

Tommi Nurminen

HELIKOPTERIN LEIJUNTATANKKAUS ALUKSELTA

Opinnäytetyö
Merenkulun insinööri

2019



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä Tommi Nurminen	Tutkinto Merenkulun insinööri (amk)	Aika Tammikuu 2019
Opinnäytetyön nimi Helikopterin leijuntatankkaus alukselta		42 sivua 3 liitesivua
Toimeksiantaja Rajavartiolaitos		
Ohjaaja Joel Paananen, Xamk Mikko Johansson, Rajavartiolaitos		
Tiivistelmä Opinnäytetyössä tutkittiin leijuntatankkausta ja sen toimintaperiaatteita. Tutkimus on tehty rajavartiolaitoksen toimeksiannosta ja tutkimuksessa on käytetty ulkovartiolaiva Turvaa tutkimuksen konkreettisenä esimerkkinä. Tutkimuksessa selvitettiin lentopetrolin säilytystä aluksella sekä työturvallisuutta lentopetrolin käsittelyssä ja ilmatankkauksen aikana. Tarkoituksena oli tehdä suomenkielinen kooste ilmatankkauksesta ja siihen liittyvästä työturvallisuudesta sekä lentopetrolin säilytyksestä. Opinnäytetyö on pääasiassa kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Tutkimuksen aineisto kerättiin haastatteluilla ja saatavilla olevalla lähdemateriaalilla. Haastateltavat valittiin heidän aiheeseen liittyvän osaamisensa mukaan. Työtä varten tehtiin viisi eri haastattelua. Haastatellut henkilöt ovat laitevalmistajan edustaja, Turvan konepäällikkö ja 1. konemestari, koelentomekaanikko ja merivoimien laivakonesektorin osastoinsinööri. Kaikki haastatelluiksi kaavailut henkilöt osallistuivat tutkimukseen, mikä parantaa tutkimuksen luotettavuutta. Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että leijuntatankkaus on toimiva ja tarpeellinen järjestelmä, jolla saadaan pidennettyä helikopterin operointiaikaa sääolosuhteista riippumatta. Lentopetrolin säilyttämisessä aluksella ei ole havaittu isoja ongelmia ja säilytysolosuhteet ovat aluksella hyvät. Työturvallisuutta ilmatankkauksessa kehitetään jatkuvasti kokemusten karttuessa. Leijuntatankkaus on tulevaisuudessa enenevässä määrin lisääntyvä tankkausmuoto. Merivoimien uuteen alusluokka 2020:een on suunnitteilla vastaavia järjestelmiä. Kehitysehdotuksena on letkukelan hankkiminen leijuntatankkausletkulle. Leijuntatankkausletku on kriittinen osa leijuntatankkausta, joten sen toimintakunnon takaaminen on ensiarvoisen tärkeää. Lisäksi suositellaan henkilökohtaisen suojavaatetuksen hankkimista jokaiselle ilmatankkaukseen osallistuvalla virkamiehelle erikseen. Työturvallisuutta voisi lisätä myös kypärään asennettava UHF-radio, jolloin kommunikointi ei olisi pelkkien käsimerkkien varassa epäselvissä tilanteissa.		
Asiasanat		



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Leijuntatankkaus, HIFR, lentopetroli, Jet-A1, työturvallisuus

Author	Degree	Time
Tommi Nurminen	Bachelor of Engineering	January 2019
Thesis Title Helicopter In-Flight Refueling from a Ship		42 pages 3 pages of appendices
Commissioned by The Finnish Border Guard		
Supervisors Joel Paananen, Xamk Mikko Johansson, The Finnish Border Guard		
<p>Abstract</p> <p>In this thesis, the practice of Helicopter In-Flight refueling (HIFR) and operating principles were examined. The examination has carried out on behalf of the Finnish Border Guard, and the offshore patrol vessel Turva has used as a concrete example. The examination investigated the storage of jet fuel on board and occupational safety when handling jet fuel and also during HIFR. The aim was to make a compilation of material in Finnish regarding HIFR and related occupational safety and the storage of jet fuel.</p> <p>The thesis is mainly a qualitative examination. The data was collected through interviews and available source material. The interviewees were selected according to their expertise. Five different interviews were conducted for the examination. Among interviewees were, for example, a manufacturer's representative, Turva's chief engineer and the first engineer, trial flight engineer and naval engineer. All the people who were requested in the interview, participated in the examination, which improved the reliability of the examination.</p> <p>According to the interviews, air supply is a workable and necessary system for prolonging the helicopter's operating time regardless of weather conditions. There have been no major problems in storing jet fuel on board, and the storage conditions are considered good. Occupational safety in HIFR is continually being developed as more experience is gained. In the future, HIFR will increasingly be a form of refueling. The new naval category 2020 of the Navy is planned to be equipped with similar system.</p> <p>Based on this examination, the development proposal is to obtain a hose reel for the refueling hose. The refueling hose is a critical part of in-flight refueling, so ensuring its operational integrity is of paramount importance. In addition, it is recommended to have personal protective clothing for each individual who involves refueling. Occupational safety could also be enhanced by a UHF radio mounted in a helmet, so in unclear situations, communication would not be based solely on hand signals.</p>		
<p>Keywords</p> <p>Helicopter In-Flight Refueling, HIFR, kerosene, Jet-A1, occupational safety</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	ULKOVARTIOLAIVA TURVA	8
3	VARTIOLENTOLAIVUE JA SUPER PUMA H215	9
4	LEIJUNTATANKKAUSPROSESSI	10
4.1	Historia	11
4.2	Säädökset	12
5	LENTOPETROLI	13
5.1	Jet A-1	13
5.2	Lentopetrolin lisäaineistus	14
5.3	Lentopetrolin varastointi	14
6	TANKKAUSLAITTEISTO	15
6.1	Pumppu- ja suodatinyksikkö	15
6.2	Tankkausyksikkö	16
6.3	Leijuntatankkausvarustus	17
7	TYÖTURVALLISUUS	18
8	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	18
8.1	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	18
8.2	Aineiston keruu- ja analysointimenetelmät	19
8.3	Haastatteluiden toteutus	21
9	TUTKIMUKSEN TULOKSET	22
9.1	Ilmatankkauksen toimintaperiaate	22
9.2	Ilmatankkauksen ennakkovalmistelut ja tarkastukset	25
9.3	Laitteiston huolto	29
9.4	Lentopetrolin varastointiolosuhteet	29
9.5	Työturvallisuus	30
9.5.1	Lentopetrolin haitallisuus	30
9.5.2	Henkilökohtainen suojautuminen	31

9.6	Työturvallisuusriskit ja niihin varautuminen	32
9.6.1	Tuulen vaikutus kylmyyteen.....	32
9.6.2	Letkurikko	34
9.6.3	Helikopterin hätätilanne	35
9.6.4	Melu	35
9.6.5	Potentiaaliero	36
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	36
11	YHTEENVETO.....	38
11.1	Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys	39
11.2	Jatkotutkimuskohteet.....	41
	LÄHTEET	42

KUVALUETTELO

LIITTEET

Liite 1. Teemahaastatteluiden runko

Liite 2. Suostumus tutkimukseen

Liite 3. Tutkimuslupa

1 JOHDANTO

Rajavartiolaitos on Suomessa johtava rajaturvallisuus ja meripelastusviranomainen, joka toimii sisäministeriön alaisuudessa. Rajavartiolaitos vastaa meripelastuksesta, kun vaarassa ovat ihmishenki tai ympäristö. Rajavartiolaitos tekee yhteistyötä merialueella Trafín, Puolustusvoimien sekä ympäristöviranomaisten kanssa.

Helikopterin tankkaus on kriittinen osa-alue helikopterin operoinnissa. Ennen rajavartiolaitoksen helikopterit ovat olleet täysin kiinteiden maa-asemien varassa. Ulkovartiolaiva Turvan valmistuttua 2014 saatiin käyttöön uusi tankkausmuoto Suomessa. Nykyään helikopteri pystytään tankkaamaan ilmassa sen ollessa leijunnassa tai vaihtoehtoisesti laivan helikopterikentällä. Tässä työssä käsitellään helikopterin leijuntatankkausta alukselta.

Ulkovartiolaiva Turva on ainut alus Suomessa, jossa helikopterin tankkaaminen ilmassa on mahdollista. Tässä työssä tutkittiin helikopterin ilmatankkauksen toimintaperiaatetta, lentopetrolin säilytystä aluksella sekä työturvallisuutta. Suomenkielistä lähdemateriaalia aiheeseen oli vaikea saada, joten yhtenä tämän työn tarkoituksena on toimia lähdemateriaalina jatkotutkimuksille. Lisäksi opinnäytetyö toimii koottuna tietopakettina Turvan henkilöstölle helikopterin ilmatankkauksesta ja sitä voidaan käyttää myös lähteenä kehitteillä oleviin aluksiin sekä järjestelmiin.

Tutkimusaineistona käytettiin haastatteluita, käytössä olevia ohjeistuksia ja käyttöohjeita. Työtä varten tehtiin viisi eri teemahaastattelua, jotka suunniteltiin henkilöiden osaamisen perusteella. Haastatteluja käytettiin kirjallisuuskatsauksen perustana sekä taustoituksen materiaalina. Tässä työssä avustaneet henkilöt ovat vartiolaiva Turvan konepäällikkö ja 1. konemestari, vartiolentolaivueen koelentomekaanikko, Jet-teknologian asiakasjohtaja sekä puolustusvoimien osastoinsinööri. Tärkeä osa työtä oli päästä vierailulle vartiolentolaivueen helikopterin mukana suorittamaan leijuntatankkausta, jolloin näkökulma työn tekemiseen laajeni.

Työn tekeminen alkoi haastateltavien kartoittamisella, jonka jälkeen laadittiin kysymysrungot teemojen perusteella jokaiselle haastateltavalle.

Haastattelujen jälkeen aineisto koottiin yhteen ja vertailtiin muihin lähteisiin. Tutkimusaineistoa analysoimalla ja käsittelemällä saatiin rakennettua selkeä kokonaisuus ilmatankkauksesta, lentopetrolin säilytyksestä ja työturvallisuudesta. Haastateltavien vastaukset näkyvät konkreettisesti osana työtä. Lopuksi opinnäytetyössä pohditaan opinnäytetyöprosessia ja jatkotutkimusaiheita.

2 ULKOVARTIOLAIVA TURVA

Ulkovartiolaiva Turva (kuva 1.) on rajavartiolaitoksen uusi alus, joka on rakennettu Raumalla ja otettu käyttöön vuonna 2014. Turva on monikäyttöalus, joka on suunniteltu yhteistyössä Suomen Ympäristökeskuksen sekä usean ministeriön kanssa. Turva on suunniteltu ympäristöystävälliseksi ja energiatehokkaaksi. Turva on rakennettu vastaamaan vuonna 2016 voimaan astuneita IMO:n Tier III vaatimuksia. Tier III on niin sanottu rikkidirektiivi, joka rajoittaa alusten rikkipäästöjä. Rikkipäästöjen välttämiseksi voimanlähteenä käytetään LNG:tä (Liquefied Natural Gas) eli nesteytettyä maakaasua, jolloin rikkipäästöjä ei synny lainkaan. Aluksessa on nykyaikaiset Wärtsilän 34DF (Dual Fuel) -koneet, joita voidaan käyttää LNG:llä tai dieselöljyllä. Aluksesta ei aiheudu jätevesipäästöjä, sillä kaikki jäte- ja pilssivedet pumpataan maihin. Aluksella on korkea vaurionsietokyky, eikä siitä tule öljypäästöjä vaurioituneenakaan.



Kuva 1. Ulkovartiolaiva Turva (Nurminen 2016).
(Rajavartiolaitos 2012.)

Turvan tekniset tiedot:

- Pituus 95,9 m
- Leveys 17,4 m
- Syväys 5,5 m
- Uppouma 4000 t
- Nopeus 18 solmua
- Koneteho 11 600 kW
- Paaluvetokyky 100 t

(Rajavartiolaitos 2012.)

Turvan öljyntorjuntakalustoon kuuluu muun muassa öljyvuomia 800 metriä sekä öljynkeräyskapasiteettia 1000 m³. Harjojen avulla toimiva öljynkeräyslaitteisto kerää öljyn aluksen öljynkeräystankkiin, josta se voidaan pumpata maihin. Aluksella on myös 200 m³ kemikaalinkeräystankki, johon saadaan kerättyä muita haitallisia kemikaaleja. Alus pystyy toimimaan kaikissa olosuhteissa ja se voidaan myös tehdä ylipaineiseksi, jos joudutaan toimimaan olosuhteissa, jossa on haitallisia tai myrkyllisiä kaasuja. Alukselle voidaan ottaa peräkannelle 9 kpl 20 jalan kontteja, joihin voidaan liittää sähkö-, höyry-, vesi-, hydraulikka- tai paineilmansyöttö. (Rajavartiolaitos 2012.)

Aluksella on kyky toimia monen eri viranomaisen tehtävissä ja sitä voidaan käyttää operaatiojohtokeskuksena suurissa meripelastustehtävissä. Alus omaa hyvän ohjailukyvyn dynaamisen paikoituksen takia. Aluksessa on Rolls-Roycen Azipull-propulsiojärjestelmä sekä kaksi keulapotkuria, joista toinen on alaslaskettava ja se kääntyy 360 astetta. Alusta voidaan käyttää helikopterien tukipisteenä, jossa voidaan myös tankata helikopteri. Tankkaus voidaan suorittaa joko kannella tai niin, että helikopteri on leijunnassa. (Rajavartiolaitos 2012.)

3 VARTIOLENTOLAIVUE JA SUPER PUMA H215

Rajavartiolaitoksen ilma-alusten päätehtävät ovat rajojen valvonta maalla ja merellä sekä meripelastus. Lisäksi valvontalentokoneiden tehtäviin kuuluu myös merellinen ympäristönvalvonta. Vartiolentolaivue ylläpitää jatkuvaa meripelastusvalmiutta Turussa, Helsingissä ja Rovaniemellä. Ilma-alusten tehtäviin kuuluu myös virka-aputehtävät etsintä- ja pelastustehtävissä, sairaankuljetuksissa, metsäpalojen sammutuksessa sekä muissa tehtävissä. Ilma-alukset voi osallistua myös EU:n alueella kansainvälisiin operaatioihin,

kuten esimerkiksi valvontalentokone Dornier on osallistunut Välimerellä EU:n rajavalvontavirasto Frontexin johtamiin rajavalvontaoperaatioihin.



Kuva 2. Super Puma H215 (Nurminen 2018).
(Rajavartiolaitos 2018.)

Super Puma H215 (kuva 2) on kaksimootorinen keskiraskas helikopteri, jossa on viiden hengen miehistö. Miehistö koostuu päälliköstä, perämiehestä, mekaanikosta ja kahdesta pintapelastajasta. Toimintamatka helikopterilla on 1000 km ja nopeus 240 km/h. Matkustajia mahtuu miehistön lisäksi 20 henkilöä ja maksimi lentoonlähtöpaino on 8 600 kg. Helikopterin varustukseen kuuluu meripelastuskalustoa, lääkintävarustus, pimeänäkölaitteet, lämpökamera, sää-, ja etsintätutka, kaksi vinssiä ja 2 000 litran sammutuspussi metsäpaloja varten. (Rajavartiolaitos 2018.)

4 LEIJUNTATANKKAUSPROSESSI

Leijuntatankkaus on helikopterin polttoainetäydennystä siten, että helikopteri ei laskeudu aluksen kannelle, vaan tankataan sen ollessa ilmassa leijunnassa (kuva 3). Aluksen kannella oleva leijuntatankkausletku vinssataan helikopteriin sen omalla vinssillä.

Leijuntatankkausta tehdään ajan säästämiseksi ja helikopterin toiminta-ajan maksimoimiseksi (Vartiolentolaivue 2018). Leijuntatankkaus mahdollistaa helikopterin tankkauksen olosuhteissa, jolloin se ei muuten olisi mahdollista.

Mikäli aluksen liiketekijät ylittävät seuraavat arvot, helikopterin laskeutuminen aluksen kannelle ei ole mahdollista.



Kuva 3. Super Puma H215 leijunnassa (Nurminen 2018)

- Helikopterikannen pituus- ja poikittaissuuntainen liike maksimissaan $\pm 1,5^\circ$ (pitch/roll)
- Helikopterikannen kaltevuus maksimi 2° (indination)
- Helikopterikannen pystyliikkeen nopeus maksimi $1,0 \text{ ms}^{-1}$ (heave rate)
- Helikopterikannen pystyliikkeen suuruus maksimi 2,0 m (heave amplitude)
- Tuulen nopeus enintään 30 kn

(Rajavartiolaitos 2018.)

4.1 Historia

Ilmatankkaus (air to air refueling) on alun perin kehitetty ilmavoimien hävittäjiä varten. Lentotukialuksilta lentoon lähtevien hävittäjien noustessa jälkipoltolla ilmaan, iso osa hävittäjän polttoainekapasiteetista oli jo käytetty. Ilmatankkaus kehitettiin, jotta hävittäjän toiminta-aikaa ilmassa pystyttiin kasvattamaan ja näin ollen käyttämään tehokkaammin ilma-asetta. Lisäksi ilmassa tankkaaminen oli turvallisempaa, koska maissa ollessaan hävittäjä on haavoittumaisimmillaan. (Langton ym. 2009, 106.)

Alan Cobham kehitti jo vuonna 1934 ilmatankkausletkun ja siinä olevan liitinsuppilon. 1940-luvun lopulla Yhdysvaltojen ilmavoimien kenraali Curtis LeMay kehitti ”lentävän puomin”, jolla saatiin tankattua isommalla volyyymilla lentopetrolia. Tästä on myöhemmin jalostunut helikopterin leijuntatankkaus (HIFR, helicopter inflight refueling). (Langton ym. 2009, 106.)

4.2 Säädökset

Solas (Safety of Life at Sea) on kansainvälinen merenkulun turvallisuutta käsittelevä sopimus, jossa määritellään minimiturvallisuusvaatimukset aluksen rakenteelle, kalustolle sekä laivan toiminnalle. Sopimus on tärkein merenkulun turvallisuuteen liittyvä kansainvälinen yleissopimus. Sopimusta hallinnoi kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO (International Maritime Organisation). (Solas 2014.)

Solaksen B osan luvussa II-2 säädetään aluksen rakenteesta sekä aluksen palontorjunnasta, -sammutuksesta ja -havaitsemisesta. Solaksen B osan luvun II-2 kappaleessa G määritellään erityisvaatimuksia. Erityisvaatimukset sisältävät muun muassa helikopteritoimintaan ja helikopterin tankkaukseen liittyviä ohjeistuksia. (Solas 2014.)

Solas B osan II-2 G kappaleen luvussa 7 määritellään helikopterin tankkaukseen liittyviä vaatimuksia. Varastosäiliön tulee olla eristetty syttymislähteistä. Säiliön tulee olla asetettu, niin että vuodon sattuessa lentopetrolia saadaan kerättyä talteen. Säiliö tulee olla eristetty fyysistä vauriota ja paloa vastaan. Pumput tulee pystyä pysäyttämään turvallisesta paikasta tulipalon sattuessa. Putkiston tulee olla terästä tai muuta sopivaa materiaalia ja suojattu vaurioita vastaan. Sähköiset laitteet tulee olla ATEX- suojattuja. Kaikkien laitteiden tulee olla maadoitettuja. (Solas 2014, 209.)

Solas B osan II-2 G kappaleen 5 luvussa määritellään helikopterikentällä olevat varusteet. Helikopterikentän välittömässä läheisyydessä tulee olla kaksi jauhesammutinta yhteensä vähintään 45 kg, hiilidioksidisammuttimia kapasiteetiltaan 18 kg, vaahtosammutuskalusto, vähintään kaksi palopostia, kaksi palomiehenpukua sekä välittömässä läheisyydessä saatavilla jakoavain,

palopeitto, pulttiavain, koukku, sanko, rautasaha, tikkaat, 15 m köyttä, sivuleikkurit, ruuvimeisseleitä sekä turvavyöleikkuri. (Solas 2014, 208.)

G kappaleen luvussa 8 määritellään palontorjuntajärjestelyt ennen helikopterin saapumista. Ennen helikopterivalmiutta aluksella tulee käydä läpi tarkastuslista turvallisuustoimista. Helikopterioperaation aikana tulee olla kaksi koulutettua savusukeltajaa valmiudessa, eivätkä he saa osallistua tankkausprosessiin. Myös muu palokalusto tulee olla välittömästi saatavilla. (Solas 2014, 210.)

5 LENTOPETROLI

Lentopetroli on raakaöljystä tislaamalla tehty polttoaine. Lentopetroli koostuu maaöljytuotteiden ja lisäaineiden seoksesta. Lentopetroli sisältää pääasiassa C9-C16 hiilivetyjä, naftaleenia, tolueenia ja bentseeniä. (Käyttöturvallisuustiedote 2018.)

Lentopetrolia on olemassa useita laatuja kuten, JET A, JET-A1, JP-8 ja TS 1. Lentopetrolia lisäaineistamalla saadaan eri polttoainelaatuja. Tässä työssä keskitytään JET-A1 lentopetrolilaatuun, joka on käytössä rajavartiolaitoksen ilma-aluksissa.

5.1 Jet A-1

Rajavartiolaitoksen helikoptereissa käytetään Nesteen Jet A-1 luokan lentopetrolia. Nesteen Jet-A1 lentopetroli jalostetaan Porvoossa ja se täyttää IATA:n (The international air transport association) ja ASTM:n (american society for testing and materials) kansainväliset laatuvaatimukset. (Neste 2018.)

Lentopetroli on kirkasta ja sillä on voimakas bensiininomainen haju. Lentopetroli voi syttyä lämmön, kipinöiden tai liekkien vaikutuksesta. Höyry voi muodostaa syttyvän seoksen ilman kanssa. Lentopetrolia ei pidetä räjähtävänä, mutta säiliö voi repeytyä tulipalon seurauksena. JET A-1 perusominaisuudet:

- Sulamispiste ≤ -47 °C
- Kiehumispiste ja alue 170 – 300 °C
- Leimahduspiste ≥ 40 °C
- Ylempi syttymis-/räjähdysraja 0,6 %
- Alempi syttymis-/räjähdysraja 6 %
- Höyrynpaine ~ 2 kPa 38 °C
- Suhteellinen tiheys 0,775 – 0,840 15 °C
- Itsesyttymislämpötila ~ 250 °C

(Neste 2018.)

5.2 Lentopetrolin lisäaineistus

Turvan tankkauslaitteisto on varustettu järjestelmällä, jolla voidaan lisäaineistaa lentopetrolia. Virtausmittarin pyörimisliike pyörittää lisäainepumppua ja pumppaa samalla lisäainetta virtaavaan lentopetroliin. Lisäaineen määrä ja laatu riippuu konetyypistä, jota tankataan. Yleensä lisäaineen määrä on 1 promille. Esimerkiksi lisäaine AL-48 parantaa jäätymisenestoa sekä voitelevuutta. Lisäaineistamalla Jet-A1 lentopetrolia lisäaineella AL-48, saadaan JP-8 polttoainelaatua, jota käytetään yleisemmin sotilasilmailussa. (Jet-tekno 2018.)

Rajavartiolaitoksen helikoptereissa ei kuitenkaan käytetä lisäainetta, koska heidän helikopterit eivät sitä vaadi. Puolustusvoimat lisäaineistaa lentopetrolia konetyypistä riippuen. Puolustusvoimien kanssa ei vielä ole harjoiteltu leijuntatankkausta, mutta on sovittu, että he laittavat lisäaineen itse, jos tankkaavat. (Suomenlahden merivartiosto 2018.)

5.3 Lentopetrolin varastointi

Lentopetrolin säilytyksestä maanpäällisissä säiliöissä säädetään SFS standardissa 2735. Tukes antaa ohjeistuksia vaarallisten aineiden säilytykseen sisällä. Sijoitettaessa säiliötä sisätiloihin tulee huolehtia riittävästä tuuletuksesta sekä paloturvallisuudesta. Säiliön ollessa sisällä tulee myös sen huonetila allastaa. Säiliön alapuolinen allas tulee tehdä mahdollisten vuotojen varalta, jotta ne havaitaan ja voidaan kerätä talteen. Sähkölaitteissa tulee huomioida kipinäointi vaara, jolloin laitteiston tulee olla ATEX-suojattuja. (Tukes 2015.)

Vartiolaiva Turvalla lentopetrolin varastosäiliö sijaitsee kannella kolme pumppu/suodatinkoneikon vieressä. Lentopetrolisäiliön tilavuus on 10,5 m³. Varastosäiliön ympärillä on tyhjä (VOID) tila joka puolella, joka on luokituslaitoksen vaatimus. (Suomenlahden merivartiosto 2018.)

6 TANKKAUSLAITTEISTO

Tankkauslaitteisto on kotimaisen Jet-tekno oy:n toimittama. Tankkauslaitteisto sisältää pumppu- ja suodatinyksikön, tankkausyksikön sekä varastosäiliön. Tankkauslaitteisto täyttää GL:n ja CAP 437/Chapter 7 ja APP 2(F)/MPP 2(F), Vol.1 vaatimukset. Laitteisto täyttää räjähdysvaarallisten tilojen ATEX-laitedirektiivin mukaiset vaatimukset. Erityisvaatimuksena on putkistojen 100 % röntgenkuvaus sekä kaksoisseinämät miehistötiloissa. Putkien tulee olla materiaaliltaan haponkestävää terästä sekä putkien kiinnitys on huomioitu erityisesti värinän takia. (Jet-tekno 2018.)

6.1 Pumppu- ja suodatinyksikkö

Pumppu- ja suodatinyksikön putkistot ja venttiilit ovat materiaaliltaan AISI 316 haponkestävää terästä. Pumppuyksikön tärkeimmät komponentit ovat kaksi pumppua sähkömoottorilla, vedenerotin/hienosuodatin, näytteenottopumppu, näytteenottosykloni ja virtausmäärämittari, vesipitoisuusanturi, ilmanerotin, varoventtiili, paine-eromittari ja imusuodatin. Kaikki laitteiston komponentit ovat ATEX-suojattuja. (Jet-tekno 2018.)

Pumpun valmistaja on Blacmer. Pumppuja on kaksi, joista toinen on säädetty tuottamaan korkeamman paineen leijuntatankkausta varten.

Ilmatankkauksessa täytyy tuottaa korkeampi paine pumpulla, koska pumpun nostokorkeus on huomattavasti korkeampi verrattuna, että helikopteri laskeutuu kannelle tankkausta varten. Korkein tuotettava paine pumpulla on 4,1 baaria ja virtausnopeuden ollessa 225 l/min. (Jet-tekno 2018.)

Koneikossa on imusuodatin sekä suodatin ja pisaranerotin. Suodattimen avulla erotetaan vesi pois lentopetrolista. Lentopetroli virtaa suodattimen läpi paineella sisältä ulospäin. Nimellisuodatus on 1 mikrometri.

Käyttölämpötilana min -30 °C ja max +80 °C. Imusuodattimen nimellissuodatus on 1000 mikrometriä. (Jet-teknö 2012.)

Näytteenottopumpulla täytetään näytteenottosykloni, sekä tyhjenetään näytteidenkeräyssäiliö. Näytteenottosykloniin pumpataan lentopetrolia, kun halutaan ottaa vesinäyte lentopetrolista. Vesinäytteellä varmistetaan, ettei lentopetroli sisällä vettä. Vesi voi aiheuttaa helikopterin kaasuturbiinille suurta vahinkoa höyrystyessään. Vesinäyte otetaan syklonin siihen varatusta sovitteesta, johon Shellin valmistama näyteruisku sopii. Näyteruiskuun asetetaan vedenilmaisin, joka muuttaa väriä, jos lentopetrolissa on vettä. (Jet-teknö 2012.)

Vesihälytinanturia käytetään veden ilmaisuun lentopetrolista. Vesihälytinanturi on kapasitiivinen rajapinta-anturi, jota käytetään vesi/lentopetroli rajapinnan tunnistimena. Anturin on valmistanut Labkotec Oy. Käyttölämpötilana anturilla -25 °C...+60 °C. (Jet-teknö 2012.)

6.2 Tankkausyksikkö

Tankkausyksikkö (kuva 4) sijaitsee kannella kuusi samassa tasossa helikopterikannen kanssa. Tankkausyksikkö pääkomponentit ovat monitorisuodatin, virtausmäärämittari, letkukela, painetankkausliitin, maadoituskela, hienosuodatin lisäaineelle, virtausmittari. Tankkausyksikön putkistot ja venttiilit ovat myös rakennettu palonkestäviksi sekä ATEX-luokiteltu. Materiaalina on käytetty haponkestävää AISI 316 terästä. (Jet-teknö 2012.)



Monitorisuodatin on malliltaan Faudi VFM-1/559-10, jonka maksimi

Kuva 4. Tankkausyksikkö (Nurminen 2018) virtaus on 225 l/min, suodatuskyky 1 mikrometri. Maksimi käyttöpaine on 10 baaria ja maksimi paine-ero 150 kPa. Tankkausyksikössä on myös lisäainejärjestelmä, jossa on pestävät imu- ja painepuolen suodattimet. Imupuolella suodatuskyky 30 mikrometriä ja painepuolella 20 mikrometriä. (Jet-teknö 2012.)

Tankkausyksikössä on yksi sähkömoottorilla toimiva letkukela, jossa on 30 m ilmailuletkaa. Ilmailuletkun päässä on painetankkausliitin mallia Carter 60427 C E F4 6 H. Yksikkö sisältää lisäksi maadoituskelan, jossa on 46 m maadoituskaapelia. (Jet-teknö 2012.)

6.3 Leijuntatankkausvarustus

Leijuntatankkausta varten on vielä erikseen 30 + 3 m ilmailuletkaa, jossa on letkurikkoventtiili. Letkurikkoventtiilin tarkoituksena on suojella helikopteria. Helikopterin kannalta on riski olla kiinni laivassa letkulla. Esimerkiksi kovassa merenkäynnissä, kun aluksen liiketekijät ovat suuret, voi nykäisy olla kohtalokas helikopterille. Tämän takia ilmailuletkussa on letkurikkoventtiilit, jotka murtuvat noin. 220 – 250 kg kuormituksesta. Ilmantankkausvarustus sisältää myös nostokäyrän ja kiinnityskorvakkeen, jolla letku nostetaan helikopteriin. (Jet-teknö 2012.)

7 TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuus on keskeisessä osassa helikopterin ilmatankkauksessa. Ilmatankkauksessa on monta liikkuvaa elementtiä, joten työturvallisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Haastavat sääolosuhteet, vaaralliset kemikaalit, helikopterin aiheuttama tuulen virtaus sekä potentiaalierot muodostavat riskejä, joita tässä työssä on välttämätöntä käsitellä.

Työturvallisuuslaissa (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/278). määritellään työturvallisuuden tarkoitus seuraavasti:

Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja.

Työturvallisuutta tarkastellaan työssä kahdesta eri näkökohdasta. Ensimmäinen osuus käsittelee työturvallisuutta lentopetrolin käsittelyssä. Toisessa osuudessa keskitytään työturvallisiin toimintatapoihin helikopterin ilmatankkauksen aikana. Työssä perehdytään myös oikeiden toimintatapojen noudattamiseen sekä suojavälineiden käyttöön.

8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

8.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää helikopterin polttoainetäydennyksessä käytettävän laitteiston toimintaperiaatteet, tarkastukset ja huollot. Lisäksi tarkoituksena on selvittää aluksella tapahtuvat toimenpiteet ennen polttoainetäydennystä. Työssä vertaillaan myös eroja maissa ja leijunnassa tapahtuvan polttoainetäydennyksen eroja sekä perehdytään lentopetrolin ominaisuuksiin ja sen säilyttämiseen aluksella. Työssä perehdytään lisäksi polttoainetäydennyksen työturvalliseen suorittamiseen. Työssä näkökantana käytetään rajavartiolaitoksen ulkovartiolaiva Turvaa ja sen laitteistoa. Tutkimuksen tarkoituksena on saada vastaus kysymyksiin:

1. Mikä on ilmatankkauksen toimintaperiaate?
2. Miten lentopetrolin säilytys on toteutettu?
3. Miten työturvallisuus tulisi ottaa huomioon lentopetrolin käsittelyssä sekä ilmatankkauksessa?

8.2 Aineiston keruu- ja analysointimenetelmät

Työssä käytetään pääasiassa kvalitatiivisia laadullisia ja kartoittavia tutkimusmenetelmiä. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi kenttä- ja tapaustutkimusta. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimukseen valittu kohdejoukko on valikoitu tarkoituksenmukaisesti, jotta aiheesta on saatu mahdollisimman tarkkaa tietoa. Hanna Vilkka (2015) toteaa kirjassaan, että on myös tärkeää haastateltavia valittaessa pitää mielessä, mitä tutkitaan. Opinnäytetyöhön on siis haastateltu tutkimukseen aihepiiriin liittyviä asiantuntijoita ja näin ollen pyritty saamaan kokonaisvaltaista tietoa aiheesta. Tutkimus on toteutettu luonnollisissa ja todellisissa tilanteissa, joissa on käytetty ihmistä tiedon keruun lähteenä. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa haastateltavien mielipiteet, tietous ja näkökulma tulevat esille. Laadullisessa tutkimuksessa aiheesta on pyritty saamaan mahdollisimman paljon tietoa (Tuomi & Sarajärvi 2009, 73.) Työhön soveltuvien aineistonkeruumenetelmien vuoksi tutkimuksessa käytettiin laadullista menetelmää määrällisen sijaan. (Hirsjärvi ym. 2010, 164).

Tutkimusnäkökulman laajentamiseksi on prosessin aikana tehty vierailu vartiolentolaivueen tukikohtaan Vantaalle. Lisäksi osana vierailua toteutettiin lento Turvalle, jossa rajavartiolaitoksen Super Puma H215 helikopteri ilmatankattiin. Tämä toi esille myös helikopterimiehistön näkökulmaa ilmatankkaukseen.

Kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän päätiedonkeruumenetelmä on haastattelu. Haastattelun etuna on, että aineistoa voidaan kerätä joustavasti. Haastattelumenetelmä valikoitui myös sen vuoksi, että opinnäytetyön aihe on vähän tutkittu, ja näin ollen niin sanottu tuntematon alue. Lisäksi tutkimuksen aihe on melko laaja, jolloin haastattelun vastaukset ovat hyvin monitahoisia. Haastattelun etuna on, että saatuja vastauksia voidaan selventää ja syventää sekä esittää lisäkysymyksiä tarpeen mukaan. (Hirsjärvi ym. 2010, 205 – 206.)

Haastattelutyypeistä valikoitui teemahaastattelu eli puolistrukturoitu haastattelu. (Sarajärvi & Tuomi 2009, 75). Teemahaastattelussa on enemmän liikkumatilaa kuin lomakehaastattelussa, mutta teemahaastattelu on kuitenkin suunnitellumpi kuin täysin avoin haastattelu. Teemahaastattelussa on kuitenkin myös tärkeää miettiä, mitä kysytään, jotta tutkimuksen kannalta saadaan tarkoituksenmukaista tietoa. (Sarajärvi & Tuomi 2009, 75). Puolistrukturoidussa haastattelussa haastattelun aihepiirit ovat etukäteen mietitty, mutta kysymysten tarkka muoto tai järjestys saattavat vaihdella. Teemahaastattelu valikoitui myös siksi, että haastateltavat edustavat eri näkökulmia ilmatankkaukseen. Tällöin ei siis ollut mahdollista, eikä järkevää kysyä samoja kysymyksiä haastateltavilta, vaan valmiiksi mietityt aihepiirit antoivat mahdollisuuden kysyä heidän asiantuntijuuteensa liittyviä asioita. Teemahaastattelun runko löytyy opinnäytetyön liitteestä 3. (Hirsjärvi ym. 2010, 208.)

Osa haastateltavia ei ollut mahdollista päästä tapaamaan aikataulun ja välimatkan vuoksi. Heidän kohdalla toteutettiin sähköpostihaastattelu. Sähköpostihaastattelu on lähinnä haastattelua oleva tilanne, jolloin vuorovaikutus tapahtuu sähköisesti. Jokaisesta teemasta on tehty tarkentavia kysymyksiä vastausten sisällön pohjalta. Tämä menetelmä mahdollistaa sen, että vastaaja voi myös vastata hänelle sopivana ajankohtana ja on tällä tavalla erittäin joustava tapa kerätä tietoa. (Kananen 2015, 186-187.) Lisäksi aineistoa on kerätty virallisista dokumenteista ja ohjeista, joita on täydennetty haastatteluiden avulla.

Tutkimus toteutettiin haastattelemalla viittä eri asiantuntijaa. Haastattelujen kohdejoukko oli valittu koulutuksen ja osaamisen perusteella. Haastateltavat olivat vartiolaiva Turvan konepäällikkö ja 1. konemestari, laitevalmistajan edustaja, vartiolentolaivueen koelentomekaanikko ja puolustusvoimien logistiikkalaitoksen osastoinsinööri. Haastateltavat edustavat eri tahoja, jotka ovat tekemisissä ilmatankkauksen kanssa. Näin ollen on saatu monipuolisesti eri näkökantoja aiheeseen. Haastattelujen perusteella kerättiin sekä teoria-, sekä tutkimustietoa.

Haastattelut on tallennettu digitaalisesti nauhurin avulla sekä tekemällä muistiinpanoja haastattelun aikana. Nauhurin käyttäminen vapauttaa haastattelijan keskittymään haastatteluun pelkän kirjaamisen sijaan. Haastattelut on jälkikäteen kirjoitettu tekstimuotoon tekstinkäsittelyohjelmalla. Sähköpostihaastattelun vastaukset olivat valmiiksi kirjallisessa muodossa. Jokainen haastateltava on päässyt jälkikäteen lukemaan antamansa haastattelun vastaukset ja aineistot. (Kananen 2015, 188.)

Haastattelun aineisto on pelkistetty eli redusoitu. Auki kirjoitetuista haastatteluista on karsittu tutkimukselle epäolennaista tietoa. Haastatteluaineistosta on etsitty yhdistäviä asiakokonaisuuksia, joita haastatteluiden teemat käsittelivät. Samaa asiaa tarkoittavat asiakokonaisuudet on ryhmitelty omiksi luokikseen. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 110.) Aineiston tiivistämistä ohjasivat tutkimuskysymykset, joihin tutkimuksessa on pyritty löytämään vastauksia (Vilkkä 2005, 140). Tätä kutsutaan aineiston klusteroinniksi. Ryhmittelyn jälkeen aineisto on abstrahoitu eli haastatteluista on muodostettu teoreettisia käsitteitä. Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä yhdistetään käsitteitä ja näin pyritään saamaan vastauksia tutkimuskysymyksiin. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 110-112.)

8.3 Haastatteluiden toteutus

Haastateltavien valikoiduttua alkoi haastattelun teemojen hahmottelu. Ennen haastatteluiden toteuttamista opinnäytetyöhön on pyydetty tutkimuslupa raja- ja merivartiokoululta. Lisäksi haastateltavalta on pyydetty kirjallinen suostumus tutkimukseen. Nämä molemmat asiakirjat löytyvät opinnäytetyön liitteistä (liite 2 ja 3). Tämä on tärkeää siksi, että haastateltavat tietävät, mistä haastattelussa on kyse, mihin he ovat lupautuneet ja mitä aihetta haastattelu koskee (Tuomi & Sarajärvi 2009, 73).

Haastatteluiden pohjalta laadittiin kysymysrungot jokaiselle haastateltavalle erikseen. Haastattelun onnistumisen kannalta haastattelukysymykset ja aiheet laitettiin asiantuntijoille etukäteen. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 73.) Haastattelu antoi mahdollisuuden käydä syvempää dialogia sekä tilaisuuden mahdollisille jatkokysymyksille. Lisäksi haastattelun hyviä puolia on sen joustavuus, jolloin

kysymyksiä voidaan esittää siinä järjestyksessä mikä haastattelun edetessä on järkevää (Tuomi & Sarajärvi 2009, 73).

9 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Haastatteluiden ja lähdemateriaalien avulla selvitettiin muun muassa ilmatankkauksen toimintaperiaate, kuinka lentopetrolia tulee säilyttää aluksella ja mitä seikkoja on hyvä ottaa huomioon työturvallisuuden kannalta lentopetrolin käsittelyn ja ilmatankkauksen aikana. Kysymyksistä saatu tieto on jaettu edellä mainittuihin teemoihin, joiden pohjalta on tehty kattava suomenkielinen kooste ilmatankkauksesta. Aihepiiriä on pyritty lähestymään mahdollisimman monipuolisesti ja tämän vuoksi työhön otettu mukaan myös lentopetrolin säilyttäminen sekä työturvallisuus. Opinnäytetyö pyrkii antamaan kokonaisvaltaisen selosteen ilmatankkauksesta. Haastatteluiden avulla on pyritty keräämään faktatietoa sekä haastateltavien omia kokemuksia. Vastaukset on otettu osaksi työtä teemojen mukaisesti.

9.1 Ilmatankkauksen toimintaperiaate

Ennen leijuntatankkausta helikopteri ottaa yhteyden alukseen ja varmistaa, että lähestyminen voidaan aloittaa. Ennen helikopterin lähestymistä laivalla on tehty valmiiksi kaikki ennakoivat toimenpiteet, jotta alus kykenee antamaan polttoainetta helikopterille. Aluksen henkilökunnan tulee varmistua ennen tankkausta, ettei helikopterikannella ole mitään irtonaista tavaraa, joka voi ilmavirran mukana vaurioittaa helikopterin roottoria (Rajavartiolaitos 2018.)



Kuva 5. Ilmailuletkun vinssaus (Nurminen 2018)

Alkuvalmisteluiden jälkeen helikopteri lähestyy alusta ja jää aluksen styyrpuurin puolelle leijuntaan. Helikopterin mekaanikko näyttää laivan miehistölle käsimerkin leijuntatankkauksen aloittamisesta ja alkaa laskemaan vinssillä koukkuja. Koukun laskeuduttua laivan kannelle se maadoitetaan erikseen siihen suunnitellulla maadoitusvälineellä. Laivan miehistö kiinnittää ilmailuletkun helikopterin vinssin koukkuun ja näyttää käsimerkillä, että nostaminen voidaan aloittaa. Helikopterimiehistö vinssaa letkun ylös (kuva 5) ja kiinnittää painetankkausliittimen paikoilleen ja ilmoittaa käsimerkein laivan miehistölle, että pumpun voi käynnistää. Helikopterimiehistön päällikkö asettaa haluamansa määrän polttoainetta. Polttoainetarpeen täytyttyä mekaanikko ilmoittaa käsimerkillä, että pumpun voi laittaa seis. Tämän jälkeen helikopterin miehistö irrottaa painetankkausliittimen ja näyttää käsimerkillä laivan miehistölle, että letkun laskeminen aloitetaan. Letku lasketaan kannelle, ja laivan miehistö irrottaa letkun vinssin koukusta, jolloin helikopteri on vapaa lähtemään jatkamaan operointia (Rajavartiolaitos 2018).

Haasteena ilmatankkauksessa on pumpun paineen säätäminen oikeaksi. Järjestelmässä on kaksi pumppua, joista toinen on suunniteltu käytettäväksi ilmatankkauksessa. Laittevalmistajan haastattelussa kävi ilmi, että paineen laskeminen matemaattisesti olisi turhan monimutkaista ja luotettavimpaan tulokseen pumpun säätämisessä olisi laittaa painemittari

painetankkausliittimen päähän leijuntatankkausta suorittaessa. (Jet-teknologia 2018).

Rajavartiolaitoksen Super Puma helikopterin kapasiteetti lentopetrolille on 2700 litraa ja toimintasäde 1 000 km tai 4 tuntia. Normaalisti tankataan alle 1200 litraa. Helikopteri kuluttaa polttoainetta leijunnassa 550 kg/h. Ilmailussa käytetään yksikkönä kg, koska helikopterin paino on tärkeä tieto miehistölle. Helikopterin lentokorkeus ilmatankkauksen aikana on 75 jalkaa eli noin 23 m merenpinnasta. (Vartiolentolaivue 2018).

Tätä työtä varten tehdyllä koelennolla leijuntatankkausta suorittaessa saimme painemittarin painetankkausliittimeen, jolloin paine oli tankkauksen aikana 0,3 baaria ja virtaus noin 100 – 125 l/min. Optimi tankkauspaino helikopterille on 2,0 baaria ilmatankkauksessa. Painemittari pumpulla näytti 3,0 baaria. Pumpun suurin tuotto on 4,1 baari ja 225 l/min. Tarkoitus oli kuitenkin kokeilla paineen tuotto suljettua venttiiliä vasten, jolloin olisi saatu pumpun työpaine säädettyä tarkemmin.

Ilmatankkauksessa polttoainetta virtasi helikopteriin n. 100 kg/min, mutta helikopterin kuluttaessa polttoainetta n. 10 kg/min, joten polttoaine lisääntyy helikopteriin 90 kg/min. Jos helikopteri ottaa polttoainetta esimerkiksi 900 kg, täten siihen kuluu aikaa 10 minuuttia. (Vartiolentolaivue 2018).

Nostokorkeutta pumpulle tulee noin 16 – 17 metriä, jolloin pumpun paineen täytyy kumota hydrostaattinen paine. Paine Carter-liittimellä on ilmatankkauksessa maksimissaan 2 baaria (kuva 6). Tämä on helikopterin teknisten ominaisuuksien asettama turvamääräys. Normaalisti maissa tankatessa paine on 3,5 baaria. (Vartiolentolaivue 2018.)



Kuva 6. Carter-liitin ja painemittari (Nurminen 2018)

Pumpulla tuotettavan paineen säätämiseksi tulee tankkaus suorittaa uudelleen suljettua venttiiliä vasten, jolloin voidaan säätää pumpun paine oikeaksi. Yksi mahdollisuus on paineen korottamiseen, että helikopteri lentää matalammalla, mutta sitä tulee tarkastella kriittisesti, koska helikopterilla on omat turvarajoitukset esteisiin. Lisäksi ilmailuletkun pituus rajoittaa helikopterin liikkumista. Helikopteri liikkuu tankkausoperaation ajan vain sivusuunnassa, pitäen korkeuden samana. (Vartiolentolaivue 2018).

9.2 Ilmatankkauksen ennakkovalmistelut ja tarkastukset

Ennen helikopterin saapumista tulee ottaa lentopetrolista vesinäyte, jolla varmistetaan, ettei lentopetrolissa ole vettä. Näytettä otettaessa tyhjennetään näytteenottosykloni näytteidenkeräilyastiaan. Tämän jälkeen näytteenottosykloni täytetään uudelleen lentopetrolilla ja otetaan näyte Shellin vesinäytteenottokapselilla (kuva 7).



Kuva 7. Shell vesinäyttekapseli (Nurminen 2018)



Kuva 8. Näytteenottosykloni (Nurminen 2018)

Näyte otetaan ruiskulla vetämällä näytteenottosyklonista (kuva 8), jolloin lentopetroli menee näytteenottokapselin läpi. Kapselin väri muuttuu vihertäväksi, mikäli lentopetroli sisältää vettä. Näytteenoton jälkeen on vielä hyvä tapa varmistaa kapselin toimivuus kastamalla se veteen ja todeta, että väri vaihtuu vihreäksi.

Tankkausletku valmistellaan kannelle kaikkine osineen ja yhdistetään takaisin tankkauskoneikkoon kierrätystä varten, jotta letkussa seisonut polttoaine saadaan kierrätettyä (kuva 9). Koko tankkausletku sisältää n. 200 litraa lentopetrolia, joten sen verran on ainakin hyvä kierrättää. Yleensä kierrätetty määrä on n. 1000 – 2000 litraa. Kierrätyksen jälkeen letku asetetaan helikopterikannelle valmiiksi tankkausta varten. (Suomenlahden merivartiosto 2018.)



Kuva 9. Lentopetrolin kierrätys käynnissä (Nurminen 2018)

Tankkausletku tarkastetaan visuaalisesti vaurioiden varalta. Tankkausletku laskostetaan aluksen kannelle ja kiinnitetään kiinnityskorvakkeesta sakkellilla ja vaijerilla helikopterikenttään kiinni (kuva 10). Tankkausletkun pikaliittimet tulee varmistaa lukkorengailla. Kiinnityskorvakkeeseen tulee kiinni varsinainen leijuntatankkausletku.



Kuva 10. Kiinnityskorvake (Nurminen 2018)

Leijuntatankkausletkua käsiteltäessä tulee kiinnittää huomiota letkurikkoventtiilinkäsittelyyn, ettei se pääse vaurioitumaan. Letkurikkoventtiilin pultit ovat sellaista materiaalia, että ne eivät kestä kovaa käsittelyä. Letkurikkoventtiili kestää huonosti sivuttaisvoimia, jolloin pultit saattavat

vaurioitua. (Konepäällikkö2018.) Carter painetankkausliitin (kuva 11) tarkastetaan myös visuaalisesti vaurioiden varalta. Carter liitin laitetaan karabiinihaalla kiinni nostokorvakkeeseen.



Kuva 11. Carter liitin (Nurminen 2018)

Helikopterin tullessa laivalle, joko laskuun tai ilmatankkaukseen tulee aluksella tehdä muitakin valmistavia toimenpiteitä. Laivan ajomoodi täytyy vaihtaa LNG-käytöstä Diesel-käytölle. LNG-tilojen tuuletukset pysäytetään ja satamakoneen ilmanotto suljetaan. Satamakoneen ja LNG-tilojen tuuletusaukot ovat helikopterikentän välittömässä läheisyydessä, eikä näin ollen laivan satamakonetta voida käyttää. Laivan IAS-järjestelmästä pysäytetään puhaltimia ja laitetaan lämmityksiä pois. HVAC-järjestelmästä (Heating, ventilation and air conditioning) avataan ylipainepeltejä sekä säädetään puhaltimien tehoja pienemmäksi. LNG-tuuletuspuhaltimet laitetaan seis. (Rajavartiolaitos 2018).

Ennen helikopterin saapumista tulee laivalla varautua palontorjuntavalmiuteen. Savusukelluspari pukee palomiehen varustuksen sekä varautuu savusukellukseen savusukelluslaittein. Savusukelluspari tekee lisäksi letkuselvityksen ja paineistaa sen helikopterikannen läheisyyteen. Vesi/vaahtomonitorit manuaaliventtiilit avataan, mutta paineistus tehdään palopäällikön erillisellä käskyllä. Savusukelluspari varautuu myös helideck vauriontorjuntavarusteilla sekä lisäsammuttimilla, jotka ovat varastossa välittömässä läheisyydessä. Helikopterikenttä täytyy myös tarkastaa, ettei siellä ole irtonaisia esineitä, jotka voivat lähteä liikkeelle helikopterin roottorin ilmavirran seurauksena. Lisäksi tulee varmistua, ettei helikopterikentällä ole sinne kuulumattomia henkilöitä. (Rajavartiolaitos 2018).

9.3 Laitteiston huolto

Laivan kunnossapitojärjestelmä ilmoittaa jokaisesta huollosta erikseen. Vuosihuollossa vaihdetaan laitteistoon suodattimet sekä tarkastetaan laitteiston komponentit. Laitevalmistaja Jet-teknon kanssa on huoltosopimus ja heidän vastuulle jää laitteiston vuosihuolto. (Suomenlahden merivartiosto 2018.) Tämä on laivan henkilökunnan ja turvallisuuden kannalta hyvä asia, kun herkät suodattimet vaihdetaan siihen erikoistuneen henkilöstön toimesta. Laivan konehenkilöstön vastuulle jää laitteiston viikoittaiset tarkastukset sekä rutiininomaiset lentopetrolin kierrätys ja vesinäytteenotto.

9.4 Lentopetrolin varastointiolosuhteet

Lentopetroli tulee varastoida valolta suojattuna, kuivassa ja viileässä tilassa suljetussa säiliössä (OVA-ohje 2015). Turvalle vaatimuksena oli luokituslaitoksen hyväksymä kiinteä säiliö, jossa on säiliön ympärillä tyhjää tilaa aluksen runkoon nähden (Suomenlahden merivartiosto 2018.)

Turvan lentopetrolin varastosäiliö on kokonaan valolta suojattuna sekä tila on myös viileä. Tila on myös hyvin tuuletettu, jolloin kosteuskaan ei ole muodostunut ongelmaksi. Varastosäiliön lämpötiloista on pidetty kirjaa säännöllisesti, kun tehdään sykloninäytteenottoja sekä lentopetrolin kierrätystä. Aikavälillä 28.3.2015 – 25.3.2018 tehdyssä tarkastelussa varastosäiliön korkein lämpötila on ollut +24 °C, kun taas alhaisin lämpötila on ollut +5 °C. Lämpötilan vaihtelu on siis suurimmillaan 19 °C, jota voidaan pitää vähäisenä, ottaen huomioon, että alus on liikenteessä ympäri vuoden kaikissa sääolosuhteissa. Jet-A1 lentopetrolin leimahduspisteen ollessa ≥ 40 °C, voidaan todeta, että varastointiolosuhteet ovat hyvät.

Vartiolentolaivueen tukikohdassa Vantaalla lentopetrolin varastosäiliö on ulkona. Varastosäiliö on kaksoisvaippasäiliö, joten esimerkiksi auringonpaiste ei pääse suoraan lämmittämään kuin varastosäiliön ulointa kuorta. Vartiolentolaivueella on kuitenkin muitakin tankkauspaikkoja ympäri Suomea, joissa kaikissa ei ole kaksoisvaippa säiliötä. Näissä säiliöissä ongelmaksi aiheutuu kondenssin muodostuminen varastosäiliöön, jolloin sitä pitää laskea

tyhjäksi eli vesittää. Vartiolentolaivueen tukikohdassa oleva varastosäiliö on tilavuudeltaan 15 m³ ja vaihtuvuus säiliössä on nopeaa, jolloin myöskään kondenssin ei ole havaittu olevan ongelma. (Vartiolentolaivue 2018).

Turvan varastosäiliössä vaihtuvuus ei ole niin suurta kuin vartiolentolaivueen tukikohdassa, mutta säilytysolosuhteet ovat optimaaliset. Yhden kerran omissa vesitesteissä on havaittu vettä lentopetrolissa. Asiaa selvitettiin ja havaittiin, että bunkrauslinjasta oli päässyt kondenssivettä bunkraussuodattimeen. Bunkraussuodattimesta valutettiin lentopetrolia useaan otteeseen, kunnes näyte oli puhdas. Jatkoa varten bunkrauslinja eristettiin ja nykyään linjaan jätetään lentopetrolia kondenssin välttämiseksi. (Suomenlahden merivartiosto 2018). Leijuntatankkaus on koko ajan lisääntymään päin, koska aluksen molemmat miehistöt harjoittelevat leijuntatankkausta, jolloin lentopetrolin vaihtuvuus paranee aluksella. (Suomenlahden merivartiosto 2018).

9.5 Työturvallisuus

Ilmatankkauksessa työturvallisuutta on pohdittu lähinnä helikopterin näkökannasta. Laivan 1. konemestarin haastattelussa selvisi, ettei kattavaa työturvallisuusohjeistusta ole vielä aluksen henkilökunnalle saatavilla. Tämän työn yhtenä tarkoituksena on toimia työturvallisuusohjeistuksena leijuntatankkausta suorittavalle henkilöstölle. Työturvallisuudessa käsitellään lentopetrolin käsittelyä ja haitallisuutta sekä työturvallisuusriskejä ja niihin varautumista ilmatankkauksen aikana. Opinnäytetyön pääaiheena on leijuntatankkaus, joka on itsessään laaja käsite, joten sen vuoksi työturvallisuutta käsiteltiin tiiviinä kokonaisuutena. Työturvallisuudesta voisi tulevaisuudessa tehdä erillisen työn, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi. Esimerkiksi kyselytutkimuksen tekeminen ja laaja riskikartoitus toisi varmasti lisää näkökantoja työturvallisuuteen.

9.5.1 Lentopetrolin haitallisuus

Nesteen Jet-A1 lentopetroli on vaarallinen aine, joka ärsyttää ihoa ja voi olla tappavaa nieltynä. Lisäksi lentopetrolin höyryt ovat korkeina pitoisuuksina huumaavia ja saattavat aiheuttaa pahoinvointia sekä päänsärkyä.

(Käyttöturvatieote 2018.) Turvalla lentopetrolin varastosäiliön sijaitessa sisätiloissa tulee työturvallisiin toimintatapoihin kiinnittää erityistä huomiota. Ahtaat tilat ja lentopetrolihöyryt voivat aiheuttaa merkittävän työturvallisuusriskin.

9.5.2 Henkilökohtainen suojautuminen



Kuva 12. Leijuntatankkausvarustus (Nurminen 2018)

Lentopetrolia käsiteltäessä ensisijaisina varotoimenpiteinä on syytä välttää höyryjen hengittämistä sekä välttää ihoaltistusta. Suositeltavia henkilökohtaisia suojautumisvarusteita ovat suojalasit, suojavaatetus ja hengityksensuojaus. Suojalasit tulee olla hyvin silmille istuvat, jotta vältetään mahdollisilta roiskeilta. Suojavaatetuksena tulee käyttää antistaattisia työvaatteita staattisen sähkön aiheuttaman syttymisvaaran vuoksi. Hengityksensuojaimena on käytettävä suodatinsuojainta, jossa on kaasusuodatin tyypiltään A2. Suojainta ei tule käyttää yli 2 tuntia kerrallaan. (Käyttöturvatieote 2018)

Ilmatankkauksessa kypärän käyttö pakollista niillä henkilöillä, jotka ovat ilmatankkauksen aikana laivan kannella. Kokemus on osoittanut, että tavallinen kypärä ei pysy paikallaan päässä tarpeeksi tukevasti, kun helikopterin roottorin ilmavirta pyörii kannella. Tällöin on vaarana saada myös kuulovaurio, koska kypärään integroidut kuulonsuojaimet eivät myöskään pysy paikallaan. Vartiolentolaivue antoi käyttöön heidän vanhoja lentäjänkypäriä, jotka pysyvät paikallaan tukevasti (kuva 12), mutta näissä kypärissä on ongelmana UHF radion liitettävyyden puuttuminen, jolloin kommunikointi jää ainoastaan käsimerkkien varaan. Putoamisen välttämiseksi kannelta, tulee kansihenkilöstön käyttää putoamissuojaimia. Putoamissuojaimen käyttöön tulee tutustua huolellisesti, koska hätätilanteessa saattaa olla elintärkeää päästä poistumaan kannelta.

9.6 Työturvallisuusriskit ja niihin varautuminen

Työturvallisuutta arvioidessa tulee ottaa huomioon poikkeustilanteet, niin kuin vallitsevat ympäristöolosuhteet. Leijuntatankkausta suoritettaessa ulkona merellä laivan kannella voi olosuhteet muodostua vaarallisemmiksi, kuin itse leijuntatankkaus. Työturvallisuudessa täytyy myös huomioida helikopterin poikkeustilanteet ja kuinka silloin tulee toimia. Tärkeässä roolissa on henkilöstön koulutus sekä jatkuva harjoittelu. Riskin arvioinnissa käytettiin työterveyslaitoksen riskin arviointitaulukkoa (taulukko 1), jossa määritellään riskin todennäköisyys ja seuraukset.

Taulukko 1. Riskin arviointi (Työterveyslaitos 2018)

ESIINTYMINEN	SEURAUKSET		
	Vähäinen	Haitallinen	Vakava
Epätodennäköinen	Merkityksetön riski	Siedettävä riski	Kohtalainen riski
Mahdollinen	Siedettävä riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
Todennäköinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski

9.6.1 Tuulen vaikutus kylmyyteen

Suomenlahdella tuulee usein. Vuonna 2018 on ollut 112 vrk, jolloin keskituulennopeus on yli 10 m/s ja 29 vrk, jolloin keskituulennopeus on ollut yli 14 m/s. (Tilanne 7.12.2018). Keskiarvona vuosittain tuulee yli 10 m/s noin 200

vuorokautena. (Ilmatieteenlaitos. 2018.) Voidaan todeta, että tuulen vaikutus on todennäköinen, mutta seurauksiltaan vähäinen riski.

Tuulen vaikutus on huomioitava työturvallisuudessa, jotta paleltumilta vältytään. Tuulen vaikutusta lisää myös helikopterin roottorin muodostama ilmavirta, jolloin kylmän vaikutus kohoaa entisestään. Alla olevasta taulukosta (taulukko 2) näemme tuulen vaikutuksen kylmyyteen eli viimaindeksin. (Viisaastivesillä 2018.)

Taulukko 2. Tuulen vaikutus kylmyyteen (Viisaastivesillä 2018)

Viimaindeksi

Mitattu tuulen nopeus m/s	Mitattu ilman lämpötila, °C									
	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
	viimaindeksi									
2	9	4	-1	-6	-11	-16	-21	-26	-31	-36
6	3	-4	-10	-17	-23	-30	-36	-43	-49	-56
10	-0	-8	-15	-22	-29	-37	-44	-51	-58	-65
14	-2	-10	-18	-25	-33	-41	-48	-56	-63	-71
18	-3	-11	-19	-27	-35	-43	-51	-58	-66	-74

Viimaindeksi kuvaa tuulen ja lämpötilan yhteisvaikutusta.

Indeksin mukaan esimerkiksi:

-10 °C kovalla tuulella (10m/s) vastaa -29 °C:n tyyntä pakkasta.

Oletetaan, että keskituulennopeuden ollessa 10 m/s ja ulkolämpötila 0 °C on viimaindeksi -15 °C. Tähän täytyy vielä lisätä helikopterin roottorin muodostama ilmavirta, jolloin lämpimästi pukeutuminen on otettava huomioon työturvallisuudessa. Ilmatankkauksessa tulisi olla kansihenkilöstöllä palosuojattu työvaatetus, jossa on antistaattiset ominaisuudet. Kylmällä ilmalla työvaatetuksen tulee olla talvimallia, jossa on toppaukset. Talvivaatteiden alla oleva vaatekerta tulee olla myös sellaista materiaalia, joka on palonkestävää ja antistaattista. (Sunela 2011, 57.)

9.6.2 Letkurikko

Ilmailuletku on 30 m pitkä ja helikopteri lentää 23 m korkeudella merenpinnasta. Kovassa tuulessa laivan keinuessa on vaarana, että letkussa ei ole tarpeeksi löysää ja se pääsee nykäisemään helikopteria tai letku jää kiinni laivan rakenteisiin. Riski on mahdollinen ja seuraukset voivat olla merkittäviä. Ilmailuletkun vaurioitumiseen on varauduttu laitteiston suunnittelussa niin, että letkuun on asennettu murtokohtiin letkurikkoventtiili, joka antaa periksi 220 – 250 kg kuormalla ja letku menee poikki. (Rajavartiolaitos 2018, 6.) Tarkoituksena on, että poikkeustilanteessa helikopteri pääsee helposti laivasta irti, eikä vaarana omaa ja laivan turvallisuutta ollessaan letkun välityksellä kiinni laivassa. (Vartiolentolaivue 2018). Letkurikkoventtiilin toimivuus on kerran kokeiltu käytännössä. Helikopterista laskettiin ilmailuletku alas liian suurella nopeudella ja letku osui laivan kanteen poikittain. Letkurikkoventtiili ei kestä suuria sivuttaisvoimia ohuiden pulttien takia, jolloin letkurikkoventtiili antoi periksi virheellisen käsittelyn takia. Letkurikkoventtiili toimi kuten sen on tarkoitus, koska lentopetrolia ei päässyt valumaan letkusta ulos. (Suomenlahden merivartiosto 2018.)

Letkurikossa täytyy kuitenkin huomioida myös letkun aiheuttama vaara kansihenkilöstölle. Letkun rikkoutuessa ja sen ollessa täynnä lentopetrolia se muodostaa loukkaantumisriskin pudotessaan alas ja pahimmassa tapauksessa kansihenkilöstön päälle. Kansihenkilöstön tulee seurata letkun käyttäytymistä koko prosessin ajan, ja antaa tarvittaessa letkulle lisää löysää ja varmistaa, ettei letku jää kiinni laivan rakenteisiin. Kriittisimmät hetket ovat ilmailuletkun vinssaukset, jolloin kansihenkilöstö on letkun alla. Kansihenkilöstön tulee varustautua asianmukaisesti henkilökohtaisilla suojavälineillä. Koelentomekaanikon haastattelussa tuli ilmi, että letkun pituutta ja kiinnityspistettä voisi tarkastella uudelleen, jolloin helikopterin liikkumavaraa sivusuunnassa paranisi. Liikkumavara sivusuunnassa lisäisi turvallisuutta, jolloin varoetäisyydet laivan rakenteisiin lisääntyisi. (Vartiolentolaivue 2018.)

9.6.3 Helikopterin hätätilanne

Helikopterin hätätilanne on vakavin uhka turvallisuudelle, mutta ei todennäköinen. Helikopteri on tankkauksen aikana kiinni letkulla laivassa ja poikkeustilanteen sattuessa on tärkeää, että helikopteri pystyy irtautumaan laivasta. Edellä mainitut ilmailuletkun murtokohdat on suunniteltu tätä varten. Helikopteri pyrkii vikatilanteen sattuessa laskeutumaan laivan kannelle helikopterin päällikön harkinnan mukaan. Hätätilanteessa helikopteri laskeutuu ensisijaisesti veteen, koska laivan kansihenkilöstö on sidottu kiinni putoamissuojilla laivan kanteen. Hätätilanteessa helikopterimiehistö laskee letkun takaisin kannelle tai katkaisee vinssin vaijerin, mikäli se on tarpeellista nopean irtautumisen vuoksi. (Koelentomekaanikko 2018.)

Vaarallisin tilanne laivan kansihenkilöstön kannalta on helikopterin hätätilanne, jossa se hallitsemattomasti laskeutuu laivan kannelle. Kansihenkilöstö on putoamissuojainten avulla kiinni kannessa, jolloin nopea poistuminen kannelta hankaloituu. Hätätilanteen sattuessa suojainten nopea irrottaminen voi olla hankalaa. Toinen vaaratekijä on, jos helikopteri päättää katkaista vinssin vaijerin, jolloin kansihenkilöstö on vaarassa putoavan letkun kanssa.

Kansihenkilöstön tulee varautua hätätilanteisiin oikealla henkilökohtaisella suojainten käytöllä sekä koulutuksella. Myös kansihenkilöstön sijoittuminen tulee huomioida kannella työskennellessä. Jos ilmailuletku menee poikki tai vaijeri katkaistaan, letku saattaa mennä yli kannen ja viedä kansihenkilöstöä mukanaan. Tällöin henkilöstön tulee sijoittua kannelle siten, että letku ei pääse viemään mukanaan, jos se hätätilanteessa menee poikki tai vaijeri katkaistaan.

9.6.4 Melu

Melua ei voi välttää ilmatankkauksessa, jolloin riski on todennäköinen, mutta vähäinen. Helikopterin äänen voimakkuus on jopa 100 dB (Hirvonen 2018, 59), jolloin suojautuminen siltä on tärkeää kuulovaurion välttämiseksi. Työsuojeluhallinnon päivittäinen meluallistus 100 dB äänenvoimakkuudella saa olla enintään 3,25 min. (Työsuojeluhallinto 2018). Jos helikopteri ottaa lentopetrolia tankkauksessa 900 kg, siihen kuluu aikaa 10 minuuttia. Siihen

täytyy vielä lisätä aika, joka kuluu helikopterin lähestymiseen ja letkun vinssaukseen, joten aikaa kuluu vähintään 15 minuuttia koko prosessiin. Turvallinen melutaso 15 minuutin aikana on 94 dB. (Työsuojeluhallinto 2018.) Turvalla on käytössä Würth oy:n korvatulppia mallia X-100, jotka vaimentavat taajuudesta riippumatta 34 dB äänenvoimakkuutta. (Würth oy 2018). Tällöin voidaan todeta, että tällä suojauksella päästään turvallisen melutason alle ilmatankkauksen aikana, vaikka operaatio kestäisi yli 15 minuuttia.

9.6.5 Potentiaaliero

Ennen leijuntatankkausta täytyy helikopteri maadoittaa ja kytkeä laivan kanssa samaan sähköiseen potentiaaliin. Maadoitus tapahtuu erillisellä maadoituskoukulla, jolla maadoitetaan helikopteri vinssin vaijerin kautta samaan potentiaaliin. Riski saada sähköisku on todennäköinen, mutta vältettävissä helposti. Helikopteri laskee vinssin nostokoukun aluksen kannelle, jolloin vielä maadoituskoukulla varmistetaan maadoitus. Henkilöllä, joka kiinnittää ilmailutankkausletkun helikopterin vinssiin, tulee olla sähköasentajan käsineet, jotka suojaavat sähköiskulta, jos vinssin maadoitus pettää. Ensimmäisillä tankkauskerroilla ei käsineitä ollut, jolloin koukkuun letkua kiinni laittanut henkilö sai sähköiskun sormilleen, vaikka maadoitus oli tehty koukulla.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli kerätä yhteen tietoa ilmatankkauksesta ja sen toimintaperiaatteista. Aiheesta on vähän etenkin suomen kielistä materiaalia ja Turva on tällä hetkellä ainoa alus Suomessa, jossa leijuntatankkaus on käytössä. Tulevaisuudessa leijuntatankkaus on yleistymässä ja Turvalla sitä harjoitellaan ahkerasti. Koelentomekaanikon haastattelussa tuli ilmi, että laitteistoja voisi mahdollisesti asentaa myös rajavartiolaitoksen vanhempiin aluksiin, koska helikopterin ei tarvitse laskeutua laivalle tankkausta varten. Lisäksi leijuntatankkausjärjestelmä on suunnitteilla merivoimien uuteen alusluokkaan 2020:een, minkä vuoksi osaksi opinnäytetyötä haastateltiin merivoimien laivakonesektorin insinööriä.

Koska lähdetietoa oli vähän, kerättiin tietoa myös haastattelemalla. Näin pyrittiin varmistamaan, että työhön koottu materiaali olisi mahdollisimman kattavaa ja monipuolista. Haastateltavilla on käytännön kokemusta ja haastattelumateriaali tuo myös työkentän näkemyksen ilmatankkaukseen. Opinnäytetyö tehtiin rajavartiolaitokselle ja vartiolaiva Turvaa käytettiin esimerkkinä. Työ palvelee vartiolaiva Turvaa, mutta toimii myös hyvänä lähteenä aluksille, joihin on suunnitteilla tai joilla on jo käytössä vastaavia järjestelmiä.

Johtopäätökset perustuvat osaksi omakohtaisiin kokemuksiin, haastattelumateriaaliin ilmatankkauksesta sekä virallisiin ohjeisiin ja asetuksiin. Haastatteluista saatujen kokemusten perusteella leijuntatankkaus on toimiva järjestelmä, joka koetaan hyödylliseksi. Helikopterin operointiaika tarvittavalla alueella kasvaa huomattavasti, koska tankkausta ei tarvitse lähteä suorittamaan tukikohtaan, vaan se voidaan tehdä sääolosuhteista riippumatta operaatioalueella. Puolustusvoimien NH-90 helikopterit eivät tankkaa aluksilla, eikä puolustusvoimien mukaan siihen ole tarvetta lyhyiden etäisyyksien vuoksi. (Puolustusvoimien logistiikkalaitos 2018). Rajavartiolaitoksen helikopterien toimenkuva on kuitenkin täysin eri kuin puolustusvoimien.

Työturvallisuutta ollaan kehitetty jatkuvasti kokemusten karttuessa ilmatankkauksesta. Viimeisin parannus oli vartiolentolaivueelta saadut lentokypärät, jotka pysyvät paremmin päässä roottorin muodostaman kovan turbulenssin alla. Kehitettävää olisi saada lisäksi UHF-radioyhteys kypärään, jotta kommunikointi epäselvissä tilanteissa paranisi. Suojavaatteiden tulisi olla myös henkilökohtaiset eikä yhteiskäyttöisiä, jolloin jokaisella toimintaan osallistuvalla olisi istuvat ja näin ollen turvalliset suojavaatteet. Huomiota tulee kiinnittää myös suojavaatteiden alla olevaan vaatekertaan. Pumppuasemalla, jossa voi muodostua lentopetrolihöyryistä syttyvä seos, tulee pukeutua antistaattisiin vaatteisiin, jotta vältetään kipinöitä.

Lentopetrolin säilyttäminen Turvalla on toiminut hyvin, koska olosuhteet aluksella pysyvät ympäri vuoden tasaisena. Tällöin kosteuden tiivistymistä ei pääse syntymään ja lentopetrolin laatu pysyy hyvänä. Turvan 1. konemestarin haastattelussa selvisi, että kerran vettä on havaittu vesitesteissä, mikä johtui siitä, kun bunkrauslinjasta oli päässyt vettä bunkraussuodattimelle. Tämän

jälkeen bunkrauslinja on eristetty, eikä sitä päästetä enää tyhjäksi, jolloin kosteuden tiivistymistä ei pääse syntymään. (Suomenlahden merivartiosto 2018).

Leijuntatankkausletkua säilytetään tankkausaseman lattialla.

Kehitysehdotuksena on suunnitella letkulle oma paikka ja teline, jolloin letku ei pääse vaurioitumaan niin helposti. Vaurioitunut leijuntatankkausletku on suuri työturvallisuusriski niin laivan miehistölle ja helikopterille. Letkun rikkoutuessa voi lentopetrolia saada päälleen ja ihokontaktissa lentopetroli imeytyy ihon läpi verenkiertoon.

11 YHTEENVETO

Opinnäytetyö eteni aikataulun mukaisesti. Aiheen keksiminen tuli helposti, koska sain aiheeseen ehdotuksen rajavartiolaitoksen alustarkastajalta. Aihe oli kiinnostava, sillä aikaisempaa suomenkielistä tutkimusta aiheesta ei ole. Oli myös mielenkiintoista päästä itse mukaan lennolle, kun leijuntatankkausta suoritettiin.

Opinnäytetyöprosessi alkoi kartoittamalla lähdemateriaalia ja pohtimalla haastateltavia henkilöitä. Haastateltavat löytyivät nopeasti, koska sain korvaamatonta apua Turvan konehenkilöstöltä kontaktien luomiseksi. Tämän jälkeen otin yhteyttä haastateltaviin ja laadin teemat sekä kysymykset haastatteluihin. Haastattelut onnistuivat mielestäni hyvin, mutta jälkepäin tarkasteltuna olisi ollut hyvä päästä haastattelemaan kaikkia henkilökohtaisesti. Tutkimuksen tekemistä hidasti se tosiasia, että suomenkielistä lähdemateriaalia oli niukasti saatavilla. Lähdemateriaali on joko itse kerättyä tai muun kielisistä lähteistä suomeksi käännettynä.

Opinnäytetyön tekeminen opetti itsenäistä tiedonhakua ja tekemistä.

Aikaisempaa kokemusta haastattelujen tekemisestä ei ollut ja siihen nähden opinnäytetyö onnistui hyvin. Kokonaisuutena työ oli mielenkiintoinen ja myös mieluinen tehdä. Lopuksi haluan kiittää Turvan konehenkilöstöä opinnäytetyössä avustamisesta ja kannustuksesta, sekä puolisoani ja tyttärtäni tuesta opinnäytetyön tekemisen aikana.

11.1 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Jokaisessa tutkimuksessa tulee aina arvioida tutkimuksen luotettavuutta ja pätevyyttä. Reliabiliteetti tarkoittaa tutkimuksen mittaustulosten toistettavuutta. Tarkoituksena mittauksilla ja tutkimuksilla on saada ei sattumanvaraisia tuloksia. Toinen tutkimuksen arviointiin yhdistetty käsite on validius eli pätevyys. Tällä tarkoitetaan mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata haluttua asiaa. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimuksen luotettavuutta parantaa tarkka selostus tutkimuksen toteutuksesta. Aineiston olosuhteet on kerrottava selkeästi ja totuudenmukaisesti. Esimerkiksi haastatteluissa kerrotaan olosuhteet ja paikat, joissa haastatteluaineisto on kerätty. Lisäksi luotettavuutta arvioidessa tulee tutkimuksessa käydä ilmi haastatteluihin käytetty aika, mahdolliset häiriötekijät, virhetulkinnat ja tutkijan oma itsearviointi. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2010, 231 – 233.) Näin pystytään toteuttamaan teoreettinen toistettavuus, jolloin lukija päätyy tutkimuksessa samaan lopputulokseen kuin tutkimuksen tekijä. Tutkimuksen toteuttamista ja tutkimuksen luotettavuutta ei siis voida erottaa toisistaan. (Vilka 2005, 158 – 160.)

Luotettavuuden parantamiseksi haastateltavat valittiin heidän erikoisosaamisalueiden mukaan. Turvan konepäällikön aiemmin luotujen kontaktien kautta valikoituivat haastateltavat, jolla pyrittiin saamaan mahdollisimman laaja käsitys aiheesta. Haastateltaviin on otettu yhteyttä henkilökohtaisesti tai sähköpostilla lähestyen. Tällöin on kerrottu tutkimuksesta ja sen sisällöstä. Lisäksi jokaiselta haastateltavalta on kysytty kirjallisesti lupa haastatteluun. Henkilöt ovat voineet vastata anonyymisti haastatteluun ja heihin viitataan tutkimuksessa ainoastaan heidän ammattinimikkeiden kautta. Heidän henkilöllisyyttä ei siis voida todentaa.

Haastateltavat lähtivät tutkimukseen mukaan mielellään ja kaikki tutkimukseen kaavailut henkilöt osallistuivat tutkimukseen. Näin ollen haluttu otanta sekä haluttu tietotaito saatiin osaksi tutkimusta. Positiiviseen suhtautumiseen vaikutti jo aikaisemmin aloitettu yhteistyö Turvan ja sen yhteistyökumppaneiden kanssa. Positiivisen suhtautumisen tutkimukseen voidaan katsoa lisäävän luotettavuutta, sillä jos haastateltava esimerkiksi

kokee haastattelun epämiellyttäväksi, voi hän antaa virheellistä tai epäluotettavaa tietoa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2010, 206).

Tutkimuksen otos on kapea, koska käytettävissä on tällä hetkellä vain yksi alus, jossa leijuntatankkausta voidaan tehdä. Tutkimuksen reliabiliteetti eli toistettavuus paranee sillä, että ilmatankkauksen ohjeistus ja säädökset ovat kansainvälisen NATO standardin mukaan laadittuja. Jos tutkimus tehtäisiin uudelleen toisessa aluksessa tai valtiossa, tulosten pitäisi olla lähes vastaavia. Alusten rakenteelliset erot tuovat vaihtelua tuloksiin, mutta leijuntatankkaus operaationa tulisi olla yhteneväinen standardin mukaan. Puolustusvoimien osastoinsinöörin haastattelussa kävi ilmi, että samat NATO standardin mukaiset vaatimukset tulee olla voimassa alusluokka 2020:ssa.

Aineistonkeruumenetelmäksi valikoitui haastattelu. Haastattelu valittiin siksi, että aineistoa voidaan kerätä joustavasti ja vuorovaikutteisesti. Haastattelu antaa mahdollisuuden esittää lisäkysymyksiä sekä kerätä laajaa tietoa aiheesta. Haastattelutyypeistä valikoitui teemahaastattelu, jolloin teemat olivat samat, mutta kysymykset voitiin laatia yksilöllisesti huomioiden jokaisen haastateltavan osaamisalue. Haastattelujen lisäksi lähdeaineistona käytettiin saatavilla olevia dokumentteja sekä ohjeistuksia tukemaan haastatteluista saatuja vastauksia.

Ennen haastatteluja laadittiin teemat ja niiden pohjalta jokaiselle haastateltavalle kysymykset. Kysymykset annettiin etukäteen haastateltaville, jolloin heille jäi aikaa varautua kysymyksiin, joista osa oli hyvin tarkkoja teknisiin yksityiskohtiin liittyviä. Osa haastateltavista lähestyttiin vielä jälkikäteen tarkentavien kysymysten muodossa.

Haastattelut on dokumentoitu ja säilytetty asianmukaisella tavalla, jotta tutkimuksen eettiset periaatteet toteutuvat. Tutkimukseen osallistuneet haastateltavat ovat ennen tutkimuksen julkaisua päässeet lukemaan tutkimuksen ja heidän vastauksiin liittyvät osuudet. Näin on varmistettu, että tutkimuksen tekijä on ymmärtänyt oikein haastateltavien vastaukset.

Tutkimuksen luotettavuuden kannalta olisi ollut parempi, jos jokaista haastateltavaa olisi voinut haastatella henkilökohtaisesti. Tällöin olisi ollut

mahdollista esittää helpommin jatkokysymyksiä ja luoda paremmin vuorovaikutusta kuin sähköpostin avulla. Sähköpostihaastattelu on työläämpi, eikä sen avulla saa niin hyvää vuoropuhelua aikaiseksi. Sähköpostihaastattelun etuna on kuitenkin sen joustavuus, sekä että aineisto on jo valmiiksi teksti muodossa.

11.2 Jatkotutkimuskohteet

Haastatteluissa nousi esiin kysymys, olisiko mahdollista leijuntatankkausjärjestelmä asentaa jo olemassa oleviin aluksiin. Rajavartiolaitoksella on neljä ulkovartiolaiva, jossa ainoastaan Turvassa on leijuntatankkausvarustus ja helikopterikenttä. Jatkotutkimuksena voisi tehdä selvityksen, onko mahdollista nykyisiin olemassa oleviin aluksiin asentaa vastaava järjestelmä, koska leijuntatankkaus ei vaadi helikopterin laskeutumista kannelle. Toisena jatkotutkimuskohteena voisi olla ottaa perämiehen näkökulma ilmatankkaukseen. Myös työturvallisuutta voisi pohtia omana kokonaisuutena. Laaja riskiarvio ja esimerkiksi kyselytutkimuksen tekeminen toisi lisää näkökulmia työturvallisuuteen. Tässä työssä rajattiin pois tarkoituksella aluksen ohjailu ja siihen liittyvät toimenpiteet ilmatankkauksen aikana.

LÄHTEET

Hirsjärvi, S., Remes P., Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. 15. – 16. painos. Helsinki: Tammi.

Hirvonen, K. 2018. NH-90 Kuljetushelikopterin tuottama matalataajuusvärähtely. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro gradu -tutkielma. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/160398/SM1221.pdf?sequence=2> [Viitattu 17.12.2018].

Ilmatieteenlaitos. 2018. Tuulitilastot. Päivitetty 7.12.2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ilmatieteenlaitos.fi/tuulitilastot> [Viitattu 10.12.2018].

Jet-teknö Oy. 8.8.2018. Sähköpostihaastattelu. Asiakasjohtaja. Tampere. Jet-teknö Oy.

Jet-teknö Oy. 2012. Käyttö- ja huolto-ohjeet. Helikopterin tankkauslaitteisto. Tampere. Jet-teknö Oy.

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja sarja.

Langton, R., Clark, C. & Hewitt, M. 2009. Aircraft Fuel Systems. 1. Painos. John Wiley & Sons, incorporated. E-kirja. Saatavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/xamk-ebooks/reader.action?docID=470091> [Viitattu 27.9.2018].

Neste. 2018. Lentopolttoneste Jet-A1. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.neste.fi/lentopolttoneste-jet-a1> [Viitattu 27.9.2018].

Neste. 2018. Käyttöturvallisuustiedote lentopetroli Jet-A1. Päivitetty 14.8.2018. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/static/ktt/10505_fin.pdf [Viitattu 27.9.2018].

Puolustusvoimien logistiikkalaitos. 23.8.2018. Sähköpostihaastattelu. Osastoinnööri. Turku. Puolustusvoimat.

Rajavartiolaitos. 2018. Toimintaohjeet vartiolaiva Turvan ja helikopterin yhteistoiminnasta.

Rajavartiolaitos. 2012. Rajavartiolaitoksen uusi ulkovartiolaiva. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.raja.fi/uvl10> [Viitattu 27.9.2018].

Solas. 2014. Consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea. 6. painos. Lontoo. IMO.

Sunela, U. 2011. Lentoteknillisen henkilöstön suojavaatetuksen ja -varustuksen kehittäminen sekä materiaalien päivitys. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/20919> [Viitattu 18.12.2018].

Suomenlahden merivartiosto. 20.8.2018. Haastattelu. Turvan konepäällikkö. Kirkkonummi. Rajavartiolaitos.

Suomenlahden merivartiosto. 5.8.2018. Haastattelu. Turvan 1. konemestari. Kirkkonummi. Rajavartiolaitos.

Tukes. 2015. Opas. Vaarallisten kemikaalien varastointi. Pdf-dokumentti. Saatavissa:

<https://tukes.fi/documents/5470659/6406815/Vaarallisten+kemikaalien+varastointi/c5cd9a2c-e290-44e9-a7db-6089d08c932d?version=1.0>

[Viitattu 9.10.2018].

Työsuojeluhallinto. 2015. Melun raja-arvot. Päivitetty 2.7.2015. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/melu/raja-arvot> [Viitattu 17.12.2018].

Vartiolentolaivue. 14.8.2018. Haastattelu. Koelentomekaanikko. Helsinki. Rajavartiolaitos.

Vilka, H. 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki. Tammi.

Würth oy. 2018. Tuote kuvasto. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://eshop.wurth.fi/Kategoriat/Korvatulpat-x-100/31060504040201.cyid/3106.cgid/fi/FI/EUR/?CatalogCategoryRef=31060504040201%40WuerthGroup-Wuerth-3106&SelectedFilterAttribut=%255B%255D> [Viitattu 17.12.2018].

KUVALUETTELO

Kuva 1. Ulkovartiolaiva Turva. Nurminen, T. 21.7.2016.

Kuva 2. Super Puma H215. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 3. Super Puma H215 leijunnassa. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 4. Tankkausyksikkö. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 5. Ilmailuletkun vinssaus. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 6. Carter-liitin ja painemittari. Nurminen, T. 14.8.2018.

Kuva 7. Shell vesinäytekapseli. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 8. Näytteenottosykloni. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 9. Lentopetrolin kierrätys käynnissä. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 10. Kiinnityskorvake. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 11. Carter-liitin. Nurminen, T. 25.6.2018.

Kuva 12. Leijuntatankkausvarustus. Nurminen, T. 25.6.2018.

Taulukko 1. Riskin arviointi. Työterveyslaitos. 2018. Riskien tunnistus ja hallintakeinot. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/vesihuoltolaitosten-tyoturvallisuus-opas/riskien-tunnistus-ja-hallintakeinot/> [Viitattu 10.12.2018].

Taulukko 2. Tuulen vaikutus kylmyyteen. Viisaastivesillä. 2018. Hypotermia. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.viisaastivesilla.fi/etusivu/pelastu_ ja_pelasta/jaalla/hypotermia [Viitattu 10.12.2018].

Teemahaastattelu

Taustatiedot:

- Koulutus
- Työpaikka
- Tiedot ja taidot

Tutkimuskysymys 1. Ilmatankkauksen toimintaperiaate

- Käsitteet
- Tarkastukset
- Toiminnan järjestäminen käytännössä
- Toimintaperiaate
- Ongelmat, puutteet, kehittäminen

Tutkimuskysymys 2. Lentopetrolin säilyttäminen

- Käsitteet
- Lentopetrolin ominaisuudet
- Säilytysolosuhteet
- Laadunvalvonta
- Lisäaineistus
- Ongelmat, puutteet, kehittäminen

Tutkimuskysymys 3. Työturvallisuus

- Henkilökohtainen suojautuminen
- Ongelmatilanteisiin varautuminen
- Ongelmat, puutteet, kehittäminen

KIRJALLINEN SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN

SUOSTUMUS

Suostun vapaaehtoisesti osallistumaan Tommi Nurmisen opinnäytetyöhön liittyvään tutkimushaastatteluun aiheesta ”helikopterin leijuntatankkaus alukselta”. Olen tietoinen siitä, että minusta kerättäviä tietoja käsitellään luottamuksellisesti ja siten, ettei niistä voi tunnistaa henkilöllisyyttäni. Minulla on oikeus keskeyttää osallistumiseni haastatteluun missä vaiheessa tahansa. Allekirjoituksella vahvistan suostumukseni tutkimuksen tekemiseen ja haastattelun nauhoittamiseen.

Paikka ja aika

Allekirjoitus ja nimenselvennys



Rajavartiolaitos
Gränsbevakningsväsendet
The Finnish Border Guard

Päätös

RVL18204 1 (4)
12
03.01.38
RVL Dno-2018-126

Raja- ja merivartiokoulu
Tutkimus- ja tietopalveluyksikkö

24.07.2018

Tommi Nurminen
tommi.nurminen@raja.fi

RVLPAK B.20
Tommi Nurmisen tutkimuslupahakemus 17.7.2018 (RVL1820411)

Tutkimuslupa; Tommi Nurminen

Nuorempi rajavartija, kansimies Tommi Nurminen Suomenlahden merivartiostosta hakee tutkimuslupaa Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun merenkulun insinöörin opinnäytetyötä varten. Opinnäytetyön aiheena on ulkovartiolaiva Turvan helikopterin polttoainetäydennyksessä käytettävän laitteiston toimintaperiaatteet, tarkastukset ja huollot. Työn tavoitteena on saada kokonaisvaltainen kuva leijunnassa olevan helikopterin polttoainetäydennyksestä alukselta ja siihen liittyvistä toimenpiteistä. Tutkimus tehdään toimeksiantona Rajavartiolaitokselle.

Nurminen hakee tutkimuslupaa haastatellakseen Vartiolentolaivueen mekaanikkoa ja Turvan konepäällikköä tai 1. konemestaria. Nurminen on sopinut alustavasti haastattelusta Vartiolentolaivueen komentajakapteeni Paul Karlen kanssa. Työn ohjaajana toimii insinööriyliluutnantti, alustarkastaja Mikko Johansson. Opinnäytetyö on julkinen.

Nurmiselle myönnetään tutkimuslupa. Haastattelujen toteutuksesta Nurminen voi sopia suoraan Johanssonin ja Karlen kanssa. Tutkimukseen haastateltavien Rajavartiolaitoksen asiantuntijoiden on huomioitava tutkimuksen suojaustaso vastauksissaan. Nurmista pyydetään ilmoittamaan opinnäytetyön valmistumisesta ja raportin saatavuudesta tutkimuksen virkapostiin (tutkimus.rmvk@raja.fi).

Tähän päätökseen tyytymätön voi valittaa 30 päivän kuluessa päätöksen tiedoksisaannista siten kuin hallintolainkäyttölaissa (26.7.1996/586) säädetään siihen hallinto-oikeuteen, jonka tuomiopiirissä valittajan kotikunta on. Ohjeet valituskirjelmän laatimisesta sekä hallinto-oikeuksien yhteystiedot ilmenevät tämän päätöksen liitteestä.

Koulun johtaja
Eversti

Pasi Tolvanen

Rajavartiolaitos
Raja- ja merivartiokoulu
Niskapietiläntie 32 D, 55910 IMATRA
Puhelin 0295 429 000, Faksi 0295 411 567
www.raja.fi

Gränsbevakningsväsendet
Gräns- och sjöbevakningsskolan
Niskapietiläntie 32 D, 55910 IMATRA
Telefon 0295 429 000, Fax 0295 411 567
www.raja.fi

The Finnish Border Guard
Border and Coast Guard Academy
Niskapietiläntie 32 D, FI-55910 IMATRA
Phone +358 (0)295 429 000, Fax +358 (0)295 411 567
www.raja.fi