ja happivajaus ovat laivalla mahdollisia vaaratilanteita. Onnettomuusriski pienenee työntekijöiden laivalla olon pituuteen suhteutettuna ja työturvallisuuden kannalta aluksen pysyvät miehistöt ovat suositeltavia (Tuomala 2010). Kansainvälisissä tutkimuksissa on osoitettu huomattavia eroja eri kansallisuuksia edustavien miehistöjen työtapaturmataajuuksissa. Kaakkois-Aasian, lähinnä filippiinilaisten, merenkulkijoiden työtapaturmariski on merkittävästi pienempi kuin länsi- ja itäeurooppalaisilla merenkulkijoilla

Tapaturmavakuutusten liiton mukaan vuosina 2009 ja 2010 raportoitujen laivalla sattuneiden työtapaturmien määrä oli vähentynyt. Tapaturmamäärien yleinen väheneminen kaikkia toimialoja koskien liittyy yleiseen taloudelliseen lamaan. Kaikkiaan laivalla sattuneita tapaturmia vuonna 2010 oli 168, kun edeltävästi vuonna 2008 tapaturmia oli 234. Tavallimmat vahingoittumistavat olivat iskeytyminen kiinteää pintaa vasten (31 % kaikista tapaturmista) ja äkillinen fyysinen tai psyykinen kuormittuminen (21 %). Seuraavaksi yleisimmät vahingoittumistavat olivat isku tai törmäys (13 %), puristuminen tai ruhjoutuminen (12 %) sekä terävän esineen aiheuttama vahinko (12 %).

3.4 Merenkulkijoiden eläköityminen

Suomalainen merenkulkija jäi vuonna 2013 eläkkeelle keskimäärin 59-vuotiaana. Vanhuuseläkkeelle jäätiin keskimäärin 61 vuoden ja 3 kuukauden iässä, ja työkyvyttömyyseläkkeelle reilut kahdeksan vuotta nuorempana, 53-vuotiaana. (MEK 2013). Vastaavasti muiden yksityisen eläkejärjestelmän piirissä olevat vakuutetut siirtyivät vanhuuseläkkeelle noin 63 vuoden ja 8 kuukauden iässä. (MEK 2014a).

Merenkulkijoiden työkyvyttömyyden yleisimpänä syynä ovat tuki- ja liikuntaelinten sairaudet. Mielenterveyden ongelmat esiintyvät toiseksi suurimpana ryhmänä. Miehistön ja päällystön työkyvyttömyyseläkkeiden syyt eroavat jossain määrin toisistaan. Päällystön kuuluvien kolmanneksi suurimpana työkyvyttömyyden aiheuttajana olivat sydän- ja verisuonten sairaudet hieman pienemmällä osuudella kuin mielenterveyden ongelmat ja tuki- ja liikuntaelinten sairaudet. Vuoden 2005 alussa voimaan tulleen koko työeläkejärjestelmää koskeneen uudistuksen myötä 60 vuotta täyttäneiden osallistuminen työelämään on lisääntynyt ja yhä useampi jatkaa töissä vielä 63 vuotta täytettyään. Myös merenkulkijoiden eläkkeellesiirtymisikä on 2000-luvulla noussut yli kahdella vuodella (MEK 2009).

Merimieseläkelakiin on valmisteilla uudistus, joka tavoitteiden mukaisesti tulisi voimaan vuoden 2016 alussa. Merihenkilöstön kannalta merkittävin muutos koskee eläkeikää kun nykyisen merimieseläkelain mukaisesta alemmasta eläkeiästä luovutaan asteittain. Pitkään merityössä ollut päällystön kuuluva on voinut siirtyä vanhuuseläkkeelle ns. ansaitussa eläkeikässä aikaisintaan 60-vuotiaana ja miehistöön kuuluva vastaavasti 55-vuotiaana. Siirtymäajan jälkeen merenkulkijoiden alin vanhuuseläkeikä olisi jatkossa 65 vuotta. Korkeampi eläkeikä lisää terveyden ja työhyvinvointiin panostamisen merkitystä työkyvyn ylläpitämisessä fyysisesti kuormittavissa tehtävissä.

4 Merenkulkijoiden terveystaamimukset ja poikkeustilannetehtävät

Merenkulkijoiden terveydellistä soveltuvuutta laivatyöhön määrittävät useat kansainväliset ja kansalliset säädökset. Kansainvälisen sääntelyn pohjana ovat YK:n alaisen Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) yleissopimukset. Suomalaiset laivaväen lääkärintarkastusohjeet noudattavat myös ILO:n merityöyleissopimusta¹⁴, jonka Suomi ratifioi 9.1.2014. IMO:n hyväksymä STCW-yleissopimus (STCW 2010) määrittää fyysisen kunnon yleisvaatimukset. Sen mukaisesti sopimusvaltion tulee huolehtia, että seuraavat terveydentilan minimivaatimukset täyttyvät:

- fyysinen toimintakyky selviytyä hätätilanteiden peruskoulutuksesta (*Basic Safety Training*, BST)
- riittävä kuulo ja puhekyky tehokkaaseen kommunikointiin
- ei ole sellaista vikaa, vammaa tai sairautta, joka estää tai selvästi vaikeuttaa merenkulkijan työtä tai hätätilanteista selviytymistä lääkärintodistuksen voimassaoloaikana
- ei ole sellaista vikaa, vammaa tai sairautta, joka todennäköisesti pahenee laivatyössä tai tekee kykenemättömäksi meripalveluun tai vaarantaa muiden henkilöiden turvallisuuden tai terveyden
- ei ole sellaista lääkitystä, jonka sivuvaikutukset huonontavat harkintaa, tasapainoa tai mitään muuta edellytystä työtehtävistä tai hätätilanteista selviytymiseksi.

Yksityiskohtaisimmat ohjeet STCW:n osalta koskevat pelastautumistehtäviin liittyvää turvallisuuden peruskoulutusta, johon liittyvä lisäpätevyytödistus vaaditaan kaikilta ulkomaanliikenteen alusten työntekijöiltä, jotka kuuluvat aluksen vähimmäismiehitykseen tai joille on määrätty aluksen turvallisuuteen tai ympäristön pilaantumisen ehkäisyyn liittyviä tehtäviä. Tähän lisäpätevyytödistukseen sisältyvät tehtävät on kaikkien suoritettava hyväksytysti eikä esim. terveydellisten syiden takia suoritusta voida hyväksyä, jos riittävää toimintakykyä kaikkien tehtäväosoiden suorittamiseen ole (asetus 166/2013 § 58).

STCW-yleissopimukseen vuonna 2010 tehtyjen ns. Manilan muutosten jälkeen hätätilanteiden peruskoulutus (BST) tulee kerrata viiden vuoden välein. Jos henkilöllä on vähintään kolme kuukautta meripalvelua viimeisen viiden vuoden aikana, riittää kertauskurssi. Muussa tapauksessa tulee suorittaa koko kurssi uudestaan. Aluksella pidettyihin harjoitukseen osallistumisella ei voi jatkossa korvata edes kertauskurssia. STCW antaa kuitenkin mahdollisuuden hyväksyä eräiden kertauskoulutusten osien suorittamisen aluksella. Siirtymäaikana sopimuspuolet voivat myöntää ja tunnustaa pätevyyskirjoja ja antaa kelpoisuustodistuksia vanhojen säännösten mukaisesti. 1.1.2017 lähtien kaikkien kansainvälisen liikenteen merenkulkijoiden STCW-yleissopimuksen nojalla myönnettyjen pätevyyskirjojen on oltava

¹⁴ Maritime Labour Convention 2006.

Manilan muutosten mukaisia. Säännösten mukainen, hyväksytysti suoritettava BST-koulutus edellyttää laivatyöntekijöiltä vähimmäistason fyysistä toimintakykyä.

BST-koulutuksen mukaisen toimintakyvyn ja näkö- ja kuulovaatimusten lisäksi merenkulkijan muut terveydentilan vaatimukset ovat esitetty huomattavasti yleisluontoisemmin. STCW:n yleisperiaatteena on kuitenkin, että jokaisen laivatyöntekijän tulee terveytensä ja fyysisen toimintakykynsä puolesta selviytyä turvallisesti ja tehokkaasti sekä ruutiini- että hätätilannetehtävistään. Jos työtehtäviä ei näiltä osin voida muokata vähemmän vaativiksi, on STCW:n mukaan merenkulkija katsottava tehtävään soveltumattomaksi. Sopimuksen velvoittavassa A-osassa viitataan, että soveltuvuuden arvioinnissa tulisi huomioida sopimuksen ohjeelliseen B-osioon kuuluvassa Taulukossa B-I/9 mainitut ohjeet merenkulkijan laivatyön velvoitteiden mukaisesti.

Taulukko 1. Merenkulkijoiden fyysisen toimintakyvyn minimisuositukset (STCW).

Shipboard task, function, event or condition ³	Related physical ability	A medical examiner should be satisfied that the candidate: ⁴
Routine movement around vessel: <ul style="list-style-type: none"> on moving deck between levels between compartments 	Maintain balance and move with agility Climb up and down vertical ladders and stairways Step over coamings (e.g. Load Line Convention requires coamings to be 600 mm high)	has no disturbance in sense of balance does not have any impairment or disease that prevents relevant movements and physical activities is, without assistance, ⁵ able to: <ul style="list-style-type: none"> climb vertical ladders and stairways step over high sills manipulate door closing systems
Note 1 applies to this row	Open and close watertight doors	
Routine tasks on board: <ul style="list-style-type: none"> use of hand tools movement of ship's stores overhead work valve operation standing a four-hour watch working in confined spaces responding to alarms, warnings and instructions verbal communication 	Strength, dexterity and stamina to manipulate mechanical devices Lift, pull and carry a load (e.g. 18 kg) Reach upwards Stand, walk and remain alert for an extended period Work in constricted spaces and move through restricted openings (e.g. SOLAS requires minimum openings in cargo spaces and emergency escapes to have the minimum dimensions of 600 mm x 600 mm – SOLAS regulation 3.6.5.1) Visually distinguish objects, shapes and signals	does not have a defined impairment or diagnosed medical condition that reduces ability to perform routine duties essential to the safe operation of the vessel has ability to: <ul style="list-style-type: none"> work with arms raised stand and walk for an extended period enter confined space fulfil eyesight standards (table A-1/9) fulfil hearing standards set by competent authority or take account of international guidelines hold normal conversation
Note 1 applies to this row	Hear warnings and instructions Give a clear spoken description	
Emergency duties ⁶ on board: <ul style="list-style-type: none"> escape firefighting evacuation 	Don a lifejacket or immersion suit Escape from smoke-filled spaces Take part in firefighting duties, including use of breathing apparatus Take part in vessel evacuation procedures	does not have a defined impairment or diagnosed medical condition that reduces ability to perform emergency duties essential to the safe operation of the vessel has ability to: <ul style="list-style-type: none"> don lifejacket or immersion suit crawl feel for differences in temperature handle firefighting equipment wear breathing apparatus (where required as part of duties)
Note 2 applies to this row		

Shipboard task, function, event or condition ³	Related physical ability	A medical examiner should be satisfied that the candidate: ⁴
---	--------------------------	---

Notes: ¹ Rows 1 and 2 of the above table describe: (a) ordinary shipboard tasks, functions, events and conditions; (b) the corresponding physical abilities which may be considered necessary for the safety of a seafarer, other crew members and the ship; and (c) high-level criteria for use by medical practitioners assessing medical fitness, bearing in mind the different duties of seafarers and the nature of shipboard work for which they will be employed. ² Row 3 of the above table describes: (a) emergency shipboard tasks, functions, events and conditions; (b) the corresponding physical abilities which should be considered necessary for the safety of a seafarer, other crew members and the ship; and (c) high-level criteria for use by medical practitioners assessing medical fitness, bearing in mind the different duties of seafarers and the nature of shipboard work for which they will be employed. ³ This table is not intended to address all possible shipboard conditions or potentially disqualifying medical conditions. Parties should specify physical abilities applicable to the category of seafarers (such as “deck officer” and “engine rating”). The special circumstances of individuals and for those who have specialized or limited duties should receive due consideration. ⁴ If in doubt, the medical practitioner should quantify the degree or severity of any relevant impairment by means of objective tests, whenever appropriate tests are available, or by referring the candidate for further assessment. ⁵ The term “assistance” means the use of another person to accomplish the task. ⁶ The term “emergency duties” is used to cover all standard emergency response situations such as abandon ship or firefighting as well as the procedures to be followed by each seafarer to secure personal survival.

4.2 Laivan savusukellustehtävien kuormittavuus

Savusukellusvarusteet ovat varsin painavia. Paineilmahappilaitteet painavat noin 16 kg, lisäksi painoa tulee kypärästä, suojavaatteista ja työkaluista. Letkuteline painaa 47 kg ja varahappipulloteline 34 kg. Pyörillä liikkuvan varapullotelinen kantaminen portaissa on epäergonomisen kantamisasennon takia varsin kuormittavaa. Raskaan varustuksen kanssa portaissa nouseminen ja ahtaissa paikoissa ryömiminen on fyysisesti vaativaa. Pelkästään suojaruukissa työskentely asettaa vaatimuksia lämmönsietokyvylle ja on verrattavissa kuumatyöskentelyyn ilman ympäröivää kohonnuttua lämpötilaa.

Laiva savusukellusympäristönä on fyysisesti erittäin haastava, koska kulkureitit ovat ahtaita ja sokkeloisia, sisältävät paljon portaita, tikkaita ja luokkuja. Tulipalot voivat vaihdella pienestä roska-astiapalosta massiivisiin rahtitilojen paloihin. Etäisyydet palopaikan ja turvallisen alueen välillä voivat kasvaa pitkiksi savun täyttäessä tiloja ja sammutusreitit voivat sisältää pitkiä tikkaita ja ahtaita luokkuja. Merenkäynti voi vaikeuttaa liikkumista savusukellusvarustuksessa ja varsinkin mahdollinen aluksen kallistuma voi tehdä liikkumisen erittäin hankalaksi tai jopa mahdottomaksi. Lastikannella palopaikan saavuttaminen voi olla vaikeaa varsinkin, jos lasti on päässyt liikkumaan. (Heinonen 2013.) Myös tiiviisti täytetyillä autokannella liikkuminen ja sammutustoimien toteuttaminen on haasteellista. Konehuoneessa taas laitteet, putket ja sokkeloisuus aiheuttavat liikkumiselle haittaa. Sammutus-

hyökkäysreittien kulkeminen vaatii usein pitkien tikkaiden laskeutumista ja poistuessa kiipeämistä luukkujen läpi, joka on fyysisesti erittäin raskas tehtävä. Toisaalta laivapaloissa lisäkuormitusta aiheuttaa myös nopeasti kasvava lämpötila, sillä tilat ovat pieniä ja metallirakenteet johtavat ja keräävät lämpöä. (Koivula 2008.)

Palo- ja savusukellustehtävät edellyttävät hyvää terveydentilaa, erityistä fyysistä ja psyykkistä toimintakykyä, hyvää sosiaalista toimintakykyä ja hyvää ammattitaitoa. Savusukeltajan tulee pystyä käyttämään paineilmahengityslaitteita, kantamaan ja nostamaan painavia taakkoja, työskentelemään ahtaissa ja suljetuissa paikoissa, liikkumaan ja työskentelemään hankalissa työasunnoissa, työskentelemään yläraajat kohoasennossa sekä työskentelemään käryisessä ympäristössä. Ahtaissa tiloissa, ergonomisesti hankalia työasentoja sisältävissä ja putoamisvaaralle altistavissa tehtävissä myös hyvä koordinaatiokyky ja tasapainonhallinta ovat tärkeitä.

Savusukellukset ovat hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn eli yleiskestävyuden kannalta kuormittavimpia tehtäviä pelastustöissä. Eri tutkimusten mukaan savusukellustehtävien keskimääräinen hapenkulutus on 2,5–2,8 l/min. Laivapaloissa savusukellustehtävien kuormittavuus lienee tätä suurempi johtuen rajallisemmista henkilö- ja varusteresursseista. Tähän viittaavat myös kokemukset laivapaloista, joissa on pitänyt kyetä suurempaan määrään perättäisiä savusukelluksia ja lyhemmillä tauoituksilla, myös kokonaiskuormakuorma on näissä muodostunut suuremmaksi, koska varoalue on ollut rajallisempi. Pelastussukellusohjeen mukaan savusukellustehtäviä suorittavan pelastajan tulisi omata vähintään 10,3 MET:n (maksimaalisen hapenkulutus 3 l/min ja 36 ml/kg/min) mukainen hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky. Savusukelluskelpoisuus ei kuitenkaan edellytä erityistä "superkuntoa", vaan Työterveyslaitoksen tekemien eri toimialoja edustavien mitaustutkimusten mukaan tähän kuntotasoon pystyy moni alle 50 vuotiaista miehistä normaalilla terveyttä ylläpitävällä kuntoliikunnalla ja liiallisen ylipainon välttämällä. Myös huolehtimalla riittävästä koulutuksesta ja tekniikan omaksumisesta kyetään vähentämään savusukelluksen aiheuttamaa fyysistä rasitusta. Oikealla hengitystekniikalla voidaan säästää ilmaa ja lämpökameran avulla palopaikan tai etsittävän henkilön paikallistaminen helpottuu. Tottuminen savusukellusvarustukseen ja säännöllinen harjoittelu parantavat savusukeltajan suorituskykyä (Danielsson ym. 1998). Siksi riittävä paineilmalaitteilla tehtävä harjoittelu on rutiinien tuoman osaamisen lisäksi myös fyysistä toimintakykyä tukeva tekijä. Pelastussukellusohjeiston mukaisesti savusukellusharjoituksia tulisi tehdä kolme vuosittaista paineilmalaitteilla tehtävää harjoitusta, joista yhden tulee olla kuuma savusukellusharjoitus. (SM 2007).

5 Suorituskyvyn arviointi muissa fyysisesti kuormittavissa ammateissa

5.1 Palo- ja pelastusalan testauskäytännöt

Palo- ja pelastusosalalla on jo pitkään systemaattisesti toteutettu fyysisen toimintakyvyn testauksia. Näistä sekä terveystarkastuksista on annettu suositukset alku- ja määräaikaistarkastusten osalta (SM 2007). Alkutarkastuksen terveystarkastusosio sisältää esitietohaastattelun, kliinisen lääkärintarkastuksen ja lääkärintarkastuksen yhteydessä tarpeelliseksi katsottavat lisätutkimukset. Työhön tultaessa on suositeltavaa tehdä spiroergometria tutkimus. Se antaa tarkan tiedon hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyvystä ja tuottaa monipuoliset lähtötason tiedot keuhko- ja sydänterveydestä myöhempiin seurantatarkastuksiin. Virtaus-tilavuus-spirometria ja lepo- EKG suositellaan tehtäväksi ainakin 5 vuoden välein. Palo- ja pelastusalan henkilöiden yleiskestävyys on tarpeen testata kerran vuodessa ja lihaskunto vähintään joka toinen vuosi. Mikäli yleiskestävyys huononee nopeasti muutoin vähäoireisella henkilöllä, suositellaan kliinisen rasituskokeen käyttöä kunnon ja sydänterveyden arvioimiseksi. Yli 50-vuotiaille savusukeltaville palomiehille suositellaan määräajoin toistuvaa kliinistä rasituskoetta tai spiroergometriaa osana vaativien pelastustehtävien kelpoisuuden arviointia. Savusukellustestirata voidaan teettää useamminkin esim. sairauden jälkeen tai liitettynä laiteharjoitteluun tai fyysisen toimintakyvyn tai taitojen harjoitteluun. Hiljattain on ilmestynyt pelastushenkilöstön terveystarkastuksia ohjeistava opas (Lindholm ym. 2009).

Työurien pidentämisvaatimukset ja palomiesten eläkeiän nousu yleiseen eläkeikään ovat herättäneet pelastuslaitokset kehittämään toimia, joilla tuetaan palomiesten selviytymistä työssään mahdollisimman pitkään. Pelastustyön vaatimukset ovat korkeat niin terveyden tilan kuin fyysisen ja psyykkisen toimintakyvyn kannalta. Riittävän työkyvyn ylläpitämisen kannalta on tärkeää havaita mahdollinen terveyden ja toimintakyvyn alenema jo varhaisessa vaiheessa.

Pelastushenkilöstön fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntöjen yhtenäistämisen ja laadun parantamiseksi on viime vuosina ollut useita kehittämishankkeita. Työterveyslaitoksen vetämänä toteutettiin *FireFit – Pelastajien hyvä fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntö* -kehittämishanke vuosina 2006–2007. Hankkeessa kehitettiin pelastushenkilöiden fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntöjä ja tämän jatkohankkeessa vuosina 2008–2010 perehdyttiin testausmenetelmän luomiseen ja koulutusjärjestelmän suunnitteluun. (Lusa ym. 2010.) Kehitetyn FireFit-ohjelmaan valitut fyysisen toimintakyvyn testit osoittautuivat luotettavaksi kuvaamaan pelastajien fyysistä toimintakykyä, työkykyä ja terveyttä. FireFit-ohjelman mukaisella submaksimaalisella polkupyöräergometritestillä arvioidaan pelastajien maksimaalista hapenkulutusta. Lihaskuntoa testataan standardoidusti istumaan nousu-, penkkipunnerrus-, jalkakyyky- ja käsinkohontatesteillä, joille on pelastustyön vaatimuksiin verrannolliset viitetasot. Testauksen palautteeseen sisältyy myös yksilöllinen ikäryhmittäinen harjoitteluohjelma oman kunnon ylläpitämiseen/parantamiseen (Lusa 2010). Standardoidulla testausjärjestelmällä voidaan parantaa kykyä reagoida mahdollisimman varhain terveyttä

ja työkykyä uhkaaviin toimintakyvyn muutoksiin. Tutkimuksissa tehty pelastajien terveyden, toiminta- ja työkyvyn muuttuminen pitkällä aikavälillä ja niihin vaikuttavien tekijöiden tarkempi selvittäminen sekä toimintakykytestien ennustearvon määrittäminen ovat antaneet lisätietoa myös varhaisen välittämisen näkökulmasta. FireFit-järjestelmä mahdollistaa fyysisen toimintakyvyn systemaattisen seurannan ja yksilöllisten, tavoitteellisten liikunta-harjoitteluohjeiden laadinnan ja liikunnan säännölliseen harrastamiseen motivoivan yksilöllisen palautteen.

5.2 Puolustusvoimien testauskäytännöt

Puolustusvoimilla ja Rajavartiolaitoksella on myös jo pidempään ollut omat fyysisen suori-tuskyvyn testausjärjestelmät, joita käytetään systemaattisesti hyväksi työterveyshuollon toiminnassa ja soveltuvin osin myös henkilöstöhallinnossa. Puolustusvoimien sotilashenki-löiden terveystarkastusohjeiden mukaan pääosa sotilashenkilöstöstä joutuu työssään tois-tuvasti huomattavaan fyysiseen rasitukseen. Heidän on harjoituksissa ja leireillä tyypillisesti kyettävä samantasoisiin fyysisiin suorituksiin kuin heitä nuorempien terveiden varusmies-ten. Tästä syystä sotilashenkilöstön kunnolle on asetettu erityisiä vaatimuksia, joista on annettu erikseen ohjeet (PEkoul-os PAK A 4:3.1). Näihin vaatimuksiin kuuluu muun muassa pakollisia kuntosuorituksia ja -kokeita. Yleisten terveystarkastustavoitteiden lisäksi sotilas-henkilöstön tarkastusten tavoitteena on tunnistaa henkilöt, joille puolustusvoimien palve-luksen erityisolosuhteisiin liittyvä voimakas fyysinen rasitus tai muut tekijät voivat olla vaa-raksi tai asettavat heille erityisiä vaatimuksia tai ovat jo aiheuttaneet terveydellistä haittaa. Sotilashenkilöstön terveystarkastuksissa on tärkeää ottaa huomioon fyysisen rasituksen vaaratekijät, samoin kyseisten vaaratekijöiden ehkäisymahdollisuudet sekä tarvittava ter-veysneuvonta. Palveluskelpoisuutta määritettäessä tulee myös arvioida, onko tutkittavalla merkkejä vajaakuntoisuudesta ja tarvitaanko varhaiskuntoutustoimenpiteitä hänen työky-kynsä ylläpitämiseksi. Tavoitteena on tutkittavan työolojen sopeuttaminen hänen todelli-seen työ- ja toimintakykyynsä. Varhaiskuntoutusta suunniteltaessa on oleellista työntekijän vajaakuntoisuusriskien mahdollisimman varhainen toteaminen ja toimenpiteiden riittävän aikainen aloittaminen (Puolustusvoimat 1991).

5.3 Merivoimien testauskäytännöt

Henkilökunnan vähentämisen ja ikääntymisen myötä puolustusvoimissa on laadittu palka-tulle henkilöstölle kenttäkelpoisuuden ja fyysisen työkyvyn seuranta- ja ylläpitojärjestelmä MILFIT. Merivoimien kuntotestauskäytännön tavoitteena on ylläpitää ja kehittää henkilöstön kenttäkelpoisuuden sekä fyysisen suori-tuskyvyn tasoa niin, että henkilökunnalla on edelly-tykset rauhanajan koulutustaidon ja työkyvyn sekä kriisi- että sodanajan valmiuden ylläpi-tämiseen. Ammattisotilaan on lakisääteisesti ylläpidettävä työtehtäviensä ja sodanajan si-joituksensa edellyttämää kuntoa sekä ammattitaitoa. Jos ammattisotilaan katsotaan laimin-lyöneen tämän velvollisuutensa, on hänet siirrettävä tai sijoitettava sellaiseen tehtävään, johon hänen kuntosensa ja ammattitaitonsa ovat riittävät. Henkilöä, jonka kenttäkelpoisuus-luokka on heikko, ei ylnenetä, nimitetä, määrätä fyysisesti vaativiin harjoituksiin, valita jat-kokoulutukseen eikä kansainvälisiin tehtäviin.

MILFIT-arviointijärjestelmä muodostuu fyysistä kuntoa kartoittavasta kuntoindeksistä sekä kenttäkelpoisuutta mittaavista testeistä. Kestävyyskunnan arvioinnissa käytetään joko 12 minuutin juoksutestiä tai polkupyöräergometritestiä. Lihaskuntoa mitataan vauhdittomalla pituushypyllä, istumaannousutestillä ja etunojapunnerruksilla. Yhdessä kestävyys- ja lihas-kuntotestien tulokset muodostavat henkilön kuntoindeksin. Testien sisältöön kuuluu myös painoindeksi ja vyötärön ympäryksen mittaaminen. Kenttäkelpoisuuden arvioimiseksi edellisiin lisätään vielä erityiset kenttäkelpoisuustestit, joihin kuuluu ampumataito, suunnistussuoritus ja marssikuntotestit. (Pihlainen ym. 2011.)

Vuoden 2014 alusta merivoimat alkoi soveltaa palo- ja pelastusalalla käytettäviä pelastus-sukellusohjeiston mukaisia fyysisen toimintakyvyn testauksia alushenkilökuntansa savusukelluskelpoisuuden määrittämiseksi. Hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakykyä koskeva testaus sekä lihasvoiman ja -kestävyyden testaus tehdään vuosittain. Testeillä varmistetaan, että alus- ja satamavahtipalvelukseen määrätyn pelastussukeltajan hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn tulee olla hyväksyttyä kuntoluokkaa.

Savusukeltajan hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakykyä arvioidaan seuraavilla testeillä:

- savusukellusta jäljittelevä testirata
- lihasvoima- ja kestävyystestit
- puolustusvoimien henkilökunnan lihas-kuntotesti, jossa testattavan on saatava kussakin testissä kuntoluokkaan hyvä oikeuttava tulos.

Jos testattava ei pysty tekemään yksittäistä testiä perustellusta syystä, mutta henkilön lihasvoima ja lihaskestävyys vastaavat muuten kuntoluokkaa hyvä, voidaan testitulokset kuitenkin hyväksyä.

Jos puolustusvoimien henkilökunnan kestävyyskunto mitataan 12 minuutin juoksutestillä, testitulokset muutetaan maksimaaliseksi hapenottokyvyn tulokseksi kaavalla: "(juostu matka metreinä - 504,9) / 44,73". Näin saatu tulos ilmaistaan millilitroina painokiloa kohden minuutissa. Tämä 12 minuutin juoksutesti voidaan korvata seuraavilla testeillä:

- submaksimaalinen nousujohteinen polkupyöräergometritesti tai
- maksimaalinen kuormituskoee (vaihtoehtoisesti joko (a) maksimaalinen hapenkulutuksen mittaaminen suoralla menetelmällä tai (b) spiroergometriatutkimus).

5.4 Poliisien testauskäytännöt

Poliisien fyysisen työkyvyn koko työuran aikaiseksi ylläpitämiseksi ja eri laitoksissa käytettyjen arviointimenetelmien yhtenäistämiseksi toteutettiin vuosina 2010–2011 kehittämissuunnitelma, jonka tavoitteena oli luoda perusta poliisien tietokonepohjaiselle fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmälle ja testata sen toimivuutta. Vaikka poliisien työn fyysinen kuormittavuus osoittautui pääosin matalaksi, todettiin kenttäpoliisien työn sisältävän lyhytkestoisia fyysisiä kuormitushuippuja, joihin on varauduttava. Työn piirteet huomioon ottavan kuntotason saavuttaminen vähentää myös monien sairauksien vaaraa. Poliisien maksimaalinen

hapenottokyky sekä useat lihaskuntotestien ja kehonkoostumuksen mittausten tulokset olivat yhteydessä työkykyä ja terveyttä kuvaaviin muuttujiin. Kestävyyskuntoa mitattiin submaksimaalisella polkupyöraergometritestillä. Lihaskunnan arviointi muodostui puristusvoima-, vatsalihas- selkälihas-, jalkalihas- ja käsien suoristuskykytesteistä, staattisesta hypystä sekä selän liikkuvuustestistä. Lisäksi tehtiin kehonkoostumuksen mittaukset sekä tasapainotestit standardoidulla tasapainon testaus- ja harjoitteluohjelmistolla. Kehittämishankkeessa käytetty testipatteristo osoittautui hyväksi ja näiden katsottiin antavan kokonaisvaltaisen kuvan työkyvyn edellytyksistä fyysisessä työssä (Konttinen ym. 2011).

Sotilas- ja hyvää fyysistä kuntoa edellyttävien viranomaistoimien lisäksi fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmiä on kehitetty myös fyysisistä kuormitusta aiheuttaville siviilitoimialoille. Hiljattain valmistui muun muassa selvitys mastotyöntekijöiden fyysisestä kuormituneisuudesta, toimintakykyvaatimuksista ja terveystarkastusten toimintakykymittareista (Oksa ym. 2011).

5.5 Palo- ja pelastusalan kokemuksia kuntotestausten ja työkyvyn tukemisen vaikuttavuudesta

Useimmat sairaudet eivät ajoissa todettuina ja hyvin hoidettuina estä selviytymistä pelastustyössä. Työkykyä rajoittavissakin tilanteissa varhainen tunnistaminen tukee toimintakyvyn säilymistä. Pelastuslaitoksilla on kehitetty yhteistoimintajärjestelmän mukaisesti menetelmät sellaisten tilanteiden varalle, jolloin pelastajalla ei ole terveydentilaan liittyvää estettä raskaiden pelastustehtävien tekemiseen ja kuntoiluun, mutta fyysinen toimintakyky todetaan riittämättömäksi. Tällöin voidaan yhteistyössä ja yhteisesti (työnantaja, henkilöstö, työsuojelu, työterveyshuolto) sopia ja hyväksyä kaikkien tiedossa oleva toimintamenettely. Pelastajalle voidaan antaa esimerkiksi 3 kuukautta aikaa toteuttaa yksilöllinen harjoitusohjelma. Sen jälkeen fyysisen toimintakyvyn testit uusitaan.

Varsinais-Suomen pelastuslaitoksella kehitettiin ja kokeiltiin vuosien 2004–2005 aikana fyysisen työkyvyn ylläpitojärjestelmää. Järjestelmän varsinainen toteutus käynnistyi vuoden 2006 alussa. Työterveyshuollon ja kuntotestauksista vastaavan tahon kanssa on sovittu toimintamallista, jonka mukaan terveystarkastukset ja fyysisen toimintakyvyn testit toteutetaan. Yhteisesti on sovittu toimintatavoista, jos työkyky on muuttunut ja todetaan turvallisen työn tilapäinen tai ei-tilapäinen este (Lindholm ym. 2009). Vuonna 2008 Varsinais-Suomessa pelastussukelluskelpoisia oli päätoimisista palomiehistä 82,3 % ja vuonna 2010 taas 96 %, vaikka henkilöstön ikä on noussut. (Sisäministeriön mukaan yleisesti Suomen palomiehistä 87,6 % on savusukelluskelpoisia.) Varsinais-Suomessa sopimus- eli vapaapalokuntalaisia oli vuonna 2008 eniten (1 239) Suomen pelastuslaitoksista. Heistä pelastussukelluskelpoisia oli 22,5 %. Vuonna 2010 kuntotestin läpäisi 76 %. Tämä kertoo yhä useampien vapaapalokuntalaisen osallistuneen ja läpäisseen testit, koska aiempina vuosina poisjättäytyneet henkilöt merkittiin testien osalta hylätyiksi. Työpaikalla pyritään varhaiseen välittämiseen kunnonhoidossa. Vajaatyökykyisten osalta työntekijöitä on pyritty hyödyntämään sellaisissa tehtävissä, joihin heillä on riittävä toimintakyky. (Lundell 2011.) Järjestelmän luomisella on pyritty vaikuttavuuteen sekä yksilöllisellä että koko organisaation tasolla,

tasapuoliseen kohteluun sekä ennakoivaan ja ohjaavaan toimintaan esimerkiksi pitkien poissaolojen jälkeen.

Palomiehillä tehtyjen seurantatutkimusten mukaan riittävän fyysisen toimintakyvyn säilyttämiseksi on tärkeää kannustaa säännölliseen ja monipuoliseen liikuntaan. Erityisesti ikään-tyessä palomiesten liikuntaharjoittelussa on välttämätöntä huomioida rasva- ja lihasmassan suhde. Oikean tyyppisellä aerobisella ja lihaskuntoharjoittelulla ehkäistään rasvamassan li- sääntyminen ja varmistetaan lihasmassan säilyminen riittävänä. Liikehallinnan kehittämi- sen sekä liikkumistapaturmien ehkäisyn kannalta liikkuvuutta, nopeusvoimaominaisuuksia sekä ketteryyttä ja tasapainohallintaa kehittäviä harjoitteita on lisättävä. Osana työkyvyn arviointia ja seurantaa, kehonhallinnan testaus saattaa olla hyödyllistä palomiesten varhais- vaiheen työkyvyn fyysisten edellytysten heikkenemisen havaitsemiseen. (Lindholm ym. 2009.)

6 Merenkulkijoiden terveystarkastusten kehittämistarpeita

Toisin kuin yleensä työterveystarkastuksissa nykyinen merimieslääkärin tarkastus ei lähtö- kohtaisesti pyri sairauksien riskitekijöiden ennaltaehkäisyyn eikä pelkkä lakisääteinen me- rimieslääkärintarkastus sisällä varhaisen puuttumisen ja välittämisen keinoja (vertaa ajo- korttilääkärintarkastustodistuksen hakeminen taholta, missä henkilöllä ei ole muuta hoito- suhdetta). Vaikka terveyden vaarantuminen ja riskitekijöiden kasaantuminen olisi ilmeistä, ei yksittäinen, varsinaisesta työterveyshuollosta erillään oleva merimieslääkärintarkastus johda välttämättä lääkinnällisiin tai ammatillisiin kuntoutustoimiin tai hoitosuunnitelmiin varsinaisesta ennaltaehkäisevästä toiminnasta puhumattakaan.

Lakisääteisten merimieslääkärin tarkastusten yhdistäminen työterveyshuollon työkykyä ja terveyttä edistävään toimintaan antaisi enemmän mahdollisuuksia oikea-aikaisten kuntou- tustoimien, työkyvyn ja hyvinvoinnin edistämiseen. Näissä pyrkimyksissä keskeistä on myös työterveyshuollon riittävä laivaolosuhteiden tuntemus, tehtäväkohtainen riskinarvio sekä työterveyshuollon, laivan esimiesten ja työsuojelun tiiviimpi yhteistyö. Toisaalta työ- kyvyn ylläpito on kaikkien vastuulla eikä sitä voi ulkoistaa esimerkiksi pelkästään työter- veyshuollolle. Työntekijöiden, työnantajien, työsuojelun, työterveyshuollon ja julkisen ter- veydenhuollon pitäisi yhdessä pystyä lisäämään töissä jaksamista.

Fyysisen toimintakyvyn testaus on yksi tapa arvioida poikkeustilannetehtävistä selviyty- mistä sekä motivoida laivatyöntekijöitä jatkuvaan fyysisen toimintakyvyn ylläpitoon. Syste- maattisella toimintakykyä arvioivalla prosessilla voidaan reagoida mahdollisimman varhain terveyttä ja työkykyä uhkaaviin toimintakyvyn muutoksiin. Testausjärjestelmä voisi par- haimmillaan olla osa työterveyshuollon ennaltaehkäisevää toimintaa ja varhaista välittä- mistä. Työ- ja toimintakyvyn ongelmien varhaisen tunnistamisen ja oikea-aikaisten kun- toutustoimenpiteiden kautta pystytään parhaimmillaan edistämään myös merenkulkijoiden työurien pidentämistä.

7 Merenkulkijoiden terveyden ja työkyvyn tukeminen

Vaikka viime kädessä työkykyyn ja terveyteen merenkulkija vaikuttaa itse omilla valinnoillaan ja elämäntavoillaan, voidaan merenkulkijan työhyvinvointia ja terveyttä tukea monin tavoin. Viimevuosina on merenkulkualalla ollut hyviä esimerkkejä sitä, miten erilaisilla työhyvinvointiin kohdistuvilla hankkeilla on voitu parantaa merenkulkijoiden terveyttä ja kuntoa. Työterveyslaitoksen ja Merimieseläkekassan TrimMare-hankkeessa kehitettiin laajalaisesti merenkulkijoiden elintapoja ja työhyvinvointia. Vuonna 2014 alkaneessa Merimiespalvelukeskuksen ja Merimieseläkekassan yhteistyössä toteuttamassa ForMare-hankkeessa elämäntapamuutoksiin motivoituneet merenkulkijat saivat tuekseen henkilökohtaisen kuntovalmentajan puolen vuoden ajaksi (MEK 2014b). Yksittäisillä varustamoilla on ollut esimerkiksi liikunta-aktiivisuutta laivalla lisääviä kehittämishankkeita (Halonen & Hämäläinen 2014). Koska merenkulkijan terveys on myös osa merenkulun turvallisuutta, on tärkeää yhdistää kaikkien merenkulun toimijoiden systemaattinen panostus ja osaaminen merenkulkijoiden terveyden ja työkyvyn tukemiseen.

Liite 2. STCW A-VI/1-1
Table A-VI/1-1
Specification of minimum standard of competence in personal survival techniques

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4
Competence	Knowledge, understanding and proficiency	Methods for demonstrating competence	Criteria for evaluating competence
Survive at sea in the event of ship abandonment	<p>Types of emergency situations which may occur, such as collision, fire, foundering</p> <p>Types of life-saving appliances normally carried on ships</p> <p>Equipment in survival craft</p> <p>Location of personal life-saving appliances</p> <p>Principles concerning survival, including:</p> <p>.1 value of training and drills</p> <p>.2 personal protective clothing and equipment</p> <p>.3 need to be ready for any emergency</p> <p>.4 actions to be taken when called to survival craft stations</p> <p>.5 actions to be taken when required to abandon ship</p> <p>.6 actions to be taken when in the water</p> <p>.7 actions to be taken when aboard a survival craft</p> <p>.8 main dangers to survivors</p>	<p>Assessment of evidence obtained from approved instruction or during attendance at an approved course or approved in-service experience and examination, including practical demonstration of competence to:</p> <p>.1 don a lifejacket</p> <p>.2 don and use an immersion suit</p> <p>.3 safely jump from a height into the water</p> <p>.4 right an inverted liferaft while wearing a lifejacket</p> <p>.5 swim while wearing a lifejacket</p> <p>.6 keep afloat without a lifejacket</p> <p>.7 board a survival craft from the ship and water while wearing a lifejacket</p> <p>.8 take initial actions on boarding survival craft to enhance chance of survival</p> <p>.9 stream a drogue or sea-anchor</p> <p>.10 operate survival craft equipment</p> <p>.11 operate location devices, including radio equipment</p>	<p>Action taken on identifying muster signals is appropriate to the indicated emergency and complies with established procedures</p> <p>The timing and sequence of individual actions are appropriate to the prevailing circumstance and conditions and minimize potential dangers and threats to survival</p> <p>Method of boarding survival craft is appropriate and avoids dangers to other survivors</p> <p>Initial actions after leaving the ship and procedures and actions in water minimize threats to survival</p>

Liite 3. Kyselylomake



Kyselytutkimus

Merenkulkija ja poikkeustilanteet laivalla - tehtävien kuormittavuus ja toimintakyvyn arviointi

ARVOISA VASTAAJA

Tämä kysely liittyy Työterveyslaitoksen toteuttamaan Merenkulkija ja poikkeustilanteet laivalla - hankkeeseen. Hankkeen tavoitteena on selvittää merenkulkijoiden poikkeustilanne- ja pelastautumistehtävien fyysistä kuormittavuutta ja kehittää poikkeustilannetehtävät huomioivaa toimintakyvyn arviointimenetelmää.

OHJEITA KYSELYLOMAKKEEN TÄYTTÄMISEEN

Oheisessa kyselyssä kartoitetaan hankkeeseen osallistuvien merenkulkijoiden taustatietoja, terveyttä, työkykyä, elintapoja, tuki- ja liikuntaelimestön kuormittuneisuutta sekä kuntotestaustaukseen liittyviä asioita.

Lue jokainen kysymys huolella ennen vastaamista. Kyselytutkimuksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että vastaat kaikkiin kysymyksiin. Vastauksesi palvelevat merenkulkijoiden poikkeustilannetehtävät huomioivan terveystarkastuskäytännön sekä kunnan ja terveydentilan seurantajärjestelmän luomista merenkulkijoille.

Kyselylomakkeen tulostus ja raportointi suoritetaan Työterveyslaitoksen hankkeen tutkimusryhmän toimesta. Kaikki antamasi tiedot käsitellään ehdottoman luottamuksellisina, eikä niitä luovuteta tutkimusryhmän ulkopuolelle esim. työterveyshuoltoon tai työnantajalle sellaisessa muodossa, josta voitaisiin tunnistaa yksittäinen työntekijä.

Turussa joulukuun 5. päivänä 2012

Päivi Miilunpalo
erikoislääkäri
Työterveyslaitos

Harri Lindholm
tutkimuksesta vastaava henkilö
Työterveyslaitos

Susanna Visuri
erityisasiantuntija
Työterveyslaitos

Työsuojelurahasto ja Liikenteen turvallisuusvirasto tukevat hanketta. Muita kumppaneita ovat Merimiespalvelutoimisto, Neste Shipping Oy, Viking Line, Meriturva ja Paavo Nurmi -keskus.

**KYSELYYN VASTAAMINEN**

Lue jokainen kysymys huolellisesti läpi. Vastaa kysymyksiin **rengastamalla** sen vaihtoehdon **numero**, joka vastaa parhaiten sinun mielipidettäsi tai kirjoittamalla vastaus sille varattuun tilaan. **TARKASTA** vielä lopuksi, että olet varmasti vastannut **kaikkiin** kysymyksiin.

TAUSTATIEDOT**1. Syntymäaika**

pv	kk	vuosi
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2. Sukupuoli

nainen 1
mies 2

3. Millä laivalla työskentelet?

matkustaja-autolautta 1
säiliöalus/öljytankkeri 2

4. Kuinka kauan olet ollut merityössä?

_____ vuotta _____ kuukautta

5. Toimitko laivalla

miehistön tehtävissä 1
päällystössä 2

6. Millä osastolla työskentelet?

kansiosasto 1
koneosasto 2
talous- tai muu osasto 3

7. Mikä on tehtävänimikkeesi?

8. Mikä on tehtäväsi poikkeustilanteissa (tulipalo, karilleajo, muu onnettomuus)?

9. Oma arviosi poikkeustilannetehtävistä suoriutumisesesta

hyvä 1
kohtalainen 2
heikko 3

10. Kuinka usein olet osallistunut paineilmalaitteiden kanssa tehtävään savusukellusharjoitukseen?

savusukellus ei kuulu pelastustehtäviini
0
kerran kuukaudessa 1
6-10 kertaa vuodessa 2
1-5 kertaa vuodessa 3
harvemmin kuin kerran vuodessa 4

11. Minkälaista työaikaa noudatat?

vuorotyö:
vahtivuorotyö 1
muu vuorotyö 2
säännöllinen päivätö 3
muu, mikä? 4

ELINTAVAT**Tupakointi****12. Tupakoitko?**

en ole koskaan tupakoinut 0
olen lopettanut tupakoinnin
vuonna _____ 1
kyllä 2

13. Kuinka monta vuotta kaikkiaan olet tupakoinut säännöllisesti?

_____ vuotta

14. Montako savuketta, sikaria tai piipullista poltat tai poltit keskimäärin vuorokaudessa?

_____ kpl

15. Käytätkö nuuskaa?

en koskaan 1
satunnaisesti 2
päivittäin 3

**Alkoholinkäyttö**

Seuraavat kysymykset koskevat alkoholinkäyttöäsi (1 annos = esim. ravintola-annos tai 1 plo keskiolutta)

16. Kuinka usein juot olutta, viiniä tai muita alkoholijuomia? Koeta ottaa mukaan myös ne kerrat, jolloin nautit vain pieniä määriä, esim. pullon keskiolutta tai tilkan viiniä?

ei koskaan	0
noin kerran kuussa tai harvemmin ..	1
2-4 kertaa kuussa	2
2-3 kertaa viikossa	3
4 kertaa viikossa tai useammin	4

17. Kuinka monta annosta alkoholia yleensä olet ottanut niinä päivinä, jolloin käytit alkoholia?

1-2 annosta	0
3-4 annosta	1
5-6 annosta	2
7-9 annosta	3
10 tai enemmän	4

18. Kuinka usein olet juonut kerralla kuusi tai useampia annoksia?

en koskaan	0
harvemmin kuin kerran kuussa	1
kerran kuussa	2
kerran viikossa	3
päivittäin tai lähes päivittäin	4

Liikunnan harrastaminen vapaaajalla

19. Kuinka usein harrastat jotain liikuntaa vapaa-ajalla, esim. kävelyä, juoksua, pyöräilyä tai jotain hyötyliikuntaa, kuten siivousta, lumenluontia tai puutarhatöitä vähintään 30 min päivässä, mikä voi koostua useammasta vähintään 10 min jaksosta?

neljänä tai useampana päivänä viikossa	6
kolmena päivänä viikossa	5
kahtena päivänä viikossa	4
kerran viikossa	3
1-3 kertaa kuukaudessa	2
muutaman kerran vuodessa tai harvemmin	1

20. Kuinka usein harrastamasi vapaa-ajan liikunta on kuntoilua, millä tarkoitetaan vähintään 30 min yhtämittaista liikuntasuoritusta, jossa hengästyy ja hikoilee? Tällöin kyseessä voi olla esim. juoksu, hiihto, aerobic, kuntointi tai joukkuepelit?

neljänä tai useampana päivänä viikossa	6
kolmena päivänä viikossa	5
kahtena päivänä viikossa	4
kerran viikossa	3
1-3 kertaa kuukaudessa	2
muutaman kerran vuodessa tai harvemmin	1

21. Kuinka monena päivänä viikossa teet lihaskuntoharjoittelua; esimerkiksi voimaharjoittelu, kuntopiiri, lihaskuntoliikkeet, joissa kuormitetaan pääliharyhmiä? Mieti keskimääräistä tilannettasi viimeisen 3 kuukauden ajalta.

neljänä tai useampana päivänä viikossa	6
kolmena päivänä viikossa	5
kahtena päivänä viikossa	4
kerran viikossa	3
1-3 kertaa kuukaudessa	2
muutaman kerran vuodessa tai harvemmin	1

Liikunnan harrastaminen työjaksoilla

22. Kuinka usein harrastat jotain liikuntaa laivatyöjaksoilla, esim. kävelyä, juoksua, kuntopyöräilyä tai jotain hyötyliikuntaa vähintään 30 min päivässä, mikä voi koostua useammasta vähintään 10 min jaksosta?

neljänä tai useampana päivänä viikossa	6
kolmena päivänä viikossa	5
kahtena päivänä viikossa	4
kerran viikossa	3
1-3 kertaa kuukaudessa	2
muutaman kerran vuodessa tai harvemmin	1

23. Kuinka usein harrastamasi laivatyöjaksojen aikainen liikunta on kuntoilua, millä tarkoitetaan vähintään 30 min yhtämittaista liikuntasuoritusta, jossa hengästyy ja hikoilee? Tällöin kyseessä voi olla esim. juoksu, kuntopyöräily tai joukkuepelit?

neljänä tai useampana päivänä viikossa	6
kolmena päivänä viikossa	5
kahtena päivänä viikossa	4
kerran viikossa	3
1-3 kertaa kuukaudessa	2
muutaman kerran vuodessa tai harvemmin	1



24. Kuinka monena päivänä viikossa teet lihaskuntoharjoittelua; esimerkiksi voimaharjoittelu, kuntopiiri, lihaskuntoliikkeet, joissa kuormitetaan päälihasurymiä? Mieti keskimääräistä tilannettasi viimeisen 3 kuukauden ajalta.

- neljänä tai useampana päivänä viikossa 6
kolmena päivänä viikossa 5
kahtena päivänä viikossa 4
kerran viikossa 3
1-3 kertaa kuukaudessa 2
muutaman kerran vuodessa tai harvemmin 1

25. Mitkä tekijät estävät tai heikentävät mahdollisuuksiasi liikunnan harrastamiseen työjakson aikana?

TERVEYDENTILA, TYÖ JA TOIMINTAKYKY

26. Onko sinulla ollut vaikeuksia nukahtaa?

- harvemmin kuin kerran kuussa tai ei koskaan 1
harvemmin kuin kerran viikossa 2
1-2 päivänä viikossa 3
3-5 päivänä viikossa 4
Päivittäin tai lähes päivittäin 5

27. Kuinka usein olet herännyt kesken unen?

- en koskaan tai harvemmin kuin kerran kuussa 1
harvemmin kuin kerran viikossa 2
1-2 päivänä viikossa 3
3-5 päivänä viikossa 4
joka päivä tai lähes joka päivä 5

28. Kuinka usein olet herännyt kesken unen pystymättä enää nukahtamaan uudelleen?

- en kertaakaan tai harvemmin kuin kerran kuussa 1
harvemmin kuin kerran viikossa 2
1-2 päivänä viikossa 3
3-5 päivänä viikossa 4
päivittäin tai lähes päivittäin 5

29. Kuinka usein uni ei ole tuntunut virkistävältä?

- päivittäin tai lähes päivittäin 1
3-5 päivänä viikossa 2
1-2 päivänä viikossa 3
harvemmin kuin kerran viikossa 4
ei kertaakaan tai harvemmin kuin kerran kuussa 5

30. Nukun keskimäärin noin _____ tuntia ja _____ minuuttia vuorokaudessa. (päiväunet mukaan lukien)

31. Arvioi minkälainen on terveydentilasi ikäsi verrattuna ?

- erittäin hyvä 5
melko hyvä 4
kohtalainen 3
melko huono 2
erittäin huono 1

32. Oletetaan, että työkykysi on parhaimmillaan saanut 10 pistettä. Minkä pistemäärän antaisit nykyiselle työkyvyllesi? Rengasta yksi vaihtoehto. (0 tarkoittaa sitä, ettet nykyisin pysty lainkaan työhön).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Täysin
työkyvytön

Paras
työkyky

33. Onko sinulla jokin pysyvä tai pitkäaikainen sairaus, vaiva tai vamma, joka heikentää toimintakykyäsi normaaleissa työtehtävissä tai poikkeustilanteista selviytymistäsi?

- ei 0
kyllä, mikä/mitkä 1

Millaista haittaa vaiva/sairaus aiheuttaa?

34. Minkälaiseksi arvioit nykyisen työkykysi työsi ruumiillisten vaatimusten kannalta ?

- erittäin hyvä 5
melko hyvä 4
kohtalainen 3
melko huono 2
erittäin huono 1

35. Minkälaiseksi arvioit nykyisen työkykysi työsi henkisten vaatimusten kannalta ?

erittäin hyvä	5
melko hyvä	4
kohtalainen	3
melko huono	2
erittäin huono	1

Hengitys- ja verenkiertoelimestön suorituskykyä tarvitaan kestävyyttä vaativissa työtehtävissä.

36. Minkälaiseksi arvioit hengitys- ja verenkiertoelimestösi suorituskyvyn työsi vaatimusten kannalta?

erittäin hyvä	5
melko hyvä	4
kohtalainen	3
melko huono	2
erittäin huono	1

Tasapainokykyä tarvitaan liikuttaessa ja työskenneltäessä korkealla ja täpäriillä paikoilla.

37. Minkälaiseksi arvioit tasapainosi työsi vaatimusten kannalta?

erittäin hyvä	5
melko hyvä	4
kohtalainen	3
melko huono	2
erittäin huono	1

38. Minkälaiseksi arvioit lihasvoimasi työsi vaatimusten kannalta?

erittäin hyvä	5
melko hyvä	4
kohtalainen	3
melko huono	2
erittäin huono	1

39. Merkitse seuraavaan luetteloon (ympyröi 2 ja/tai 1) minkälaisia sairauksia tai vammoja sinulla on tällä hetkellä tai toistuvasti, usein. Merkitse lisäksi onko lääkäri todennut sairauden tai hoitanut tätä sairautta. *Kunkin sairauden kohdalla voi siis olla 2, 1 tai ei yhtään rengasta*

Kyllä

 Oma Lääkärin
miellipide toteama

Tapaturmavamma

01 selässä	2	1
02 yläraajoissa/käsissä	2	1
03 alaraajoissa/jaloissa	2	1
04 muualla, missä ja millainen?	2	1

Tuki- ja liikuntaelinten sairaus

05 selän yläosan/kaularangan kulumavika	2	1
06 selän alaosan kulumavika ..	2	1
07 iskiasoireyhtymä	2	1
08 raajojen (kätet, jalat) kulumavika	2	1
09 nivelreuma	2	1
10 muu tuki- ja liikuntaelinten sairaus, mikä?	2	1

Verenkiertoelinten sairaus

11 verenpainetauti	2	1
12 sydänkouristustauti (angina pectoris, sepelvaltimotauti)	2	1
13 sydänveritulppa (sydäninfarkti)	2	1
14a sydämen vajaatoiminta	2	1
14b aivovaltimoiden verenkiertosairaus	2	1
15 muu verenkiertoelinten sairaus, mikä?	2	1

Hengityselinten sairaus

16 toistuvat hengitysteiden tulehdukset (myös nieluris- ja poskiontelon tulehdukset sekä ohimenevä keuhkoputken tulehdus)	2	1
17 pitkäaikainen keuhkoputken tulehdus (keuhkogatarr, bronkiitti)	2	1
18 pitkäaikainen nuha	2	1
19 keuhkoastma	2	1
20 keuhkojen laajentuma	2	1
21 keuhkotuberkuloosi	2	1
22 muu hengityselinten sairaus, mikä?	2	1

	Kyllä	
	Oma mielipide	Lääkärin toteama
Mielenterveyden häiriö		
23 mielisairaus tai vakava mielenterveyden ongelma, mikä? _____	2	1
24 lievä mielenterveyden häiriö, mikä? _____	2	1
Aineenvaihdunnan ja muut sairaudet ja viat		
44 liikalihavuus	2	1
45 sokeritauti	2	1
46 struuma tai muu kilpirauhassairaus	2	1
47 muu umpierityksen tai aineenvaihdunnan sairaus, mikä? _____	2	1

40. Onko edellä mainituista sairauksistasi tai vaivoistasi haittaa nykyisessä työssäsi? Rengasta tarvittaessa useita vaihtoehtoja.

ei haittaa lainkaan/ei ole sairauksia	6
suoritudun työstä, mutta siitä aiheutuu tai oireita	5
joudun joskus keventämään työtahtia tai muuttamaan työskentelytapaa	4
joudun usein keventämään työtahtia/ muuttamaan työskentelytapaa	3
sairauteni vuoksi selviytyisin mielestäni vain osa-aikatyössä	2
olen mielestäni täysin kykenemätön työhön	1

41. Kuinka monta kokonaista työpäivää olet ollut poissa työstä terveydentilasi (sairauden tai terveyden hoito tai tutkiminen) vuoksi viimeisen vuoden (12 kk) aikana?

en lainkaan	5
korkeintaan 9 päivää	4
10-24 päivää	3
25-99 päivää	2
100-365 päivää	1

42. Uskotko, että terveydentilasi puolesta pystyisit työskentelemään nykyisessä työtehtävissäsi pelastustilanteet mukaanlukien kahden vuoden kuluttua?

tuskin	1
en ole varma	4
melko varmasti	7

Muistele aikaa vuosi taaksepäin, onko sinulle sattunut tapaturmia tai pienempiä loukkaantumisia (esim. selän venähdys nostotilanteessa tai liukastuessa, joista oli haittaa toimintakyvyllesi, mutta et välttämättä hakeutunut lääkärin hoitoon).

43. Arvioi kuinka monta tapaturmaa tai pienempää loukkaantumista sinulle on tapahtunut viimeisen vuoden aikana

	kertaa
työpaikalla (työtilanne)	_____
työpaikalla (liikuntatilanne) ...	_____
työmatkalla	_____
vapaa-aikana (liikuntatilanne) _____	_____
vapaa-aikana (muu tilanne) ..	_____

44. Minkä kehonosan loukkasit? Montako kertaa? Seurasiko loukkaantumisista sairauslomaa? Arvioi kehonosittain kuinka monta päivää keskimäärin?

Loukkasin	Montako kertaa	Sairausloman kesto pv
pää, kasvot	_____	_____
niska-hartiaseutu	_____	_____
olkapää	_____	_____
yläraaja (muu osa) .	_____	_____
selkä	_____	_____
muu osa vartaloa	_____	_____
polvi	_____	_____
alaraaja (muu osa) .	_____	_____

45. Kuinka tyytyväinen olet elämääsi nykyisin?

erittäin tyytyväinen	5
melko tyytyväinen	4
en tyytyväinen, mutta en tyytymätönkään	3
melko tyytymätön	2
erittäin tyytymätön	1

46. Oletko viimeaikoina kyennyt nauttimaan päivittäisistä toimitasi?

usein	4
melko usein	3
silloin tällöin	2
melko harvoin	1
en koskaan	0

47. Oletko viimeaikoina ollut toimekas ja vireä?

usein	4
melko usein	3
silloin tällöin	2
melko harvoin	1
en koskaan	0

48. Oletko viimeaikoina tuntenut itsesi toivorikkaaksi tulevaisuuden suhteen?

usein	4
melko usein	3
silloin tällöin	2
melko harvoin	1
en koskaan	0

49. Uskotko selviytyväsi kaikista työtehtävistäsi vanhuuseläkeikäsi saakka?

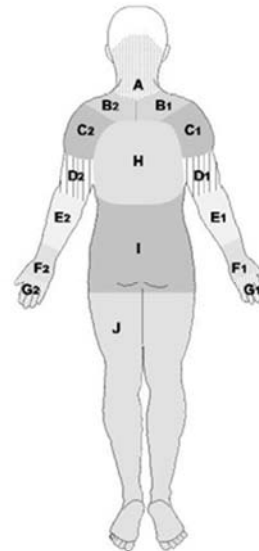
Minulla ei todennäköisesti tule olemaan vaikeuksia selviytyä työstäni	1
Minulle voi tulla vaikeuksia selviytyä työstäni 2	
Minulla todennäköisesti tulee olemaan vaikeuksia selviytyä työstäni	3

LIIKUNTAELIMISTÖN RASITTUNEISUUSTUNTEMUKSET
50. Oletko

oikeakätinen	1
vasenkätinen	2

51. Kuinka rasittuneeksi olet kokenut itsesi viimeisen kuukauden aikana normaalin työpäivän jälkeen. Arvioi rasittuneisuutta kehon eri osissa.

	En lainkaan rasittuneeksi			Erittäin rasittuneeksi		
Niska (A)	1	2	3	4	5	
Oikea hartia (B1)	1	2	3	4	5	
Vasen hartia (B2)	1	2	3	4	5	
Oikea olkapää (C1)	1	2	3	4	5	
Vasen olkapää (C2)	1	2	3	4	5	
Oikea olkavarsi (D1)	1	2	3	4	5	
Vasen olkavarsi (D2)	1	2	3	4	5	
Oikea kynnärvarsi (E1)	1	2	3	4	5	
Vasen kynnärvarsi (E2)	1	2	3	4	5	
Oikea ranne (F1)	1	2	3	4	5	
Vasen ranne (F2)	1	2	3	4	5	
Oikean käden sormet (G1)	1	2	3	4	5	
Vasemman käden sormet (G2)	1	2	3	4	5	
Yläselkä (H)	1	2	3	4	5	
Alaselkä (I)	1	2	3	4	5	
Jalat (J)	1	2	3	4	5	
Silmät	1	2	3	4	5	





52. Kuinka hyvin koet yleensä palautuvasi työsi aiheuttamasta kuormituksesta työpäivän/työvuoron jälkeen?

hyvin	5
melko hyvin	4
kohtalaisesti	3
melko huonosti	2
huonosti	1

**TYÖKYKYÄ YLLÄPITÄVÄ
LIIKUNTATOIMINTA JA
KUNTOTESTAUS**

53. Merenkulkijoiden fyysistä kuntoa kohottavaan toimintaan on tarvetta.

täysin eri mieltä	1
jokseenkin eri mieltä	2
en osaa sanoa	3
jokseenkin samaa mieltä	4
täysin samaa mieltä	5

54. Merenkulkijoiden fyysinen suorituskyky säilyy hyvänä läpi työuran ilman erityistä harjoittelua, enkä näe tarvetta työnantajan järjestämään toimintaan.

täysin eri mieltä	1
jokseenkin eri mieltä	2
en osaa sanoa	3
jokseenkin samaa mieltä	4
täysin samaa mieltä	5

55. Merenkulkijan tulee huolehtia fyysisen suorituskykynsä ylläpitämisestä ja parantamisesta vain vapaa-aikanaan. Työaikaan ei tarvitse sisällyttää liikuntaa.

täysin eri mieltä	1
jokseenkin eri mieltä	2
en osaa sanoa	3
jokseenkin samaa mieltä	4
täysin samaa mieltä	5

56. Mitkä toimenpiteet mielestäsi edistäisivät liikunnan harrastamista laivalla?

57. Oletko joskus osallistunut työterveyshuollon kuntotestaukseen?

kyllä	1
Kuinka usein? _____	
en	2

58. Onko toimintakykäsi tai kuntoasi arvioitu erityisesti poikkeustilannetehtävistäsi suoriutumisen kannalta? (esim. savusukeltajien kuntotestaus, testirata tms)

kyllä	1
Missä yhteydessä? _____	
ei	2

59. Merenkulkijan fyysistä kuntoa ja fyysistä suorituskykyä on tarvetta seurata säännöllisesti kuntotesteillä ja siitä on hyötyä sekä työntekijälle että työnantajalle.

täysin eri mieltä	1
jokseenkin eri mieltä	2
en osaa sanoa	3
jokseenkin samaa mieltä	4
täysin samaa mieltä	5

Mikäli haluat täydentää antamiasi vastauksia, antaa palautetta hankkeelle tai sen toiminnolle, kirjata kehittämisideoita merenkulkijoiden työkykyä ja kuntoa kehittävästä toimista, niin voit kirjoittaa ajatuksiasi tähän.

**KIITOS
YHTEISTYÖSTÄ!**

Liite 4. Borgin asteikko (Borg 1998)

Miltä rasitus tuntuu?

6	
7	erittäin kevyt
8	
9	hyvin kevyt
10	
11	kevyt
12	
13	hieman rasittava
14	
15	rasittava
16	
17	hyvin rasittava
18	
19	erittäin rasittava
20	en jaksa enää

Liite 5. STCW A-VI /1-2

Table A-VI/1-2

Specification of minimum standard of competence in fire prevention and fire fighting

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4
Competence	Knowledge, understanding and proficiency	Methods for demonstrating competence	Criteria for evaluating competence
Minimize the risk of fire and maintain a state of readiness to respond to emergency situations involving fire	Shipboard fire-fighting organization Location of fire-fighting appliances and emergency escape routes The elements of fire and explosion (the fire triangle) Types and sources of ignition Flammable materials, fire hazards and spread of fire The need for constant vigilance Actions to be taken on board ship Fire and smoke detection and automatic alarm systems Classification of fire and applicable extinguishing agents	Assessment of evidence obtained from approved instruction or attendance at an approved course	Initial actions on becoming aware of an emergency conform with accepted practices and procedures Action taken on identifying muster signals is appropriate to the indicated emergency and complies with established procedures
Fight and extinguish fires	Fire-fighting equipment and its location on board Instruction in: <ol style="list-style-type: none"> .1 fixed installations .2 fire-fighter's outfits .3 personal equipment .4 fire-fighting appliances and equipment .5 fire-fighting methods .6 fire-fighting agents .7 fire-fighting procedures 	Assessment of evidence obtained from approved instruction or during attendance at an approved course, including practical demonstration in spaces which provide truly realistic training conditions (e.g., simulated shipboard conditions) and, whenever possible and practical, in darkness, of the ability to: <ol style="list-style-type: none"> .1 use various types of portable fire extinguishers .2 use self-contained breathing apparatus 	Clothing and equipment are appropriate to the nature of the fire-fighting operations The timing and sequence of individual actions are appropriate to the prevailing circumstances and conditions Extinguishment of fire is achieved using appropriate procedures, techniques and fire-fighting agents Breathing apparatus procedures and techniques comply with accepted practices and procedures

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4
Competence	Knowledge, understanding and proficiency	Methods for demonstrating competence	Criteria for evaluating competence
Fight and extinguish fires (continued)	.8 use of breathing apparatus for fighting fires and effecting rescues	.3 extinguish smaller fires, e.g., electrical fires, oil fires, propane fires .4 extinguish extensive fires with water, using jet and spray nozzles .5 extinguish fires with foam, powder or any other suitable chemical agent .6 enter and pass through, with lifeline but without breathing apparatus, a compartment into which high-expansion foam has been injected .7 fight fire in smoke-filled enclosed spaces wearing self-contained breathing apparatus .8 extinguish fire with water fog or any other suitable fire-fighting agent in an accommodation room or simulated engine-room with fire and heavy smoke .9 extinguish oil fire with fog applicator and spray nozzles, dry chemical powder or foam applicators .10 effect a rescue in a smoke-filled space wearing breathing apparatus	

Liite 6. Kuormituksen arviointi pelastautumisharjoituksessa: EMG-mittaus

Erillisenä tapaustutkimuksena lihasten kuormittumista pelastautumistehtävän aikana tutkittiin yhdellä henkilöllä. Menetelmänä oli lihassähköisen (EMG, elektromyografia) aktiivisuuden mittaus pintaelektrodein.

1 Menetelmät

Lihassähköistä aktiivisuutta mitattiin 1000 Hz:n näytteenottotaajuudella kahdeksasta mitauskanavasta. ME6000-dataloggeri (Mega Electronics Ltd.) sijoitettiin tutkittavan vyötärölle tarkoitusta varten suunniteltuun vedenpitävään pussiin.

Kanavat (ch1–ch8) sijaitsivat symmetrisesti kehon oikealla ja vasemmalla puolella seuraavasti:

- (ch1, ch3) Oikea ja vasen kyynärvarsi (& Toivonen 2013)
- (ch2, ch4) Oikea ja vasen hauis (Hermens ym. 1999)
- (ch5, ch6) Oikea ja vasen epäkäslihaksen alaosa
- (ch7, ch8) Oikea ja vasen etureisi (Hermens ym. 1999).

Raakasignaalista muodostettiin kanavittain rms-muunnoksella (100 ms:n näytteenottoaikuna, näytteenottotaajuus 10 Hz) keskiarvoistettu signaali. Tätä hyödynnettiin pelastautumistehtävän eri vaiheiden voimankäyttövaateiden arvioinnissa.

1.1 Maksimitestit

Tutkittaville lihasryhmille pyrittiin ennen mittausta tuottamaan testiliikkeillä maksimivoimasuoritukset. Pelastautumistehtävän aikaiset keskiarvoistetut EMG-signaalit skaalattiin kanavittain maksimitestien aikana rekisteröityihin maksimeihin. Näin ollen pelastautumistehtävien aikaiset lihasaktiivisuudet ovat ilmoitettavissa prosentteina maksimiarvoista (% MVE, *electrical activity during a maximum voluntary contraction*).

Osa testiliikkeistä oli lihasvoimatestin aikaisia, osa EMG -mittausta varten järjestettyjä. Lihasvoimatesteistä testiliikkeinä käytettiin seuraavia:

- maksimipuristustesti, kaksi toistoa kummallekin kädelle
- toistokyykistystesti, 1 min
- yläraajojen dynaaminen toistotesti.

Erillisiä isometrisiä testejä olivat:

- reiden ojennus istuttaessa, nilkka stabiloitu hihnalla
- kyynärpään koukistus seistessä, ranne stabiloitu hihnalla, kyynärkulma 90 astetta
- hihnojen veto alas, olkavarret suorassa, kyynärkulma 90 astetta. Toistettuna siten, että olkavarret sivulle ja eteen.

Maksimitestien aikana rekisteröityjen lihasaktiivisuuksien maksimiarvot kanavittain ja testeittäin on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Testisuorituksissa rekisteröidyt EMG:n maksimiarvot (μV) kanavittain. Pelastautumisharjoituksessa tallennetut signaalit on skaalattu suhteessa kunkin kanavan maksimiarvoon (merkitty taulukossa tummennetulla merkkilajilla).

Testi	Kyynärvarsi		Hauis		Epäkäslihas		Reisi	
	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>
Oikean käden 1. max	4155	219	1501	541	823	401	62	76
Oikean käden 2. max	4761	110	2153	206	947	334	62	80
Vasemman käden 1. max	153	3297	65	2123	624	634	81	71
Vasemman käden 2. max	111	2972	69	2206	537	281	101	65
Toistokykkykistys 1 min	1452	1473	319	677	570	704	3107	2565
Yläraajojen dyn. toistotesti	1251	1546	1554	2420	1354	901	152	75
Reiden isometr. testi (O)	1473	853	892	2485	387	740	2248	85
Reiden isometr. testi (V)	1025	566	1315	163	685	273	78	2240
Hauiksen isometr. testi (O)	2552	154	2379	334	487	631	61	224
Hauiksen isometr. testi (V)	177	2042	110	5769	652	708	215	131
Olka maksimi, eteen	2838	1724	2219	4561	1148	1344	312	72
Olka maksimi, sivulle	2469	1638	2519	3566	1254	619	61	64

1.2 EMG ja lihaksen väsyminen

Ihon pinnalla elektrodipari rekisteröi liikehermosta lihakseen siirtyneiden aktiopotentiaalien sähkökemiallisen etenemisen aiheuttaman jännitteen. Ihon pinnalta mitattavan jännitteen suuruus riippuu lihaksen hermotuksen voimakkuudesta. Suuruuteen vaikuttaa myös ihonalaisen kudoksen määrä ja lihaksen koko. Myös elektrodien sijainti suhteessa lihakseen ja elektrodien sähköinen kytkentä ihoon (kuiva/kostea) ovat merkityksellisiä. Tavanomaisesti iholta mitataan V-luokkaa olevia signaaleja. Signaalien taajuusalue on n. 10–500 Hz.

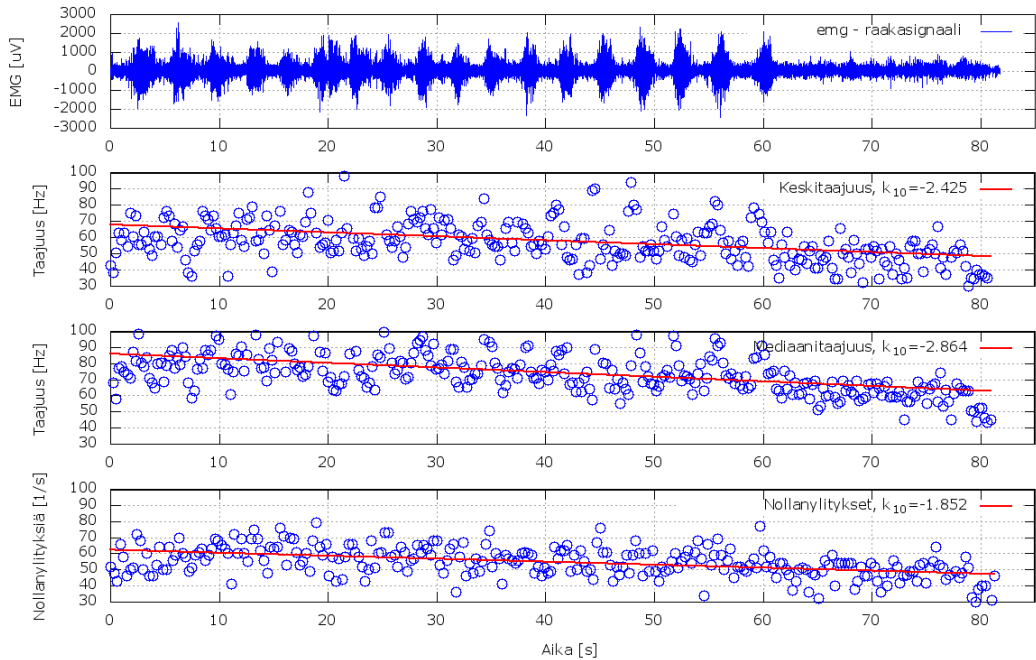
EMG:stä voidaan arvioida välillisesti lihaksen voimantuottoa ja lihaksen väsymistä. Mitatun jännitteen kasvaessa lihas tuottaa enemmän voimaa. Toisaalta lihaksen väsyessä tietyn voiman tuottamiseksi lihasta täytyy hermottaa enemmän kuin ei väsynyttä lihasta. Näin ollen tilanteissa, joissa työskennellään tunnettua ulkoista voimaa vastaan voi lihaksen vä-

symisen päätellä EMG-signaalin kasvamisesta. Toisaalta lihaksen väsyessä aktiopotentiaalien eteneminen siinä hidastuu mikä osaltaan merkitsee mitatun signaalin taajuussisällön siirtymistä kohti pienempiä taajuuksia (Lindström ym. 1970).

Yleisimmät tavat arvioida lihaksen väsymistä liittyvät suoraan tai epäsuorasti signaalin taajuussisällön arviointiin. EMG-signaalin tehospektrin keskitaajuus (MNF, *mean frequency*) ja mediaanitaajuus (MDF, *median frequency*) ovat yksittäisiä tunnuslukuja, jotka kuvaavat taajuussisältöä (Al-Mulla ym. 2011). Myös helposti määriteltävä signaalin nollanylistysten määrä aikayksikössä (ZR, *zero crossing*, Hägg 1991) on paljon käytetty menetelmä. Signaalin taajuussisällön siirtyessä kohti pienempiä taajuuksia pienenee mainittujen tunnuslukujen arvo.

Kuvassa 1 on esitetty vasemmasta epäkäsilihaksesta yläraajan dynaamisen toistotestin aikana rekisteröity EMG-signaali ja signaalista eri ajanhetkinä määritetyt kolme tunnuslukua (MNF, MDF ja ZR). Tunnusluvut on määritetty n. puolen sekunnin liukuvissa aikaikkunoissa, jolloin niille on saatu lukuisia eri arvoja (kuvassa siniset ympyrät). Sovittamalla ajan mukaan vaihteleviin arvoihin suora, saadaan selville tunnuslukujen keskimääräinen ajallinen käyttäytyminen. Sovitetut suorat on kuvassa esitetty punaisella värillä. Nähdään, että jokaisen sovitetun suoran kulmakerroin (k) on negatiivinen. Kuvassa on esillä tunnuslukujen muutos 10 sekunnissa (k_{10}). Esimerkiksi keskitaajuuden muutos on kymmenen sekunnin aikana 2,4 Hz ja koko testin aikana noin 19 Hz. Tämä ilmaisee, että lihas väsy selvästi testin aikana. EMG-signaalin lopusta, viimeiset noin 20 sekuntia nähdään, että dynaamisen supistumisen sijaan lihas on isometrisesti jännittynyt: koehenkilö ei jaksanut nostaa punnusta vasemmalla kädellä niin pitkään kuin oikealla ja testin loppuvaiheen vain kannatteli punnusta.

Ongelmalliseksi signaalista tehtävän väsymisanalyysin tulkinnan tekee se, että signaalin taajuuskomponentteihin ja samalla tunnuslukuihin vaikuttavat mm. lihaksen supistuksen voimakkuus ja voimantuoton luonne (dynaaminen, isometrinen, jne.).



Kuva 1. Vasemman epäkäslihakseen väsyminen yläraajan dynaamisen toistotestin aikana kolmella eri tunnusluvulla tarkasteltuna. Kuvassa yllmpänä on tehospektrin keskittäajuus, keskellä mediaanitaajuus ja alimmaisena nollanylistysten määrä. k_{10} luku ilmaisee tunnusluvun muutoksen 10 sekunnin aikana.

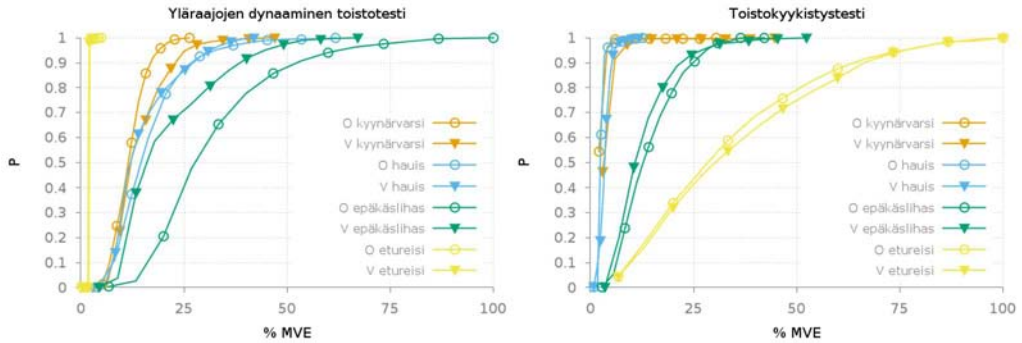
1.3 EMG ja voimantuotto

Pelastautumisharjoituksen vaatimaa voimantuottoa arvioitiin määrittämällä keskimääräiset EMG-aktiivisuudet tehtävittäin ja vertaamalla niitä maksimitesteissä saavutettuihin lihasaktiivisuuksiin.

Pelkkä keskiarvo dynaamisen, pitkäkestoisen suorituksen tunnuslukuna kuvaa huonosti tehtävän todellisia vaatimuksia ja lihasten aktiivisuutta tehtävän aikana. Tehtävien aikaista lihasaktiivisuutta tarkasteltiin keskiarvoistetun signaalin kertymäfunktion avulla (APDF, *amplitude probability distribution function*, Hagberg 1979). Kertymäfunktio ilmoittaa, kuinka suuren osan ajasta (tai millä todennäköisyydellä) signaalin arvo on alle määrätyn tason.

Kuvassa 2 on esimerkit yläraajojen dynaamisen toistotestin ja toistokyykistystestin ajoilta määritetyistä EMG:n kertymäfunktioista. Kuvasta nähdään, että yläraajojen toistotestin aikana reisien aktiivisuudet ovat olleet hyvin alhaiset koko testin ajan. Oikean epäkäslihakseen aktiivisuus on saavuttanut testin aikana 100 % tason (vrt. Taulukko 1). Mediaanitasot karnavien aktiivisuuksille löytyvät kuvaajasta kohdasta $p=0,5$.

Toistokyykistystestissä kummankin reiden aktiivisuus on saavuttanut 100 % tason (Taulukko 1). Kuten toistokyykistystehtävältä voi odottaa, ovat kyynärvarren ja hauiksen aktiivisuudet lähes koko testin ajan hyvin alhaiset: $p=0,9$ tasolla aktiivisuudet ovat noin 5 % MVE. Kyynärvarsien $p=1,0$ kohdassa näkyvät, noin 45 % tasolle nousevat aktiivisuudet johtunevat satunnaisista ranteiden taivutuksista testin aikana maahan kosketettaessa.



Kuva 2. Yläraajojen dynaamisen toistotestin (vasemmalla) ja toistokyykistystestin (oikealla) aikaisen EMG signaalin amplitudin kertymäfunktiot.

2 Tulokset

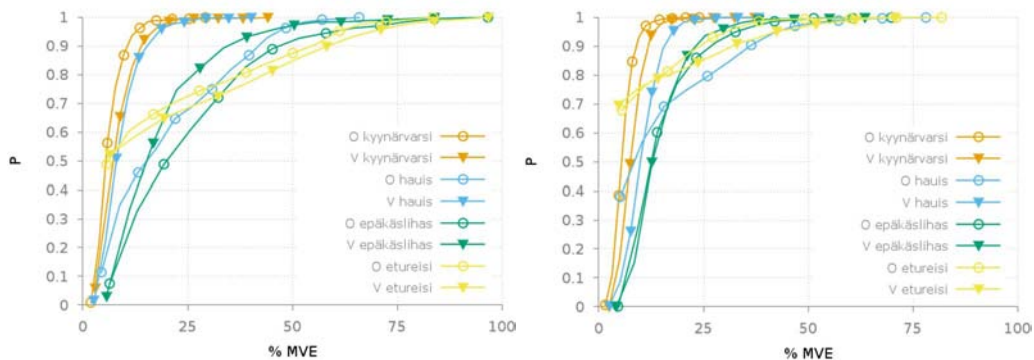
Taulukossa 2 on esitetty eri tehtävien aikaiset lihasaktiivisuuksien keskiarvot mittauskanavittain. Taulukossa uintiosuus on jaettu selällään ja vatsallaan uintiin. Koehenkilö ui ensimmäisen allasmitan lähes kokonaisuudessaan selällään, toisen osuuden kokonaan vatsallaan. Tikkaiden nousussa keskimääräiset lihasaktiivisuudet olivat tarkastelluista vaiheista suurimmat viidessä mittauskanavassa. Selällään uinti aiheutti tehtävän vaiheista suurimmat keskimääräiset aktiivisuudet kumpaankin reiteen. Lautan kääntämisessä vasemman kyynärvarren aktiivisuus oli vaiheista korkein ja oikeankin kyynärvarren keskimääräinen aktiivisuus oli lähellä tikkaiden nousun aiheuttamaa aktiivisuutta.

Taulukko 2. Keskimääräiset lihasaktiivisuudet (% MVE) pelastautumistehtävän eri vaiheissa prosentteina (%). Kunkin mittauskanavan suurin arvo on merkitty tummennetulla merkijälajilla.

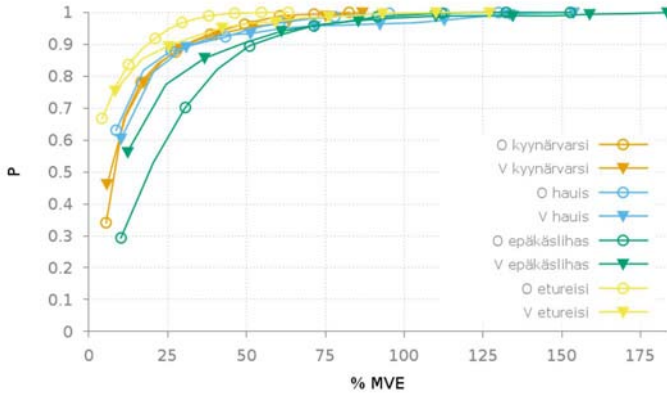
Vaihe ja vaiheen kesto (min:s)	Kyynärvarsi		Hauis		Epäkäslihäs		Reisi	
	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>
Uinti selällään 1:02	6,3	8,0	19,3	8,9	24,4	18,4	17,8	20,1
Uinti vatsallaan 2:02	5,8	7,8	14,2	10,3	14,8	14,4	7,8	9,5
Lauttaan nousu 0:30	12,6	12,6	12,5	16,0	25,0	19,7	6,6	9,1
Lautan kääntö 0:47	27,5	29,9	27,3	28,7	42,2	31,3	9,9	13,1
Tikkaiden nousu 0:48	28,1	29,4	42,8	39,7	53,3	41,9	11,1	9,2

Tehtävien aikaiset EMG:n kertymäfunktio on esitetty kuvissa 3–6. Kuten keskimääräisistä aktiivuuksistakin saattoi päätellä (Taulukko 2), uintitavoista selällään uiminen näyttäisi kuormittavan lihaksia enemmän kuin vatsallaan uiminen. Kuvassa 3 $p=0,7$ tasolla (tarkoittaa 70 % tehtävän suoritusajasta) selkäuinnissa epäkäslihasten ja vasemman reiden aktiivisuudet ovat yli 25 % MVE, kun ne vatsallaan uidessa ovat alle 20 %. Käytännössä siis selällään uidessa epäkäslihaksen työskentelevät 30 % suoritusajasta yli 25 % tasolla alkutesteissä määritellystä maksimitasosta. Kertymäfunktio osoittavat myös selkäuinnissa reiden ja epäkäslihasten maksimiaktiivisuuksien nousevan korkeammalle kuin vatsallaan uinnissa.

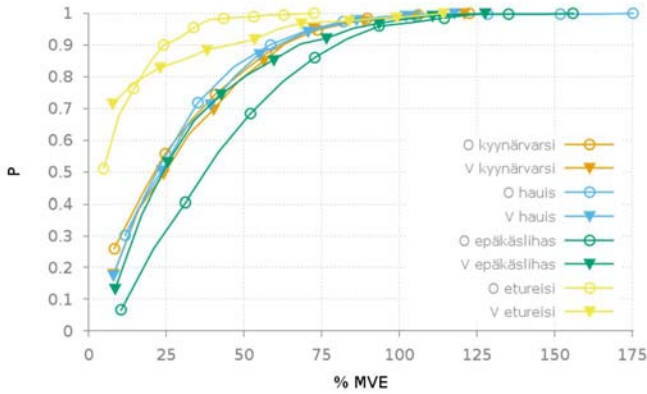
Pelastuslauttaan noustessa (Kuva 4) hauisten ja vasemman epäkäslihaksen aktiivisuudet ovat saavuttaneet reilusti yli 100 % maksimitesteissä rekisteröidyistä tasoista. Myös lautan kääntämisessä ja tikkaiden nousussa (Kuvat 5 ja 6) rekisteröidyt lihasaktiivisuudet ylittävät selvästi maksimitestien aikaiset tasot. Köysitikkaiden nousussa oikean hauksen ja vasemman epäkäslihaksen maksimitasot saavuttavat jopa 200 % MVE:sta.



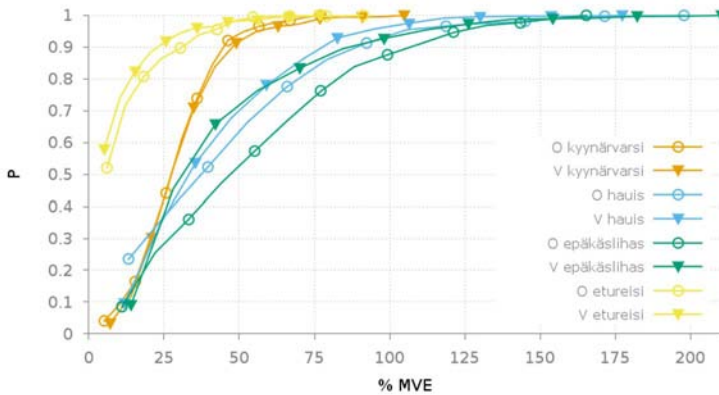
Kuva 3. EMG:n amplitudin kertymäfunktio uintitehtävän ajalta. Vasemmalla on funktio selällään uinnin ja oikealla vatsallaan uinnin ajalta. Selällään uinti kesti 1 minuutin ja 2 sekuntia. Tarkastellun vatsallaan uinnin kesto oli 2 minuuttia ja 2 sekuntia.



Kuva 4. EMG:n amplitudin kertymäfunktio pelastuslauttaan nousemisen ajalta. Lauttaan nouseminen kesti 30 sekuntia.



Kuva 5. EMG:n amplitudin kertymäfunktio pelastuslautan kääntämisestä.

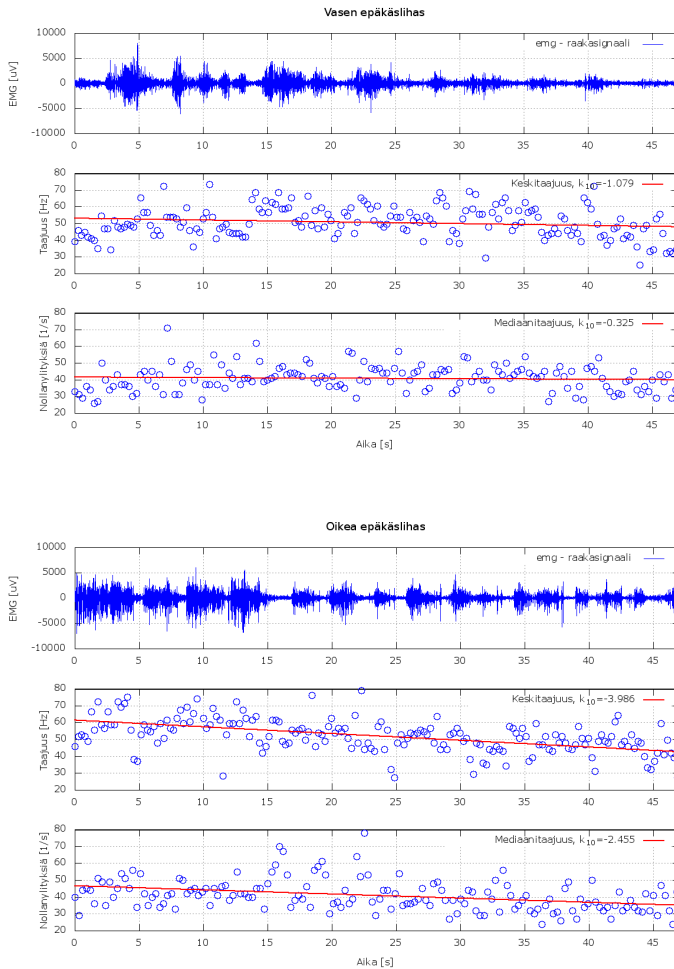


Kuva 6. EMG:n amplitudin kertymäfunktio köysitikkaiden noususta.

Taulukossa 3 on esitetty tehtävien aikaisista lihasaktiivisuuksista lasketut väsymistunnusluvut tehospektrin keskitäajuus ja signaalin nollanylitysten määrä. Taulukon luvut ilmoittavat keskitäajuuden ja nollanylitysten muutoksen kymmenessä sekunnissa. Taulukossa on kanavittain merkitty suurinta negatiivista muutosta esittävät tunnusluvut tummennetulla merkkilajilla. Tehtävän vaiheista uinti vatsallaan ja lauttaan nousu eivät minkään lihasryhmän kohdalla aiheuttaneet suurinta väsymistä. Lautan kääntämisessä suurin väsymisarvio tuli neljään lihasryhmään ja tikkaiden nousussa kolmeen lihasryhmään. Kuvassa 7 on esitetty epäkäslihaksista kerätty EMG-signaali tikkaiden nousun aikana ja signaaleista määritellyt väsymistekijät.

Taulukko 3. EMG:n väsymistunnuslukujen muutos kymmenessä sekunnissa (k10) kanavittain ja pelastautumistehtävän vaiheittain. Harmaalla pohjalla on esitetty EMG signaalin nollanylitysten lukumäärän muutos. Valkoisella pohjalla on tehospektrin keskitäajuuden muutos kymmenessä sekunnissa. Kussakin sarakkeessa on merkitty tummennetulla merkkilajilla kummankin tunnusluvun voimakkainta vähenemistä osoittavat arvot.

	Kynnärvarsi		Hauis		Epäkäslihas		Reisi	
	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>	<i>oikea</i>	<i>vasen</i>
Uinti selällään	-0,72	0,64	-2,21	1,71	-0,62	0,15	-2,58	-2,33
	-0,19	-0,68	-1,87	1,44	0,24	0,09	-1,44	-1,71
Uinti vatsallaan	-0,75	0,11	-0,19	0,08	-0,34	-0,10	-0,26	-0,21
	-0,41	-0,06	-0,25	0,12	-0,17	-0,27	-0,08	-0,13
Lauttaan nousu	-0,72	-2,23	-1,82	3,52	1,29	-0,44	-2,29	-0,79
	-0,52	-1,46	-0,87	2,03	0,13	-0,40	-1,36	-0,08
Lautan kääntäminen	-1,54	-2,62	-1,89	-3,36	-1,23	-2,85	1,14	-3,36
	-2,22	-3,05	-2,03	-2,77	-1,79	-2,12	-0,13	-0,67
Tikkaiden nousu	-1,95	-0,21	-1,55	0,17	-3,99	-1,08	-0,54	-4,73
	-2,78	-0,04	-1,31	0,32	-2,45	-0,33	-0,29	-4,15



Kuva 7. Vasemman ja oikean epäkäslihaksen EMG tikkaiden nousun aikana. Raakasignaalin alla on esitetty tehospektrin keskitaajuus ja signaalin nollanylitysten lukumäärä. Oikeassa lihaksessa näyttäisi tunnuslukujen perusteella tapahtuvan selvää väsymistä.

3 Johtopäätökset

Tapaustutkimuksessa yhdeltä koehenkilöltä mitattiin lihassähköistä aktiivisuutta pelastautumisharjoituksen aikana. Kerätyt signaalit vakioitiin harjoitusta ennen suoritetuissa maksimitesteissä saavutettuihin aktiivisuuden maksimiarvoihin. Lihasten väsymistä harjoituksen eri vaiheissa arviointiin signaalin tehospektrin keskitaajuuden ja signaalin nollanylitysten muutoksella aikayksikössä.

Pelastautumisharjoituksesta erikseen EMG:llä tarkastellut vaiheet olivat lyhyitä, pituudeltaan puolesta minuutista kahteen minuuttiin. Vaiheiden aikana keskimääräiset lihasaktiivisuudet olivat maksimissaan noin 40–50 % MVE arvoista (pelastuslautan kääntäminen ja tikkaiden nousu). Samojen vaiheiden aikana rekisteröitiin myös absoluuttisesti suurimmat lihasaktiivisuudet. Osa harjoituksen aikana rekisteröidyistä korkeista aktiivisuuksista johtuu häiriöistä ja elektrodeihin osuneista iskuista/painalluksista. Kertymäfunktiot kuitenkin osoittivat, että harjoituksen aikana lihakset aktivoituvat tasolle, joita ei maksimitesteissä kyetty tuottamaan. Tämä osoittanee, että harjoitusta edeltäneet kalibraatioliikkeet / maksimitestit eivät olleet optimaalisia harjoituksen aikaista lihastoimintaa ajatellen.

Mitattaessa lihassähköistä aktiivisuutta vedessä suositus olisi tehdä kalibrointiliikkeet myös vedessä (Kaneda ym. 2013). Tässä tutkimuksessa maksimisuoritukset tehtiin ennen altaaseen hyppäämistä lihaskuntotestin yhteydessä. Maksimisuorituksia ei myöskään uusittu pelastautumisharjoituksen jälkeen. Näin ollen ei ole selvyyttä siitä, vaikuttiko vesi jollain tavalla mittaustuloksiin tai tapahtuiko ihon ja elektrodien välisessä impedanssissa muuten muutoksia. Veden on raportoitu heikentävän ihon ja suojaamattomien elektrodien välistä sähköistä kytkentää (Carvalho ym. 2010). Koska suurimmat lihasaktiivisuudet kuitenkin mitattiin harjoituksen lopussa pelastuslautan kääntämisessä ja tikkaiden nousussa, ei siten ainakaan voi olettaa, että vesi olisi päässyt vaikuttamaan merkittävästi mittaustuloksiin.

Harjoituksen aikana lihasten nähtiin mittaussignaaleista päätellen väsyvän selvästi. EMG hyödyntäminen lihaksen väsymisen arvioinnissa on kuitenkin ongelmallista. EMG:stä lihaksen väsyminen voidaan arvioida vain silloin kun lihas supistuu aktiivisesti. Lihaksen palautumisesta ei aktiivisten vaiheiden aikana ei EMG:llä saada tietoa. Toisaalta pelastautumisharjoituksen kaltaisissa olosuhteissa EMG mittaus osoitti luotettavuutensa eikä koehenkilökään kokenut mittaustulotteiston häirinneen toimintaansa.

Laivalla jokaisen työntekijän tulee pystyä pelastautumaan ja toimimaan poikkeustilanteissa esimerkiksi karilleajossa tai tulipalossa. Tämä edellyttää, että työntekijällä on sellainen terveydentila ja toimintakyky, että hän kykenee suoriutumaan hätätilannetehtävistä.

Merialalla ei ole yhteisesti sovittuja poikkeustilannetehtävistä suoriutumista arvioivia tarkastusmenetelmiä kuten esimerkiksi palo- ja pelastusalalla, vaikka muun muassa laivan savusukeltajat joutuvat hätätilanteessa erittäin haastaviin olosuhteisiin.

SeaFit-tutkimuksen avulla saatiin uutta tietoa merenkulun hätätilannetehtävien fyysisestä kuormittavuudesta. Samalla arvioitiin merenkulkijoille soveltuva kuntotestausta sekä meriturvallisuuden parantamiseksi ja ylläpitämiseksi että merenkulkijoiden oman terveyden ja toimintakyvyn varmistamiseksi ja edistämiseksi.

Tutkimuksen suosituksia voidaan soveltaa terveystarkastuskäytäntöjen kehittämisessä sekä oikea-aikaisen kuntoutuksen ja työssä selviytymisen tukemisessa.

Työterveyslaitos
Arbetshälsoinstitutet
Finnish Institute of Occupational Health

Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki

www.ttl.fi

ISBN 978-952-261-449-0 (nid.)

ISBN 978-952-261-450-6 (pdf)



Työsuojelurahasto
Arbetskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund



Työterveyslaitos



Työterveyslaitos | Arbetshälsoinstitutet
Finnish Institute of Occupational Health