

Katja Sairanen

AZIPOD® TURVALLISUUDEN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö
Merenkulun insinööri

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Katja Sairanen	Insinööri (AMK)	Tammikuu 2018
Opinnäytetyön nimi		90 sivua 5 liitesivua
Azipod® turvallisuuden kehittäminen		
Toimeksiantaja		
ABB Oy, Marine and Ports		
Ohjaaja		
Joel Paananen		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, minkälaisilla ratkaisuilla Azipod® XO kokoluokan propulsioyksikön turvallisuutta voidaan parantaa. Tutkimus toteutettiin suunnittelun ja tuotekehityksen näkökulmasta. Tutkimustarve perustui ABB:llä järjestettyyn pelastusharjoitukseen, jonka yhteydessä nousi suunnittelua ja tuotekehitystä vaativia kohteita.</p> <p>Pääkysymyksenä tutkimuksessa oli, kuinka evakuointi propulsioyksikön sisältä saada turvallisemmaksi, tehokkaammaksi ja millä keinoin turvallisuuspainotteista suunnittelua voidaan parantaa. Tutkimuksessa otettiin huomioon Azipod®-yksikön rakenteelle asetetut vaatimukset, voimassa oleva lainsäädäntö, Solaksen ja luokituslaitoksen määräykset, suljetuissa tiloissa noudatettavat erityisvaatimukset, standardit ja työohjeet.</p> <p>Opinnäytetyö perustui toimeksiantajan materiaaleihin, ABB:n asiantuntijoiden haastatteluihin, luokituslaitosyhteistyöhön, omaan tutkimustyöhön ja suunnitteluprojektiin osallistumiseen. Opinnäytetyöhön koottiin oleellinen tieto turvallisuusasioista. Opinnäytetyön pohjalta koottiin liitteenä oleva tarkastuslista suunnittelijalle, jota hyödyntämällä päivittäisessä suunnittelutyössä turvallisuusasiat tulee huomioida kokonaisvaltaisemmin jo suunnitteluprojektin alussa.</p> <p>Tutkimuksen johtopäätöksenä voitiin todeta, että tutkimuksen kautta esille nousseet kehityskohteet huomioimalla turvallisuuspainotteista tuotekehitystyötä voidaan parantaa. Opinnäytetyö haastaa seuraamaan, kuinka turvallisuusasiat tullaan sisällyttämään uusien laitteiden suunnitteluun tulevaisuudessa.</p>		
Asiasanat		
propulsio, suunnittelu, tuotekehitys, turvallisuus		

Author (authors)	Degree	Time
Katja Sairanen	Bachelor of Engineering	January 2018
Thesis Title		90 pages 5 pages of appendices
Azipod® safety development		
Commissioned by		
ABB Oy, Marine & Ports		
Supervisor		
Joel Paananen		
Abstract		
<p>The subject of thesis was Azipod® XO propulsion system. The purpose of the thesis was to find solutions on how to improve the safety of the propulsion system. The study was conducted from a design and product development perspective.</p> <p>The need for this study was based on a rescue exercise organized at ABB. Certain aspects which were detected during the rescue exercise should be taken into account in further development. The primary purpose of the thesis was to study how to make the propulsion unit evacuation process could be made safer and more efficient and how to improve safety-oriented product development. The thesis took into account the structural requirements, current legislation, Solas, the classification society's requirements, special requirements for work in confined space, standards and work instructions.</p> <p>The thesis was based on materials provided by the commissioner and obtained from interviews with ABB's specialists, cooperation with the classification society and participation in a design project. All relevant information about safety issues was compiled in the thesis. A safety checklist for the designer was compiled on the basis of the thesis study. The benefit of the checklist is opportunity for more comprehensive attention to all safety issues at the beginning of the design project.</p> <p>The conclusion of the thesis was that when the company's internal development aims and structural modifications are taken into account, safety-oriented product development can be improved. The thesis encourages to follow how safety issues will be included in product design in the future.</p>		
Keywords		
propulsion, design, development, safety		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	9
2	TUTKIMUSKOHDE.....	9
3	TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	12
4	LAINSÄÄDÄNTÖ.....	13
4.1	Globaali taso.....	14
4.2	Eurooppalainen taso.....	15
4.3	Kansallinen taso.....	15
4.4	Luokituslaitokset.....	16
4.5	Katsastukset.....	16
4.5.1	Kotimaan lipun alla liikennöivät alukset.....	17
4.5.2	Ulkomaan lipun alla liikennöivät alukset.....	18
4.5.1	Trafin ja luokituslaitoksen työnjako.....	20
5	TUOTTEESEEN KOHDISTUVA LAINSÄÄDÄNTÖ.....	20
5.1	Konedirektiivi.....	21
5.2	MED-direktiivi.....	22
5.3	Standardit.....	24
6	SUUNNITTELU.....	26
6.1	Työturvallisuus.....	27
6.2	Sähkötyöturvallisuus.....	27
6.3	Ergonomiapainotteinen suunnittelu.....	29
6.4	MockUp.....	33
6.5	Nostokorvakkeet.....	34
6.5.1	Nostokorvakkeen suunnittelu.....	34
6.5.2	Nostokorvakkeiden mitoitus.....	35
6.5.3	Nostokorvakkeen kiinnitys ja laadunvarmistus.....	36
7	AZIPOD®-YKSIKÖSSÄ TYÖSKENTELY.....	38
7.1	Vaarat ja riskien arviointi.....	39

7.2	Ennen työskentelyn aloitusta	41
7.3	Työlupa.....	43
7.4	Työskentely	43
7.5	Turvavarusteet ja työvälineet.....	45
7.6	Henkilönostot.....	46
7.7	ABB varustelaatikko.....	47
8	PELASTUSHARJOITUS.....	50
8.1	DE-puolen harjoitus	51
8.2	NDE-puolen harjoitus.....	52
8.3	Harjoituksen yhteenveto	53
9	TURVALLISUUDEN PARANTAMINEN	53
9.1	Turvallisuuspäivä	54
9.2	Turvallisuuspäivän palaute	56
9.3	Turvallisuuskatselmointi.....	59
9.4	Sisäinen tiedonkulku.....	60
9.5	Huolto-ohjeet	61
9.6	Etukäteissuunnittelu.....	61
9.6.1	Käyttö ja kunnossapito	62
9.6.2	Komponenttien sijoittelu ja rakenteet	62
9.6.3	Telakkatyöskentelyn vähentäminen	63
9.6.4	Luokituslaitosyhteistyö	63
9.7	Propulsioyksikön rakenteet.....	64
9.7.1	Kulkureitit	64
9.7.2	Kulkuluukut ja lukot	65
9.7.3	Monilukkojärjestelmä.....	66
9.7.4	Karhennetut askelmat ja tartuntaotteet	67
9.7.5	Nostokorvakkeiden lisäys.....	67
9.7.6	Valaistus.....	69

9.7.7	Kiinteä ilmanlaadun valvontajärjestelmä	70
9.7.8	Pelastuspakkaus	71
10	TULOSTEN TARKASTELU	73
10.1	Jatkotutkimushaasteet	74
10.2	Pohdinta	75
11	LOPPUSANAT.....	76
	LÄHTEET.....	77
	KUVALUETTELO	83
	LIITTEET	86

Liite 1. Riskien arviointilomake (1 sivu)

Liite 2. Käsien tehtävän nostotyön arviointi (2 sivua)

Liite 3. Safety check list (1 sivu)

Liite 4. Turvallisuusviikon palautekyselylomake (1 sivu)

LYHENNELUETTELO

A	Ampeeri
ANSI	American National Standard Institute, Yhdysvaltain kansallinen standardi-instituutti
CAU	Cooling Air Unit, jäähdytysilmayksikkö
CEN	European Committee for Standardization, Eurooppalainen standardisoimisjärjestö
DE	Drive End, potkurin puoleinen (laakeri)
ECR	Engine Control Room, konevalvomo
EN	European standard from CEN/CENELEC Eurooppalaisen standardisoimisjärjestön- standardi
ESD	Elektro-staattinen purkaus
EU	Euroopan unioni,
IEC	International Electromechanical Commission, Kansainvälinen elektromekaaninen komissio
IMO	International Maritime Organization, Kansainvälinen merenkulkujärjestö
ISM	International Safety Management Code, Kansainvälinen turvallisuusjohtamisjär- jestelmä
ISO	International Organization for Standardization, Kansainvälinen standardisoimisjärjestö
ISPS	International Ship and Port Facility Secu- rity Code, Kansainvälinen aluksien ja sa- tamien turvallisuusjohtamissäännöstö
Kg	Kilogramma
kN	Kilonewton
kV	Kilovoltti
LED	Hohtodiodi / valodiodi

MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, Yleissopimus meren pilaantumisen ehkäisemiseksi
MSC	Marine Safety Committee, Kansainvälisen merenkulkujärjestön meriturvallisuuskomitea
MW	Megawatti
NDE	Non Drive End, vapaan pään (laakeri)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration, Yhdysvaltojen työterveys ja -turvallisuusvirasto
PPE	Personal Protective Equipment, Henkilökohtaiset turvavarusteet
R&D	Tutkimus ja tuotekehitys
SIS	Swedish Standards Institute, Ruotsin standardisointi-instituutti
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea, Kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä
SRU	Slip Ring Unit, liukurengasyksikkö
SWL	Safety Working Limit, turvapainoraja
Trafi	Suomalainen liikenteen turvallisuusvirasto
UNCLOS	United Nations Convention on the Law of the Seas, Yhdistyneiden kansakuntien merioikeusyleissopimus
V	Voltti
VAC	Vaihtojännite
VDC	Tasajännite

1 JOHDANTO

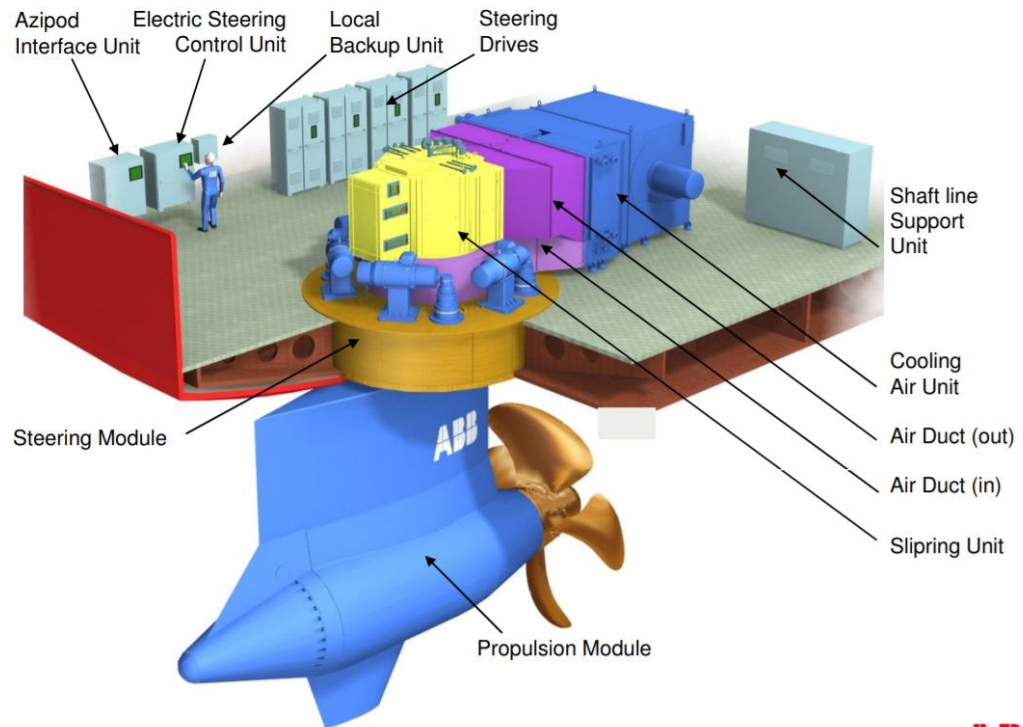
Opinnäytetyön tutkimuskohteena on ABB Marinen suurimman kokoluokan sähköinen ruoripotkurijärjestelmä Azipod® XO. Opinnäytetyössä tutkitaan, kuinka evakuointi propulsioyksikön sisällä voidaan suunnitella turvallisemmaksi ja tehokkaammaksi sekä minkälaisilla suunnitteluratkaisuilla turvallisuutta voidaan parantaa. Opinnäytetyössä käydään läpi vaatimukset, joita voimassa oleva lainsäädäntö asettaa suunnittelu- ja tuotekehitystyölle, sekä esitetään lainsäädännön rakennehierarkia ja toimijat korkeimmalta tasolta lähtien tuotetasolle asti, jotta nähdään, kuinka monelta tasolta lainsäädäntö vaikuttaa tuotekehitystyöhön. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös, minkälaisia erityisvaatimuksia tulee noudattaa, kun propulsioyksikön sisätilat sekä ohjaus- ja jäähdytysilmayksikkö on luokiteltu korkean riskin Confined Space -tiloiksi, joissa on rajoitettu määrä kulkureittejä, rajallinen ilmanvaihto eikä tilaa ole suunniteltu jatkuvaan työskentelyyn.

Tutkimuksessa otetaan kantaa siihen, millaisilla menetelmillä voidaan vaikuttaa propulsioyksikön turvallisuuspainotteiseen suunnitteluun sekä kuinka tutkimuksen avulla esiin nousseet kehityskohteet tulee huomioida laitteessa, ohjeissa ja toiminnassa. Tutkimuksen pääpaino kohdentuu Azipod® XO propulsiolaitteen tutkimus- ja tuotekehitystyöhön, mutta useimmat tutkituista turvallisuusratkaisuista ovat sovellettavissa myös muihin Azipod® kokoluokkiin.

2 TUTKIMUSKOHDE

Azipod® XO on uuden sukupolven tuote. Nimessä oleva kirjain X merkitsee uutta sukupolvea ja O avovesikäyttöön tarkoitettua laitetta. (Navigator magazine 2018.) Tämä suurimman kokoluokan propulsiolaitte on suunniteltu mm. suuritehoisille avovesialuksille, linjaliikennelautoille ja risteilyaluksille. Yksi Azipod® XO -propulsioyksikkö voi tuottaa jopa 20+ MW tehon. Risteilijöissä näitä on yleensä 2 kappaletta, joskus myös 3 kappaletta. (Satuli 2011.)

Kuvassa 1 esitetään propulsiojärjestelmä ulkopuolelta tarkasteltuna.



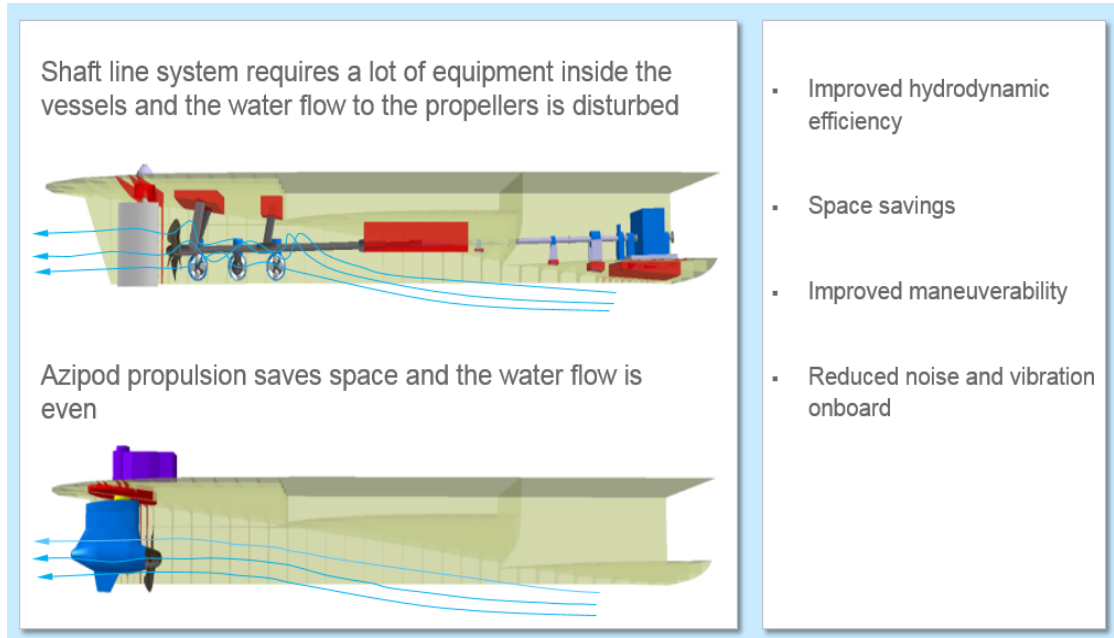
ABB

Kuva 1. Azipod® XO propulsioyksikön poikkileikkauskuva. (ABB 2012)

Aluksen generaattorit tuottavat propulsiojärjestelmään ja koko aluksen tarpeisiin tarvittavan sähköenergian. Sähköenergia siirretään propulsioduuliin liukurenkaiden välityksellä. Alukseen asennetut taajuusmuuttajat ohjaavat propulsiojärjestelmän kääntömoottoreiden ja propulsioduulissa olevan sähkömoottorin nopeutta. (Saari 2008, 23.)

Torpedon mallinen propulsioduuli sijaitsee laivan ulkopuolella erillisessä yksikössä, jonka sisällä oleva sähkömoottori pyörittää potkuria. Azipod XO propulsiojärjestelmän kääntölaite mahdollistaa propulsioduulin pyörimisen 360 astetta pysty akselinsa ympäri, jolloin työntövoima saadaan tuotettua joko kaiseen suuntaan eikä erillistä peräsintä tarvita. Propulsiojärjestelmä mahdollistaa suurikokoisten alusten vaivattoman kääntymisen satamien kapeikoissa ja haluttu kulkusuunta saadaan pidettyä myös haastavissa meriolosuhteissa. Azipod®-propulsiojärjestelmän hyötynä on parempi energiatehokkuus, pienemmällä teholla saavutettava kulkunopeus, parempi ohjattavuus, parempi matkustusmukavuus, alhaisempi melutaso sekä kompaktimpi koko.

Uusi järjestelmä vähentää avomerialusten energiankulutusta noin 5–15 % ja jopa 25 % säästöihin on päästy. Myös päästöt ovat pienemmät kuin perinteisessä potkurijärjestelmässä. (Satuli 2011.)



Kuva 2. Azipod®-järjestelmän tilankäyttö. Yläpuolella olevassa kuvassa on perinteisellä akselinjalla varustettu laiva. Alapuolella Azipod®-ruoripotkurijärjestelmä. (ABB)

Opinnäytetyö perustuu omaan tutkimustyöhön, ABB:n dokumentaatioon, Azipod® Space safety turvallisuuskurssiin, asiantuntijoiden lausuntoihin, laajaan haastattelututkimukseen ABB:n sisällä sekä suunnitteluprojektissa mukana työskentelyyn projektin eri vaiheissa, joka on mahdollistanut tutkimusta varten kattavan dokumentaation ja tuotekehityksen näköalapaikalla työskentelyn.

Opinnäytetyössä on hyödynnetty ABB:n pelastusvideota, johon on dokumentoitu ABB:n ja Helsingin pelastuslaitoksen yhteisharjoitus. Opinnäytetyössä otetaan kantaa pelastusharjoituksessa havaittuihin kehityskohteisiin.

Opinnäytetyötä varten on haastateltu eri osastojen työntekijöitä ja toimihenkilöitä. Haastattelututkimuksen kautta opinnäytetyöhön on kerätty lausuntoja ja näkemyksiä turvallisuusasioiden nykytilasta, kehityskohteista ja siitä, mihin asioihin tulevaisuudessa tulee kiinnittää huomioita.

Opinnäytetyötä varten järjestettiin R&D osaston turvallisuuspäivä, jonka tarkoituksena oli tuoda lisää tietoisuutta turvallisuusasioista sekä tuoda esille, minkälaista turvallisuuspainotteista tuotekehitystyötä on tehty. Tapahtuman aikana kerättiin palautetta turvallisuuspäivästä, jota voitiin käyttää tutkimusmateriaalina opinnäytetyössä.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYS

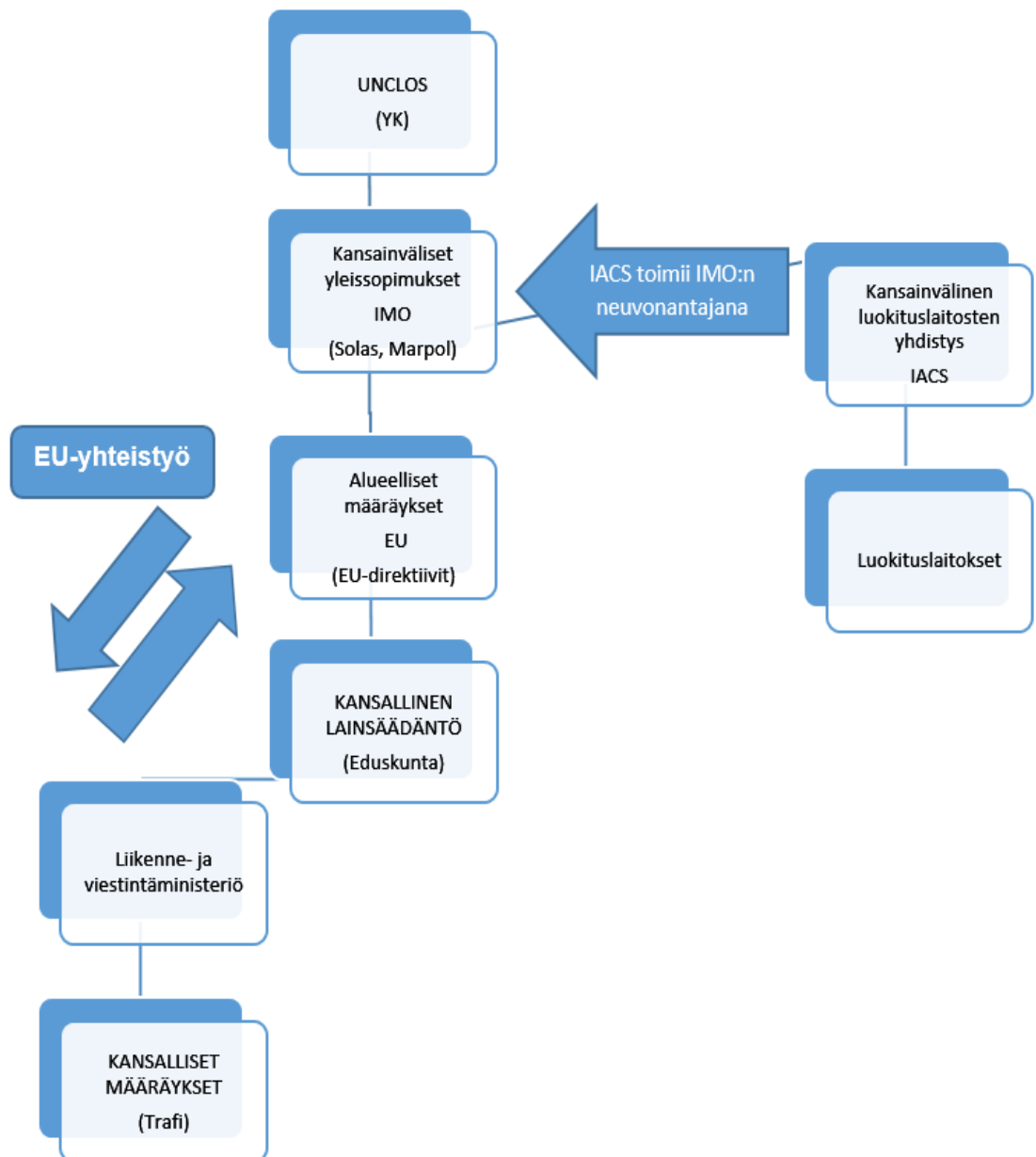
Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, minkälaisilla suunnitteluratkaisuilla propulsioyksiköstä saadaan entistä turvallisempi käytön, huollon ja kunnossapidon kannalta sekä koota turvallisuuteen liittyvä tieto ja käytännön tarkastelu johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi, jota voidaan hyödyntää suunnittelu- ja tuotekehitystyössä. Opinnäytetyön liitteeksi laadittiin Engineering safety checklist, jota hyödyntämällä suunnittelija voi huomioida vaadittavat turvallisuusasiat kokonaisvaltaisemmin ja tiedon etsimiseen käytettävä aika voidaan minimoida.

Opinnäytetyö perustuu ABB:n turvallisuuspolitiikkaan, jonka ydinajatuksena on se, että tehokkuus, laatu ja turvallisuus ovat yhteydessä toisiinsa. Opinnäytetyö tukee tätä ajatusmallia ja tuo esille ennakoivan, turvallisuuspainotteisen suunnittelutyön merkityksen. Tavoitteena on, että turvallisuus saavuttaa paikansa jokaisessa suunnitteluprojektissa, jolloin turvallisuusasiat omaksutaan osana suunnittelutyötä.

Tällä hetkellä suunnittelijalle ei ole olemassa kattavaa, yhdenmukaista tietopakettia turvallisuusasioista. Tieto saattaa olla hajautuneena moneen eri järjestelmään ja osa tarvittavasta tiedosta on vaikeasti löydettävissä. Tuotekehitystyössä on noussut esille myös tuotekehitystä vaativia kohteita, joihin opinnäytetyön avulla etsitään ratkaisuja.

4 LAINSÄÄDÄNTÖ

Koska merenkulku on maailmanlaajuista, globaalia toimintaa, merenkulkua säännellään monella eri tasolla. Merenkulun sääntely jakautuu kansalliseen, alueelliseen ja kansainväliseen tasoon. Sääntelyllä pyritään huolehtimaan ympäristöstä ja merenkulun turvallisuudesta. Lainsäädännön toimijat noudattavat hierarkiaa, jonka rakenne Suomen osalta esitetään alla olevassa kuvassa.



Kuva 3. Lainsäädännön rakennehierarkiakaavio. (Sairanen 2018)

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi kuvassa esiintyvien toimijoiden tehtävät ja vastualueet.

4.1 Globaali taso

Globaali taso on korkein lainsäädännöllinen taso, jota hallinnoi YK. YK on yhdistyneiden kansakuntien yhteistyöjärjestö, jonka alaisuuteen kuuluu 193 jäsenmaata. YK:n tavoitteena on rauhan ja turvallisuuden ylläpito sekä ihmisoikeuksien ja kehityksen edistäminen. (YK-liitto 2018, 3 – 6.)

YK on laatinut vuonna 1982 merioikeusyleissopimuksen, joka tunnetaan nimellä UNCLOS. Sopimuksen on ratifioinut 167 valtiota sekä Euroopan Unioni. Sopimuksen tavoitteena on rauhan ylläpitäminen, valtioiden kehittäminen, oikeudenmukaisuus, ympäristön ja eliöiden suojelu sekä luonnonvarojen oikeanmukainen ja tasapuolinen hyödyntäminen. (Yhdistyneiden kansakuntien merioikeusyleissopimus 50/1996.)

Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO toimii YK:n alaisuudessa ja sen päätehtävänä on käsitellä merenkulun turvallisuuskysymyksiä. IMO:n tavoitteena on merenkulun turvallisuuden kehitys ja meriliikenteestä johtuvan saastumisen ehkäisy. IMO hallinnoi yleissopimuksia, joista keskeisimpiä ovat SOLAS ja MARPOL. (Meriliitto 2018.)

SOLAS-yleissopimus sisältää sopimushallitusten yhteiset periaatteet ja säännöt, joiden tarkoituksena on edistää ihmishengen turvallisuutta merellä.

Tällä hetkellä voimassa oleva SOLAS 1974 yleissopimuksen protokolla on vuodelta 1988. MARPOL-yleissopimus on säädetty meren pilaantumisen ehkäisemiseksi. (Trafi 2018a.)

IMO:n 170 jäsenmaata ovat sitoutuneet noudattamaan yleissopimusten määräyksiä sekä niihin kuuluvia liitteitä. Yleissopimuksen muutoksista vastaa IMO:n meriturvallisuuskomitea, MSC. (Suomen Varustamot Ry.)

4.2 Eurooppalainen taso

EU-tason sääntelyn tavoitteena on turvata vapaa liikkuvuus EU-alueella ilman merionnettomuuksia. Keskeiset EU-säädökset liittyvät alusturvallisuuteen, aluksen rekisteröintiin ja ympäristöön. (Trafi 2018b.)

Konedirektiivi 2006/42/EY määrittää huomioitavan lainsäädännön propulsioyksikön suunnittelussa soveltuvin osin, johon sovelletaan yhdenmukaistettuja, eurooppalaisia standardeja. Eurooppalaisella tasolla on määritelty tuotteen vaatimukset ja CE-merkityt tuotteet täyttävät EU-lainsäädännön tekniset vaatimukset. (Euroopan Unioni 2018a). Suunnittelu- ja tuotekehitystyössä huomioitavista standardeista ja konedirektiivin soveltamisesta kerrotaan tarkemmin kohdassa 5, tuotteeseen kohdistuva lainsäädäntö.

4.3 Kansallinen taso

Kansallinen lainsäädäntö ja määräykset koskevat kotimaanliikenteessä toimivia laivoja ja aluksia. Kansallisella lainsäädännöllä pyritään varmistamaan alusten tekninen turvallisuus. Koska Suomi kuuluu IMO:n jäsenmaihin, noudattaa Suomen lainsäädäntö IMO:n määräyksiä. (Trafi 2018c.)

Liikenne- ja viestintäministeriö kuuluu Suomen valtioneuvostoon ja sen vastualueelle kuuluu oman toimialansa lainsäädännön valmistelu sekä poliittiset ja strategiset linjaukset. Nämä toteutetaan yhteistyössä muiden toimijoiden, kuten Trafian kanssa, johon ministeriön toiminta vaikuttaa. Ministeriön edustajat tekevät EU-yhteistyötä EU komissioissa ja työryhmissä sekä hoitavat aktiivisesti kansainvälistä yhteistyötä EU-maiden ja muiden maiden kanssa. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2018.)

Trafi on Suomessa toimiva liikenne- ja turvallisuusvirasto, jonka yhtenä tehtävänä on vastata merenkulun alusturvallisuudesta ja valvonnasta Suomessa. Valvonnan tarkoituksena on varmistaa turvalliset olosuhteet merenkululle sekä huolehtia ympäristön suojelusta ja alusten toimintavarmuudesta. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi toimii liikenne- ja viestintäministeriön alaisuudessa. (Trafi 2018d.)

4.4 Luokituslaitokset

Luokituslaitokset ovat yksityisiä laitoksia, joissa työskentelevät asiantuntijat ovat erikoistuneita turvallisuus- ympäristöasioiden sääntöihin ja vaatimuksiin. Luokituslaitokset ovat merkittävässä asemassa merionnettomuuksien ehkäisyssä ja merenkulun turvallisuusasioissa, sillä luokituslaitokset huolehtivat alusten sertifiointeista ja luokituksista. Luokituslaitoksien toimialaan sisältyy alusten suunnittelun ja rakentamisen valvonta sekä tarkastukset ja katsastukset. Luokituslaitostoiminnan avulla voidaan varmistaa, että IMO:n lippuvaltion alla toimivat alukset ovat IMO:n sääntöjen mukaisia sekä alusten toiminta, varusteet ja rakenne noudattaa luokituslaitosten kansainvälisen järjestön, IACS:n vaatimuksia. (Bureau Veritas.)

IACS on 12 eri luokituslaitosten kansainvälinen, voittoa tavoittelematon järjestö, joka on valtiollisesti riippumaton. Järjestön tavoitteena on turvallisempi ja puhtaampi meriliikenne. IACS:n tehtäviin kuuluu teknisen tuen antaminen, vaatimuksenmukaisuuden varmistaminen tutkimuksen ja kehityksen avulla sekä merenkulun turvallisuuden ja ympäristön suojelun vähimmäisvaatimusten ja vaatimusten laadinta. Yli 90 % maailman rahtikuljetuksista kuuluu IACS:n piiriin. IACS on määritellyt luokitukset, rakenteet sekä aluksen elinkaareen liittyvät säännökset ja standardit, jotka on laadittu kaikkien 12 luokituslaitoksen kesken. IACS toimii IMO:n tärkeimpänä teknisenä neuvonantajana. (IACS 2018.)

4.5 Katsastukset

Katsastusten tarkoituksena on valvoa aluksen rakenteiden ja koneistojen kestävyttä ja kuntoa aluksen elinkaaren ajan. Säännöllisillä katsastuksilla varmistetaan, että alus noudattaa ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi laadittuja sääntöjä ja määräyksiä sekä on rakenteeltaan merikelpoinen. (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 29.12.2009/1686, 35. §.)

Katsastustarve määräytyy alustyyppin mukaan. Seuraavassa kappaleessa käydään eri katsastustyyppien sisältö yleisluontoisesti läpi lastialuksen ja matkustaja-aluksen osalta. Katsastustyyppinä on perus-, uusinta- määräaikais-, väli- ja vuosikatsastus. (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 29.12.2009/1686, 35. §.)

Katsastus suoritetaan alukselle soveltuvin osin alustyyppi huomioiden. Katsastustarve Suomen lipun alla operoiville aluksille on määritelty Trafín määräyksessä TRAFI/218533/03.04.01.00/2018. Määräys on tullut voimaan 1.12.2018. (Trafi 2018e.)

4.5.1 Kotimaan lipun alla liikennöivät alukset

Alla olevassa kuvassa esitetään Trafín määräyksen ja Solas-yleissopimuksen soveltamisalan piiriin kuuluville matkustaja- ja lastialuksille suoritettavat katsastukset ja niiden katsastusvälit.

Matkustaja-alus

SOLAS-yleissopimuksen soveltamisalaan kuuluvalla matkustaja-alukselle on suoritettava:

- 1) Peruskatsastus *
- 2) Uusintakatsastus kerran 12 kuukaudessa.

*- Ennen liikennekäyttöönottoa suomalaisena aluksena
- Mikäli rakennetta on muutettu

Lastialus

SOLAS-yleissopimuksen soveltamisalaan kuuluvalla lastialukselle on suoritettava

- 1) Peruskatsastus *

Viisivuotisjakson aikana on suoritettava:

- 2) uusintakatsastus viisivuotisjakson lopussa;
- 3) määräaikaiskatsastus toisena tai kolmantena vuosipäivänä;
- 4) välikatsastus toisena tai kolmantena vuosipäivänä; sekä
- 5) vuosikatsastus kerran vuodessa niinä vuosina, jolloin ei tehdä uusinta-, määräaikais- tai välikatsastusta.

Viisivuotisjakson aikana on tehtävä vähintään kaksi pohjan ulkopuolista tarkastusta siten, että katsastusväli ei ylitä 36 kuukautta.

Kuva 4. Katsastukset Trafín määräyksen mukaisesti. (Sairanen 2019)

Peruskatsastus suoritetaan ennen liikennekäyttöönottoa SOLAS-yleissopimuksen alaiseen matkustaja- tai lastialukseen. Peruskatsastuksessa tarkastetaan aluksen rakenne, koneisto varusteineen, pohjan ulkopuolinen kunto ja painelaitteet. Uusintakatsastuksessa tarkastetaan aluksen rakenne, varusteet ja pohjan ulkopuolinen kunto. (Trafi 2018e.)

Määräaikaikatsastuksessa tarkastetaan aluksen paloturvallisuuslaitteet järjestelmineen, palonsammutus- ja hengenpelastuslaitteet järjestelyineen, radio- ja navigointilaitteet, aluksen rakenne, luotsitikkaat ja luotsihissi järjestelyineen sekä SOLAS-yleissopimuksen edellyttämät laitteet. (Trafi 2018e.)

Välikatsastuksessa tarkastetaan aluksen rakenteet, kattila- ja painelaitteet, koneisto varusteineen, ohjauslaitteet järjestelmineen, sähkölaitteet ja niihin kuuluvat asennukset sekä aluksen pohjan ulkopuolinen kunto. (Trafi 2018e.)

Vuosikatsastus suoritetaan joka vuosi pois lukien ne vuodet, jolloin alukselle suoritetaan uusintakatsastus, määräaikaikatsastus tai välikatsastus. Vuosikatsastuksessa tehdään silmämääräinen tarkastus aluksen rakenteelle, koneistolle ja varusteille, jotta voidaan varmistua siitä, että edellisessä katsastuksessa todettu merikelpoisuus on säilynyt. Katsastuksen yhteydessä varmistetaan, ettei varusteita tai laitteita ole poistettu tai vaihdettu, jotka edellytetään kuuluvan aluksen varustukseen Trafin hyväksymispäätöksessä. (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 29.12.2009/1686, 45. §.)

4.5.2 Ulkomaan lipun alla liikennöivät alukset

Suomessa rakennettavat alukset luokitellaan suomalaisiksi aluksiksi siihen saakka, kunnes alus virallisesti luovutetaan tilaajalle. Ennen aluksen luovutusta suoritettavat merikokeet suoritetaan rakennusmaan lipun alla. Rakennusprosessin aikana luokituslaitos valvoo aluksen rakennusta. Laivanrakennuksessa aluksen tilaaja on oikeutettu käyttämään oman maansa peruskatsastajia, jolloin lippuvaltion vaatimuksien täyttymisestä voidaan varmistua rakennusprosessin aikana. (Welander 2011, 57.) Laivanrakennuksessa huomioidaan sen maan lainsäädäntö, minkä lipun alla alus tulee operoimaan.

Mikäli kyseisen maan viranomainen on esittänyt Trafille katsastuspyynnön (1686/2009) 37§:n 2 momentin mukaisesti, sovelletaan Trafimääräystä TRAFI/372160/03.04.01.00/2016 ulkomaiseen alukseen. Uuden aluksen peruskatsastus haetaan Trafilta kirjallisesti. Mikäli aluksen laivaisännällä on sopimus Trafimääräyksen hyväksytyn luokituslaitoksen kanssa, haetaan peruskatsastus luokituslaitokselta. Uudelle alukselle suoritettavan peruskatsastuksen yhteydessä suoritetaan myös piirustusten ja suunnitelmien hyväksyntä. (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 29.12.2009/1686, 43. §.)

Laivaisäntä määrittää aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä säädettyissä laissa 2009/1686, 2§ kohdassa 3 seuraavasti:

”Sellaista aluksen omistajaa, yhtiötä, muuta organisaatiota tai henkilöä tai koko aluksen vuokraajaa, joka joko yksinään tai yhdessä toisten henkilöiden kanssa käyttää tosiasiallista määräämisvaltaa aluksen alusturvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä; laivaisäntään rinnastetaan tässä laissa sellainen henkilö, joka sopimuksen perusteella tai muutoin tosiasiallisesti hoitaa aluksen alusturvallisuuteen liittyviä kysymyksiä”

Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 2009/1686 määrittelee toisen valtion viranomaisen suorittaman katsastuksen Trafimääräyksen pyynnöstä. Tällöin esimerkiksi SOLAS-yleissopimuksen sopimuspuolen viranomainen voi suorittaa katsastuksen, ei kuitenkaan peruskatsastusta. Jokaisen IMO:n jäsenmaan katsastukset kuuluvat IMO:n yleissopimusten alaisuuteen ja näin ollen niiden tulee noudattaa yleissopimusten mukaisia säännöksiä ja määräyksiä, joita sovelletaan lippuvaltion lainsäädäntöön. (Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä 29.12.2009/1686, 37. §.)

4.5.1 Trafin ja luokituslaitoksen työnjako

Trafin virkamiehet, valtuutetut katsastajat ja luokituslaitos suorittavat alusten katsastuksia ja tarkastuksia. Jos alus kuuluu luokituslaitoksen sopimuksen piiriin, katsastuksen hoitaa luokituslaitos. Sopimus Trafin ja luokituslaitoksen työnjaosta on hyväksytty 1.10.2017. (Traficom 2019.)

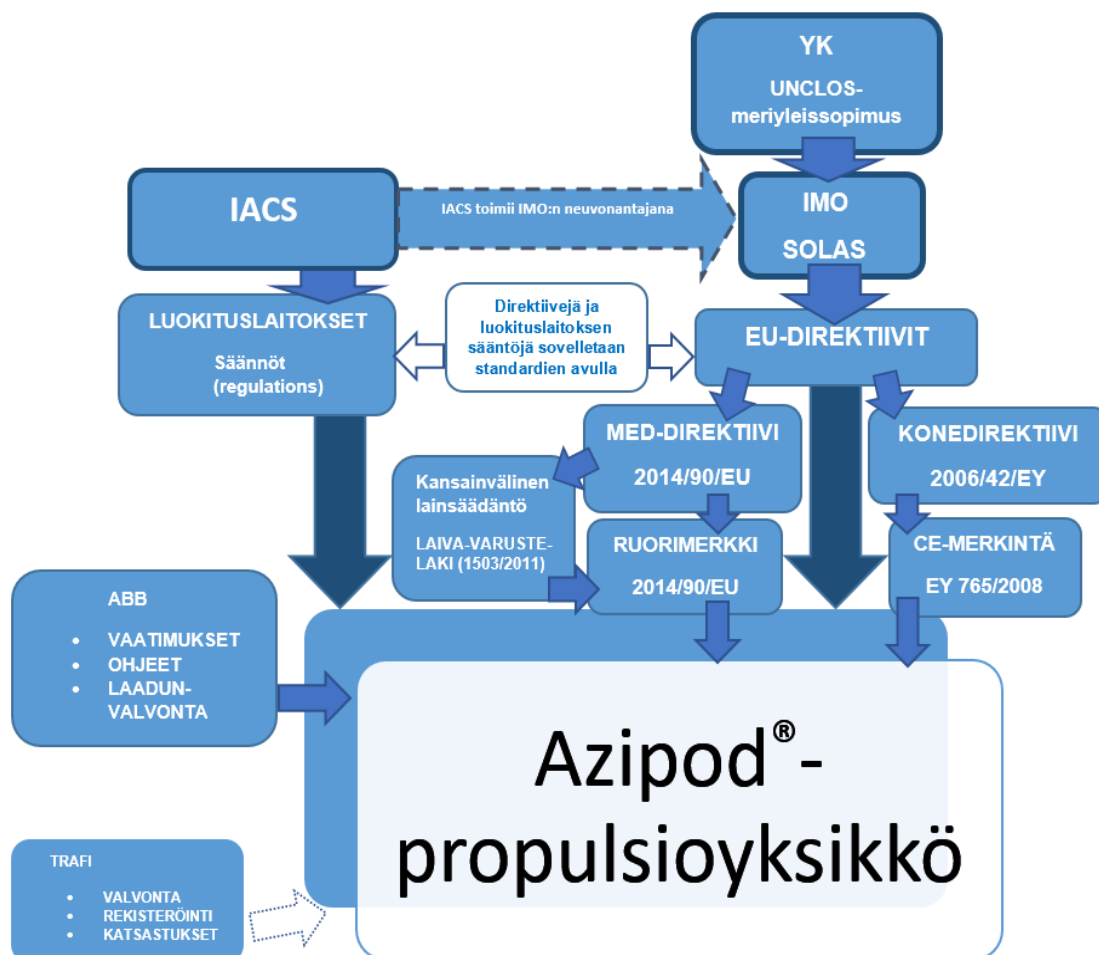
Trafi hallinnoi sopimukseen pohjautuen ISPS-säännösten tarkastuksia sekä tarkastusten todistus- ja mittakirjoja. ISPS-säännösten tarkoituksena on lisätä alusten ja satamien turvallisuutta. Trafin tarkastajat ja luokituslaitos hoitavat myös ISM-säännösten eli kansainvälisen turvallisuusjohtamisjärjestelmän piiriin kuuluvat tarkastukset. ISM-säännösten tarkoituksena on edistää aluksen turvallisuusjohtamista, turvallista toimintaa sekä ehkäistä aluksista johtuvaa ympäristön pilaantumista. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on laatinut ISPS- ja ISM-säännöt, jotka kuuluvat SOLAS-yleissopimukseen. (Trafi 2015.)

Luokituslaitoksen tehtäviin kuuluu katsastuksen perusteella myöntää Solas-Marpol- ja lastiviivayleissopimukseen perustuen turvakirjat ja hyväksyä dokumentit. Kun Trafi valtuuttaa luokituslaitoksen tekemään katsastuksia, tulee siitä laatia kirjallinen sopimus. Trafi valvoo Suomessa hyväksytyjen luokituslaitoksen toimintaa sekä pitää huolen, että luokituslaitos täyttää luokituslaitosasetuksen mukaiset vaatimukset. Trafi suorittaa tarkastuksen joka toinen vuosi, josta on raportointivelvollisuus Euroopan komissiolle. (Trafi 2016.)

5 TUOTTEeseen KOHDISTUVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Propulsiojärjestelmän turvallisuus ja luotettavuus on oltava suunnittelun lähtökohtana. Voimassa oleva lainsäädäntö, määräykset ja standardit tulee ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa.

Kuvassa 5 esitetään Azipod[®]-propulsioyksikön tuotekehityksen näkökulmasta huomioitavat keskeiset toimijat ja laaditut yleissopimukset, EU-direktiivit, lainsäädäntö, säännöt ja ohjeet.



Kuva 5. Azipod[®]-propulsioyksikön suunnitteluun vaikuttava lainsäädäntö. (Sairanen 2018)

Kuvan vasempaan alalaitaan sijoitettu valkoinen nuoli kertoo, että Trafian valvonta ei kohdistu suoraan suunnittelu- ja tuotekehitystyöhön, mutta Trafi on keskeisessä asemassa mm. alusturvallisuuden valvonnassa, aluksen rekisteröinnissä ja katsastuksissa.

5.1 Konedirektiivi

Konedirektiivin 2006/42/EY tarkoituksena on EU-maiden lainsäädännön yhdenmukaistaminen sekä koneiden terveys- ja turvallisuusriskien huomioiminen. Konedirektiiviä ei sovelleta vesiliikenteessä käytettäviin liikennevälineisiin eikä merialuksiin, liikkuviin avomeriyksiköihin tai koneisiin, jotka niihin on asennettu. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400, 3. §.)

Azipod[®]-propulsioyksikköön sovelletaan luokituslaitoksen ja Solaksen määräyksiä. Konedirektiiviä voidaan hyödyntää soveltuvien osien propulsioyksikön suunnittelu- ja tuotekehitystyössä hyvän suunnittelukäytännön mukaisesti. Konedirektiivin määrittelemät CE-merkinnät tulee olla propulsioyksikössä käytettävissä turvavarusteissa ja työvälineissä. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400, 9. §.)

Euroopan parlamentin ja neuvoston konedirektiivi 2006/42/EY määrittää CE-merkintöihin liittyvät määräykset. CE-merkintä tulee olla tuotelainsäädännön edellyttämässä tuotteissa, mutta sulkee kuitenkin ulkopuolelle Azipod[®]-propulsioyksikön sekä yksikköön asennetut mekaaniset koneet ja sähkölaitteet. Suunnittelussa tulee kuitenkin huomioida, että propulsioyksikössä käytettävissä välineissä, kuten henkisuojaimissa, hengityksensuojaimissa ja mittalaitteissa tulee olla CE-merkintä. CE-merkintä takaa tuotteen vaatimuksenmukaisuuden, joka tarkoittaa sitä, että CE-merkinnän saanut tuote täyttää EU-direktiivit, asetukset sekä yhdenmukaistetut standardit. Lisäksi tuotteen tulee sisältää käyttöohjeet ja tuotteen rakenteessa olla CE-merkintä. CE-merkintä takaa, että tuote on suunniteltu ja valmistettu turvalliseksi sekä sillä on vapaa liikkuvuus EU-alueella. (SFS 2018a.)



Kuva 6. CE-merkintä. (Tikkurila 2018)

5.2 MED-direktiivi

EU:n laivavarusteita koskeva Marine Equipment Directive, eli MED-direktiivi 2014/90/EU asettaa vaatimukset EU:n alaisuuteen kuuluvien alusten laivavarusteiden suunnittelu-, valmistus- ja suorituskyvylle. Vaatimukset perustuvat IMO:n laatimiin ohjeisiin, suosituksiin ja tulkintoihin. (Laivavarustelaki 29.12.2011/1503, 13. §.)

MED-direktiivin tavoitteena on edistää meriturvallisuutta, pyrkiä estämään merien pilaantuminen sekä mahdollistaa laivavarusteiden vapaa liikkuvuus EU-alueella. EU:n jäsenvaltioiden alukset ovat laivavarusteita koskevan direktiivin alaisuudessa. Direktiivin määrittelemät laivavarusteet tulee olla MED-hyväksytyjä ja varustaa ruorimerkinnällä. (Laivavarustelaki 29.12.2011/1503, 6. §.)

Ruorimerkki asettaa tuotteen valmistajalle vastuun joka takaa, että laivavarusteet ovat vaatimuksenmukaiset ja täyttävät turvallisuus- ja laatuvaatimukset. Ruorimerkinnän käyttö noudattaa CE-merkinnästä säädetyn EU-direktiivin (EY) 765/2008 30 artiklan 1,3 ja 6 yleisiä periaatteita, joten ruorimerkintä toimii laivavarusteiden CE-merkintänä. Suomessa kyseisestä direktiivistä on säädetty Suomen lainsäädännössä laivavarustelaki 1503/2011. (Laivavarustelaki 29.12.2011/1503, 5. §.)

EU:n voimassa olevaan täytäntöönpanoasetukseen (EU) 2018/773 on koostettu MED-hyväksynnän piiriin kuuluvat laivavarusteet, joita on mm. aluksen hengenpelastusvälineet, pelastusveneet, pelastuspuvut, palosuojeluvälineet ja pelastuslautat. Direktiivi määrittelee vaatimukset myös aluksen ympäristönsuojelua koskeville varusteille, navigointi- ja radioliikennelaitteille sekä merenkulkuvaloille. (Euroopan Unioni 2018b.)

Trafi tekee tarkastuksia ruorimerkittyihin varusteisiin ja laivavarusteiden hyväksyntä tarkastetaan aluksen katsastuksessa. (Trafi 2018f).



Kuva 7. Ruorimerkintä. (Eurofins 2018)




5.3 Standardit

Standardit ovat asiakirjoja, joita hyödynnetään suunnittelutyössä ja niiden käyttö on vapaaehtoista. Standardit määrittävät tuotteiden yhteensopivuuden, turvallisuuden ja niiden tarkoituksena on suojella kuluttajaa ja ympäristöä. Suunnittelussa standardien avulla voidaan varmistaa, että suunniteltavan tuotteen vaatimukset täyttyvät. Standardisoinnin tarkoituksena on sopia yhteiset menettelytavat, jotka helpottavat viranomaistoimintaa ja takaavat tuotteen laadun. Standardit lajitellaan kansallisiin, aluekohtaisiin ja kansainvälisiin standardeihin. (SFS 2018b.)

Eurooppalaisen standardisoimisjärjestö CEN:in standarditunnus on EN ja se on voimassa Euroopan alueella. Kansainvälisen standardisoimisjärjestön ISO:n standardointitunnus on ISO, jonka jäseniin kuuluvat kansalliset standardisointijärjestöt. ISO on voimassa Euroopassa ja CEN:in jäsenmaissa. (SFS 2018c.)

IEC on voittoa tavoittelematon, kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio. IEC määrittää elektroniikkaa ja sähköä sisältävien laitteiden ja teknikkoiden kansainväliset standardit sekä vaatimuksenmukaisuuden. IEC:n tavoitteena on elektroniikkaa tai sähköä sisältävien tuotteiden turvallisuus, tehokkuus ja ympäristöystävällisyys. IEC julkaisee kansainvälisiä standardeja ja hallinnoi vaatimuksenmukaisuuden arviointijärjestelmiä. Julkaisut toimivat kansallisen standardisoinnin perustana. (SESKO.)

Kuvaan 8 on taulukoitu yleiset standardointijärjestöt sekä sähkö- ja elektroniikkapuolen standardointijärjestöt kansainvälisellä, eurooppalaisella sekä kansallisella tasolla Suomen näkökulmasta.

	Yleinen standardointijärjestö, (standardointitunnus)		Sähkö / Elektroniikka standardointijärjestö	
Globaali 	ISO (ISO)	Kansainväliset standardit	IEC	Kansainväliset sähköalan standardit
Eurooppalainen 	CEN (EN)	Euroopan standardointi komitea. EN-standardien laadinta.	CENELEC	Sähköalan EN-standardit Harmonisoidut asiakirjat(HD) → CE-merkintä
Kansallinen 	SFS (SFS)	Suomen standardisoimisliitto, SFS yhteistyö ISO:n ja CEN:in kanssa sekä SFS standardien laadinta.	SESKO	Yhteistyö IEC:n ja CENELEC kanssa, jonka pohjalta laaditaan SFS-standardit

Kuva 8. Standardointijärjestöt alueittain. (Sairanen 2018)

Edellä mainittujen standardien lisäksi suunnittelu- ja tuotekehitystyössä tulee huomioida luokituslaitoksen omat standardit, kuten DNV GL:n Offshore standardit, OS sekä Yhdysvaltojen OSHA standardit.

Kuvaan 9 on taulukoitu yleisimmät maa- ja aluekohtaiset standardointitunnukset.

Maa	Tunnus
Suomi	SFS
Ruotsi	SS
Norja	NEK
Saksa	DIN
Yhdysvallat	NFPA
EU	EN
Kansainvälinen	ISO

Kuva 9. Maa- ja aluekohtaisia standardointitunnuksia. (Sairanen 2018)

Standardi EN292 asettaa turvalliset lähtökohdat koneensuunnittelulle ja esittää suunnitteluun soveltuvan menetelmän. Menetelmän ensimmäisessä vaiheessa poistetaan ja minimoidaan vaarat rakenteellisella suunnittelulla. Toisessa vaiheessa jäljelle jääneet riskit pyritään poistamaan turvalaitteilla ja suojuksilla. Kolmannessa vaiheessa huolehditaan riittävästä tiedonannosta, mikäli suunniteltavaan koneeseen on jäänyt vaaroja, joita ei ole voitu poistaa edellä mainituin keinoin. Tämän vuoksi koneessa tulee olla riittävät merkinnät, käyttöohjeet sekä konetta operoidessa tulee olla asiaan kuuluvat suojavaarusteet. (SFS-EN 292-2 + A1. 2003.)

6 SUUNNITTELU

Kun halutaan parantaa työturvallisuutta, lähtökohtana tulee olla onnistunut tuotesuunnittelu, jossa turvallisuus on huomioitu kokonaisvaltaisesti osana projektia. Alkuvaiheeseen panostaminen on edellytyksenä onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi. (ABB 2018.)

Turvallisuusajattelua pyritään tuomaan kaikille toimijoille ja lähtötasoa pyritään nostamaan koko ajan korkeammalle. Tämän vuoksi työohjeita sekä koulutuksia pyritään kehittämään ja uudistamaan jatkuvasti. Mikäli työnkuvaan liittyy vaaroja, kuten riskialttiita huolto- ja kunnossapitotöitä, on syytä pohtia onko työ mahdollista hoitaa muulla tavoin. Turvallisuusnäkökulmasta tarkasteltuna ihannetilanteessa vaarallisiin olosuhteisiin ei ole tarvetta mennä lainkaan, mikä tulisi olla aina ensisijainen tavoite ja lähtökohtana projektille. Vastuullisessa suunnittelussa vaaralliset työvaiheet pyritään poistamaan ja mikäli tämä ei ole mahdollista, turvallisuusriskit pyritään minimoimaan tai ottamaan muilla tavoin huomioon. (ABB 2018.)

Tuotekehityksessä etukäteissuunnittelulla voidaan vaikuttaa parhaiten turvallisuusasioihin. Kaikki perusasiat on oltava kunnossa suunnittelussa ja ympäristö on pyrittävä suunnittelemaan niin turvallisesti, ettei pelastukselle syntyisi tarvetta. Hyvän turvallisuuspolitiikan edellytyksenä on ymmärrys siitä, että tehokkuus, laatu ja turvallisuus ovat yhteydessä toisiinsa. (ABB 2018.)

6.1 Työturvallisuus

Turvallisuus on ABB:n ydinarvo ja sen tavoitteena on turvallisuuden jatkuva parantaminen. Ajattelumalli perustuu ABB:n kestävän kehityksen tavoitteisiin. ABB:llä on käytössä työterveys- ja turvallisuusjohtamisjärjestelmä, Safety Tava[®], jonka tarkoituksena on työturvallisuuden tehokas edistäminen. ABB:n tavoitteena on varmistaa turvalliset työskentelyolosuhteet omille työntekijöille ja urakoitsijoille sekä luoda liiketoimintaa tukeva, korkealuokkainen työterveys- ja turvallisuuskulttuuri. (ABB 2018.)

Suomessa työturvallisuusasiat perustuvat työturvallisuuslakiin 738/2002. Työturvallisuuslain tavoitteena on taata työntekijälle turvallinen työympäristö ja hyvät työolosuhteet sekä turvata ja ylläpitää työntekijän työkyky. Työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajan parantamaan työympäristöä ja turvallisuutta sekä ehkäisemään työtapaturmia, ammattitauteja sekä muita haittoja, jotka johtuvat työstä tai työskentely-ympäristöstä. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 1. §.)

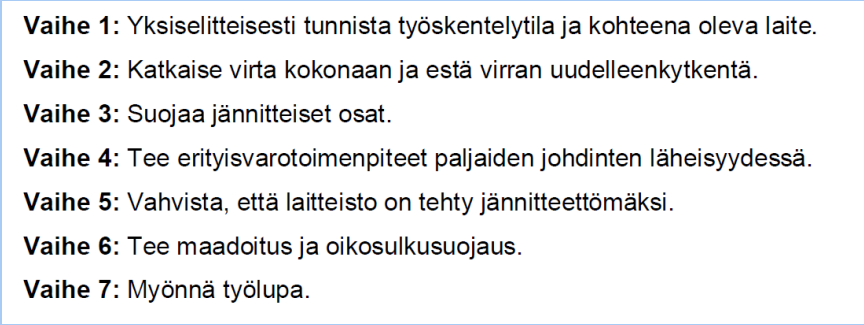
Suomen työterveyshuoltolain 1383/2001 tarkoituksena on ehkäistä sairauksia ja tapaturmia, jotka liittyvät työhön. Työterveyshuoltolaki edistää työn ja työympäristön turvallisuutta ja terveellisyyttä, työntekijöiden työ- ja toimintakykyä sekä työyhteisön toimintaa. (Työterveyshuoltolaki 21.12.2001/1383, 1. §.)

6.2 Sähkötyöturvallisuus

Azipod[®]-propulsioyksikkö luokitellaan suurjännitelaitteeksi, jos sen jännitetaso ylittää 1000V. Suurimman kokoluokan Azipod[®] XO propulsiolaitteen jännitetaso voi nousta jopa 3300V. Kaikki sähkötyöt luokitellaan korkean riskin töiksi ja niihin sovelletaan tiukkoja hallintatoimenpiteitä. Lisäksi koneissa voi olla pyöriviä osia ja kuumia pintoja. Suurjännitetöissä työntekijöiden on pidettävä ABB:n vähimmäisvaatimusten mukaisia valokaarisuojattuja vaatteita, asianmukaisia henkilösuojaimia sekä kansallisen standardin, kuten ANSI, EN tai IEC mukaisia työvälineitä. (ABB 2018.) Suomessa sähkötyöturvallisuusmääräyksien noudattamista valvoo sähkö-, turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. (Tukes 2018b).

Sähkötyöturvallisuuden edellytyksenä on oikea asennoituminen työskentelyyn, oikeat työskentelykäytännöt sekä tarvittavien suojavarusteiden ja työvälineiden käyttö. Koska sähkötyöt ovat korkean riskin töitä, ABB kouluttaa sisäisesti henkilökuntaansa. Koulutuksien tarkoituksena on varmistaa riittävät valmiudet sähkötöihin ja antaa kokonaisvaltainen ymmärrys sähkön vaaroista. Laiva-työskentelyyn vaadittava minimitaso määritellään luvussa 7. Azipod®-yksikössä työskentely. (ABB 2018.)

Kaikkien sähkötöiden osalta tehdään riskien arviointi ennen työskentelyn aloitusta. Riskien arvioinnin perusteella voidaan määritellä hallintatoimenpiteet, jotka perustuvat ABB:n Seven Steps sähkötyöturvallisuusperiaatteisiin, jotka esitetään alla olevassa kuvassa. (ABB 2018.)

- 
- Vaihe 1:** Yksiselitteisesti tunnista työskentelytila ja kohteena oleva laite.
 - Vaihe 2:** Katkaise virta kokonaan ja estä virran uudelleenkytkentä.
 - Vaihe 3:** Suojaa jännitteiset osat.
 - Vaihe 4:** Tee erityisvarotoimenpiteet paljaiden johdinten läheisyydessä.
 - Vaihe 5:** Vahvista, että laitteisto on tehty jännitteettömäksi.
 - Vaihe 6:** Tee maadoitus ja oikosulkusuojaus.
 - Vaihe 7:** Myönnä työ lupa.

Kuva 10. 7-steps periaate. (ABB)

Propulsioyksikössä työskenneltäessä tulee huomioida, että Azipod®-yksikön sisällä vaikuttaa sähköinen magneettikenttä. Mitään magneettikenttään vaikuttavia laitteita, kuten kelloja, kortteja tai muita ei tule olla mukana propulsioyksikköön sisään mentäessä. Tavarat tulee jättää propulsioyksikön ulkopuolelle omaisuuden vaurioitumisen välttämiseksi. (ABB 2018.)

Suunnittelu- ja tuotekehitystyössä työturvallisuusasioiden huomioon ottaminen on tärkeää, koska tuotteen käyttö sekä huolto- ja kunnossapito on oltava mahdollisimman turvallista. Koska Azipod®-propulsioyksikkö on sähköistetty, tulee sähkötöiden suunnittelussa huomioida työn luonteen mukaiset erityisvaatimukset. Osaksi suunnitteluprosessia tulee sisällyttää toimintamalli, jossa sähkösuunnittelija tarkastaa kaikkien niiden laitteiden rakenteen ja kytkennät, jotka on sähköistetty.

Esimerkki tällaisesta kohteesta on propulsioyksikköön sijoitettavat öljypumput. Kun sähkösuunnittelija varmistaa, että kaikki sähköturvallisuuden kannalta kriittiset kohteet on huomioitu kokonaisvaltaisesti, voidaan suunnittelussa poissulkea riski, että mekaniikkasuunnittelijalta jäisi huomioimatta sähköturvallisuuden kannalta tärkeitä asioita, jotka vaikuttaisivat huolto- ja kunnossapitotöiden turvallisuuteen.

6.3 Ergonomiapainotteinen suunnittelu

Asentajien työergonomian huomiointi on tärkeässä osassa huolto- ja kunnossapitoratkaisuja suunniteltaessa. Azipod[®]-yksikön sisällä työskentely sisältää tilanpuutteen vuoksi haastavia työskentelyasentoja. Haastattelututkimuksen perusteella tuotannon asennustehtävissä joudutaan työskentelemään epäergonomisissa työasennoissa. Työasentoja on tuettava käsin, jaloin ja selällä tukien, sillä pyöreitä, kaltevia pintoja on paljon. Suunnittelussa täytyy huomioida, että asentajien on kyettävä myös vuosikymmenien jälkeen samaan työhön ja mahdollisuudet ergonomiseen työskentelyyn on pyrittävä takaamaan.

Raskaiden taakkojen käsinostot aiheuttavat tuki- ja liikuntaelinsairauksien vaaran sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittumista. Huono työergonomia on riski terveydelle ja työkyvylle. (Työterveyslaitos).

Työturvallisuuslaki 2002/738 määrittää ergonomiiaa koskevan lainsäädännön, jonka tarkoituksena on ehkäistä työstä aiheutuvat kuormitukset. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 25. §).

Teknisten laitteiden vaatimuksista on säädetty laki 2004/1016, joka vastaa laiteturvallisuudesta, turvallisesta käytöstä ja vaatimuksenmukaisuudesta. (Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimuksenmukaisuudesta 26.11.2004/1016, 1. §).

Ergonomiastandardi SFS-EN ISO 6385 määrittää ihmisen ja järjestelmien välisen ergonomian. Standardi SFS-EN ISO 26 800 määrittää ergonomian yleiset periaatteet suunnittelutyöhön. (SFS-EN ISO 6385, 2004.)

Suomen lainsäädäntö ei ole määritellyt käsin nostettavien taakkojen painon ylärajaa, vaan nostoista aiheutuvat riskit on arvioitava kokonaisuutena. Tämä muodostuu nostettavan taakan painosta ja muodosta, nosto-otteesta, taakan sijainnista, nostojen toistuvuudesta, nostomatkastasta, työympäristöstä, nostavan henkilön fyysisestä voimasta sekä siitä, kuinka lähellä vartaloa nosto on mahdollista suorittaa. Raskaiden taakkojen käsittelyssä tulee arvioida, mikä olisi turvallisoin tapa suorittaa nostot. Nostoja arvioidessa voidaan käyttää Suomen työsuojeluhallinnon laatimaa käsin tehtävän nostotyön arviointilomaketta, joka on lisätty opinnäytetyön liitteeksi. (Työsuojelu 2017.)

Alla olevassa kuvassa esitetään nostotyöhön vaikuttavat seikat, jotka tulee huomioida sellaisten kohteisen suunnittelussa, joiden työvaiheissa voi esiintyä taakkojen nostoja.



Kuva 11. Riskiympyrä. (Sairanen 2018)

Sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluoppaassa ohjeistetaan nostotöistä seuraavasti:

”Nostotyöstä aiheutuvien kuormitusriskien arviointi ja seuranta voidaan liittää työsuojelun toimintaohjelmaan jatkuvaksi toiminnaksi. Terveellisen ja turvallisen nostotyöpaikan luominen edellyttää työpaikan koon, nostotyön sisällön ja kuormitusongelmien laajuuden mukaista moniammatillista yhteistyötä työnantajan, työntekijöiden, työterveys- ja työsuojeluasiantuntijoiden kesken.”

(Sosiaali- ja terveysministeriö 2000, 12 - 13).

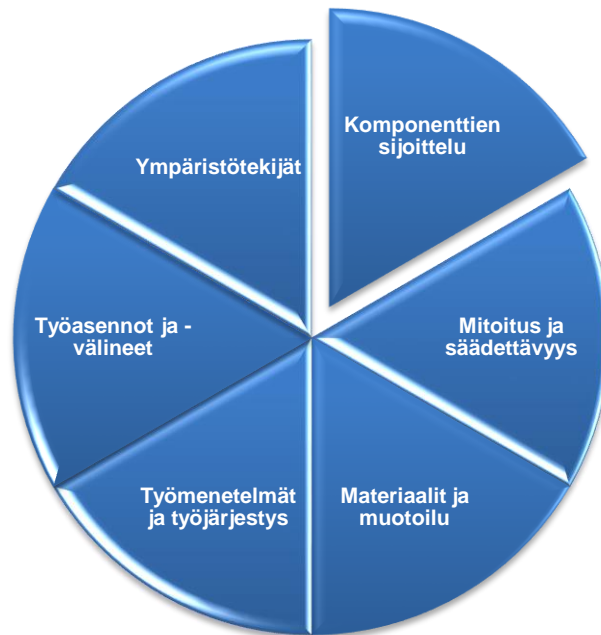
Oikeanlaisten nostoasentojen tärkeys korostuu erityisesti propulsioyksikössä työskenneltäessä sekä raskaita taakkoja nostettaessa. Huono työskentelyasento yhdistettynä suureen, nostettavaan massaan aiheuttaa työntekijälle terveysriskin. Selän asento ja kuorman suuruus vaikuttavat suoraan selkärangan ja välilevyjen kuormittumiseen. Pitkäaikainen kuormitus huonontaa nivelrustojen ominaisuuksia sekä vaikuttaa haitallisesti selkärangan välilevyihin heikentämällä niiden rakennetta. Pahimmillaan ergonomisesti huonot nostoasennot voivat aiheuttaa välilevyn pullistuman, joten asentokuormitus ja tukirangan kuormitus tulee huomioida ergonomiapainotteisessa suunnittelussa. (Elomatic consulting & engineering 2012.)

Haastavissa työskentelyolosuhteissa asentajalla ei ole aina mahdollista vaihtaa työasentoon, joten työergonomian huomiointi ennakkosuunnittelussa korostuu. Mikäli raskaita nostoja ei ole mahdollista poistaa työnkuvasta, suunnittelussa tulee pohtia minkälaisilla rakenteellisilla suunnitteluratkaisuilla ja nostoapuvälineillä kuormitusta voidaan vähentää.

Ennakkosuunnittelussa tulee huomioida huolto- ja kunnossapitotöihin vaikuttavat ympäristötekijät, komponenttien sijoittelu, mitoitus ja säädettävyys, materiaalit ja muotoilu sekä työmenetelmät, työjärjestys, työasennot ja -välineet. (Elomatic consulting & engineering 2012).

Sopivalla valaistuksella, riittävällä määrällä jalansijoja ja tartuntaotteita voidaan vähentää riskejä loukkaantumisiin sekä parantaa ergonomista työskentelyä.

Kuvassa 12 esitetään ergonomiaan vaikuttavat asiat, jotka tulee huomioida ennakkosuunnittelussa.



Kuva 12. Ergonomiapainotteinen ennakkosuunnittelu. (Sairanen 2018)

Huoltotyöt täytyy olla mahdollisia suorittaa turvallisesti ja ergonomisesti sekä kunnossapitohenkilöillä täytyy olla mahdollisuus varmistaa työnsä asianmukainen laatu. Nostopisteitä tulee olla riittävästi Azipod[®]-yksikön sisällä sekä niiden sijoittelu ja käytettävyys on huomioitava myös vaakasuuntaisessa liikutuksessa ja huoltokuilusta nostettaessa. Etenkin raskaiden komponenttien nosto- ja siirtotyöt tulee ottaa osaksi etukäteissuunnittelua, lisätä osaksi suunnittelu-prosessia sekä lisätä seurantadokumentointiin, jotta ergonominen ja turvallinen työskentely voidaan varmistaa.

Hyvä työergonomia parantaa turvallisuutta, työtehoa sekä vähentää fyysistä ja psyykkistä kuormitusta. Hyvään työergonomiaan panostamalla voidaan vähentää myös syntyviä kustannuksia. (Työsuojelu 2017).

6.4 MockUp

Azipod® XO tuoteperheeseen kehitettävästä kääntölaitteesta rakennettiin puumalli, jonka avulla voitiin mallintaa propulsioyksikköön kulkevia huoltoreittejä sekä jäljitellä oikean kokoluokan rakenteita. Puumallin sisällä oli mahdollista kulkea, joten kulkureittejä ja tilantarvetta oli mahdollista testata käytännössä.

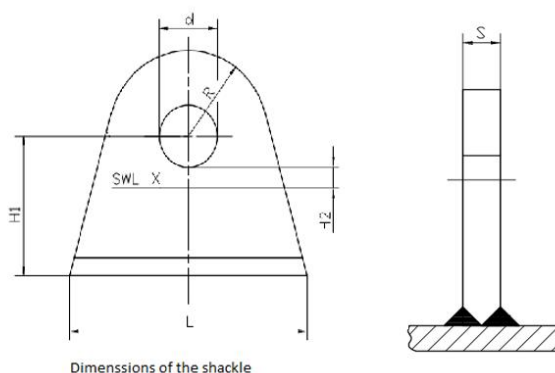


Kuva 13. Puumalli. (ABB 2018)

Puumallin esittelytilaisuudessa annettiin palautetta siitä, että neljän asentajan on mahdollista samanaikaisesti työskentelemään kääntölaitteen sisällä sekä väliaikaisten huoltoritilöiden ja valjaiden tilantarve on huomioitava laitteen lopullisessa rakenteessa. Kylmäilmakanavan tila oli kapea, mutta siellä oli kuitenkin mahdollista kulkea. Kuumailmakanavan koko oli optimaalinen. Puumallissa kanavien seinämät olivat sileät ja samaa toivottiin myös lopulliseen tuotteeseen, sillä ahtaissa tiloissa valjaiden kanssa liikuttaessa takertumisriski on suuri. Puumallista tulleen palautteen perusteella oli mahdollista parantaa tuotteen muotoilua, turvallisuutta ja käytännöllisyyttä niiltä osin, missä havaittiin puutteita.

6.5 Nostokorvakkeet

Nostokorvakkeet ovat propulsioyksikön rakenteisiin kiinnitettäviä lenkkimäisiä ulokkeita, joita käytetään putoamissuojainten kiinnitykseen työskentelyssä, evakuoinnissa tai raskaiden komponenttien ja työkalujen siirroissa. Azipod[®] tuotannossa ja teollisuudessa nostolenkkejä käytetään kevyiden taakkojen siirtelyistä aina kymmenen tonnin painoisien yksiköiden siirtoihin, joten niiden oikeanlainen mitoitus on turvallisuuden vuoksi erittäin tärkeää. Nostokorvakkeiden käyttö vähentää myös epäergonomisia käsinostoja propulsioyksikön sisällä. Tällä hetkellä propulsiolaitteen nostopisteet on mitoitettu haalausvarmuuksilla ja ne ovat tarkoitettu käytettäväksi raskaiden komponenttien siirtoihin. Opinnäytetyössä perehdymme uudentyyppisten nostokorvakkeiden suunnitteluun ja mitoitukseen, joita voidaan käyttää komponenttinostojen lisäksi myös henkilösiirroissa.



Kuva 14. Nostokorvakkeen piirustus. (ABB 2018)

6.5.1 Nostokorvakkeen suunnittelu

Nostopisteiden suunnittelussa sovelletaan konedirektiiviin olemassa olevia standardeja. Mikäli nostopisteelle ei löydy täysin vastaavaa standardia, sovelletaan lähimpänä olevaa tai vaihtoehtoisesti useampaa standardia. Suunniteltaessa nostopisteitä henkilö- ja komponenttinostoihin, sovelletaan vähintään kahta eri standardia. Käytettäessä useampia standardeja, sovelletaan tiukemmat vaatimukset asettavaa standardia. Mikäli kahden eri standardin turvakertoimet poikkeavat toisistaan, sovelletaan tiukemman standardin mukaisia turvakertoimia. Tällä menettelyllä varmistetaan rakenteen riittävä kuormankesto ja turvallisuus.

Nostokorvakkeiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon niihin kohdistuvat rasitukset. Konedirektiivi 2006/42/EY määrittää käytettävät varmuuskertoimet mitoitettavalle rakenteelle sekä vaatimukset mekaanisen lujuuden varmistamiseksi. Konedirektiivi 2006/42/EY määrittää luvussa 4.1.2.3 mekaanisesta lujuudesta seuraavasti:

”Koneen, nostoapuvälineiden ja niiden komponenttien on kestävä niihin käytön aikana ja mahdollisesti myös, kun niitä ei käytetä, kohdistuvat kuormitukset, ennakoituissa asennus- ja toimintaolosuhteissa ja kaikissa asiaankuuluvissa kokoonpanoissa ottaen tarvittaessa huomioon ilmastolliset tekijät ja henkilöiden aiheuttamat voimat. Tämän vaatimuksen on täytyttävä myös kuljetuksen, kokoonpanon ja purkamisen aikana.”

Konedirektiivin mukaan laite on suunniteltava siten, että voidaan estää materiaalin väsymisestä ja kulumisesta aiheutuvat vauriot sekä huomioidaan käyttöympäristö ja sen kohdistamat rasitukset, kuten korroosio, iskut, kuluminen, väsyminen, hauraus, mahdolliset lämpörasitukset sekä vanheneminen. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400, 14. §.)

6.5.2 Nostokorvakkeiden mitoitus

Nostokorvakkeen mitoitukseen käytetään Excel-laskentapohjaa, joka perustuu Offshore-standardiin, DNV-OS-H205. Standardi on hyväksytty huhtikuussa 2018. Excel-laskentapohja toimii esisuunnittelun työkaluna ja sillä voidaan haarukoida eri tekijöiden vaikutuksia nostopisteiden mitoituksessa. Olemassa olevien laskukaavojen käytön etuina voidaan mainita ajansäästö sekä käytön helppous, sillä jokaista työvaihetta ei tarvitse tehdä alusta asti. Nostokorvakkeiden mitoituksella varmistetaan suunniteltavien rakenteiden kestävyys sekä muodon ja materiaalin optimointi.

Kun nostopisteiden materiaaliksi valitaan tuotteen runkomateriaali, on se valmistusteknisesti yksinkertaisin ja kustannustehokkain vaihtoehto. Materiaalia valittaessa tulee huomioida, että materiaali täyttää sille asetetut vaatimukset. Azipod[®]-propulsioyksikön rungon materiaalina käytetään laivanrakennuste-rästä, jonka etuina ovat taloudellisuus, lujuus sekä laskennallisesti helppo mitoitettavuus. (ABB 2018.)

Luokituslaitokset lajittelevat laivateräkset viiteen eri lujuusluokkaan materiaalin myötölujuuden perusteella. Laatuluokka valitaan luokituslaitoksen ohjeiden mukaisesti. (Zaharov 2017, 1).

Nostokorvakkeiden lujuusluokka on laivalaatu A. ABB:n vakionostokorvan materiaali mahdollistaa kapasiteetin noston myötörajojen suhteessa 1,5 kertaiseksi. Nostokorvakkeiden mitoituslaskenta perustuu luokituslaitoksen DNV OS-H-205 -ohjeisiin. Menetelmä täyttää GL Noble Denton 0027_ND Rev_10 22-jun-13 Guidelines for Marine Lifting and Lowering Operations vaatimukset. Kyseinen dokumentti on päivitetty ja korvattu standardilla DNVGL-ST-N001. (ABB 2018.)

FEM-laskennalla voidaan tarkastella maksimikuormitusten vaikutuksia ympäröivään rakenteeseen, laskea jännitykset ja siirtymät sekä varmentaa rakenteen kestävyys ja kantavuus. (Stressfield 2018).

Nostokorvan mitoituksessa tulee huomioida ulospäin suuntautuvan sivuvedon vaikutus. Luokituslaitos Det Norske Veritas suosittelee huomioimaan 5° sivuvetoon 14 % kapasiteettilisäyksen. Normaaleissa nostoissa, kuten asennuslohkoja siirrettäessä sivuvedon oletetaan olevan pieni. (ABB 2018.)

6.5.3 Nostokorvakkeen kiinnitys ja laadunvarmistus

Nostokorvake voidaan kiinnittää rakenteeseen hitsaamalla, tekemällä kierreikä tai käänteinen kierrerakenne, kuten kierretappi, johon nostokorvake kiinnitetään. Kiinnitystapaa valittaessa tulee huomioida nostopisteen käyttötarve. Mikäli valitaan rakenteesta irrotettavat nostokorvakkeet, on huomioitava, että mikäli ne poistetaan paikoiltaan, voivat ne jäädä asentamatta takaisin. Hitsatut kiinteät korvakkeet ovat yksinkertaisin vaihtoehto. (ABB 2018.)

Nostolenkkien kiinnitykseen vaaditaan hitsausluokka B, joka on tarkoitettu rakenteille, jotka altistuvat väsymiskuormitukselle tai haurausmurtumille. Hitsausauman riittävä kestävyys tulee varmistaa rikkomattomalla aineenkoetusmenetelmällä, kuten ultraäänitarkastuksella. Ultraäänitarkastuksessa nostolenkkien on läpäistävä tarkastus 100 %, joten hitsausauman on oltava tiivis ja kestävä. (ABB 2018.)



Kuva 15. Kiinteä hitsattu nostokorvake. (ABB 2018)

Kun nostokorvakkeet on hitsattu paikoilleen, voidaan niiden kestävyys varmistaa lisäksi kokeellisesti. Konedirektiivi määrittää staattisten ja dynaamisten kokeiden osalta luvussa 4.1.2.3 mekaaninen lujuus, seuraavasti:

”Kone ja nostoapuvälineet on suunniteltava ja rakennettava kestävästi staattisten kokeiden ylikuorma ilman pysyvää vauriota tai näkyvää vikaa. Lujuuslaskelmissa on otettava huomioon staattisen testin kertoimen arvot, jotka on valittu riittävän turvallisuustason varmistamiseksi.” (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400, 14. §).

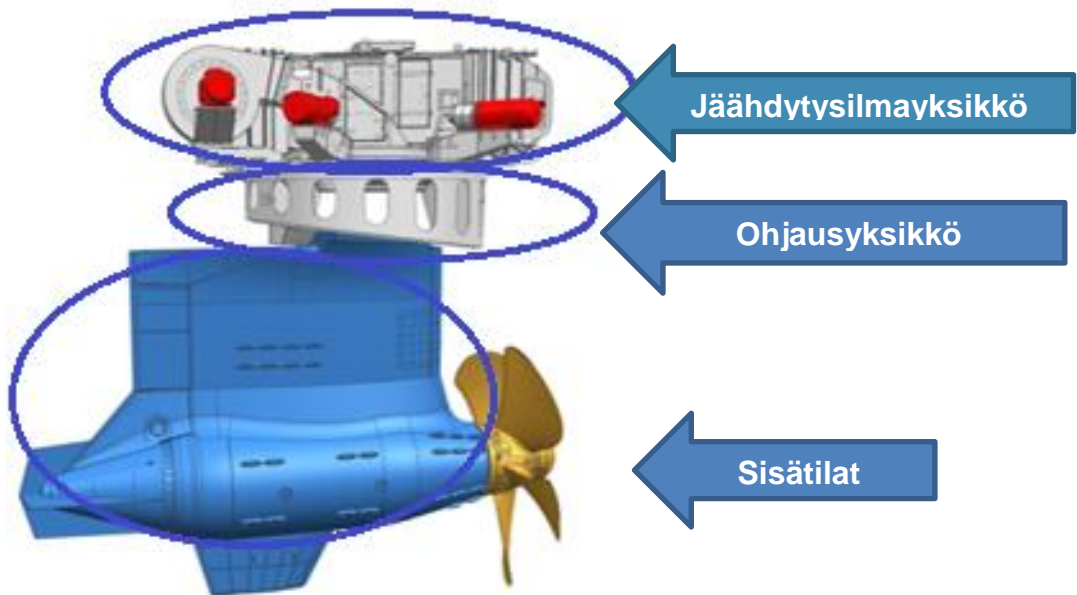
Henkilö- ja komponenttinosoihin tarkoitetuille kiinteille hitsatuille korvakkeille ei suoraan löydy vastaavaa standardia, joten niihin sovelletaan standardeja EN 795 sekä SIS-CEN_TS_16415_2013. Standardi EN 795 määrittää putoamissuojauksen sekä kiinnityslaitteet. Standardi ei koske hitsattavia, kiinteitä korvakkeita eikä kata kuin yhden henkilön kiinnittymiseen tarkoitettuja kiinnityspisteitä. Uudempi painos kyseisestä standardista EN 795 2012 määrittää staattiseksi kolmen minuutin testikuormaksi irrotettaville yhden henkilön henkilökiinnityspisteille 12 kN (0 / +1 kN). (ABB 2018.)

Koska nostokorvakkeet mitoitetaan kahden henkilön kiinnittymiseen, tarkastetaan ohjeistus standardista SIS-CEN_TS_16415_2013. Kyseinen standardi määrittää henkilökohtaisen putoamissuojauksen, ankkurointilaitteet ja suositukset laitteisiin, joita useampi henkilö käyttää samanaikaisesti. Standardissa määritellään vetokokeessa käytettäväksi staattiseksi 3 minuutin testikuormaksi irrotettaville yhden henkilön henkilökiinnityspisteelle 12 kN (-0 / +1 kN) + 1 kN per lisähenkilö. Kaksi henkilöä on 13 kN. (ABB 2018.)

Turvallisen käytön varmistamiseksi nostokorvakkeet merkitään stanssauksella eli muotoleikkauksella, joka tehdään nostokorvakkeen pintaan tai sen välittömään läheisyyteen. Stanssauksesta tulee käydä ilmi nostokorvakkeen SWL-luku eli Safe Working Load, joka ilmoittaa turvallisen käytön maksimikapasiteetin. Kun nostopiste mitoitetaan henkilö- ja komponenttinoistoille, merkitään stanssaukseen maksimipainoraja sekä henkilömäärä, joka on kyseisten nostokorvakkeiden tapauksessa 2hlö/300kg. On tärkeää, että stanssaus on selkeä ja helposti luettavissa. (ABB 2018.)

7 AZIPOD®-YKSIKÖSSÄ TYÖSKENTELY

Azipod®-propulsioyksikön sisätilat sekä ohjaus- ja jäähdytysilmayksikkö on luokiteltu suljetuiksi tiloiksi. Kyseisissä tiloissa on rajoitettu määrä kulkureittejä, rajallinen ilmanvaihto eikä tilaa ole suunniteltu jatkuvaan työskentelyyn, vaan välttämättömien toimenpiteiden suorittamiseen suunnitellusti ja valvotusti. (ABB 2018.)



Kuva 16. Suljetut tilat. (ABB 2018)

Propulsioyksikössä työskenneltäessä noudatetaan lippuvaltion lainsäädäntöä, ABB:n työohjeita sekä Euroopan työterveys- ja turvallisuusvirasto, OSHA:n laatimia standardeja turvalliseen työskentelyyn. ANSI standardi Z117.1-1989 määrittää turvallisuuden vähimmäisvaatimukset suljetuissa tiloissa. (ABB 2018.)

Laivatyöskentelyyn osallistuvilla henkilöillä tulee olla työskentelyyn liittyvät tiedot, asianmukainen koulutus, kulkuluvat, pätevyudet, hätätilannevalmius ja riittävä ammattitaito. Työntekijä voidaan määrätä suorittamaan lisäkurseja ja pätevyksiä työtehtävästä riippuen. (ABB 2018.)

7.1 Vaarat ja riskien arviointi

Azipod®-yksikön sisällä työskenneltäessä tyypillisimmät vaaran aiheuttajat ovat kuumuus, sähkö, ahtaus, takertuminen, koneet ja pumput, kaasut, happipitoisuuden riittävyys, räjähdykset sekä kemikaalit. Psykkisiä vaaran aiheuttajia ovat ahtaan paikan kammo ja veden alapuolella työskentely. Käytön aikana propulsiolaitteen sisään meneminen on ehdottomasti kielletty hengenvaaran vuoksi. Laite on tehtävä jännitteettömäksi ja varmistettava jännitteettömyys mittaamalla, jonka jälkeen tehdään suojamaadoitus turvallisen työskentelyn varmistamiseksi. Seuraavassa kappaleessa käydään läpi vaadittavat toimenpiteet ennen työskentelyn aloitusta. (ABB 2018.)

Kuvassa 17 esitetään fyysisten vaarojen aiheuttajat laitteen sisällä työskenneltäessä.



Kuva 17. Azipod®-yksikön fyysisten vaarojen aiheuttajat. (Sairanen 2018)

Koneiden ja apukoneiden osat voivat olla kuumia, joten niiden kanssa työskennellessä tulee olla varovainen. Propulsioyksikön sisälämpötila voi nousta käytön aikana jopa 75 °C, joten turvallinen työskentelylämpötila on varmistettava ennen töiden aloitusta. Ottaen huomioon propulsioyksikön sisällä tehtävät fyysisesti raskaat työt, myös työolosuhteet propulsioyksikön sisällä voivat olla haastavat kuumuuden ja lämpötilaerojen vuoksi. (ABB 2018.)

Suuret lämpötilaerot, kuten kuumat tilat ja kylmää hohkaavat pinnat, voivat aiheuttaa kehoon lihasjännityksiä ja kramppeja. Näiltä voidaan suojautua käyttämällä työssä eristävää suojamateriaalia, mikäli työskentely edellyttää esimerkiksi nojaamista kylmää hohkaaviin pintoihin. (ABB 2018.)

Suomen työsuojelulainsäädäntö ei ole asettanut raja-arvoja työskentelykohteen lämpöoloille. Kuumatyöksi määritellään työ, missä työskentelylämpötila ylittää +28 °C. Kuumatyössä työskentelevien henkilöiden tulee huolehtia riittävästä nesteytyksestä ja riittävästä työn tauottamisesta. Mikäli työkohteen lämpötila ylittää +33 °C, tulee työtä tauottaa 45 min välein ja tauon pituus tulee olla 10 – 15 min. Tätä kuumemmissa olosuhteissa vaaditaan erityisiä suojelutoimia. Liiallista lämmölle altistumista voidaan ehkäistä huolehtimalla riittävästä ilmanvaihdosta, lyhentämällä altistumisaikaa ja antamalla laitteen jäähtyä turvalliseen lämpötilaan. (Työsuojelu 2018.)

Vieraat esineet propulsioyksikön sisällä voivat aiheuttaa hengenvaaran, joten mukaan työskentelyyn tulee ottaa ainoastaan välttämättömät turvavarusteet ja työvälineet. Azipod®-yksikössä ei ole automaattista ilmanvaihtoa, joten riittävä hapensaanti sekä myrkytön työskentely-ympäristö on varmistettava esimerkiksi lisäpuhaltimen avulla. Propulsioyksikkö varustetaan tarvittavin varoituskyltein, jotka ilmoittavat vaarasta.



Kuva 18. Propulsioyksikössä käytettäviä varoituskylttejä. (ABB 2018)

Riskien arviointi suoritetaan aina ennen propulsioyksikköön menoa. Malli ABB:llä käytössä olevasta riskien arviointilomakkeesta, esitetään opinnäytetyön liitteenä. Riskien arviointi pisteytetään vaaran todennäköisyyden ja haittaluokan perusteella. Riskien arvioinnin kokonaispistemäärän perusteella määritellään, onko propulsioyksikköön turvallista mennä vai onko turvallisuutta parantavia toimenpiteitä tehtävä ennen työskentelyn aloitusta. Riskianalyysin avulla ehkäistään tapaturmia, vaaratilanteita ja vahingollisille työskentelyolosuhteille altistumista. (ABB 2018.)

7.2 Ennen työskentelyn aloitusta

Telakan turvallisuusvastaavaa, urakoitsijoita, aluksen turvallisuusvastaavaa ja konepäällikköä informoidaan työskentelyn aloituksesta. Ilmoitus tehdään myös komentosillalle ja pelastusryhmälle. Riittävällä kommunikaatiolla minimoidaan puutteellisesta tiedonkulusta aiheutuvat riskit ja vaaratilanteet. OSHA-standardien mukaan suljettujen tilojen työskentelyyn kuuluu sisälle menevät henkilöt, luukkuvahti, pelastustöihin koulutetut henkilöt ja töiden valvoja. Mikäli kaikkia edellä mainittuja henkilöitä ei ole, työlupaa ei voida myöntää. Ennen työskentelyn aloitusta käydään tarkastuslistan mukaiset toimenpiteet läpi. (ABB 2018.)

Lockout/Tagout of hydraulic, pneumatic and electrical switches and valves				
Protective earthing in place				
Fall protection equipment in use, retrieval equipment in place				
PPE (Harness, Lamp, Head protection, Gloves, Overall) properly worn				
Communication radios fully charged, tested and in use				
Emergency equipment available				
Steering gear and rotor locked to a fixed position				
Bridge and Rescue team notified				
Initial atmospheric testing accepted (CAU, POD)				

Kuva 19. Tarkastuslistan toimenpiteet. (ABB 2018)

Kytkimien ja venttiilien asennot on oltava asianmukaiset, tarvittavat lukitukset tehty ja suojamaadoitus varmistettu. Ennen työskentelyn aloitusta turvavälineiden ja valjaiden kunto varmistetaan. Valjaat on oltava riittävän tiukalla ja niiden viimeisin tarkastusajankohta varmistetaan valjaiden merkinnöistä. Karbiinihakojen lukitukset ja kypärävalon toiminta testataan ennen työskentelyn aloitusta. (ABB 2018.)

Turvavälineiden kuten kypärän, hansikkaiden ja työasun kunto tarkastetaan. Radiopuhelimien akut tulee olla ladattuna täyteen. Ennen propulsioyksikköön menoa tehdään radiopuhelimien testaus ja äänitarkastus. Pelastuspakkaus tulee olla välittömässä läheisyydessä. Kääntöyksikkö lukitaan paikoilleen ja akselijarru kytketään päälle. Komentosillalle ja pelastusryhmälle tehdään ilmoitus työskentelyn aloituksesta. (ABB 2018.)

Ilmanlaadun mittaus suoritetaan aina ennen Azipod[®]-yksikköön menoa jäähdytysilmayksiköstä ja huoltokuilusta. Mittauksilla varmistetaan, ettei työskenteleessä altistuta vaarallisille kaasuille tai hapettomalle tilalle. Erilaisten kaasujen sekoittuminen ja höyryt voivat olla hengenvaarallisia Azipod[®]-yksikön sisällä. (ABB 2018.)

Kaasumittaus suoritetaan laskemalla pallonmuotoinen anturipää Azipod[®]-yksikön yläpäähän, keskelle ja alas propulsioyksikön pohjalle. Kaasumittausarvot kirjataan ylös viralliseen dokumenttiin. Työskentelevällä henkilökunnalla tulee olla työskentelyn aikana kannettavat ilmanlaadun mittalaitteet, joilla varmistetaan turvallinen ilmanlaatu suljetuissa tiloissa. (ABB 2018.)

Substance	Acceptable limits
Oxygen (O ₂)	Greater than 19.5% and less than 23.5%
Flammability (LEL)	Less than 10% of Lower Explosive Limit (LEL)*
Carbon Monoxide (CO)	Less than 30 ppm**
Hydrogen Sulphide (H ₂ S)	Less than 10 ppm**
Other substances	Less than Permissible Exposure Limit (PEL)

*same as lower flammable limit (LFL)

**parts per million

Kuva 20. Ilmanlaadun raja-arvot. (ABB 2018)

Työskentelyn aikana mittalaitteen pallonmuotoinen anturipää on propulsioyksikön pohjalla, jolloin luukkuvahdi voi seurata propulsiolaitteen ulkopuolelta ilmanlaadun mittauservoja. Mikäli ilmanlaadun raja-arvot ylittyvät, työskentely on lopetettava, tehtävä ilmoitus työn valvojalle ja mietittävä ratkaisuja ilmanvaihdon parantamiseksi. Suljetuissa tiloissa työskentely on luvallista vain silloin, kun se voidaan osoittaa turvallisiksi. (ABB 2018.)

7.3 Työlupa

Euroopan työterveys- ja turvallisuusviraston, OSHA:n mukainen työlupa on työnantajan toimittama kirjallinen asiakirja, jolla seurataan ja valvotaan suljetuissa tiloissa tapahtuvaa työskentelyä. Työluvan myöntäminen vaatii tarkastuslistan läpikäynnin, jotta voidaan varmistua siitä, että kaikki tarpeellinen on huomioitu ennen suljettuihin tiloihin menoa. Mikäli työskentely vaatii tulityöluvan tai sisältää vaarallisia työmenetelmiä, täytyy kyseessä olevat toimenpiteet olla hyväksytyt ja liitetty suljettujen tilojen työlupaan ennen töiden aloitusta. (ABB 2018.)

Työlupa täytetään aluksen nimi, työn kohde ja sijainti, työskentelyn syy, päiväys ja kellonaika sekä työluvan aloitus- ja päättymisaika. Työlupa täytetään sisään menevien henkilöiden, luukkuvahdin, valvojan ja pelastustiimin jäsenten nimet. Työlupaa varten käydään läpi tarkastuslista, jonka tarkastuskohdetteet näkyvät alla olevassa kuvassa. Turvallisuusvastaava, kuten aluksen konepäällikkö tai telakan Site Manager myöntää työluvan, kun tarkastuslista ja ilmanlaadun mittaukset on hyväksytyt. (ABB 2018.)

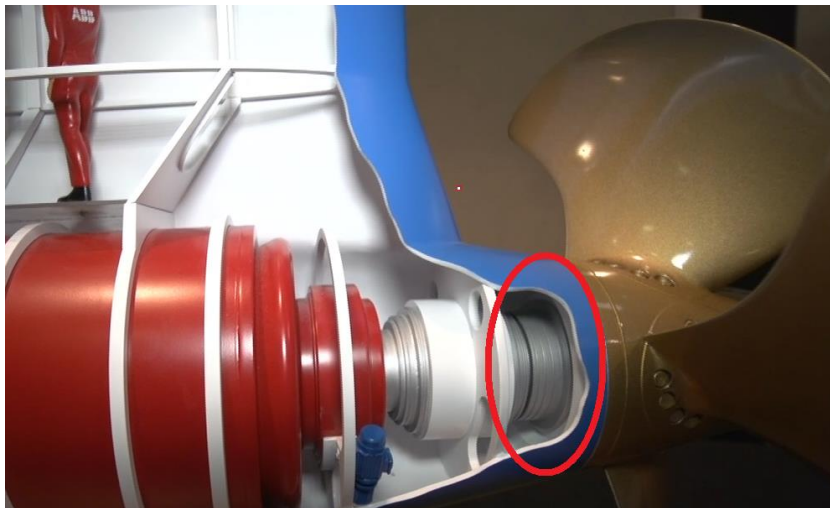
7.4 Työskentely

Azipod[®]-yksikön sisälle menevät työntekijät täyttävät sisäänkäyntilistaan nimensä ja kellonajan mennessään sisään yksikköön. Lista täytetään myös työskentelyssä käytettävät työkalut ja laitteet. Työskentelyn päättyessä työntekijät kuittaavat poistumislistaan nimensä ja varmistavat, että kaikki työkalut on tuotu ulos propulsioyksiköstä. (ABB 2018.)

Työskentelyn aikana luukkumies on työskentelyn ajan Azipod[®]-yksikön ulkopuolella ja hänellä on radiopuhelinyhteys yksikön sisällä työskenteleviin henkilöihin. Ilman luukkuvahdia Azipod[®]-yksikössä työskentely on ehdottomasti kielletty. Propulsioyksikkö apulaitteineen täytyy olla pois kytkettynä sähköverkosta asennustöiden, huollon tai käyttöönoton aikana. Testauksia suoritettaessa apusähkö on oltava joskus kytkettynä, joten silloin noudatetaan erityistä varovaisuutta sekä testauksiin tarkoitettuja menetelmiä ja ohjeistusta. (ABB 2018.)

Työskenneltäessä interspace-vältilassa, molempien puolien huoltoluukut on pidettävä auki. Jos työskentelevä henkilö on kykenemätön poistumaan itse propulsioyksiköstä, apua on mahdollista antaa toisen, vapaana olevan huoltoluukun kautta. Valjaiden käyttö Interspace-vältilassa on edellytys pelastusoperaation onnistumiselle. (ABB 2018.)

Työskentelyn päättymisestä ilmoitetaan kaikille, joille ilmoitettiin työskentelyn aloituksesta. Työskentely päättyy työlupa-ajan kirjattuna ajankohtana tai aikaisemmin, mikäli työ valmistuu aiemmin. Suljetuissa tiloissa työskennellään vain se aika, mikä työn kannalta on välttämätöntä. (ABB 2018.)



Kuva 21. Interspace. (ABB 2018)

Aluksen ollessa merellä Azipod[®]-yksikköön menemistä on vältettävä. Propulsioyksikössä työskentely on sallittu ainoastaan, kun se on maadoitettu ja jännitteetön. Meriolosuhteissa propulsioyksikköön meneminen täytyy suorittaa hyvin harkitusti ja ainoastaan välttämättömissä hätätilanteissa. Ennen yksikköön menoa on suoritettava riskien arviointi, jossa arvioidaan yksikön ohjaus suhteessa veden virtaussuuntaan, aaltoihin sekä merivirtaukseen, jotta virtaus ei pyöritä akselia holtittomasti. (ABB 2018.)

7.5 Turvavarusteet ja työvälineet

Henkilösuojainten tarve määritellään sen mukaan, minkälainen työtehtävä on kyseessä sekä millaisille vaaroille työntekijä altistuu. Propulsioyksikössä turvallisen työskentelyn edellytyksenä on hyvin istuva, puhdas työasu, kypärä tai kolhulakki, kypärään kiinnitettävä kiinteä lisävalo, suojalasit, kuulosuojaimet, työkasineet, työjalkineet, radiopuhelimet, kaasumittauslaitteet ja putoamissuojaus. Suljetuissa tiloissa käytetään sinne suunniteltua kypärää, jonka leuka- hihna on suunniteltu avautumaan, mikäli kypärä takertuu propulsioyksikön rakenteisiin. (ABB 2018.)

Hitsaustöissä käytetään hitsausmaskia ja hitsaustöihin kuuluvaa suojavaarustusta. Ilmanlaatua heikentävien töiden, kuten liuottimilla suoritettavien puhdistustöiden tekemiseen työntekijöille tulee järjestää paineilmatoimiset hengityslaitteet, joiden avulla taataan työntekijälle puhtaan hengitysilman saanti. Valjaiden käyttö on turvallisen työskentelyn edellytyksenä. Mikäli henkilö menettää toimintakykynsä propulsioyksikön sisällä, hänet on mahdollista siirtää ulos valjaiden avulla. (ABB 2018.)

Propulsioyksikön sisällä käytettäviä työkaluja ovat hitsauskoneet, laikkakoneet, porakoneet, bondaus- eli liitostyökalut sekä akkukäyttöiset työkalut. Työkalujen käyttöä varten käytetään voimavirtaa, verkkovirtajännitettä ja osa työkaluista toimii akkukäyttöisesti, mikä on turvallisin vaihtoehto. Mitä enemmän työvaiheita tehdään akkukäyttöisten työkalujen avulla, sitä vähemmän työvaiheissa esiintyy turvallisuusriskejä. (ABB 2018.)

Standardi EN365+ AC määrittelee yleiset vähimmäisvaatimukset putoamissuojaimille, niiden käyttöohjeille, kunnossapidolle, määräaikaistarkastuksille, korjaustoimenpiteille, tarvittaville merkinnöille ja pakkaamiselle. Putoamissuojainten tulee olla tarkastettu, testattu ja kalibroitu vähintään kerran vuodessa valtuutetun henkilön toimesta. Testauksen dokumentointia varten on lomake, josta käy ilmi testattavan/ tarkastettavan/ kalibroitavan materiaalin tai laitteen päivämäärä sekä yrityksen ja tarkastajan nimi. Putoamissuojaimet tulee olla CE-merkittyjä. (SFS-EN 365 + AC. 2008.)

Standardi EN795 määrittää vaatimukset ja testaukset rakenteesta irrotettaville, yhden käyttäjän kiinnityslaitteiden suojauskyvylle. Standardi sisältää vaatimukset tarvittavista merkinnöistä sekä asennus- ja käyttöohjeista.

(SFS-EN 795. 2015.)

Standardi EN363 sisältää tietoa putoamissuojainten ominaisuuksista, tyypeistä ja kokoamisesta. (SFS-EN 363. 2009).

7.6 Henkilönostot

Henkilönostojen onnistumisen edellytyksenä on turvavaljaiden käyttö, sillä turvavaljaiden pukeminen tajuttomalle henkilölle ahtaissa tiloissa voi olla lähes mahdotonta. Ennen tajuttoman potilaan siirtoa asetetaan kaularangan tuki stabilisoimaan kaulan optimaalista asentoa. Kaularangan tuki estää pään tahattoman retkahtelun potilassiirrossa sekä turvaa hengitystiet. Potilaalla tulee olla kypärä tai kolhulakki, joka suojaa päätä siihen kohdistuvilta iskuilta. Kengät voi riisua pelastettavalta henkilöltä. Nostoapuvälineet kiinnitetään evakuoitavalle henkilölle ennen potilassiirron aloitusta. (ABB 2018.)



Kuva 22. Henkilönoston havainnollistaminen. (ABB 2018)

Propulsioyksikön sisällä olevan pelastajan vastuulla on pelastusoperaation ohjaaminen ja valvonta. Hän antaa käskyn pelastustiimille potilassiirron aloittamisesta. Pelastaja arvioi evakuoinnin kiireellisyyden sekä pitää yhteyttä propulsioyksikön ulkopuolelle potilaan tilasta ja pelastusoperaation etenemisestä. Pelastettavaa tulee tukea siirron aikana ja pyrkiä ehkäisemään lisävammojen syntyminen. Kriittisimmät alueet ovat kaula ja pää. Kuljetuksen aikana on varmistettava, että potilaan hengitystiet pysyvät avoimina. Kuljetusnopeutta valvotaan takertumisen ehkäisemiseksi. Yhden pelastajan tulee liikkua pelastettavan henkilön välittömässä läheisyydessä tukien potilassiirtoa. (ABB 2018.)

Kun pelastettava henkilö on saatu nostettua ulos propulsioyksiköstä, tulee hänet siirtää turvalliseen paikkaan. Jatkohoitoa varten annetaan raportti hätätilanteesta sekä potilaan tiedot. Pelastajien vastuu potilaasta loppuu, kun seuraava hoidosta vastaava taho antaa siitä ilmoituksen. Pelastusoperaation jälkeen tehdään kenttäarviointi, jossa arvioidaan pelastajien psyykinen tila operaation jälkeen sekä huolehditaan pelastusvarusteiden asianmukaisesta huollosta. (ABB 2018.)

7.7 ABB varustelaatikko

ABB varustelaatikko on suunniteltu alukseen, joka on varustettu Azipod®-järjestelmällä. Varustelaatikko sisältää ensiapupakkauksen, varustekassin päivittäiseen työskentelyyn, pelastuspakkauksen, alkuperäiset englanninkieliset asiakirjat, ilmanlaadun turvalaitteiden sertifikaatin suoritetuista kalibroinneista ja Azipod® Safety Module-käyttöohjeen. Mikäli aluksella on useampia propulsioyksiköitä, jokainen yksikkö tulisi varustaa omalla pakkauksellaan. (ABB 2018.)

Varustelaatikossa oleva pelastuspakkaus sisältää henkilökohtaiset turvavarusteet yhdelle pelastajalle sekä nostoon tarvittavat varusteet yhdelle pelastettavalle henkilölle. Turvallisuuspakkaus on suunniteltu henkilön evakuointiin propulsioyksikön sisältä. (ABB 2018.)

Varusteiden kunnan tarkastus tulee tehdä vuoden välein. Mittalaitteiden kalibrointi suoritetaan kerran vuodessa valtuutetun henkilön toimesta. Pelastuspakkaus on ainoastaan hätätilanteiden varalle eikä sitä tule käyttää päivittäisessä työskentelyssä. Kaikki henkilökohtaiset turvavarusteet (PPE), jotka ovat käytössä Azipod® turvapakkauksessa, täyttävät Eurooppalaiset Standardit henkilökohtaisille turvavarusteille, jotka ovat määritetty EU direktiivissä 89/686/EEC. (ABB 2018.)



Kuva 23. Varustelaatikko. (ABB 2018)

ABB:n varustelaatikkoon on myös saatavana lisävarusteena hengitysvarustepakkaus. Hengitysvarustepakkaus sisältää ilmanlaadun mittalaitteen, kaksi kannettavaa ilmanlaadun mittalaitetta, kaksi hätäpoistumismaskia ja säilytyslaatikon kyseisille varusteille. Mittalaitteet ovat CE-merkittyjä. Ilmanlaadun mittalaite kaasujentunnistimella on varustettu pumpulla sekä 7,5 metrin letkulla. Mittalaitteella suoritetaan mittaukset ennen Azipod®-yksikön sisään menoa. (ABB 2018.)



Kuva 24. Kiinteä ilmanlaadun mittalaite, mitta-anturi ja kannettavat laitteet. (ABB 2018)

Ilmanlaadunmittauksella varmistetaan riittävä happipitoisuus ja myrkytön työskentelyilma ennen propulsioyksikköön menoa. Mittaukset suoritetaan eri korkeuksilta sen vuoksi, koska osa myrkyllisistä, vaarallisista ja palavista kaasuista on hengitysilmaa raskaampia ja toiset taas kevyempiä. Mittauksilla pyritään poissulkemaan työntekijöiden altistuminen vaarallisille kaasuille tai hapetomalle tilalle. (ABB 2018.)

Erityisesti hiilimonoksidi eli häkä on erittäin helposti syttyvä, hajuton, väritön ja erittäin myrkyllinen kaasu. Kun häkä siirtyy hengityksen kautta verenkiertoon, aiheuttaa se nopeasti hapenpuutteen elimistössä sitoutumalla hemoglobiinin rautaioneihin. Tästä seuraa häkämyrkytys, joka voi olla tappava, joten potilas on saatava mahdollisimman nopeasti raittiiseen ilmaan ja jatkohoitoon. (Detector 2018.)

Kun ilmanlaadunmittauksella on varmistettu, että ilmanlaatu on turvallisella tasolla, varustetaan yksikön sisällä työskentelevät henkilöt kannettavilla ilmanlaadun mittalaitteilla. Kannettavat ilmanlaadun mittalaitteet on oltava sisään menevän henkilön välittömässä läheisyydessä työskentelyn aikana ja mittalaitteen putoaminen on estettävä. Mikäli työskentelyn aikana ilmanlaatu muuttuu haitalliselle tai vaaralliselle tasolle, laite varoittaa hälytysäänellä. Ilmanlaatua voidaan lisäksi tarkkailla kiinteällä ilmanlaadun mittalaitteella työskentelyn aikana, jolloin kiinteän ilmanlaadun mittalaitteen anturipää on propulsioyksikön pohjalla ja luukkumies tarkkailee propulsioyksikön ulkopuolelta ilmanlaadun arvoja. (ABB 2018.)

Hengitysvarustepakkaukseen kuuluu kaksi hätäpoistumishuppua. Hätäpoistumishuput kuuluvat MED-direktiivin alaisuuteen 2014/90/EU ja niissä on vaatimuksenmukaisuuden todentamiseksi ruorimerkintä. (Euroopan Unioni. 2018b.)



Kuva 25. Hätäpoistumishuput. (ABB 2018)

Kuvassa 26 esitetään hätäpoistumishupujen ruorimerkintä, joka takaa varusteiden vaatimuksenmukaisuuden.



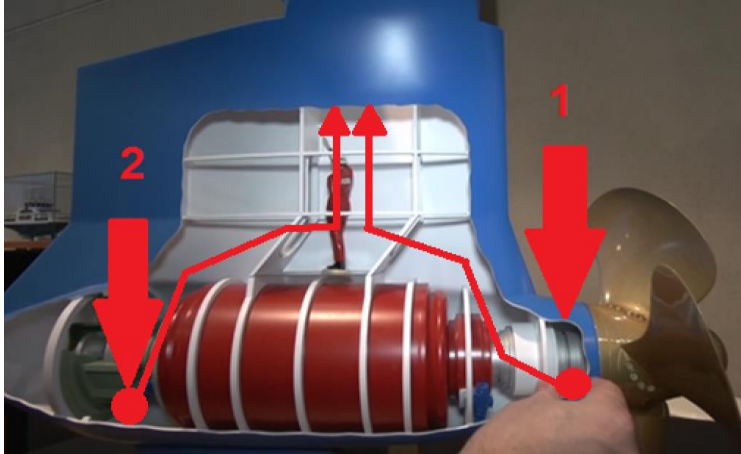
Kuva 26. Hätäpoistumishupun merkinnät. (Sairanen 2018)

Hätäpoistumishuput on tarkoitettu hätäpoistumiseen propulsioyksiköstä, mikäli ilmanlaatu on haitallisella tai vaarallisella tasolla. Hätäpoistumishuput mahdollistavat hengitysilman riittävyuden hätäpoistumisen ajaksi ja niistä riittää hengitysilmaa 15 minuutiksi. Hengitystaajuuden tihentyminen tai hidastuminen ei vaikuta hapen riittoisuuteen. (ABB 2018.)

8 PELASTUSHARJOITUS

Pelastusharjoitus toteutettiin yhteisharjoituksena ABB:n ja Helsingin pelastuslaitoksen pelastustehtäviin erikoistuneiden palomiesten kanssa. Pelastusharjoituksen tarkoituksena oli toteuttaa pelastustoimet propulsioyksikön DE- ja NDE-puolelta ja testata, kuinka nyky menetelmiä hyödyntäen evakuointi onnistuu propulsioyksikön sisältä. Harjoituksessa käytettiin koulutuskaluston pelastusnukkea.

Kuvassa 27 esitetään pelastusnuken sijainti pelastusharjoituksessa. Harjoituksen ensimmäisessä vaiheessa, kuvan kohdassa 1, nukke oli propulsioyksikön DE-pään Interspace-välitilassa. Harjoituksen toisessa vaiheessa nukke oli sijoitettu NDE-puolelle, propulsioyksikön pohjalle kohtaan 2. Kuvaan on merkitty punaisilla suuntaviivoilla harjoituksessa käytetyt pelastusreitit.



Kuva 27. Pelastusnuken paikat. (ABB 2018)

Harjoituksen lopuksi tehtiin yhteenveto esille nousseista kehitysideoista, joita voidaan hyödyntää tuotekehityksessä, jotta pelastusoperaatio saadaan mahdollisimman tehokkaaksi. Pelastusharjoituksessa ei käytetty ABB:n pelastuspakkausta. Oikeassa hätätilanteessa pakkaus tulee olla välittömässä läheisyydessä ja pelastusryhmällä tarvittavat valmiudet pelastusoperaatioon ja varusteiden käyttöön.

8.1 DE-puolen harjoitus

Harjoitus alkoi pelastajien mennessä sisälle Azipod®-yksikköön. 15 minuutin kuluttua harjoituksen alkamisesta, pelastajat olivat interspacen huoltoluukun luona, joka oli valmiiksi avattu. Nukke sijaitsi interspace-välitilassa. Nuken siirto aloitettiin kahden pelastajan voimin. Toinen pelastaja oli interspace-välitilassa auttaen nuken siirrossa, kun toinen pelastaja veti luukusta pelastusnukea ulos. Kun nuken pää oli saatu ulos välitilasta, nuken jalat takertuivat harjoituksessa huoltoluukun kohdalle. Tämä on huomioitava oikeassa hätätilanteessa, sillä takertuminen aiheuttaa lisävammautumisen vaaran.

Sivuttaissuuntaisen kuljetuksen jälkeen pelastusnukke tuotiin akselin päälle. Käyttöön vaihdettiin pidemmät taljat ja aloitettiin pystynosto. Tehokkain tekniikka pelastusnuken kuljetukseen oli se, että yksi pelastajista kulki pelastusnuken yläpuolella välittömässä läheisyydessä ja luukkumies toimii ohjaavana apuna nostossa. Pystynoston aikana oli huomioitava, ettei pelastusnukke osu tai takerru teräviin reunoihin. Taljanostoa operoitiin kuilun yläpäästä samalla, kun toinen pelastaja nousi kuilusta pelastusnuken rinnalla tukien nukkea nostossa. Lopulta pelastusnukke saatiin ulos propulsioyksikön sisältä.

8.2 NDE-puolen harjoitus

NDE-puolen harjoituksen alussa käytiin pelastussuunnitelma läpi. Harjoitus oli tarkoitus suorittaa siten, että pitkä talja asennetaan Azipod[®]-yksikön yläpuolella sijaitsevaan kiinnityskoukkuun, jonka jälkeen lähdetään laskeutumaan huoltokuilua pitkin alas. Propulsioyksikön pohjalta lähdetään liikkumaan sivuttaissuunnassa kohti NDE-puolen päätyä ja paikannetaan pelastusnukke. Tämän jälkeen kiinnitetään lyhyt talja propulsioyksikön rakenteisiin, taljassa oleva koukku pelastusnuken valjaisiin ja aloitetaan nuken siirto.

Evakuoinnissa kaksi pelastajaa ohjaa pelastusnuken siirtoa ja kolmas pelastaja ohjaa taljatyöskentelyä ja avustaa nostossa. Kun pelastusnukke tuodaan huoltokuilun alle, vaihdetaan pitkä talja käyttöön ja aloitetaan nosto. Harjoitus aloitettiin ja nukke löydettiin NDE-puolen päädyistä, osittain pumpun alta.

Pelastusnukke siirrettiin pumpun alta vetämällä käsivoimin nuken päälle pue-tuista valjaista. Pelastustyö oli fyysisesti raskasta, koska pelastusnukkea oli vaikea liikuttaa haastavissa olosuhteissa. Sopivan nostoasennon löytäminen oli yksi pelastustöiden haasteista ahtaissa ja vaikeakulkuisissa rakenteissa. Sivuttaissuuntaisessa kuljetuksessa karbiinihaan paikkaa oli vaihdettava säännöllisesti, jotta noston tukipistettä ja nostokulmaa pystyttiin muuttamaan. Pelastusnukkea piti työntää osan matkaa käsivoimin eteenpäin. Tämä edellytti pelastajilta riittävää fyysistä voimaa.

Tajutonta uhria liikuttaessa on otettava huomioon uhrin jatkuva tuennan tarve. Lisävahinkojen syntyminen on pyrittävä minimoimaan siirto-ope-roinnissa. Jarrulevyn hampaat aiheuttivat takertumisriskin, joten hampaiden päälle asetettiin joustava levy. Kiilaamalla levy hampaiden ja nuken väliin saatiin nukke liu'utettua terävien kulmien yli. Kun nukke oli saatu keskikuilun kohdalle, aloitettiin pystynoston valmistelu. Pelastusnuken nosto ylös huoltokuilusta suoritettiin pitkää taljaa käyttämällä ja pelastusnukke saatiin ulos propulsioyksikön sisältä.

8.3 Harjoituksen yhteenveto

Harjoituksen jälkeen käytiin yhteenveto harjoituksesta ja harjoituksen aikana syntyneistä kehitysehdotuksista. Harjoituksessa havaittiin, että suurimpia riskitekijöitä pelastusharjoituksessa olivat terävät kulmat, tilojen ahtaus, takertuminen ja niistä aiheutuvat lisävammat. Taljan käyttö oli edellytyksenä pelastustöiden onnistumiselle, joten evakuoitavalla henkilöllä täytyy olla valjaat propulsioyksikön sisällä.

Harjoituksessa pelastajat olivat valmiina propulsioyksikön luona harjoituksen alkaessa. Pelastusharjoitukseen osallistui pelastustehtäviin erikoistunut palomies, jota ei todellisessa hätätilanteessa laivoolosuhteissa ole saatavilla, vaan evakuointi on kyettävä tekemään oman henkilökunnan voimin. Todellisessa hätätilanteessa evakuointi tulee kestämään kauemmin kuin harjoitusolosuhteissa. Todellisessa hätätilanteessa, esimerkiksi sairaskohtauksen tapahtuessa välitön ensiapu pyritään antamaan henkilölle propulsioyksikön sisällä. Evakuointitoimenpiteet propulsioyksiköstä aloitetaan ensiaputoimien jälkeen.

Propulsioyksikön rakennemuutoksilla voidaan nopeuttaa evakuoinnin suorittamista. Rakennemuutokset turvallisuuden parantamiseksi esitetään otsikon 9.6 propulsioyksikön rakenteet alla.

9 TURVALLISUUDEN PARANTAMINEN

Tutkimuksen kautta esille nousi ABB Marinen sisäisiä toimintamalleja sekä propulsioyksikön teknisiä kohteita, jotka huomioimalla voidaan turvallisuuspainotteista suunnittelutyötä kehittää entistä paremmaksi. Turvallisuuspainotteiseen etukäteissuunnitteluun panostaminen projektin alkuvaiheessa on ensiarvoisen tärkeää, sillä se on suoraan verrannollista laitteen käyttöön sekä huolto- ja kunnossapitotöihin. Konkreettiset muutokset mahdollistavat pienemmät kustannukset, kun ajankäyttöä voidaan tehostaa ja kohdentaa niitä vaativiin kohteisiin.

Ottamalla turvallisuusasiat kokonaisvaltaisesti huomioon ja tekemällä niistä yhteinen tavoite, voidaan saavuttaa entistä korkeampi turvallisuustaso suunnittelu- ja tuotekehitystyössä. Alla olevissa kappaleissa käydään läpi tutkimuksen avulla löydettyjä ratkaisuja turvallisuuden parantamiseksi.

9.1 Turvallisuuspäivä

Yksi opinnäytetyön tavoitteista oli sisäiseen innovaatioon kannustaminen ja kiinnostuksen herättäminen turvallisuusasioista. ABB:n turvallisuusviikolla järjestettiin ensimmäistä kertaa R&D osaston tapahtuma, jonka teemana oli turvallisuuspainotteinen suunnittelu. Tapahtuma järjestettiin osana opinnäytetyötä, jossa esiteltiin suunnittelu- ja tuotekehityksen saavutuksia sekä pelastusharjoituksesta kuvattu video. Video havainnollisti, kuinka pelastusharjoitus toteutettiin propulsioyksikön rakenteissa ja haastavissa olosuhteissa. Tapahtumassa läsnäolijoille kerrottiin, minkälaisia kehitysehdotuksia pelastusharjoituksessa nousi esille sekä näytettiin, kuinka tuotekehitys on reagoinut niihin. Turvallisuuspäivänä esittelytilaan oli tuotu ABB:n pelastuspakkaus, jonka sisältö, tarvikelista ja ohjeet olivat nähtävissä. Pelastuspakkauksen varusteiden yhteyteen oli lisätty varusteiden nimet ja lyhyt selostus käyttötarkoituksesta. Turvallisuuspakkauksen laitteiden oikeaoppinen käyttö ja työskentelevien henkilöiden riittävä osaaminen nousivat keskustelunaiheeksi.

Kuvassa 28 esitetään turvallisuuspäivänä esittelyssä olleita tarvikkeita hätätilanteen varalle.



Kuva 28. Ensiapupakkaus ja Safety Module tarvikkeineen. (Sairanen 2018)

Turvallisuuspäivänä vierailijat pääsivät tutustumaan, minkälaisia turvavarusteita varustelaatikkoon voidaan tulevaisuudessa sisällyttää. Potilaan evakuointiin ja rangan tukemiseen tarkoitettu rankalauta, valjaat sekä muut turvavarusteet oli tuotu tapahtuman ajaksi esittelyyn, jotta vierailijat pääsivät kokeilemaan miltä varusteet tuntuvat päälle puettuina.

Tapahtumaan oli kerätty kuvia jäähdytysilmayksikön puumallin rakennusvaiheista ja esittelytilaisuudesta. Kuvat havainnollistivat, miten puumalli on rakennettu ja kuinka sen rakenteissa liikkuminen onnistui. Turvallisuuspäivää varten oli tehty myös kansioita, joihin oli koottu yksityiskohtainen tieto jäähdytysilmayksiköstä ja puumallista sekä piirustukset ja tekniset tiedot, mikäli aiheeseen halusi syventyä tarkemmin.

Turvallisuuspäivän tarkoituksena oli mahdollistaa monen eri osaston tutustuminen R&D osaston turvallisuuspäivän ohjelmaan ja turvallisuuspainotteiseen suunnitteluun. Esittelytilan ulkopuolelle oli tuotu pelastuskoulutuksissa käytettävä pelastusnukke, joka oli puettu turvavarusteisiin. Pelastusnuken tarkoituksena oli lisätä kiinnostusta tapahtumasta sekä havainnollistaa mitä kokoluokkaa pelastettava henkilö on ja miltä turvavarusteet näyttäivät päälle puettuina.



Kuva 29. Pelastusnukke Marine Housen aulassa. (Sairanen 2018)

9.2 Turvallisuuspäivän palaute

Tapahtumassa kerättiin palautetta vierailijoilta ja palautelomakkeita täytettiin yhteensä 25 kappaletta. Lomakkeessa kysyttiin vierailijoilta, kuinka paljon kyseinen tilaisuus lisäsi tietoutta turvallisuusasioista, kuinka hyvin suunnittelu- ja tuotekehitys on onnistunut toteuttamaan turvallisuuspainotteista suunnittelua ja mihin asioihin tulevaisuudessa tulisi kiinnittää huomioita. Palautteessa sai kommentoida vapaasti tilaisuutta ja tuoda esiin omia havaintoja ja mielipiteitä. Palautteen kerääminen turvallisuuspäivänä oli tärkeä osa turvallisuuspäivän ohjelmaa, sillä se antoi tuotekehitykselle tärkeää tietoa turvallisuuspainotteisen suunnittelun merkityksestä muiden osastojen näkökulmasta. Palautteiden pohjalta laadittiin yhteenveto, jonka kautta saatiin tietoa, mihin tuotekehitystyössä tulee reagoida ja kuinka sitä tulisi kehittää. Turvallisuuspäivää varten laadittu palautelomake löytyy liitteenä opinnäytetyön lopusta.

Turvallisuuspäivän palautteen perusteella turvallisuuspäivänä esitetty pelastusvideo koettiin erittäin hyödylliseksi, sillä video havainnollisti pelastamisen haastavuutta. Pelastusvideo lisäsi ymmärrystä pelastusoperaation menevästä ajasta ja käytettävistä menetelmistä. Kritiikkinä mainittiin, että videolla näkyvä harjoitus toimi ainoastaan kokeiluna ja optimisuoritteet jäivät näkemättä. Tapahtumasta kerätyn palautteen perusteella monelle vierailijalle pelastusvideon näkeminen toi kuitenkin uutta tietoa ja käytännön haasteiden tarkastelu koettiin tärkeänä asiana.

Kuudessa palautteessa 25:stä suunnittelutyö koettiin onnistuneeksi, en osaa sanoa-vastauksia tuli yksi ja 18:ssa nousi esille, että turvallisuuspainotteinen suunnittelu on menossa oikeaan suuntaan, mutta parantamisen varaa vielä on.



Kuva 30. Palauteympyrä 1. (Sairanen 2018)

Palautteen yhteydessä tuotiin esille, että nykyisissä projekteissa turvallisuusasioihin kiinnitetään enemmän huomiota ja tietoisuus turvallisuusasioista on parantunut. Azipod®-yksikkö on kuitenkin haastava työskentely-ympäristö ja tilat muuttuvat ahtaammiksi hyötysuhde etujen vuoksi, mikä asettaa haasteensa turvallisuuspainotteiselle suunnittelulle.

Yhteistyö tuotannon kanssa ja riskianalyyysien tekeminen uusiin projekteihin koettiin positiivisena asiana. Puumallin käyttö osana turvallisuuspainotteista suunnittelua koettiin erinomaiseksi ideaksi ja sen käyttöä kannatettiin myös tulevissa projekteissa.

Palautelomakkeessa kysyttiin vierailijoilta, mihin asioihin suunnittelu- ja tuotekehityksen tulee jatkossa kiinnittää huomiota. Kysymykseen saatiin vastauksia yhteensä 19 kappaletta, joista ennakkosuunnitteluun liittyi 9, organisaation toimintamalleihin neljä, koulutuksiin ja ohjeisiin kolme ja muihin asioihin kolme.



Kuva 31. Palauteympyrä 2. (Sairanen 2018)

Annetusta palautteesta 17 % kohdistui koulutuksiin, ohjeisiin, simulointiin, riittävään harjoitteluun ja suunnittelun tietämyksen lisäämiseen. Nämä asiat koettiin tärkeäksi turvallisuusnäkökulmasta tarkasteltuna. Muu palaute sai 17 % osuuden, jossa kommentoitiin yleisesti turvallisuutta. Palautteesta 44 % kohdistui ennakkosuunnitteluun.

Palautteen perusteella voitiin todeta, että ennakkosuunnittelun merkitys korostui selkeästi muista vaihtoehdoista. Ennakkosuunnittelussa huomiota vaativia kohteita oli nostovälineiden käyttäjäystävällisyyden huomiointi, pelastusoperaation helpottaminen ja ennaltaehkäisy, ohjeiden selkeys, sähkötyöturvallisuus, huollon- ja kunnossapidon turvallisuuden ja ergonomian huomiointi sekä järjestelmällisyyden merkitys suunniteltaessa laitteita ja rakenteita. Hyvällä etukäteissuunnittelulla voidaan poistaa turhan työn tekeminen ja säästää aikaa, resursseja ja kustannuksia, joka parantaa kannattavuutta ja kilpailukykyä.

Palautteessa 22 % osuudella nousi esiin organisaation sisäiset asiat, kuten tuoteturvallisuuden parantaminen ja vastuuhenkilön nimeäminen. Turvallisuuspäivän aikana syntyneiden keskustelujen yhteydessä useamman eri osaston edustajat nostivat esille konsernin sisäisen tarpeen vastuuhenkilön nimeämisestä, jotta turvallisuusasiat tulisivat jatkossa huomioitua kokonaisvaltaisemmin. Palautteen perusteella tuoteturvallisuusasioissa tulisi olla yhtenäiset, selkeät linjaukset sekä turvallisuusohjeet tulisi olla helposti saatavilla eikä hajautettuna eri ohjelmistoihin. Kaikilla suunnittelijoilla osastosta riippumatta tulisi olla käytössään kaikki tarvittava tieto turvallisuusasioista.

Nykykäytäntöä poikkeamahavainnoinnista kritisointiin, sillä asiat eivät etene tuotannosta suunnitteluun toivotusti. Tällä hetkellä vastuu jakautuu useammalle henkilölle, joka koetaan tyytyväisyyttä heikentävänä seikkana. Toivomuksena esitettiin tuoteturvallisuusasioista vastaavan henkilön nimeäminen, joka koordinoisi kokonaisvastuuta ylemmältä taholta. Nimetyn henkilön vastualueella olisi turvallisuusasioiden tavoitteiden ja kehityskohteiden selkeät linjaukset ja näiden aktiivinen seuranta, jolla varmistettaisiin, että turvallisuuden kannalta kaikki oleellinen olisi huomioitu.

Turvallisuus on jokaisen yhteinen asia ja suunnittelijan vastuulla on huomioida turvallisuusasiat osana työtään, toimia annettujen ohjeiden mukaisesti ja tarvittaessa kääntyä tuoteturvallisuudesta vastaavan henkilön puoleen. Tällä toimintamallilla minimoidaan epätietoisuudesta tai huolimattomuudesta syntyneet turvallisuuspuutteet, jotka aiheuttavat riskejä tai lisäävät kuluja. Tavoitteena on suunnitella turvallinen ja laadukas lopputuote.

Yhteenvetona voitiin todeta, että turvallisuuspäivä koettiin onnistuneeksi, havainnolliseksi ja selkeäksi tutustumistilaisuudeksi, joka lisäsi tietoutta turvallisuuspainotteisesta suunnittelusta. Osalla vierailijoista pohjatieto turvallisuuspainotteiseen suunnitteluun oli vähäinen ja he kokivat saaneensa tilaisuudesta uutta hyödyllistä tietoa. Osalle vierailijoista turvallisuuspainotteinen suunnittelu oli jo ennestään tuttua ja vierailu koettiin tärkeiden asioiden kertauksena, josta poiki lisähavaintoja ja ajatuksia. Palautteen perusteella turvallisuuspäivän ohjelma havainnollisti vierailijoille, kuinka turvallisuuspainotteinen suunnittelu kytkeytyy tuotesuunnitteluun. Vastaavanlaisia tapahtumia toivottiin toteuttavaksi myös jatkossa osana uusia opinnäytetöitä.

9.3 Turvallisuuskatselmointi

Sisäisten toimintamallien parantamiseksi projekteihin olisi hyvä sisällyttää oma turvallisuuskatselmointi. Turvallisuuskatselmointi tulee mukauttaa palaverien yhteyteen ja käydä läpi omana osiona, jotta sitä ei sivuutettaisi. Turvallisuuskatselmointi on saanut jo aiempaa enemmän sijaa palavereissa ja tavoitteena onkin, että turvallisuuskatselmointi vakiinnuttaa paikkansa pysyvästi. Kun turvallisuusasiat huomioidaan jo prosessin alkuvaiheessa, voidaan varmistua siitä, että lopputuote on turvallinen ja laadukas.

9.4 Sisäinen tiedonkulku

ABB Marinen osastojen välinen yhteistyö on suoraan verrannollista sisäiseen tiedonkulkuun. Kun tieto liikkuu nopeasti konsernin sisällä, oikea taho voi reagoida siihen mahdollisimman lyhyellä viiveellä.

Turvallisuuspäivästä saadun palautteen perusteella osa vastaajista koki, että sisäistä tiedonkulkua eri osastojen välillä tulisi tehostaa. Puutteiden ja kehityskohteiden tuominen ilmi tapahtuu tuotannossa poikkeamahavainnoinnin kautta. Asentajat työskentelevät monien eri Azipod[®] mallien kanssa ja tottuvat helposti huonoihin ratkaisuihin. Kehitettävät kohteet saattavat helposti jäädä raportoimatta eteenpäin, koska raportointi poikkeamahavainnoinnin kautta ei ole toteutunut odotusten mukaisesti. Sisäisen tiedonkulun parantamiseksi eri osastojen yhteistyötä tulisi tiivistää ja poikkeamahavainnoinnin kulkua tehostaa.

Suunnittelu- ja tuotekehityksen tulisi tehdä tiivistä yhteistyötä eri osastojen kanssa tiedonkulun parantamiseksi. Ajoittain olisi hyvä, että palavereissa kävisi myös muiden osastojen henkilökuntaa. Suunnittelu- ja tuotekehityksen edustajan olisi hyvä vieraila säännöllisesti myös muiden osastojen, kuten tuotannon, Servicen ja Marine Academyn palavereissa, jotta ajankohtainen tieto kulkisi mahdollisimman lyhyellä viiveellä eri osastojen välillä. Sisäisen tiedonkulun tehostamiseksi palaverimuistiot tulisi jakaa sellaisten osastojen kesken, jotka hyötyisivät kyseisestä tiedosta.

Tuotekehityksen ja Servicen yhteistyön avulla ajankohtainen tieto kulkisi kentältä suunnitteluun mahdollisimman lyhyellä viiveellä. Mikäli Service havaitsee puutteita tai tuotekehitystä vaativia kohteita, voidaan suunnittelussa reagoida näihin mahdollisimman nopeasti.

Suunnittelulla on myös mahdollisuus hyödyntää Servicen puolella järjestettäviä koulutuksia ja kursseja. Service kouluttaa sisäisesti paljon henkilökuntaansa ja koulutukset ovat usein hyvin käytännönläheisiä. Koulutuksen avulla huolto- ja kunnossapitotyöt on helpompi omaksua tuotekehitysratkaisujen suunnittelussa ja laitteen elinkaarisuunnittelussa.

9.5 Huolto-ohjeet

Azipod®-propulsiolaitetta koskevat huolto- ja työskentelyohjeet tulee olla ajan tasalla ja laadittu äärimmäistä huolellisuutta noudattaen. Huolto-ohjeet ovat suoraan verrannollisia turvallisuusriskeihin, joten niiden tulee olla selkeät, virheettömät ja kattavat. Tarkastuslistoista tulee käydä ilmi kaikki turvallisuuteen vaikuttavat tarkastukset ja toimenpiteet ennen työskentelyn aloitusta. ABB:n huolto-ohjeiden asiakirjamallin käyttö parantaa turvallisuutta, sillä sen käytöllä varmistetaan yhdenmukaiset ohjeet riippumatta siitä, kuka on ohjeiden laatija. Opinnäytetyön liitteeksi laadittu Safety check list -dokumentin käyttö suunnittelutyössä parantaa myös turvallisuutta.

9.6 Etukäteissuunnittelu

Mitä enemmän asennustyöt ovat mahdollisia toteuttaa suurempina moduulikonaisuuksina sitä enemmän aikaa on mahdollista säästää. Valmiiksi asennetut kaapeli- ja putkipaketit, jotka on sidottu telineisiin, helpottavat ja nopeuttavat asennustöitä. Kyseinen moduuliratkaisu on käytössä putkiasennuksessa, jossa putkimoduulit tuodaan esikasattuina kokonaisuuksina propulsioyksikön rungon sisälle.

Ennakkosuunnittelussa tulee huomioida, ettei käytettävissä materiaaleissa ole herkästi syttyviä, kiellettyjä aineita tai yhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa vaarallisia terveystilaisuuksia. Listan käyttö ja noudattaminen perustuu voimassa olevaan lainsäädäntöön, josta on säädetty Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa N:o 1907/2006. Listaa noudattamalla voidaan välttää kemiallisien aineiden ja haitallisten yhdisteiden aiheuttamat terveyshaitat työntekijöille, asiakkaille, kuluttajille tai muiden sidosryhmien terveydelle. Käytettävät materiaalit eivät saa myöskään olla lapsityövoimalla tuotettuja.

9.6.1 Käyttö ja kunnossapito

Turvallisuuspainotteista suunnittelua on tehtävä myös laitteen käytön ja kunnossapidon näkökulmasta. Ennakkosuunnittelussa on huomioitava työvaiheiden ja työkalujen vaatima tilantarve. Työntekijän fyysisen kuormittumisen vähentämiseksi painavien työkalujen kannattelua varten voidaan suunnitella tukipisteitä, jotka vähentävät kuormitusta, kun painavaa laitetta ei tarvitse kannatella käsivoimin. Myös vaihtoehtoiset menetelmät tulevat harkittavaksi, mikäli työvaiheet on mahdollista toteuttaa muulla tavoin.

9.6.2 Komponenttien sijoittelu ja rakenteet

Koneiden ja laitteistojen sijoittelussa tulee huomioida, että asentajan on mahdollista varmistaa komponenttien, kaapelien, johtimien ja liittimien riittävä kiinnitys. Tällä menettelytavalla varmistetaan, että asennustyö voidaan suorittaa turvallisesti ja tapaturmavaara voidaan minimoida.

Materiaalit, tarvikkeet ja komponentit tulee olla riittävän laadukkaita, jotta ne eivät aiheuta vaaratilanteita. Putoamisriskin minimoimiseksi laitteiden sijoittelu, työkalujen tarve ja erikoistyökalujen tarpeen minimointi on huomioitava suunnittelussa. Kun työkalumäärä minimoidaan, saadaan tavaroiden putoamisriskiä vähennettyä.

ABB:llä suoritettussa pelastusharjoituksessa havaittiin, että DE-puolen Interspace -välitilassa olevat letkut hidastivat pelastustöitä. Letkut tulee sijoittaa propulsioyksikön rakenteisiin siten, etteivät ne ole edessä hätätilanteessa. DE-puolelta suoritettaessa evakuointia havaittiin, että pelastaja ei voi auttaa alakautta nostossa, mikäli pelastettava henkilö jää jumiin. Suunnittelussa tulee huomioida, että hätätilanteissa rakenteet eivät saa hidastaa pelastusoperaatiota.

9.6.3 Telakkatyöskentelyn vähentäminen

Telakka luokitellaan korkean riskin työskentely-ympäristöksi. Mitä pidempi aika telakalla ollaan, sitä suuremmat kulut siitä syntyvät ja sitä kauemmin työntekijät työskentelevät riskialttiissa työskentely-ympäristössä. Esimerkiksi telakkaolosuhteissa turkkilevyjen puute Azipod[®]-huoneessa aiheuttaa työntekijöille työturvallisuusriskin.

Suunnittelussa tulee huomioida kunnossapitoon ja käyttöönottoon kohden nettu ajankäyttö ja työvaiheet tulisi suunnitella siten, että mahdollisimman suuri osa työvaiheista oli mahdollisia suorittaa ennen telakkaa.

9.6.4 Luokituslaitosyhteistyö

Koska Azipod[®]-tuote on rakenteeltaan merkittävästi erilainen verrattuna perinteisten akselilinjalaivojen propulsiojärjestelmiin, luokituslaitoksen sääntöissä nousee ajoittain tulkinnanvaraisia asioita. Tämän vuoksi ABB Marinella järjestettiin luokituslaitospalaveri, johon osallistuivat DNV GL:n edustaja, ABB:n pääsuunnittelijat sekä toimihenkilöt, joiden työnkuvaan luokituslaitosasiat kuuluivat. Palaverissa käytiin läpi ABB:llä suunnittelu- ja tuotekehitystyössä esiin nousseita tulkinnanvaraisia asioita. Palaverin tavoitteena oli saada selkeät yhtenäiset linjaukset ja yhdenmukaistaa sisäiset toimintamallit vastaamaan toivottua linjaa.

Yhteenvedona palaverissa todettiin, mikäli luokituslaitoksen säännöt eivät aseta tarkempia vaatimuksia suunniteltavalle rakenteelle, voidaan suunnittelu- ja tuotekehitystyössä hyödyntää konedirektiiviä 2006/42/EY soveltuvin osin sekä huomioida hyvät suunnittelukäytännöt ja kansainvälisten standardit laadukkaan ja turvallisen lopputuotteen varmistamiseksi. Laivanrakennuksessa otetaan huomioon kyseisen maan lainsäädäntö, jonka lipun alla alus tulee seilaamaan. Mikäli yhteisistä sovituista linjauksista laaditaan sisäiset toimintaohjeet, jotka dokumentoidaan yhteiseen tietokantaan, voidaan tarpeen vaatiessa tarkastaa palaverissa sovitut menettelytavat. Dokumentaatiosta on hyvä käydä ilmi millä päivämäärällä menettelytavoista on sovittu ja mihin sovitut päätökset pohjautuvat.

Jokaisen suunnittelijan on hyvä päästä tietokantaan käsiksi josta yhteiset linjaukset löytyvät. Kun yhteistyötä toteutetaan aktiivisesti luokituslaitoksen kanssa myös jatkossa, helpottaa se suunnittelu- ja tuotekehitystyötä sekä yleistä turvallisuutta.

9.7 Propulsioyksikön rakenteet

Propulsioyksikön sisällä työskentely on pyrittävä suunnittelemaan mahdollisimman turvalliseksi ja ergonomiseksi. Propulsioyksikön poistumisreitien tulee olla selkeästi merkittyjä, esteettömiä ja turvallisia käyttää. Rakenteissa tulee olla riittävä määrä jalansijoja, tartuntaotteita ja kiinnityspisteitä nosto-ope- rointia varten. Alla olevissa kappaleissa käydään läpi nykytilanteen tuomia haasteita sekä ratkaisuehdotuksia, kuinka esille nousseet ongelmat voidaan poistaa tai minimoida.

9.7.1 Kulkureitit

Kulkureitit tulee pitää avoimena varustelusta eivätkä ne saa hidastaa pelastus- operointia. Varustelurautojen sijoittelu, muotoilu ja evakuoinnin vaatima tilan- tarve tulee ottaa huomioon ja suunnittelussa tulee huomioida, että merkityille poistumisreitille ei sijoiteta teräviä kulmia tai rakenteita. Propulsioyksikön ra- kenteet tulee suunnitella siten, että niissä mahdollaan kulkemaan valjaiden kanssa. Sellaiset kulmat ja reunat, mitkä ovat rakenteissa välttämättömiä ja voivat aiheuttaa loukkaantumisvaaran, tulee suunnitella pyöristetyiksi. Antu- reita tai helposti vaurioituvia rakenteita ei tule sijoittaa kulkureiteille. Myös pro- pulsioyksikössä tehtävien työvaiheiden ja työkalujen tilantarve tulee huomioida suunnittelussa.

Turvallisia poistumisreittejä suunniteltaessa tulee huomioida mahdolliset poik- keustilanteet, kuten olosuhteet, joissa valaistus ei ole käytössä. Mikäli propul- sioyksikön rakenteista joudutaan poistumaan ulkopuolelta tuotujen lisävalojen, kuten otsa- ja taskulamppujen turvin, voidaan poistumisreitien näkyvyys var- mistaa lisäksi hohtoteippauksin. Hohtoteippauksen avulla voidaan osoittaa ra- kenteissa seurattava kulkusuunta, joka osoittaa hätäuloskäynnin.

Propulsioyksikön rakenteisiin sopiva BRADY B-582 BRADYGLO(TM) SELF-STICKING POLYESTER on pimeässä hohtava teippaustarra, joka on suunniteltu kestämään kuumuutta aina 80 °C saakka. Teippaustarran hohtoteho säilyy noin tunnin ajan sen jälkeen, kun valot ovat sammuneet. Tämä mahdollistaa riittävän varoajan propulsioyksiköstä poistumiseen. (Brady 2018.)

Kun hohtoteippaus asennetaan merkitylle kulkureitille propulsioyksikön DE- ja NDE-puolilta keskikuiluun ja siitä eteenpäin huoltokuilua pitkin ylös uloskäyntiin saakka voidaan varmistaa, että propulsioyksikön sisältä poistuminen on mahdollisimman vaivatonta myös silloin, kun valaistusta ei ole käytettävissä. Propulsioyksikkö voidaan varustaa myös opastekyltein, joilla voidaan ilmoittaa esimerkiksi pääkulkuaukon sijainti. Värikoodausta voidaan käyttää merkitsemisen apuna.

9.7.2 Kulkuluukut ja lukot

Huoltokuilun keskikohdassa sijaitseva kulkuluukun käyttö on hankalaa, sillä luukun nostamiseksi keskiasennosta ylös avaava henkilö joutuu tasapainotella luukun yläpuolella huoltokuilussa. Kun luukku lasketaan yläasennosta keskiasentoon, aiheuttaa se kovaäänisen pamauksen.

Kun huoltoluukku on lukittu keskiasentoon, voidaan luukku käyttää kulkutasanteena kuljettaessa sivuovista DE- tai NDE-puolelle. Mikäli huoltohenkilökunta työskentelee propulsioyksikön pohjalla huoltoluukun alla ja kulkuluukku lasketaan keskiasentoon huoltotasanteeksi, ei kulkuluukku saa alakautta helposti ylös. Luukun alapuolella olevan asentajan tulee ensin ujuttaa käsi sivussa olevan raon kautta ja lukita valkoinen ovi kiinni asentoon, jonka jälkeen metallinen huoltotasanne voidaan nostaa ylös. Ratkaisuna ehdotetaan huoltoluukun mitoitusta niin, että se voidaan avata valkoisen sivuoven ollessa auki. Luukun mitoituksen lisäksi valkoisten sivuovien lukitusta tulee muuttaa molemmilta puolin avattaviksi, koska se helpottaa propulsioyksikössä työskentelyä ja nopeuttaa hätäpoistumista.

9.7.3 Monilukkojärjestelmä

Monilukko-, eli turvalukitusjärjestelmän käyttöönotto parantaa turvallisuutta ja sen päätarkoitus propulsioyksikössä on sähkötapaturmien ennaltaehkäisy. Monilukkojärjestelmä antaa mahdollisuuden tehdä järjestelmästä vaiheittain avattava, jolloin jokainen työvaihe tulee tehdyksi etukäteen suunnitellussa järjestyksessä, eikä järjestystä ole mahdollista sivuuttaa.

Jäähdytysilmayksikköön on yksi pääkulkureitti ja 3 muuta kulkureittiä. Kulkureittien lukitus on mahdollista varustaa tilaajan halutessa monilukkojärjestelmällä. Kun jäähdytysilmayksikön pääkulkureitit sisällytetään monilukkojärjestelmän piiriin, poistetaan riski, että pääkulkureiteistä pääsisi kulkemaan propulsioyksikön sisälle sen ollessa jännitteinen. Alla olevan kuvan mukainen riippulukkokorvake voidaan liittää osaksi monilukkojärjestelmää.



Kuva 32. Riippulukkokorvake. (Sairanen 2018)

Jäähdytysilmayksikön ilmakehien kahdeksassa huoltoluukussa, puhaltimien kahdessa huoltoluukussa sekä kulkuluukun läheisyydessä olevassa savunilmaisimen huoltoluukussa on pulttikiinnitys ja varoituskyltit. Työturvallisuuden varmistamiseksi on tärkeää, että edellä mainitut luukut, tulee avata vasta sen jälkeen, kun pääliitäntäkotelon maadoitus on tehty, sillä propulsioyksikön sisällä oleva jännite voi aiheuttaa sähköiskun ja hengenvaaran.

Monilukkojärjestelmän lukkoja ei ole mahdollista avata tavanomaisilla työkaluilla, vaan järjestelmä sisältää jokaiseen siihen kuuluvalla lukolle oman erikoisavaimensa. Mikäli huoltoluukut ja päävirtakaapeliin kytkentäkaapin luukut liitetään monilukkojärjestelmän piiriin, jännitteisiin tiloihin ei ole mahdollista päästä ennen kuin propulsioyksikön jännitteettömyys on varmistettu.

9.7.4 Karhennetut askelmat ja tartuntaotteet

Jalkojen ja tartuntaotteiden lipeämisiä tapahtuu ajoittain asennustyössä, sillä propulsioyksikön jalansijat ja tartuntaotteet voivat päästä öljyyntymään. Liu-kastumisriskin minimoimiseksi virallisille kulkureiteille, kuten jäykisteiden reu-noihin, tikkaisiin, askelmiin ja tartuntaotteisiin tulee tehdä karhennuspinnoite. Karhennuspinnoite parantaa merkittävästi työturvallisuutta ja se on todettu tur-vallisuutta parantavaksi tekijäksi pääkulkureiteillä. Karhennuspinnoitetta ei tule käyttää propulsioyksikön sisällä olevissa rakenteisissa, joissa työskentelyn edellytyksenä on kehon liu´uttaminen rakenteissa.

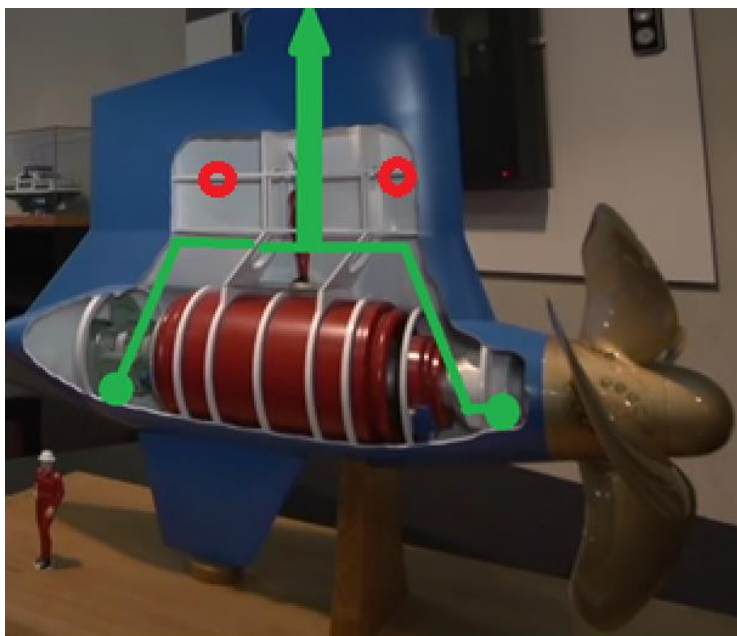
Kaikkiin rakenteisiin, joihin on lisätty jalansijat tai tikkaat, tulee huomioida, että askelmaväli on riittävä, sillä jalan saaminen riittävän syvälle askelmaan pie-mentää myös lipeämiseriskiä. Askelman mitoituksen tärkeys korostuu erityisesti pitkillä asentajilla. Kaikille virallisille kulkureiteille, joissa on jalansijoja, tartun-taotteita ja karhennuspinnoite tulee tehdä tehostemaalaus rakenteissa liikku-misen helpottamiseksi.

9.7.5 Nostokorvakkeiden lisäys

Jäähdytysilmayksikköön on kehitetty nostokorvakkeet, joiden käyttö soveltuu komponentti- ja henkilönostoihin. Nostopisteet on integroitu jokaiseen neljään sisäänkäyntiin, jäähdytysilmayksikön ilmakanavien yläosaan, kulkuaukkojen rakenteisiin. Tällä muutoksella nostopisteet on saatu riittävän korkealle huolto-kuilun yläpuolelle. Kiinnityspisteet on maalattu keltaisella tehostevärillä näky-vyyden parantamiseksi ja mitoitettu henkilö- ja komponenttinostoille joiden maksimikapasiteetti on 2hlö/300kg. Maksimikapasiteetti on stanssattu nosto-korvakkeiden rakenteisiin, jotta kuormituksenkesto on selkeästi havaittavissa. Samanlaisia nostokorvakkeita tulee hyödyntää jatkossa uusissa projekteissa. Kaikkiin propulsioyksikössä oleviin osiin, jotka sisältävät nostolenkin, tulee tehdä tehostemaalaus nostolenkin kohdalle näkyvyyden parantamiseksi. Tämä muutos tulee sisällyttää myös käytettäviin ohjeisiin.

Koska huolto- ja kunnossapitotöissä komponenttien ja painavien työkalujen siirto on fyysisesti haastava työvaihe, nostokorvakkeet nopeuttavat ja helpottavat työskentelyä. Kun nostokorvakkeet sijoitetaan propulsioyksikön DE- ja NDE päihin, joista sijoittelu tehdään tasaisin välimatkoin kohti propulsioyksikön keskikohtaa, josta huoltokuilu alkaa, voidaan varmistaa selkeä ja helppokäyttöinen kuljetusreitti propulsioyksikön molemmilta puoliilta. Kun NDE-päädyn nostokorvakkeet on sijoitettu mahdollisimman korkealle, tajuttoman henkilön taljanosto helpottuu. Riittävä määrä nostokorvakkeita mahdollistaa henkilö- ja komponenttisiirrot propulsioyksikön läpi sivuttaissuunnassa.

Toinen vaihtoehto kuljettamisen helpottamiseksi on sivuttaissuuntaisen kuljetuskiskon asentaminen DE- ja NDE-puolelta huoltokuilun kohdalle rakenteiden yläosaan. Komponenttisiirrot kiskon avulla vaijerin varassa nopeuttaa työskentelyä propulsioyksikön sisällä. Alla olevaan kuvaan on merkitty vihreällä värillä nostoreitti ja punaisella värillä nostokorvakkeiden asennuspaikat. Kun nostopisteet muodostavat selkeän reitin ulos ja ovat helposti käytettävissä, voidaan työskentelyä ja evakuointia tehostaa.



Kuva 33. Nostoreitti, jonka varrelle nostokorvakkeet tulee sijoittaa. (ABB 2018)

9.7.6 Valaistus

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2006/42/EY kappale 1.1.4 määrittää valaistuksesta seuraavasti:

”Kone on varustettava tehtäviin ja toimintoihin sopivalla, koneeseen kuuluvalla valaistuksella. Kone on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei haitallista varjonmuodostusta, häiritsevää häikäisyä eikä valaistuksesta johtuvaa, vaaraa aiheuttavaa liikkuvien osien stroboskooppi-ilmiötä esiinny. Sisäiset säännöllistä tarkastamista ja säätöä edellyttävät osat sekä huoltoalueet on varustettava asianmukaisella valaistuksella.” (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400, 14. §.)

Konedirektiivin noudattamista ei vaadita koneissa, jotka asennetaan merialukseen tai liikkuviin avomeriyksiköihin, jolloin Azipod[®]-propulsioyksikkö rajautuu konedirektiivin ulkopuolelle. Kuitenkin hyvän suunnittelukäytännön mukaisesti konedirektiiviä voidaan hyödyntää soveltuvin osin suunniteltaessa propulsioyksikön valaistusta.

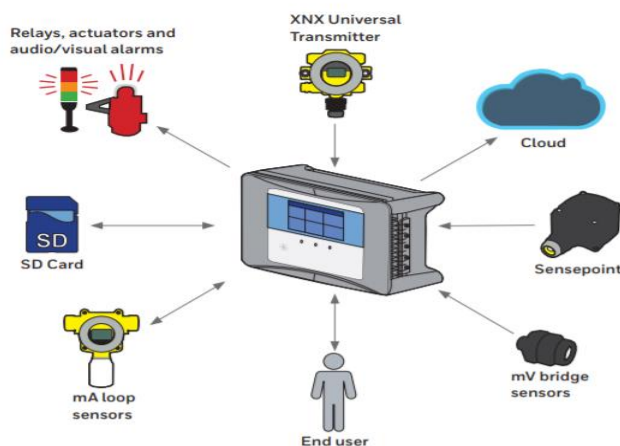
Tällä hetkellä Azipod[®] XO propulsioyksikössä on rakenteisiin asennetut LED-valaisimet. Propulsioyksikön sisällä olevien LED-valaisimien päätarkoituksena on parantaa valvontakameroiden kuvanlaatua. Kyseinen valaistus on suunniteltu yleisvalaistukseksi, eikä sitä ole suunniteltu huolto- ja kunnossapitotöihin. Huolto- ja kunnossapitohenkilökunnalla tulee olla akkukäyttöinen ja ladattu ot-salamppu sekä työn luonteen vaatima lisävalaistus suorittaessaan työtehtäviä. Suunnittelun pohdittavaksi jää, onko nykyinen valaistus riittävällä tasolla vai tuleeko valaistusta lisätä propulsioyksikön sisällä. Kiinteää valaistusta voidaan kohdentaa entistä paremmin hätäpoistumiseen, jolloin valaisimet on sijoiteltu merkitylle kulkureitille niin, että niiden avulla propulsioyksiköstä poistuminen on mahdollista ilman ulkopuolista lisävalaistusta. Valaistus on suunnattava siten, ettei se aiheuta häiritsevää häikäisyä. Suunnittelussa tulee myös pohtia, tulisiko propulsioyksikkö varustaa sähköpistein, joihin voidaan kytkeä lisävalaistus suoritettaessa huolto- ja kunnossapitotöitä.

9.7.7 Kiinteä ilmanlaadun valvontajärjestelmä

Tällä hetkellä propulsioyksikön tiloissa turvallinen ilmanlaatu varmistetaan ilmanlaadun mittauksilla ennen työskentelyn aloitusta. Tämän jälkeen ilmanlaadua seurataan työskentelyn aikana kannettavilla ilmanlaadun mittauslaitteilla ja mitta-anturilla luukkumiehen toimesta. Työturvallisuuden parantamiseksi nykyinen käytäntö voidaan korvata kiinteällä kaasujentunnistusjärjestelmällä.

Järjestelmä, joka mahdollistaa jatkuvan ilmanlaadun tarkkailun on esimerkiksi Sensepoint XCL. Kyseinen järjestelmä on suunniteltu käytettäväksi erilaisissa teollisuuskohteissa. Laitteen käyttö antaa mahdollisuuden identifioida valvottavien kaasujen tarve käyttökohteen mukaan. Laitteeseen on mahdollisuus valita niiden mitattavien kaasujen määrä, joita halutaan valvoa. Kaasunilmaisimien valvoo myös happipitoisuutta. (Sarlin 2018.)

Koska nykyisillä menettelytavoilla kaasupitoisuus mitataan propulsioyksiköstä kolmelta eri korkeudelta, voidaan kiinteään kaasujentunnistusjärjestelmän anturit asentaa propulsioyksikköön kolmelle eri mittauskorkeudelle. Kaasupitoisuuksia voidaan valvoa etänä järjestelmään kuuluvalta näytöltä, joka voidaan integroida propulsioyksikön ulkopuolelle välittömään läheisyyteen, kuten Azipod®-huoneeseen. Järjestelmä mahdollistaa propulsioyksikön happi- ja kaasupitoisuuksien jatkuvan seurannan. Järjestelmän avulla voidaan minimoida vaarallisille kaasuille tai hapettomalle tilalle altistuminen, koska kaasupitoisuudet voidaan havaita jo ennen suljettuihin tiloihin menoa. (Honeywellanalytics 2018.)



Kuva 34. Kiinteä ilmanlaadun valvontajärjestelmä. (Honeywell 2018)

9.7.8 Pelastuspakkaus

Tutkimuksessa nousi tarve pelastuspakkauksen sisällön päivittämiseen, jotta se vastaisi pelastusharjoituksessa syntyneisiin haasteisiin. Pelastusharjoituksen ongelmina olivat takertumiset ja potilaalle syntyvät lisävammat ahtaiden ja terävien rakenteiden vuoksi. Koska propulsioyksikön rakenteissa voidaan joutua tekemään vaaka- ja pystynostoja, jotta pelastettava henkilö saadaan ulos propulsioyksiköstä, joutuvat pelastajat työskentelemään huonoissa työskentelyasunnoissa ja liikuttamaan autettavaa henkilöä käsivoimin. Pelastusharjoituksessa käytettiin joustavaa levyä jarrulevyn hammastuksen yli siirtämiseksi sekä pelastuslaitoksen siirtopeittoa potilaskuljetukseen. Kumpikaan käytetyistä välineistä ei kuulu pelastuspakkauksen varustukseen ja pelastusoperaation nopeuttamiseksi varustelaatikkoon tulisi sisällyttää potilassiirtoa helpottava lisävaruste.

Taktisen kokoontaitettavan siirtoalustan lisääminen pelastuspakkaukseen helpottaisi potilassiirtoja. Taktinen siirtoalusta korvaa joustavan levyn ja pelastuslaitoksen siirtopeitteen tarpeen, koska niiden hyödyt yhdistyvät taktisessa siirtoalustassa. Taktista siirtoalustaa voidaan käyttää jopa yhden pelastajan toimesta ja se on suunniteltu haastaviin, vaikeakulkuisiin olosuhteisiin. Siirtoalustassa olevat säädettävät kiinnityshihnat jalkojen ja rinnan kohdalla mahdollistavat potilaan painon jakautumisen tasaisesti, helpottaen potilassiirtoa. Siirtoalustan kuusi vetolenkkiä mahdollistavat tukevan otteen alustasta useasta eri suunnasta. Kantolenkit sivuilla ja molemmissa päissä antavat mahdollisuuden siirtää potilasta monesta eri suunnasta.

Siirtoalustan kantokyky on 860kg ja paino 1,7 kg. Se on kevyt ja kokoontaitettava, joten sen saa vaivattomasti kuljetettua ahtaisiin tiloihin. Materiaali on kestävä, läpäisemätöntä PVC muovia, joten siirtoalusta kestää rikkoutumatta, mikäli evakuointi joudutaan suorittamaan terävien rakenteiden yli. Kun potilas saadaan koteloitua siirtoalustan sisälle, takertumisriski voidaan minimoida. Valjaita, levitintä ja muita turvavarusteita voidaan käyttää samanaikaisesti siirtoalustan kanssa. (Medkit 2018.)



Kuva 35. Taktinen siirtoalusta. (Medkit 2018)

ABB:n pelastuspakkauksen lisävarusteeksi suunniteltu hengitysvarustepakkaus sisältää kaksi hätäpoistumishuppua. Hengitysvarustepakkaus on suunniteltu käytettäväksi hätäpoistumisen yhteydessä, mikäli hengitysilma propulsioyksikön sisällä todetaan olevan vaarallisella tasolla. Hätätilanteessa hengitysvarustepakkaus tulee olla propulsioyksikön sisällä välittömässä läheisyydessä, jotta siitä on konkreettista hyötyä. Mikäli hengitysvarustepakkaus on propulsioyksikön ulkopuolella ABB:n pelastuspakkauksen sisällä, sitä ei ole mahdollista hyödyntää hätätilanteessa.

ABB:n pelastuspakkaus tulee olla propulsioyksikön luona ennen työskentelyn aloitusta. Hengitysvarustepakkaus tulee ottaa pelastuspakkauksesta ja viedä propulsioyksikön sisälle työskentelyn alkaessa. Toimintapa tulee huomioida ABB:n koulutuksissa ja sisällyttää osaksi toimintaa aluksilla, joiden varusteluun hengitysvarustepakkaus kuuluu. Hengitysvarustepakkaukselle tulee määrittellä säilytyspaikka propulsioyksikön sisällä työskentelyn aikana, josta hätäpoistumishuput ovat helposti otettavissa käyttöön. Hengitysvarustepakkaus ei saa aiheuttaa kompastumisvaaraa tai haitata työskentelyä ja se tulee sijoittaa turvalliseen paikkaan. Suunnittelun tulee huomioida hengitysvarustepakkauksen säilytystarve propulsioyksikön sisällä. On aiheellista pohtia, kuinka pakkaus integroidaan osaksi propulsioyksikköä. Rakenteisiin lisättävä kiinnityskoukku tai upotettava syvennys helpottaa hengitysilmapakkauksen sulauttamista osaksi rakenteita ja parantaa turvallisuuspainotteista työtapaa. Toimintatapojen, varusteiden ja rakenteiden muutokset tulee päivittää myös ohjeisiin.

Pelastuspakkauksen sisällön tarkastaminen ja päivittäminen on turvallisuuden kannalta tärkeää. Pelastuspakkauksen sisältö tulee tarkastaa kehitysprojektien yhteydessä, mikäli propulsioyksikön rakenteita muutetaan siten, että se vaikuttaa pelastusvälinetarpeeseen. Tällä toimintatavalla voidaan varmistua siitä, että pelastuspakkauksen sisältö vastaa muuttuneiden rakenteiden tarpeita ja hätätilanteessa pakkauksen sisältämillä varusteilla evakuointi on mahdollista suorittaa.

10 TULOSTEN TARKASTELU

Opinnäytetyössä otettiin kantaa suunnittelun nykytilaan, kehityskohteisiin sekä esitettiin ratkaisuehdotuksia turvallisuuden parantamiseksi. Opinnäytetyöhön koottiin turvallisuuteen liittyvä oleellinen tieto ja laadittiin Safety check list -muistilista suunnittelutyön tueksi. Opinnäytetyötä ja tarkastuslistaa hyödyntämällä turvallisuuspainotteinen suunnittelu on helpompi huomioida jatkossa suunnitteluprojektin alussa ja turvallisuusasiat voidaan sulauttaa osaksi uusia suunnitteluprojekteja. Lainsäädännön rakennehierarkia ja tuotteeseen kohdistuva lainsäädäntö koottiin opinnäytetyöhön rakennekaavioiksi havainnollistamaan, miltä eri tahoilta lainsäädäntö vaikuttaa suunniteltavaan tuotteeseen.

Opinnäytetyön tutkimustiedon pohjalta voidaan todeta, että konsernin sisäisiä asioita edistämällä voidaan vaikuttaa myönteisesti ABB:n sisäiseen turvallisuuskulttuuriin. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä kiinnostusta ja tietoutta turvallisuusasioista. Osana opinnäytetyötä toteutettiin turvallisuuspäivä, joka sai positiivisen vastaanoton. Tapahtuman avulla kerätystä palautteesta saatiin tärkeää tietoa siitä, millaisella tasolla vastaajat kokivat turvallisuuspainotteisen suunnittelun olevan tällä hetkellä ja mihin asioihin jatkossa tulisi kiinnittää huomiota. Koska turvallisuuspäivän ja haastattelututkimuksen kautta saadut tutkimustulokset olivat yhteneviä, voitiin opinnäytetyön tutkimustuloksia pitää luotettavina.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että moniin esille nousseisiin asioihin voidaan reagoida huolellisella ennakkosuunnittelulla. Kohdentamalla turvallisuuspainotteinen tuotekehitys projektin alkuun, voidaan tulevaisuudessa suunnitella tuotteita, joiden turvallisuusasiat on huomioitu kokonaisvaltaisemmin. Näin myös syntyvät kustannukset voidaan pitää mahdollisimman alhaalla, kun tuotteen rakennetta ei tarvitse muuttaa projektin loppuvaiheessa. Kun suunnittelussa huomioitavat turvallisuusasiat on listattu liitteenä olevaan tarkastuslistaan, tulee turvallisuuskriittiset asiat huomioitua uusissa projekteissa.

10.1 Jatkotutkimushaasteet

Opinnäytetyö nosti esille jatkotutkimushaasteita, jotka kannustavat seuraamaan tuoteturvallisuuden kehitystä, konsernin sisäisten toimintamallien edistymistä sekä sitä, millaisia saavutuksia tullaan turvallisuuspainotteisen tuotekehityksen saralla tekemään. Kuinka konsernin sisäiset asiat tulevat edistymään tulevaisuudessa ja tullaanko tuoteturvallisuusasioihin nimeämään vastuuhenkilöä?

Tutkimustulosten perusteella etukäteissuunnittelu oli suurin kehityskohde, johon panostamalla voidaan saavuttaa turvallisuuden kannalta merkittäviä hyötyjä ja kustannussäästöjä. Haasteeksi jää seurata, kiinnitetäänkö jatkossa etukäteissuunnitteluun enemmän huomiota ja kuinka paljon päivitetty tarkastuslista helpottaa suunnittelijan työtä?

Opinnäytetyössä otettiin kantaa yrityksen sisäisiin asioihin sekä tuotteen rakenteeseen turvallisuuden parantamiseksi. Jatkotutkimushaasteeksi jää seurata, viedäänkö opinnäytetyössä ehdotettuja muutoksia käytäntöön ja tuleeko varustelaatikon sisältöön päivityksiä. Koska opinnäytetyö kohdistui Azipod® XO kokoluokan suunnitteluun, avoimeksi kysymykseksi jää, hyödynnetäänkö opinnäytetyön avulla saatuja tutkimustuloksia myös muiden Azipod®-kokoluokkien suunnittelutyöhön. Opinnäytetyö haastaa lukijan pohtimaan, kuinka pitkälle turvallisuusasioita voidaan viedä, ennen kuin ne alkavat viedä sijaa käytännöllisyydeltä.

10.2 Pohdinta

Turvallisuusasiat koettiin ABB:llä tärkeänä aiheena, joten opinnäytetyön tekeminen turvallisuusasioiden parissa oli antoisaa. Opinnäytetyön aikana asioihin otettiin aktiivisesti kantaa ja opinnäytetyön tekemiseen suhtauduttiin myönteisesti. Opinnäytetyön aihe herätti paljon kiinnostusta ja keskustelua. Positiivinen, kannustava ilmapiiri kannusti etsimään konsernin tarpeita vastaavaa tutkimustietoa ja motivoi tekemään laadukasta tutkimusta. Haastattelututkimuksen kautta opinnäytetyöhön voitiin hyödyntää arvokasta tietoa alan asiantuntijoilta.

Opinnäytetyö toimi alustana tuoda esiin myös sellainen tieto, jota ei aiemmin ole ollut yleisesti tiedossa. Kun teoreettinen tutkimustieto ja käytäntö yhdistyivät opinnäytetyössä, oli mahdollista saada kokonaiskuva siitä, kuinka tehokas, turvallinen ja laadukas tuotesuunnittelu rakentuu.

Opinnäytetyön haasteina olivat ulkopuolisen tutkimustiedon löytäminen, lainsäädännön toimijoiden vastuualueiden ja toimivallan jakautuminen sekä opinnäytetyötä tukevan, luotettavan tiedon löytäminen. Lainsäädäntöön liittyvän materiaalin kokoamiseen meni huomattavan paljon aikaa, sillä ajoittain esiin nousi tulkinnanvaraisia asioita, jotka vaativat lisäselvitystyötä. Tarvittava materiaali kerättiin hyödyntäen useita eri tietolähteitä, joista katsottiin ABB:n hyötyvän. Opinnäytetyötä varten kerättyä materiaalia oli runsaasti ja opinnäytetyön haasteeksi nousi tutkimuksen rajaus. Omaa tutkimustyötä eteenpäin viemällä selvitettävät asiat poikivat uusia tutkimusongelmia. Haastatteluissa monet haastateltavista kokivat oman asiansa tärkeänä ja tutkimustyön parissa nousi usein kysymyksiä, joihin tutkimukselta toivottiin vastauksia. Opinnäytetyön rajauksen vuoksi kaikkiin asioihin ei kuitenkaan ollut mahdollista syventyä.

Tutkimusprojektin aikana esitettiin useita näkemyksiä siitä, kuinka turvallisuusasiat tulisi ottaa huomioon tulevaisuudessa. Turvallisuusasioiden parissa tulee tehdä myös jatkossa tavoitteellista työtä, sillä niiden eteenpäin viemiselle ABB:llä on hyvät edellytykset.

11 LOPPUSANAT

Oli motivoivaa saada toteuttaa tutkimus turvallisuusasioiden parissa. Työ niiden parissa ei tule koskaan päätökseen, sillä turvallisuusasioissa on aina tilaa kehitykselle.

Opinnäytetyön tekeminen on ollut kokonaisvaltainen, haastava ja palkitseva projekti, jota olen pyrkinyt viemään määrätietoisesti eteenpäin. Teoreettisen tiedon kerääminen loi hyvät puitteet lähteä tarkastelemaan tutkimuskohdetta yksityiskohtaisemmin ja tiedon lisääntyessä tutkimusta oli johdonmukaista viedä eteenpäin. Opinnäytetyön parissa työskentely on lisännyt ymmärrystä ja tietoa suunnitteluprojektin eri vaiheista. Opinnäytetyön edetessä oli mahdollisuus syventyä intensiivisemmin tutkimuksen ydinongelmiin ja etsiä niihin ratkaisuja. Haastattelututkimuksen toteuttaminen antoi paljon itselleni, sillä eri toimijoiden haastattelujen kautta esille nousseet näkökulmat toivat tutkimukseen syvyyttä ja uusia näkökulmia. Opinnäytetyössä olevaa tietoa hyödyntämällä voidaan turvallisuuspainotteista suunnittelua viedä eteenpäin tuotekehityksen saralla. Toivon, että opinnäytetyö lisää kiinnostusta turvallisuusasioita kohtaan.

Tuoteturvallisuusasiat tulee asettaa kaikkien yhteiseksi tavoitteeksi ja opinnäytetyö haastaakin suunnittelijan pohtimaan, kuinka hän voi parantaa turvallisuutta omalta osaltaan.

Haluan kiittää opinnäytetyön toimeksiantajaa, ABB Marinea laadukkaasta opinnäytetyön ohjauksesta, ammatillisesta tukemisesta sekä hyvästä yhteistyöstä opinnäytetyön laatimisessa. Haluan kiittää haastattelututkimukseen osallistuneita asiantuntijoita, tutkimuksessa avustaneita suunnittelijoita sekä oppilaitoksemme, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun, XAMK:n opinnäytetyön ohjaajaa, Joel Paanasta. Opinnäytetyötä tehdessä olen saavuttanut omat tavoitteeni tutkimustyössä. Kun turvallisuuspainotteinen suunnittelu vaikiinnuttaa paikkansa päivittäistä suunnittelutyötä ja tulee osaksi rutiineja, voimme ylpeydellä todeta, että maailman turvallisimmassa maassa suunnitellaan entistä turvallisemmat propulsiolaitteet.

LÄHTEET

ABB. 2018. Yrityksen sisäinen materiaali.

Brady. 2018. Area marking. Create a safer, more efficient workplace. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/Area_Marking_Catalogue_Europe_English.pdf [Viitattu 4.11.2018].

Bureau Veritas. Laivojen ja meriteknisten laitteiden luokitus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.bureauveritas.fi/services+sheet/laivojen_ja_meriteknisten_rakenteiden_luokitus [Viitattu 16.10.2018].

Detector. 2018. Häkä, hiilimonoksidi, Hiilidioksidi CO. Detector innovative gas detection systems. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.detector.fi/yleistietoa-kaasuista/hiilimonoksidi-haka-co.html> [Viitattu 19.11.2018].

Elomatic consulting & engineering. 2012. Ergonomia. 2012. Elomatic-koulutusmateriaali.

Euroopan Unioni. 2018a. Standardointi Euroopassa. Euroopan Unionin internetsivut. Päivitetty 29.10.2018. Saatavissa: https://europa.eu/youreurope/business/product/standardisation-in-europe/index_fi.htm [Viitattu 22.11.2018].

Euroopan Unioni. 2018b. Official journal of the European Union. 2018. Volume 61. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AL%3A2018%3A133%3ATOC> [Viitattu 25.10.2018].

Honeywellanalytics. 2018. Products.Touchpoint plus controller. Honeywellanalytics internetsivut. 2018. Saatavilla: <https://www.honeywellanalytics.com/en-gb/products/Touchpoint-Plus> [Viitattu 10.10.2018].

IACS. 2018. Mikä on IACS. WWW-dokumentti. 2018. Saatavissa: <http://www.iacs.org.uk/> [Viitattu 2.10.2018].

Laivavarustelaki 29.12.2011/1503.

Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä
29.12.2009/1686.

Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimuksenmukaisuudesta 26.11.2004/1016.

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2018. Ministeriö. Liikenne- ja viestintäministeriön internetsivut. Saatavissa: <https://www.lvm.fi/ministerio> [Viitattu 5.10.2018].

Medkit. 2018. Taktinen siirtoalusta. Medkit internetsivut. Saatavissa: <https://www.medkit.fi/blackhawk-fast-attack-tactical-litter-siirtoalusta> [Viitattu 12.10.2018].

Meriliitto. 2018. IMO - International Maritime Organization. Meriliiton julkaisu, 2018. WWW-artikkeli. Saatavissa: http://www.meriliitto.fi/?page_id=45 [Viitattu 10.9.2018].

Navigatormagazine. 2018. ABB sai uuden asiakkaan risteilyvarustamo Virgin Voyagerista. 2018. WWW-artikkeli. Saatavissa: <https://navigatormagazine.fi/uutiset/meriteollisuus/abb-sai-uuden-asiakkaan-risteilyvarustamo-virgin-voyagerista/> [Viitattu 14.9.2018].

Saari, J. 2008. Taajuusmuuttajien käyttökohteet. Metropolia. Tekniikka ja liikenne. Opinnäytetyö.

Sarlin. 2018. Kiinteä kaasujentunnistus. Sarlinin internetsivut. 2018. Saatavissa: <https://www.sarlin.com/tuotteet/honeywell-touchpoint-pro-kaasuh%C3%A4lytinkeskukset> [Viitattu 10.10.2018].

Satuli, H. 2011. Azipod ei lepää laakereillaan. *Power* 2/11, 20–22. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://library.e.abb.com/public/6c713745fa99c5a5c1257c3600358f7b/Power_0211.pdf [Viitattu 7.9.2018].

SESKO. Vaatimuksenmukaisuus. SESKO ry:n internetsivut. Saatavissa:

[https://www.sesko.fi/standardit/harmonisoidut_standardit_ja_direktii-
vit/iec_n_vaatimustenmukaisuuden_arviointijarjestelmat](https://www.sesko.fi/standardit/harmonisoidut_standardit_ja_direktii-
vit/iec_n_vaatimustenmukaisuuden_arviointijarjestelmat) [Viitattu 9.10.2018].

SFS-EN ISO 6385. 2004. Työjärjestelmien ergonomiset suunnitteluperiaatteet.

SFS-EN 292-2 + A1. 2003. Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnittelu-
periaatteet. Osa 2: Tekniset periaatteet ja spesifikaatiot.

SFS-EN 363. 2009. Putoamissuojaimet. Putoamissuojainjärjestelmät.

SFS-EN 365 + AC. 2008. Putoamissuojaimet. Yleiset käyttöohjeita, kunnossa-
pitoa, määräaikaistarkastuksia, korjaamista, merkintää ja pakkausta koskevat
vaatimukset.

SFS-EN 795. 2015. Putoamissuojaimet. Kiinnityslaitteet.

SFS. 2018a. CE-merkintä. Suomen standardisoimisliiton SFS ry:n internetsi-
vut. Saatavissa: [https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-
merkinta](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-
merkinta) [Viitattu 14.10.2018].

SFS. 2018b. Mitä standardisointi on. Suomen standardisoimisliiton SFS inter-
netsivut. Saatavissa: [https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/mita_standardi-
sointi_on](https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/mita_standardi-
sointi_on) [Viitattu 14.10.2018].

SFS. 2018c. Standardisointitunnukset. Suomen standardisoimisliiton SFS in-
ternetsivut. Saatavissa: [https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tu-
tuksi](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tu-
tuksi) [Viitattu 14.10.2018].

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2000. Käsien tehtävät nostot ja siirrot työssä.

2000. WWW-artikkeli. 12 – 13. Saatavissa: [https://www.turvallisuusuuti-
set.fi/binary/file/-/id/36/fid/756](https://www.turvallisuusuuti-
set.fi/binary/file/-/id/36/fid/756) [Viitattu 27.11.2018].

Stressfield. 2018. Tekninen- ja tietokoneavusteinen FEM-laskenta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://stressfield.fi/erikoisosaaminen/lujuuslaskenta-fem/> [Viitattu 4.9.2018].

Suomen Varustamot Ry. Meriturvallisuus. Suomen Varustamoiden internetsivut. Saatavissa: <https://shipowners.fi/vastuullisuus/turvallisuus/meriturvallisuus/> [Viitattu 11.9.2018].

Trafi. 2015. Turva-asiat ISPS ja ISM. Trafin internetsivut. Päivitetty 01.07.2015. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/merenkulku/aluksen-turva-asiat> [Viitattu 6.12.2018].

Trafi. 2016. Alusten katsastukset. PDF-dokumentti, 2016. Saatavissa: https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1459849234/432bc90ff7a3a0153ff11043f44f291b/20213-Alusten_katsastukset_Ilkka_Salminen.pdf [Viitattu 15.10.2018].

Trafi. 2018a. Kansainväliset yleissopimukset. Trafin internetsivut. Päivitetty 14.6.2018. Saatavissa: https://www.trafi.fi/merenkulku/saadokset/kansainvaliset_sopimukset [Viitattu 11.9.2018].

Trafi. 2018b. EU-säädökset. Trafin internetsivut. Päivitetty 4.7.2018. Saatavissa: <https://www.trafi.fi/merenkulku/saadokset/eu-saadokset> [Viitattu 2.10.2018].

Trafi. 2018c. Kansallinen lainsäädäntö. Trafin internetsivut. Päivitetty 15.11.2018. Saatavissa: https://www.trafi.fi/merenkulku/saadokset/kansallinen_lainsaadanto [Viitattu 22.11.2018].

Trafi. 2018d. Tarkastukset ja hyväksynnät. Trafin internetsivut. Päivitetty 1.7.2015. Saatavissa: https://www.trafi.fi/merenkulku/tarkastukset_ja_hyak-synnat [Viitattu 5.10.2018].

Trafi. 2018e. Määräys. PDF-dokumentti. Saatavilla: https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1542884682/c654f88d5c97e5d2272ef08c4dfdac61/32564-TRAFI_218533_03_04_01_00_2018_Alusten_katsastukset.pdf
[Viitattu 18.12.2018].

Trafi. 2018f. Laivavarusteet. Trafin internetsivut. Päivitetty 27.3.2018. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi> [Viitattu 2.10.2018].

Traficom 2019. Trafin ja luokituslaitoksen työnjako. Trafin internetsivut. Päivitetty 7.3.2019. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/luokituslaitokset> [Viitattu 27.3.2019]

Tukes. 2018a. Koneen valmistajan velvollisuudet. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston internetsivut. Saatavilla: <https://tukes.fi/koneen-valmistaja>
[Viitattu 19.12.2018].

Tukes. 2018b. Tuoteyksikkö. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston internetsivut. Saatavilla: <https://tukes.fi/tietoa-tukesista/organisaatio> [Viitattu 9.10.2018].

Työsuojelu. 2017. Nostot käsin. 2017. Työsuojeluhallinnon internetsivut. Päivitetty 18.12.2017. Saatavilla: <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fyysinen-kuormitus/nostot-kasin> [Viitattu 26.10.2018].

Työsuojelu. 2018. Lämpöolot. 2018. Työsuojeluhallinnon verkkosivut. Saatavissa: <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>
[Viitattu 18.10.2018].

Työterveyshuoltolaki 21.12.2001/1383.

Työterveyslaitos. Tuki- ja liikuntaelinten terveys. Työterveyslaitoksen internetsivut. Saatavilla: <https://www.ttl.fi/tyontekija/tuki-liikuntaelinten-terveys/>
[Viitattu 24.9.2018].

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400.

Welander, J-C. 2011. Koeajoaluksen meriturvallisuus merikoeajolla. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne. Opinnäytetyö.

Yhdistyneiden kansakuntien merioikeusyleissopimus 50/1996.

YK-liitto. 2018. Perustietoa YK:sta. YK-liiton julkaisu, 2018. 3 – 6.

PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.ykliitto.fi/sites/ykliitto.fi/files/perustietoa_yksta.pdf [Viitattu 7.10.2018].

Zaharov, P. 2017. Erikoislujien terästen käyttö ja hitsattavuus laivanrakennuksessa. Metropolia. Kone- ja tuotantotekniikka. Opinnäytetyö.

KUVALUETTELO

Kuva 1. Azipod® XO propulsioyksikön poikkileikkauskuva. (ABB 2012, 6). Saatavissa: https://library.e.abb.com/public/590ce0d16e7d72f5c1257a330027e777/Azipod_XO_Presentation.pdf

[Viitattu 7.9.2018].

Kuva 2. Azipod®-järjestelmän tilankäyttö. Yläpuolella olevassa kuvassa on perinteisellä akselilinjalla varustettu laiva. Alapuolella Azipod®-ruoripotkurijärjestelmä. (ABB 2018).

Kuva 3. Lainsäädännön rakennehierarkiakaavio. (Sairanen 2018)

Kuva 4. Katsastukset Trafín määräyksen mukaisesti. (Sairanen 2018)

Kuva 5. Azipod®-propulsioyksikön suunnitteluun vaikuttava lainsäädäntö. (Sairanen 2018)

Kuva 6. CE-merkintä. (Tikkurila 2018). Saatavissa: https://www.tikkurila.fi/ammatillaiset/ratkaisut/ymparisto/hyvaksynnat_ ja_sertifikaatit/ce-merkinta [Viitattu 14.10.2018].

Kuva 7. Ruorimerkintä. (Eurofins 2018). Saatavissa: <https://sertifikaattihaku.fi/search?mode=list&certificatetypeid=31&pagesize=10&page=1#39456> [Viitattu 2.10.2018].

Kuva 8. Standardointijärjestöt alueittain. (Sairanen 2018)

Kuva 9. Maa- ja aluekohtaisia standardointitunnuksia. (Sairanen 2018)

Kuva 10. 7-steps periaate. (ABB 2018)

Kuva 11. Riskiympyrä. (Sairanen 2018)

Kuva 12. Ergonomiapainotteinen ennakosuunnittelu. (Sairanen 2018)

Kuva 13. Puumalli. (ABB 2018)

Kuva 14. Nostokorvan piirustus. (ABB 2018)

Kuva 15. Kiinteä hitsattu nostokorvake. (ABB 2018)

Kuva 16. Suljetut tilat. (ABB 2018)

Kuva 17. Azipod[®]-yksikön fyysisten vaarojen aiheuttajat. (Sairanen 2018)

Kuva 18. Propulsioyksikössä käytettäviä varoituskylttejä. (ABB 2018)

Kuva 19. Tarkastuslistan toimenpiteet. (ABB 2018)

Kuva 20. Ilmanlaadun raja-arvot. (ABB 2018)

Kuva 21. Interspace. (ABB 2018)

Kuva 22. Henkilönoston havainnollistaminen. (ABB 2018)

Kuva 23. Varustelaatikko. (ABB 2018)

Kuva 24. Kiinteä ilmanlaadun mittalaite, mitta-anturi ja kannettavat laitteet. (ABB 2018)

Kuva 25. Hätäpoistumishuput. (ABB 2018)

Kuva 26. Hätäpoistumishupun merkinnät. (Sairanen 2018)

Kuva 27. Pelastusnuken paikat. (ABB 2018)

Kuva 28. Ensiapupakkaus ja Safety Module tarvikkeineen. (Sairanen 2018)

Kuva 29. Pelastusnukke Marine Housen aulassa. (Sairanen 2018)

Kuva 30. Palauteympyrä 1. (Sairanen 2018)

Kuva 31. Palauteympyrä 2. (Sairanen 2018)

Kuva 32. Riippulukkokorvake. (Sairanen 2018)

Kuva 33. Nostoreitti, jonka varrelle nostokorvakkeet tulee sijoittaa.
(ABB 2018)

Kuva 34. Kiinteä ilmanlaadun valvontajärjestelmä. (Honeywellanalytics 2018, 4). Saatavissa: <https://www.honeywellanalytics.com/~media/honeywell-analytics/%20products/touchpoint-plus/documents/touchpoint-plus-datasheet.pdf?la=en-gb> [Viitattu 10.10.2018].

Kuva 35. Taktinen siirtoalusta. (Medkit 2018). Saatavissa: <https://www.medkit.fi/blackhawk-fast-attack-tactical-litter-siirtoalusta> [Viitattu 12.10.2018].

FIELD JOB SAFETY PLAN, ABB Marine						
Customer/Contact person:		Location:		Date of Job:		
Service Job Nr:		Emergency phone:		Responsible ABB Service engineer:		

Evaluation Matrix					Resulting risk levels		Consequences		Probabilities	
	A	B	C	D	E	S	M	1	A	
1	S	S	M	M	L	S	Moderate: Work area is not safe Take additional precautions to reduce the risk.	2	B	
2	S	M	M	L	L	L	Low: Work area is safe Stop work and take precautions when necessary.	3	C	
3	M	M	M	L	A	A	Acceptable: Work area is safe No additional precautions required at this time.	4	D	
4	M	L	L	A	A			5	E	
5	M	L	L	A	A					

Hazard Identification	N	Y	Risk level (Without Controls / Precautions) Mark or add	Add Controls / Precautions (Right hand side)	Risk level (With Controls / Precautions)	Controls / Precautions	
						Physical Isolations	PPE
Example: Working at Height			C2 = M	6, 30,	D5 = A		
Lone worker	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				1. Electrical	20. Safety helmet
Restricted Access / Space	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				2. Pneumatic	21. Thrust Bump cap
Electrical	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				3. Mechanical	22. Safety boots
Rust / Fine dust / Goo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				4. Other:	23. Safety Goggles
Fire / Explosion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					24. Face shield (cust)
First aid / Emergency rules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					25. Welding helmet (cust)
Hot parts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					26. Hearing protection
Hot liquids	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					27. Respirator
Working in hot areas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					28. P2 dust mask
Work third parties	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					29. Reflective vest
Working at height	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					30. Safety harness & lifeline
Falling objects	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					31. Spill containment equipment
Noise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					32. Leather gloves
Manual handling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					33. Chemical gloves
E-H-P tools	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					34. Surveillance
Slippery surfaces	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					35. Gas detector
Asbestos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					36. Other:
Poor lighting	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Chemicals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Radiation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Job specific instructions	Equipment for isolation	Isolation point	Signature

Authorization to start / proceed We have carried out a job safety plan and agree that the work may start / proceed in accordance with the controls and precautions specified

ABB Representative Date Signature	Customer Representative (optional) Date Name: Sign:
--------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

End of work To be signed off on completion of task. Task complete and area returned to safe condition

<input type="checkbox"/> Isolations signed off <input type="checkbox"/> Guards all back in place <input type="checkbox"/> Tools and equipment packed away <input type="checkbox"/> Housekeeping OK	
ABB Representative Date Signature	Customer Representative (optional) Date Name: Sign:

Job Safety Assessment Form (JSA)

KÄSIN TEHTÄVÄN NOSTOTYÖN ARVIOINTI

- Työnantajan velvollisuutena työpaikoilla on arvioida käsin tehtävien nostojen turvallisuutta. Arvioinnin voi tehdä henkilö tai henkilöt, jotka tuntevat työsuojeluasioita (esimerkiksi työsuojelupäällikkö, -valtuutettu ja/tai työterveyshuollon edustaja). Arvioitavassa työpisteessä työskentelevän henkilön pitää osallistua arviointiin.
- Arvioinnin perusteella on toteutettava tarvittavat toimet turvallisuuden hallinnan parantamiseksi.
- Muutostilanteissa nostojen ja siirtojen turvallisuus on huomioitava jo suunnitteluvaiheessa.
- Jäljempänä on esitetty tärkeimpiä arvioitavia asioita sekä selvennetty sitä, milloin asiat ovat kunnossa, ja milloin taas on kehittämistarvetta. Arviointitasoja asetettaessa ei ole huomioitu raskaana olevien ja nuorten erityissuojelun tarvetta.

Arvioija(t)	Päivämäärä
Työpiste	
Jatkotoimenpiteistä vastaa	Toteutuspäivämäärä

YMPYRÖI SEURAAVASTA TAULUKOSTA KUNKIN ASIAN KOHDALTA NUMERO, JOKA PARHAITEN VASTAA TILANNETTA NOSTO- TAI SIIRTOTYÖSSÄ

A. nostojen toistuvuus	1. nostot ovat satunnaisia; enintään kaksi nostoa tunnissa tai 10 nostoa työvuoron aikana	2. nostotyötä esiintyy melko harvoin; enintään 15 nostoa tunnissa tai 40 nostoa työvuoron aikana	3. nostotyötä esiintyy melko usein, kuitenkin enintään 40 nostoa tunnissa tai 150 nostoa työvuoron aikana	4. nostoja on enemmän kuin 40 nostoa tunnissa tai yli 150 nostoa työvuoron aikana
B. taakan paino	1. taakan paino on alle 5 kg	2. taakan paino on 6-25 kg	3. taakan paino on 25 – 35 kg	4. taakan paino on yli 35 kg
C. taakan koko ja muoto	1. taakasta saa hyvän otteen, koko alle 50x35x30 cm	2. taakasta saa melko hyvän otteen, koko kuten edellä	3. taakka suurehko, hankalan muotoinen, epäsymmetrinen ja/tai siinä ei ole kädensijojia	4. Erittäin vaikea saada otetta ja/ tai taakka epävaka. Teräviä kulmia tms. tai koko yli 75x50x45 cm
D. noston alotuskorkeus	1. nosto tai siirto tapahtuu vyötärön korkeudella (n. 75 cm)	2. taakkaa joudutaan siirtämään ylös- tai alaspäin enintään 20-30 cm	3. nosto aloitetaan tai lopetetaan lattiatasolta tai lähes lattiatasolta (alle 50 cm:n korkeudelta)	4. nosto aloitetaan tai lopetetaan hartiatason yläpuolelta (yli 135 cm)
E. siirtomatkan pituus	1. taakkaa ei jouduta kantamaan	2. taakkaa siirretään askelleen parin verran	3. taakkaa siirretään 1-2 metriä	4. taakkaa joudutaan kantamaan useita metrejä
F. otteen etäisyys vartalosta	1. etäisyys vartalosta otekohtaan on alle 25 cm	2. etäisyys vartalosta otekohtaan on 25-45 cm	3. etäisyys vartalosta otekohtaan on 46-65 cm	4. etäisyys vartalosta otekohtaan on yli 65 cm
G. vartalon asento noston aikana	1. selkä on suorana nostettaessa, ei kurkottelua, nosto suoraan vartalon edessä	2. joudutaan hieman kumartumaan, kurkottamaan tai kiertämään selkää	3. joudutaan kumartumaan, kurkottamaan tai kiertämään selkää melko paljon	4. joudutaan kumartumaan syvään, kurkottamaan tai kiertämään selkää sivulta toiselle
H. työtöila	1. tila tai sen kalusteet eivät rajoita nostoa	2. tila tai sen kalusteet vaikeuttavat nostamista jonkin verran	3. tila tai sen kalusteet vaikeuttavat nostamista melko paljon	4. työtöila erittäin ahdas ja sen kalusteet vaikeuttavat nostamista erittäin paljon
I. alusta, jonka päällä seisotaan / liikutaan noston aikana	1. alusta on tasainen ja ehjä, ei liukas	2. alusta melko tasainen ja/tai vain ajoittain liukas	3. alustalla on kompastumisvaaraa aiheuttavia esineitä, kohoimia, kuoppia, korkeuseroja tms. ja/tai se on melko usein liukas.	4. alustalla on kompastumisvaaraa aiheuttavia esineitä, kohoimia, kuoppia, korkeuseroja ja se lähes koko ajan liukas. Taakkoja joudutaan kantamaan portaisissa.
J. jalkineet	1. käytetään turvakengitä	2. käytössä on hyvät työkenkät	3. kenjässä on kuvioidut pohjat ja matalat korot	4. kenjän pohjissa ei ole kunnon kuviota ja/tai korot ovat korkeat
K. valaistus	1. valaistus on koko alueella hyvä	2. valaistus on kohtuullinen, mutta varjonmuodostusta ja/tai häikäisyä esiintyy paikoitellen	3. valaistus on melko huono, varjonmuodostusta ja/tai häikäisyä esiintyy melko paljon	4. valaistus on erittäin huono valaistusvoimakkuuden, voimakkaan varjonmuodostuksen ja/tai häikäisyn vuoksi
L. lämpöolosuht.	1. lämpötila pääsääntö-	2. lämpötila kuten	3. lämpötila 12-16 tai 24-27	4. lämpötila usein alle 12 °C tai yli 28

teet	sesti 17-23 °C, ei vetoa (alle 0,1 m/s)	edellä, mutta vetoisuutta esiintyy ajoittain	°C ja/tai lähes koko ajan vedon tunnetta (ilman liikeno- peus 0,5-0,7 m/s)	°C ja/tai työpisteessä vetoista (ilman liike yli 0,7 m/s)
M. nostotyön työnopastus	1. nostamiseen on saatu koulutusta kuormituksesta, oikeista nostomenetelmistä ja selän vahingoittumis- vaarasta.	2.nostamiseen on saatu koulutusta nosto- jen aiheuttamasta kuormituksesta	3. nostamiseen on saatu yleisluontoista koulutusta	4. koulutusta ei ole saatu

KÄSIN TEHTÄVIEN NOSTOJEN KRITERISTÖ

arviointikohte	kriteerit
A. nostojen toistuvuus	Nostojen lukumäärällä tuntia tai vaihtoehtoisesti työvuoroa kohti arvioidaan työn kuormittavuutta.
B. taakan paino	Käsiteltävien taakkojen keskimääräinen paino. Mikäli osa taakoista ylittää 35 kg, nostotapahtuma tulee siltä osin arvioida erikseen (yli 35 kg:n taakkoja ei tulisi nostaa käsin)
C. taakan koko ja muoto	Koon lisäksi huomioitava mm. ote (hyvän otteen saanti edellyttää kädensijoja tms.), muoto (helppo käsiteltävyys) sekä terävät kulmat tai reunat (viiltohaavavaara!). HUOM: pitkät putket, suuret levyt yms. arvioidaan kohtaan 4.
D. noston aloitus- ja/ tai lopetuskorkeus	Huomioidaan sekä aloitus- että lopetuskorkeus. Hartiatason yläpuolinen nosto saa aina arvon 4.
E. siirtomatkan pituus	Matka, jota taakkaa joudutaan noston yhteydessä kantamaan.
F. otteen etäisyys vartalosta	Otekohdan eli käden etäisyys vartalosta (esim. suuria kappaleita käsiteltäessä otteen etäisyys muodostuu aina suurehkoksi)
G. vartalon asento noston aikana	Huomioidaan kumartumiset (esim. lattialla olevalle lavalle laitto), kurkottelut (hyllystä otto tms.) sekä selän kierrot (taakan siirto vartalon puolelta toiselle selkää kiertäen).
H. työtila	Kalusteiden sijoittelu siten, että on tarpeeksi tilaa työskennellä ilman vaaraa (esim. kalusteisiin kolhiutuminen noston aikana, nostot kalusteiden yli). Huomioi myös käytäväleveydet.
I. seisomis- / liikkumis- alusta	Huomioidaan lattialla olevat esteet: kynnykset, kuopat, erilaiset tavarat (työkalut, johdot tms.) sekä liukkaus (erilaiset nesteet, öljy, jää).
J. jalkineet	Nostotyöt edellyttävät yleensä aina turvakenkien käyttöä jalalle putoamisvaaran vuoksi.
K. valaistus	Aistinvarainen arvio. Mitattuja arvoja voidaan verrata esim. Suomen Valaistusteknillisen seuran julkaisuun 9-1986 "Valaistussuositukset. Sisävalaistus."
L. lämpöolosuhteet	Suositus kevyessä työssä 19-23 °C, ilman liike alle 0,1m/s, keskiraskaassa työssä 17-21 °C ja ilman liike alle 0,5 m/s, raskaassa työssä 12-17 °C ja alle 0,7m/s.
M. nostotyön työnopastus	Opastuksella tarkoitetaan yksilökohtaista opastusta nostojen aiheuttamasta kuormituksesta, oikeista nostomenetelmistä ja erityisesti selän vahingoittumisvaarasta.

Arvioinnin eri osa-alueilla numero 1 merkitsee, että käsin tehtävät nostot ovat turvallisuuden kannalta sen asian osalta hallinnassa.

Taso 2 tarkoittaa sitä, että kulloinkin arvioitava asia on riittävästi hallinnassa. Yhteisvaikutus saattaa kuitenkin aiheuttaa syventävän arvon tarvetta esim. niin, että 24kg painavaa taakkaa nostetaan 35 kertaa työvuoron aikana siten, että selkää joudutaan kiertämään. Tästä aiheutuu selän vaurioitumisen vaara.

Numero 3 edellyttää ko. asian tarkempaa pohtimista mahdollisista työtä keventävistä ja helpottavista ratkaisuista nostotyövälineisin tai työympäristöön.

Taso 4 tarkoittaa, että tarvitaan vilpymättä toimenpiteitä haitta- ja vaaratekijöiden poistamiseksi tai vähentämiseksi

SAFETY CHECK LIST

1. Ohjeet, kyltit, vaatimuksenmukaisuus
Huomioi riittävät merkinnät ja käyttöohjeet ja varmista, että ne ovat ajantasalla
Tarvittavat varoituskyltit propulsioyksikön sisäänmenoaukon läheisyyteen
Lainsäädännön asettamat vaatimukset huomioitu
2. Merkityt kulkureitit ja evakuointi
Tehostemaalaukset ja karhennuspinnoitteet askelmiin, tartuntaotteisiin ja tikkaisiin
Varmista, ettei varustelurautoja ei ole sijoitettu kulkureiteille
Terävät kulmat kulkureiteillä tulee pyöristää ja varmistaa, etteivät ne estä evakuointia
Anturit ja muut helposti rikkoutuvat osat sijoitettava pois kulkureiteiltä
Riittävä valaistus huomioitu ja suunnattu merkitylle kulkureiteille hätäpoistumista varten
Kuumaakestävät hohtoteippaukset merkitylle kulkureiteille näyttämään hätäpoistumisreitti
Huomioi valjaiden ja evakuoinnin vaatima tilantarve sekä esteetön kulku
Putket, letkut ja läpiviennit sijoiteltu pois kulkureiteiltä sekä kompastumisvaara minimoitu
3. Luukut, lukitukset ja ovet
Luukkujen lukot oltava molemmin puolin avattavia ja käytettäviä
Luukut saatava auki hätätilanteessa, varmista esteettömyys!
Luukkujen ja tasanteiden käytettävyys ja mitoitus on huomioitu
Varmista asianmukainen lukitus, ettei propulsioyksikköön ole pääsyä sen ollessa jännitteinen
4. Ergonomia
Minimoi käsinostojen tarve huoltotöiden suunnittelussa
Nostoapuvälineiden vaatima tilantarve huomioitu rakenteissa
Työkalujen ja työvaiheiden vaatima tilantarve huomioitu
Ergonomiset työasennot huomioitu
Materiaalit ja muotoilu ergonomian kannalta varmistettu
Mitoitus ja säädettävyys huomioitu
Työmenetelmät ja työjärjestys huomioitu
Riittävä määrä jalansijoja ja tartuntaotteita
Huoltokohteiden ympäristökijät ja luoksepäästävyys varmistettu
5. Huolto- ja kunnossapito
Materiaalin turvallisuus on varmistettu. Vaarallisten ja kiellettyjen aineiden lista on huomioitu.
Pumppujen tehostemaalaus nostolenkkien kohdalta huomioitu (+ohjeet)
Osan/rakenteen vaatimukset, kuormat ja turvallisuus on selvitetty
Suojavarusteet ja henkilösuojaimien tarve huomioitu
Interspace-välitilasta evakuointimahdollisuus, rakenteet ja tilantarve
6. Sähkö
Sähkösuunnittelija tarkastaa kaikki kytkennät ja rakenteet, jotka on sähköistetty
Huomioitu, että asentaja pääsee tarkastamaan kaikki liitokset, johtimet ja kytkennät
Sähkötyöturvallisuus varmistettu laitteen käytön osalta
7. Pelastuspakkaus
Tarkasta pelastuspakkauksen sisällön päivitystarve rakennemuutoksien yhteydessä
Varmista riittävät ohjeet ja merkinnät
8. Nostokorvakkeet
Nostokorvakkeiden riittävä määrä, sijoittelu ja käytettävyys huomioitu vaaka- ja pystysirroissa sekä kiinnitetty huomioita, että niillä on selkeä reitti
Nostokorvakkeiden laadunvarmistus suoritettu
Nostokorvakkeiden tehostemaalaus ja stanssaus

Turvallisuusviikko 5. – 9.11.2018

Palautekysely



1. Kuinka paljon tämä esittely toi tietoutta turvallisuusasioista?
2. Kuinka hyvin suunnittelu- ja tuotekehitys on onnistunut turvallisuuspainotteisessa suunnittelussa?
3. Mihin asioihin toivoisit, että jatkossa kiinnitettäisiin enemmän huomiota?
4. Muuta huomioitavaa

Kiitos palautteestasi 😊

