



# TURVALLISESTI, TEHOKKAASTI, ASIAANTUNTEVASTI

Katsaus logistiikan ja merenkulun  
kehityshankkeisiin

Justiina Halonen & Pauli Potinkara (toim.)



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu

Justiina Halonen & Pauli Potinkara (toim.)

# **TURVALLISESTI, TEHOKKAASTI, ASiantuntevasti**

Katsaus logistiikan ja merenkulun  
kehityshankkeisiin

XAMK KEHITTÄÄ 23

KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULU  
KOTKA 2017

© Tekijät ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

Kannen kuva: Justiina Halonen

Taitto- ja paino: Grano Oy

ISBN: 978-952-344-044-9 (nid.)

ISBN: 978-952-344-045-6 (PDF)

ISSN: 2489-2467 (nid.)

ISSN 2489-3102 (verkojulkaisu)

[julkaisut@xamk.fi](mailto:julkaisut@xamk.fi)

# LUKIJALLE

Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu Oy tarjoaa monipuolisen koulutuksen lisäksi soveltavaa, työelämää ja julkista sektoria tukevaa verkostoitunutta tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa (TKI). Ammattikorkeakoulun TKI-toiminnan tavoitteena on alueen osaamisen lisääminen ja yritystoiminnan kilpailukyvyyn vahvistaminen. TKI-toiminta tuottaa tutkimustiedon lisäksi uusia menetelmiä, tuotteita ja palveluja yhteistyössä aluekehittäjien ja yritysten kanssa. Alueellinen kehittäminen ja uuden osaamisen tuottaminen muuttuvalle elinkeinoelämälle ovat ammattikorkeakoulun perustehtäviä.

Kädessäsi on logistiikan ja merenkulun painoalan ensimmäinen yhteinen tutkimusjulkaisu. Julkaisuun on koottu painoalan tutkimus- ja kehittämistoiminnasta kertovia artikkeleita sekä kuvauksia kansainvälisestä yhteistyöstä sekä painoalalla kehitetyistä koulutus- ja palvelutuotteista. Painoalan monialainen yritysyhteistyö tukee logistiikkamaakunnan aluekehitystä sen valitsemalla Älykkään erikoistumisen (RIS3) kärkialueella. Julkaisu jakaantuu kolmeen osa-alueeseen painoalan tutkimuskärkien mukaisesti eli rautatielogistiikkaan, satamalogistiikkaan ja merenkulkuun. Jokainen osa-alue alkaa tutkimuspäällikön katsauksella oman toimialansa TKI-työn teemoihin tai ajankohtaisiin asioihin. Artikkelikokoelmassa esitellään hanketoiminnan tuloksia vuosilta 2016 ja 2017.

Tämän artikkelikokoelman kirjoittajat työskentelevät logistiikan ja merenkulun tutkimusryhmän hankkeissa sekä yrityksissä ja viranomaisorganisaatioissa, joiden kanssa tutkimusryhmä tekee pitkäjänteistä yhteistyötä. Kiitän kaikkia kehittämissyöissä mukana olleita tahoja, rahoittajia, opinnäytteiden ja projektitöiden tekijöitä sekä yhteistyökumppaneita alan tuloksellisen TKI-toiminnan mahdollistamisesta.

*Mervi Nurminen*, tutkimusjohtaja  
Kotkassa 1.11.2017

## KIRJOITTAJAT

**ELIAS ALTARRIBA**, TKI-asiantuntija

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**ANNI ANTTILA**, projektipäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**OLLI-PEKKA BRUNILA**, tutkimuspäällikkö, logistiikka

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**JUSTIINA HALONEN**, tutkimuspäällikkö, merenkulku

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**JARMO HÄKKINEN**, varapäällikkö, Meripelastuslohkokeskus MRSC Helsinki

Rajavartiolaitos, Suomenlahden merivartiosto

**MIINA KARJALAINEN**, projektitutkija

Meriturvallisuuden ja -liikenteen tutkimuskeskus Merikotka ry

**JOEL KAUPPINEN**, suunnittelija

Metsähallitus

**TUOMO KETTULA**, projektipäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**VUOKKO MALK**, projektipäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Metsä, ympäristö ja energia

**MAIJA MÄRKÄLÄ**, tutkimuspäällikkö, rautatilogistiikka

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**JANI NEVALAINEN**, palomestari

Pohjois-Karjalan pelastuslaitos, Hammaslahden paloasema

**SIMO NOREMA**, palomestari

Kymenlaakson pelastuslaitos, Kotkan paloasema

**MERVI NURMINEN**, tutkimusjohtaja

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**TOMI ORAVASAARI**, projektipäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**MIKKO PITKÄAHO**, kehitysinsinööri

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**TIINA POIKOLAINEN**, projektipäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**CAROLUS RAMSAY**, turvallisuuspäällikkö

Finnlines Oyj

**EMMI RANTAVUO**, projektipäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**HANNE SOININEN**, tutkimuspäällikkö, ympäristöturvallisuus

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Metsä, ympäristö ja energia

**TEEMU VENESKARI**, kehittämisspäällikkö

Kymenlaakson pelastuslaitos

**HENRI VIRTANEN**, logistiikkainsinööriopiskelija, työharjoittelija

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

## SISÄLTÖ

<b>LUKIJALLE</b> .....	<b>3</b>
<b>KIRJOITTAJAT</b> .....	<b>4</b>
<b>KEHITYSYHTEISTYÖTÄ TANSANIAN KANSSA</b> .....	<b>9</b>
Mervi Nurminen, tutkimusjohtaja	
<b>TULEVAISUUS RAITEILLA</b> .....	<b>13</b>
Maija Märkälä, DI, tutkimuspäällikkö, rautatielogistiikka	
<b>RAUTATIEALAN KOULUTUS JA MARKKINOIDEN AVAUTUMINEN</b> .....	<b>17</b>
Tiina Poikolainen, DI, projektipäällikkö & Tuomo Kettula, BBA, projektipäällikkö	
<b>RAUTATIELIIKENTEEN TUTKIMUSPROJEKTIT EUROOPASSA</b> .....	<b>21</b>
Henri Virtanen, logistiikkainsinööriopiskelija, työharjoittelija	
<b>YHDISTYMISESTÄ UUTTA PUHTIA LOGISTIIKKAAN</b> .....	<b>33</b>
Olli-Pekka Brunila, DI, tutkimuspäällikkö, logistiikka	
<b>LOGISTIIKKAVERSTAS LUO KONTAKTEJA TYÖELÄMÄÄN</b> .....	<b>37</b>
Anni Anttila, insinööri, projektipäällikkö	
<b>RAJAT YLITTÄVÄÄ YHTEISTYÖTÄ VENEILYN KEHITTÄMISESSÄ - 30MILES-HANKE</b> .....	<b>40</b>
Tomi Oravasaari, projektipäällikkö	
<b>MERILIIKENTEEN PROFIILI TKI-TYÖN SUUNNANNÄYTTÄJÄNÄ?</b> .....	<b>45</b>
Justiina Halonen, merikapteeni (AMK), tutkimuspäällikkö, merenkulku	
<b>SÖKÖSAIMAA KEHITTÄÄ SISÄVESIEN ÖLJYNTORJUNTAA</b> .....	<b>57</b>
Justiina Halonen, tutkimuspäällikkö, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu & Joel Kauppinen, suunnittelija, Metsähallitus	
<b>ÖLJYN LEVIÄMISEN ARVIOINTI VAHINGON JÄLKEISINÄ TUNTEINA - TYÖKALUJA PELASTUSTOIMELLE OSANA SÖKÖSAIMAA-HANKETTA</b> .....	<b>69</b>
Elias Altarriba, TkL, TKI-asiantuntija	
<b>RPAS-TOIMINTA ÖLJYNTORJUNTAOPERAATION JOHTAMISESSA</b> .....	<b>75</b>
Mikko Pitkäaho & Teemu Veneskari & Emmi Rantavuo & Justiina Halonen & Jani Nevalainen & Simo Norema	

**SCAROIL - UUTTA KOULUTUSTA ÖLJYNTORJUNTAAN..... 91**

Emmi Rantavuo, projektipäällikkö

**ÄLYKÖSTÄ UUTTA TIETOA BIOÖLJYJEN JA -POLTTOAINEIDEN  
YMPÄRISTÖKÄYTTÄYTYMISEEN ..... 100**

Vuokko Malk, FM, projektipäällikkö, Metsä, ympäristö ja energia &  
Hanne Soininen, DI, tutkimuspäällikkö, Metsä, ympäristö ja energia &  
Justiina Halonen, merikapteeni (AMK), tutkimuspäällikkö,  
Logistiikka ja merenkulku

**YHTEISTOIMINTAHARJOITUKSET KEHITTÄVÄT MATKUSTAJA-  
ALUSTEN EVAKUOINTIA..... 106**

Justiina Halonen, tutkimuspäällikkö, Kaakkois-Suomen ammatti-  
korkeakoulu & Jarmo Häkkinen, varapäällikkö MRSC Helsinki,  
Suomenlahden merivartiosto, Rajavartiolaitos & Simo Norema,  
palomestari, Kymenlaakson pelastuslaitos & Carolus Ramsay,  
turvallisuuspäällikkö, Finnlines Oyj

**LAIVAN POHJAN PUHTAUDEN VAIKUTUS KULKUVASTUKSEEN -  
COMPLETE ETSII RATKAISUJA VIERASLAJIONGELMAAN .....119**

Elias Altarriba, TkL, TKI-asiantuntija & Miina Karjalainen, FT, projektitutkija

## **LIITTEET**

**LIITE 1. SATAMIEN ULKOMAAN ALUSLIIKENNE ALUSTYYPEITTÄIN  
2005-2016, SATAMIIN SAAPUNEET ALUKSET..... 125**

**LIITE 2. PELASTUSLAITOSTEN ÖLJYNTORJUNTAOSAAMINEN NELI-  
KENTTÄNÄ..... 129**





# KEHITYSYHTEISTYÖTÄ TANSANIAN KANSSA

Mervi Nurminen, tutkimusjohtaja

Viimeksi kuluneiden viiden vuoden aikana 7–8 maailman nopeimmin kasvavasta valtiosta on ollut Afrikasta. Sadat miljoonat ihmiset ovat päässeet pois äärimmäisestä köyhyydestä, ja Afrikka on noussut lähes Kiinan veroiseksi talouskasvun veturiksi. Tärkein syy elintason kasvuun kehitysmaissa on yksityissektorin rahoitus. Tuottavin julkinen rahoitus on suuntautunut lainsäädännöllisiin hankkeisiin, jotka ovat vähentäneet toimintaympäristöön liittyviä riskejä kuten korruptiota ja tehneet kehitysmaista turvallisia sijoituskohteita.

Itä-Afrikan talous kasvaa nopeasti ja kauppa vapautuu enenevässä määrin. Esimerkiksi Tansanian talouskasvu on ollut 6–8 prosentin luokkaa jo noin vuosikymmenen ajan. Kasvun odotetaan edelleen jatkuvan tasaisena. Vuoden 2011 inflaatiopiikin jälkeen myös inflaatio on pysynyt 5–6 prosentin tuntumassa. Tansaniaan kohdistuu eniten ulkomaisia investointeja koko Itä-Afrikassa. Investointeja tehdään erityisesti kaivos- ja turistisektorille. Kaupunkeihin keskittyneellä palvelusektorilla on keskeinen rooli Tansanian taloudessa. Palvelusektori vastaa lähes puolta bruttokansantuotteesta. Kehitysmailla on tyypillistä, että maatalouden rooli on merkittävä. Maatalous on myös ylivoimaisesti suurin työllistäjä. Maataloussektorin tuottavuus on alhainen ja se kasvaa hitaammin kuin muut liiketoimintasektorit. Teollisuuden osuus bruttokansantuotteesta on noin 25 prosenttia. Itä-Afrikan vienti on viime vuosina kasvanut, mutta se keskittyy lähinnä alkutuotantoon ja raaka-aineisiin. Kaivos- ja maataloustuotteet ovat tärkein vientituote, mutta kaivokset ovat pitkillä sopimuksilla ulkomaisten yritysten omistuksessa. Kulutustavaroiden tuotanto ja kotimainen kauppa lisääntyvät nopeasti.

Niin infrastruktuuri- kuin energia- ja rakennushankkeetkin ovat korkealla maiden hallitusten kehittämislistoilla. Odotettavissa on suuria julkisia investointeja niin maantie-, rautatie-, kuin varastointi- ja satamahankkeisiin. Ennustettu maakaasuboomi kasvattaa rakennus- ja kuljetuspalvelujen kysyntää.

Tansanian kauttakuljetuskapasiteetti jää pääosin hyödyntämättä huonokuntoisten teiden ja puutteellisen kaluston, toimimattoman rataverkoston, puutteellisten lastinkäsitteily- ja varastointipisteiden sekä huonosti toimivien satamien vuoksi. Kauttakuljetuksiin ja siihen liittyvään osaamiseen ja infrastruktuuriin panostamalla on saavutettavissa rajattomat liiketoimintamahdollisuudet. Hyviä mahdollisuuksia on myös cleantech-, uusiutuva energia- ja biopolttoaineteollisuudelle sekä metsäsektorille. Yhteistyömahdollisuuksia on myös innovaatio- ja teknologia-aloilla sekä maataloudessa, elintarviketuotannossa ja siihen liittyvässä logistiikassa sekä matkailuliiketoiminnassa.

Itäisen Afrikan valtioiden väestö kasvaa noin kolmen prosentin vuosivauhdilla ja kaupungistuminen on vielä kaksi kertaa nopeampaa. Molemmat asiat voivat olla sekä kehityksen este että vauhdittaja. Väestönkasvun valjastamisessa kehityksen vauhdittajaksi on olennaista nuorten koulutus ja työpaikkojen luominen. Työvoimaa on tarjolla

runsaasti, mutta koulutuksen taso on havaintojemme mukaan alhainen. Kysyntää on siis myös tasokkaille koulutus- ja terveyspalveluille, sähköratkaisuille sekä vesi- ja puhdistuspalveluille. Kasvava keskiluokka lisää kysyntää. Lähes jokaisella kaupunkilaisella nuorella on matkapuhelin. Lähes kaikki lapset käyvät koulua. Opetuksen laatu, menetelmät ja oppimateriaalit ovat heikot ja luokkakoot suuria. Tansania sijoittuu inhimillisen kehityksen indeksillä huonoimpaan neljännekseen.

Yleisesti osattu englannin kieli helpottaa maassa toimimista. Haasteita aiheuttavat korruptio, hallinnon tehottomuus, kehittymätön infrastruktuuri sekä korkean tason osaamisen vähyys, esimerkiksi logistiikan yliopistokoulutus puuttuu kokonaan. Erityisesti tämä näkyy kuljetus- ja maahantuontikustannuksissa ja pitkissä kuljetusajoissa. Sijaintinsa ansiosta Tansaniassa on potentiaalia kehittyä yhdeksi Itä-Afrikan liiketoimintakeskukseksi ja toimia sisämaanaapureidensa kaupankäynnin väylänä.

Keskiväylä ”Central Corridor”, joka kulkee Tansanian läpi Dar es Salaamin ja Tangan satamiinon Ruandan, Burundin ja Kongon tuottajien suoraan reitti rannikolle. Korruptio, olematon tie- ja rautatieliikenneinfra ja kalusto, monimutkaiset tullisäädökset ja sataman riittämätön kapasiteetti sekä heikko palvelutaso ovat kehittymisen esteitä. Useita kehityshankkeita on käynnissä esimerkiksi satamissa ja rautateillä.

Suomi tunnetaan Tansaniassa luotettavana ja hyvänä kumppanina, mikä tukee osaltaan hyvien kumppanuuksien syntymistä. Kymenlaakson yritysten, oppilaitosten ja maakuntaliiton Fact Finding -matka Tansaniaan toteutui ulkoministeriön ja Finn-partnershipin liikekumppanuustuella toukokuussa 2016. Tarkoituksena oli kartoittaa liiketoiminnan ja koulutusviennin mahdollisuuksia. Matkan tulosten perusteella on kartoitettu toimintaa, haasteita ja yhteistyökumppaneita sekä mietitty kehitysyhteistyön TKI-hankkeita ja niiden rahoitusmahdollisuuksia. Uusi matka suuntautuu Tansaniaan marraskuussa 2017. Matkan aikana järjestetään yhteistyöseminaari sekä yritystapaamisia. Tavoitteena on löytää yhteistyökumppanit tulevaisuudessa perustettavaa TKI- ja koulutuskeskisyhteistyötä varten. Jo syntyneiden kontaktien asiantuntemusta kannattaa käyttää jatkossakin. Luotettavat yhteistyökumppanit ovat uudessa ympäristössä tärkeitä.

Ensimmäisen matkan jälkeen perustettu yritysten, kouluttajien ja kehittäjien muodostama kehitysluottokonsortio tukee yritysten kansainvälistymistä ja etabloitumista Itä-Afrikan markkinoille. Konsortio on jo jakanut markkinatietoa pk-yrityksille sekä valmentanut hakemaan rahoitusta ja partnereita Itä-Afrikan maista.

Marraskuussa toteutettavan matkan jälkeen on tunnistettu potentiaaliset, kasvuhakuiset vienti- ja tuontiyhteydet Kymenlaaksossa sekä mahdolliset yhteistyökumppanit kohdemaassa. Matkan aikana yritysten kohdealueen tuntemus on lisääntynyt sekä liiketoimintaympäristön että -kulttuurin näkökulmasta. Yhteistyökumppanit haetaan muun muassa koulutus-, energia- ja logistiikkasektorilta, joissa käynnistetään ensimmäiset kumppanuushankkeet vuoden 2018 aikana. Kehityshankkeita rahoitetaan projektien sisältöön soveltuvilla kansallisilla ja kansainvälisillä rahoitusohjelmilla.

Vaikka Suomella ja Tansaniassa on pitkäaikainen yhteistyöhistoria, maiden välinen kauppa on hyvin vähäistä. Suomella olisi mahdollisuuksia käyttää kehitysyhteistyöllä syntyneitä suhteita hyväksi myös taloudellisissa liiketoimintasuhteissa.



*Kuva 1. Annu Jokela-Ylipiiba Ekamista, Elina Multanen Finnhubista ja Olli-Pekka Brunila Xamkista vierailivat Dar es Salaamin Maritime Institutissa 10.11.2017. (Kuva: Mervi Nurminen).*



*Kuva 2. Konepäällystön koulutusta Maritime Institutissa Dar es Salaamissa. (Kuva: Mervi Nurminen).*



# TULEVAISUUS RAITEILLA

**Maija Märkälä, DI, tutkimuspäällikkö, rautatielogistiikka**

Liikenne on palvelu, jota kehitetään parhaillaan aktiivisesti perinteisiä raja-aitoja rikkoen. Digitaalisuus muuttaa toimialaa, ja pilotointi on tapa kehittää ketterästi uusia toimintamalleja. Rautatiet ovat haasteen edessä automaattiajamisen kehittyessä ja esimerkiksi henkilöautolla matkustamisen muuttuessa ajankäytöllisesti yhtä tehokkaaksi ja mukavaksi kuin junamatkustaminen.

## **RAUTATIELIIKENTEEN HAASTEET SUOMESSA JA KOKO EUROOPASSA**

Rautatieliikenteen haasteet ja mahdollisuudet ovat erilaiset Suomessa kuin muualla Euroopassa. Kölnissä heinäkuun alussa pidetyn The Future of Transportation World-konferenssin esitysten mukaan suuntauksena näyttää olevan lentoliikenteelle kilpailukykyisen suurnopeusjunaliikenteen verkoston rakentaminen Manner-Euroopassa. Suomessa uusien investointien sijaan radan entistä tehokkaampi käyttö ja pienet parannukset ovat priorisoituina korkealle.

Vuoden 2001 jälkeen toteutetuista toimista huolimatta rautateiden tavaraliikenteen suorituskyky on Euroopassa yhä heikko. Vuosittain rautateitse kuljetettu rahtimäärä on pysynyt suhteellisen vakaana, mutta samanaikaisesti maanteitse kuljetettu rahtimäärä on kasvanut. Kehityssuunta vaarantaa komission valkoisessa kirjassa asetetun tavoitteen, jonka mukaan yli 300 kilometrin pituisista maanteiden tavarankuljetuksista siirretään 30 prosenttia ympäristöystävällisempiin liikennemuotoihin vuoteen 2030 mennessä. Maantiekuljetukset päihittävät rautatiekuljetukset erityisesti joustavuuden ja hinnan vuoksi. (Euroopan Unioni 2016.) Rautateillä kuljetukset on suunniteltava hyvissä ajoin etukäteen ja haettava ratakapasiteettia, jotta kaikki junaliikenne pystytään sovittamaan yhteen rajatulle infrastruktuurille. Lisäksi ovelta ovelle -kuljetukset eivät aina ole mahdollisia. Hintaeroa puolestaan selittävät kilpailun puute sekä se, että rautatiekuljetuksista maksetaan suoritteeseen perustuvaa ratamaksua, mutta kaikissa maissa ei ole käytössä tiemaksujärjestelmää.

Rautatiealan muuttuessa myös vastuita ja rooleja arvioidaan kriittisesti. Rautatieliikenteen avoimen ja syrjimättömän markkinoillepääsyn mahdollistamiseksi VR-Yhtymä Oy:stä eriytetään kalusto-, kunnossapito- sekä kiinteistöyhtiö (LVM 9.8.2017). Rautateiden operatiivinen liikenteenohjaus eriytettiin VR-Yhtymästä jo aiemmin vuonna 2015. Myös liikenteen ja viestinnän viranomaistehtävien keskittämistä yhteen virastoon on suunniteltu Trafín, Viestintäviraston ja Liikenneviraston eräiden viranomaistehtävien osalta (LVM 17.2.2017). Rooleissa olisi selkiyttämistä myös valtion rautaverkolta yksityisraiteille siirryttäessä. HaminaKotkan sataman asiakkaat ovat tuoneet esille harmaan alueen ongelman, joka liittyy sekä liikenteen ennalta suunnitteluun että operatiivisiin tilanteisiin ja jonka pääsyynä on läpinäkyvän ja tasapuolisen toimintamallin puute Kotolahden ja Mussalon ratapihoilta sataman raiteistolle siirryttäessä. Mallin olisi kuitenkin oltava joustava eikä siitä saisi seurata lisäkustannuksia, joten

pilotointi olisi hyvä tapa selvittää soveltuva malli ja sen toteutettavuus.

## **GLOBAALI KEHITYS JA RAILGATE FINLANDIN MAHDOLLISUUDET**

Globaalisti rautatiealaa vaikuttavia trendejä ovat muun muassa väestön ikääntyminen ja muutokset elämäntavoissa, asutuksen keskittyminen erityisesti kehittyvien markkinoiden suurkaupunkeihin, työmarkkinoiden uusjako ja eriarvoistumisen kasvaminen, ilmaston muutoksesta johtuvien ääri-ilmiöiden lisääntyminen sekä Big data, Internet of Things ja robotisaatio luomassa aidosti integroituja ja intermodaaleja kuljetusratkaisuja (UIC 2015; Arup 2015).

Rautatiet ovat tunnetusti olleet tehokas kuljetusmuoto pitkillä välimatkoilla. Aiemmin pitkien matkojen kilpailuetu on ollut lento- ja tieliikenteeseen verrattuna, mutta nyt rautatiekuljetuksista on tullut kilpailukykyisiä myös Euroopan ja Aasian välisille merikuljetuksille. Noin kahden kuukauden ovelta ovelle kuljetusten sijaan kuljetukset rautateitse Kiinan sisämaahan kestävät vain noin kaksi viikkoa. Näin ollen tuotteet saadaan perille 75 prosenttia nopeammin lähes merikuljetusten kustannustasolla. Mikäli kokonaiskustannuksissa otetaan huomioon myös kuljetuksen aikana varastoon sitoutunut pääoma, on rautatiekuljetuksen kilpailukyky erinomainen Kiinan Belt and Road -hankkeen tuet mukaan luettuina. Belt and Road -hanke on massiivinen investointiohjelma, joka tukee sisämaan ulkomaan kaupan kuljetuksia. Se pyrkii vähentämään Kiinan ruuhkautuneiden satamien läpi kulkevaa liikennettä, ja Suomi voisi toimia tämän tavoitteen edistämiseksi arktisena yhteytenä (Asia Times 2017). Kouvolassa onkin aktiivisesti kehitetty rautatie- ja maantierterminaalia ja siten koko Railgate Finlandia. Logistiikka-alueen yleissuunnitelma ja kaavarunko, hallintomalli sekä selvitys pitkien junien hyödyntämisestä ja lastinkäsittelymenetelmistä ovat valmistuneet. Lisäksi Kouvolan kaupunki hakee investointeihin rahoitusta Euroopan unionin CEF Blending 2017 -hausta noin 7,7 miljoonaa euroa. Hankkeen ensimmäisen vaiheen toteutuskustannukset ovat yhteensä noin 38,6 miljoonaa euroa. (Kouvola 15.6.2017)

Rautatiekuljetukset Euroopan ja Aasian välillä ovat kasvaneet voimakkaasti viime vuosina. Vuonna 2014 Euroopan ja Kiinan välillä kulki noin 308 junaa, vuonna 2015 jo 815 junaa ja 2016 jopa 1 702 junaa (OSJD 2016; Think Railways 4.1.2017). Kontteja kyseisissä junissa kuljetettiin noin 350 000 TEU:ta vuonna 2016 ja vuoteen 2020 mennessä konttimäärän on ennustettu nousevan miljoonaan TEU:hun.

## **XAMK KEHITYKSEN KÄRJESSÄ**

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa Xamkissa on parhaillaan käynnissä kaksi rautatieliikenteeseen liittyvää projektia: Raideliikenteen osaajat ja VARIKKO. Raide-liikenteen osaajat -projektissa luodaan rautatiealalle korkeakoulutasoinen yrityksille suunnattu täydennyskoulutuskokonaisuus. ESR-rahoitteinen hanke kestää elokuun 2018 loppuun, mutta koulutusta pilotoidaan jo loppuvuodesta 2017.

VARIKKO-projektissa (EAKR) taas perustetaan rautatiealan kehitys- ja tutkimuskeskus, joka toimii alan innovaatioympäristönä yrityksille, opiskelijoille sekä projektihenkilöstölle. Luvassa on työpajoja, lyhytkestoisia kehittämissuunnitelmia sekä

tilaisuuksia, joista osaan ovat kaikki tervetulleita ja osaan valitaan osallistujat erillisen hakumenettelyn kautta. Molemmista projekteissa yhteistyökumppaneina ovat Kouvolan Innovation Oy, Kouvolan Rautatie- ja Aikuiskoulutus Oy, Lappeenrannan teknillinen yliopisto ja Liikennevirasto. Yllä mainittujen projektien lisäksi Kouvolan kaupunki rahoittaa Xamkin rautatielogistiikan tutkimuspäällikön tehtävää. Tutkimuspäällikkö osallistuu RRT-terminaalien kehittämiseen ja rautatiealan liiketoimintaosaamisen kasvattamiseen erinäisten yritys yhteistyöprojektien avulla.



## LÄHTEET

- Arup 2015. Future of Rail 2050. Lontoo: The Arup Rail Business, 11-25. Saatavissa: <https://www.arup.com/publications/research/section/future-of-rail-2050> [viitattu 8.9.2017].
- Asia Times 2.7.2017. Finland could serve as China's Arctic gateway for Obor. Saatavissa: <https://oglinks.news/article/3c2d8a/finland-could-serve-as-arctic-gateway-for-obor> [viitattu 7.9.2017].
- Euroopan Unioni 2016. Erityiskertomus: EU:n rautateiden tavaraliikenne ei ole vielä oikeilla raiteilla. ISBN 978-92-872-4587-8 ISSN 1977-5792. Euroopan Unioni: Euroopan Tilintarkastustuomioistuin, 23-24, 29. Saatavissa: [http://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16\\_08/SR\\_RAIL\\_FREIGHT\\_FI.pdf](http://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_08/SR_RAIL_FREIGHT_FI.pdf) [viitattu 7.9.2017].
- Kouvola 15.6.2017. Kouvolan rautatie- ja maantierterminaalihanke etenee suunnitellusti. Saatavissa: <https://www.kouvola.fi/index/uutiset/2017/06/kouvolanrautatie-ja-maantierterminaalihankeeteneesuunnitellusti.html> [viitattu 8.9.2017].
- LVM 17.2.2017. Tiedote: Työryhmä esittää liikenteen ja viestinnän viranomaistehtävien yhdistämistä yhteen virastoon, väyläverkosto jäisi Liikennevirastoon. Saatavissa: <https://www.lvm.fi/-/tyoryhma-esittaa-liikenteen-ja-viestinnan-viranomaistehtavien-yhdistamista-yhteen-virastoon-vaylaverkosto-jaisi-liikennevirastoon-922351> [viitattu 7.9.2017].
- LVM 9.8.2017. Tiedote: Rautateiden henkilöliikenteen kilpailu avautuu. Saatavissa: <https://www.lvm.fi/-/rautateiden-henkiloliikenteen-kilpailu-avautuu-949421> [viitattu 7.9.2017].
- OSJD 2016. OSJD and China-Europe Rail Container Transport, 23. Saatavissa: [http://fiata.com/fileadmin/user\\_upload/documents/recent\\_views/Working\\_Group\\_UIC\\_FIATA/UIC-FIATA\\_Shenzen\\_12-13\\_May\\_2016\\_Presentation\\_Dong\\_Jianmin.pdf](http://fiata.com/fileadmin/user_upload/documents/recent_views/Working_Group_UIC_FIATA/UIC-FIATA_Shenzen_12-13_May_2016_Presentation_Dong_Jianmin.pdf) [viitattu 8.9.2017].
- Think Railways 4.1.2017. First China – UK direct rail freight service launched. Saatavissa: <http://www.think-railways.com/first-china-uk-direct-rail-freight-service-launched/> [viitattu 8.9.2017].
- UIC 2015. A Global Vision for Railway Development. ISBN 978-2-7461-2449-3. Pariisi: International Union of Railways, 9-10. Saatavissa: [https://uic.org/IMG/pdf/global\\_vision\\_for\\_railway\\_development.pdf](https://uic.org/IMG/pdf/global_vision_for_railway_development.pdf) [viitattu 8.9.2017].

# RAUTATIEALAN KOULUTUS JA MARKKINOIDEN AVAUTUMINEN

Tiina Poikolainen, DI, projektipäällikkö & Tuomo Kettula, BBA, projektipäällikkö

Vuonna 2016 Suomen noin 6 000 kilometriä pitkällä rataverkolla liikkui yli 500 000 juna, joissa kuljetettiin 36,2 miljoonaa tonnia tavaraa ja 80 miljoonaa matkustajaa (Finrail 2017; Liikennevirasto 2017). Jotta junat voivat liikkua rataverkolla turvallisesti ja täsmällisesti, tarvitaan liikenneturvallisuustehtäviin koulutettua henkilökuntaa, jonka koulutusta säätelee laki. Rataverkon kunnossapidon, liikenteenohjauksen ja junan kuljettamisen lisäksi tarvitaan kuitenkin runsaasti muita ammattiryhmiä, joiden työpanos mahdollistaa markkinoiden toimivuuden esimerkiksi myynnissä, suunnittelussa ja erilaisissa logistisissa palveluissa. Näiltä työntekijöiltä ei välttämättä vaadita liikenneturvallisuuspätevyyttä, mutta perustiedot rautatiejärjestelmästä tukevat heidän päivittäistä toimintaansa. Perinteisesti nämä tiedot ovat kehittyneet työn lomassa ja kokemuksen karttuessa. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa alkaa marraskuussa 2017 ensimmäinen ammattikorkeakoulutasoinen Raideliikenteen osaajat-pilottikoulutus, joka tarjoaa perustietopaketin rautateistä esimerkiksi logistiikka-alan uusille työntekijöille.

## LAIT, ASETUKSET JA SÄÄNTELY

”Rautatiealan koulutusta säätelevät rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtävistä annettu laki (1664/2009) ja sen nojalla annettu Liikenteen turvallisuusvirasto Trafifin määräys Rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtävien koulutusohjelmista (TRAFI/205384/03.04.02.00/2016), Euroopan unionin veturinkuljettajadirektiivi (2007/59/EY) sekä rautatielaki (304/2011)” (Trafifin 2017).

Uusi liikennepalvelulaki tulee pääosin voimaan 1.7.2018, ja siihen siirretään rautateiden markkinoillepääsyä, rautatieyritykseltä vaadittavaa toimilupaa, kuljettajien kelpoisuutta ja kaupunkiraideliikenteen harjoittamista koskevat säännökset. Toimiluvan myöntämiseen tulee myös muutos. Jatkossa liikenne- ja viestintäministeriön sijaan toimiluvan myöntää Liikenteen turvallisuusvirasto Trafifin. Veturinkuljettajia koskevaa sääntelyä kevennetään siltä osin kuin se ei perustu EU-sääntelyyn. Muita rautatiejärjestelmässä suoritettavia turvallisuuden kannalta olennaisia tehtäviä hallinnoitaisiin jatkossa rautatieliikenteen harjoittajien ja rataverkon haltijoiden omilla turvallisuusjohtamisjärjestelmillä. Kaupunkiraideliikenteen harjoittamista koskevat säännökset siirtyvät kaupunkiraideliikennelaista osaksi liikennepalvelulakia. (LVM, Faktalehti 78/2017.)

Rautatieliikenteessä tapahtuu parhaillaan muutoksia mm. sääntelyn keventämisen, markkinoiden avautumisen sekä uuden Suomen ja Venäjän välisen rautatieliikennesopimuksen myötä. Tavaraliikenne avattiin kilpailulle vuonna 2007, ja henkilöliikenteen kilpailun avaamiseen velvoittaa joulukuussa 2016 hyväksytty EU:n neljännen rauta-

tiepaketin täytäntöönpano, jonka tavoitteena on edistää kilpailua. Rautateiden henkilöliikenneliikenne kilpailutetaan käyttöoikeussopimusmallilla, alkaen Etelä-Suomen taajamajunaliikenteestä. Kilpailutetun liikennöinnin on tarkoitus alkaa Etelä-Suomen taajamajunaliikenteessä kesällä 2022. Aikataulu sovitetaan yhteen Helsingin seudun liikenteen (HSL:n) lähijunaliikenteen kilpailutuksen kanssa. (LVM 2017.) Tavaraliikenteen puolella Fennia Rail Oy aloittaa raakapuun kuljetukset Venäjän raja-asemilta Imatralta ja Vainikkalasta UPM:n Kaukaan ja Kymin tehtaille loppuvuodesta 2017.

## **RAUTATIEALAN KOULUTUS HISTORIASTA NYKYPÄIVÄÄN JA KOUVOLAAN**

Rautatiealan koulutusta on tarjottu 1913 vuodesta alkaen Helsingissä Valtion rautateiden ammattioppikursseilla, jonka nimi vaihtui 1950-luvun taitteessa Rautatieopistoksi ja 1980-luvulla VR Koulutuskeskukseksi. Vuoden 2014 alusta lukien rautatiealan koulutus siirtyi liiketoiminnan kaupalla VR Yhtymä Oy:ltä Kouvolan kaupungin ylläpitämän Kouvolan seudun ammattiopiston vastuulle. Kouvolan Rautatie- ja Aikuiskoulutus Oy aloitti toimintansa vuotta myöhemmin, ja toiminta siirtyi fyysisesti Kouvolan Kasarminmäelle. Kuntalain muutoksen takia toiminta oli yhtiöitettävä, kun sitä harjoitetaan kilpailutilanteessa markkinoilla, eikä toiminta saa vääristää kilpailua. (KRAO 2017.)

Kouvola tunnetaan rautatieliikenteen solmukohtana ja Suomen suurimpana tavaraliikenteen lajitteluratapihana, josta on ratayhteydet esimerkiksi HaminaKotkan ja Helsingin satamiin sekä Venäjälle. Kouvola on ainoa suomalainen EU:n liikenteellisen ydinverkon rautateiden terminaalikeskus. TEN-T-verkko (Trans European Network) kattaa kaikki liikennemuodot: lento-, meri-, raide- ja tieliikenteen sekä niihin liittyvät satamat, lentoasemat, terminaalit ja rajanylityspaikat. (Kinno 2017.)

Myös rautatiealan koulutus on painottunut vahvasti Kouvolaan, jossa on ammattillisen koulutuksen lisäksi Lappeenrannan teknillisen yliopiston rautatielogistiikan tutkimusyksikkö sekä uutena avauksena Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Xamkin rautatielogistiikan tutkimus- ja kehitystoimintaa kahdessa eri projektissa. Raideliikenteen osaajat -hanke kehittää täydennyskoulutusta yritysten tarpeisiin, ja VARIKKO luo TKI-ympäristön, jossa opiskelijat ja yritykset kohtaavat projektien ja työpaikkojen parissa.

Kouvolan rautatie- ja aikuiskoulutus oy (KRAO) järjestää radanpidon koulutusta sekä liikenneturvallisuustehtävissä työskentelevien ammattilaisten koulutusta. KRAO kouluttaa mm. kuljettajia, vaihtotyöstä- ja ratapihatyöskentelyn turvallisuudesta vastaavia, liikenteenohjaajia, ratatyöstä vastaavia sekä järjestää liikenneturvallisuustehtävien kertauskoulutuksia (KRAO 2017). Xamkissa alkava Raideliikenteen osaajat -pilottikoulutus pyrkii täydentämään osaamista muissa kuin liikenneturvallisuutta ja radanpitoa koskevissa ammattiryhmissä rautatielogistiikassa. Pääpainona pilotissa ovat perehdytys rautatiejärjestelmään, liikennöinnin ja kuljetusten suunnittelu, rautatietoimijaksi pääsyn edellytyksiin kuten toimialaa hallinnoiviin viranomaisiin sekä lupamenettelyihin perehtyminen.

Liikenneviraston ratatekninen oppimiskeskus (ROK) avautui syksyllä 2017 Kouvo-

laan. Se tarjoaa aidon ja turvallisen radanpidon koulutusympäristön, jollaista Suomessa ei ennestään ollut. Liikennevirasto ei itse järjestä koulutuksia, vaan vuokraa tilat hyväksytyjen koulutuslaitosten ja yritysten käyttöön. Oppimiskeskuksen turvalaittehallista löytyy vaihteita, raiteita, asetinlaitteita ja muita turvalaitteita sekä erillinen hitsaushalli. Keskukseen pihalla on myös sähköradan ja taseisteyksen korjausalueet. ROK tarjoaa koulutuslaitosten käyttöön myös luokkatiloja ja simulaattoreita. (Liikennevirasto 12.10.2017.)

Xamkin VARIKKO-hankkeessa perustetaan rautatiealan tutkimukseen ja kehitykseen tähtäävä oppimisympäristö Kouvolaan, jossa mahdollistetaan innovatiivinen yhteistyö Xamkin monialaisten opiskelijoiden ja rautatielogistiikan ympärillä toimivien sekä toimintaa kehittävien tahojen välillä. Oppimisympäristö rakentuu projektimallisen yhteistyön, työpajojen ja tiimityöskentelyn ympärille. VARIKKO mahdollistaa eri oppilaitosten tilojen, simulaattoreiden ym. kehittämistyössä tarvittavien ympäristöjen käyttämisen opiskelijatiimeille projektien aikana.

Kouvolaan suunnitteilla olevan RRT-terminaalin sekä säännöllisen junayhteyden toteutuessa Kiinan Xianin ja Kouvolan välillä logistiikka-alueen yritysten määrän ennustetaan kasvavan ja osaavan työvoiman tarpeen alalla lisääntyvän. Xamk on yhteistyössä muiden alan oppilaitosten ja rautatielogistiikan projektien kautta mukana kasvattamassa rautateiden tulevaisuuden osaajajoukkoa.

## LÄHTEET

- Finrail 2017, internet-sivusto, saatavissa <http://www.finrail.fi/fi/> [viitattu 29.10.2017]
- Kinno 2017, rahtikylä, saatavissa <http://www.kinno.fi/seudun-kehittaminen/rahtikyla> [viitattu 30.10.2017]
- KRAO 2017, internet-sivusto, saatavissa <https://www.krao.fi/yritys/historia/> [viitattu 30.10.2017]
- Liikennevirasto 2017, Rautatietilasto 2016, saatavissa [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti\\_2017-09\\_rautatietilasto\\_2016\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2017-09_rautatietilasto_2016_web.pdf) [viitattu 29.10.2017]
- Liikennevirasto 12.10.2017, Liikennevirasto avasi maailman moderneimman rautatiealan oppimiskeskuksen Kouvolaan, saatavissa <https://www.liikennevirasto.fi/-/liikennevirasto-avasi-maailman-moderneimman-rautatiealan-oppimiskeskuksen-kouvolaan#WfdoVIcUID8> [viitattu 30.10.2017]
- LVM 2017, Rautateiden henkilöliikenteen kilpailun avaaminen, saatavissa <https://www.lvm.fi/rautateiden-henkiloliikenteen-kilpailun-avaaminen> [viitattu 30.10.2017]
- LVM 19.10.2017, Faktalehti 78/2017, saatavissa <https://www.lvm.fi/documents/20181/937315/Faktalehti%2078-2017%20Liikenteen%20markkinat%20ja%20ammattipätevyudet.pdf/0a95287a-3461-42b1-9ca6-1abe5063e416> [viitattu 30.10.2017]
- Trafi 2017, Koulutus, saatavissa <https://www.trafi.fi/raideliikenne/koulutus> [viitattu 29.10.2017]

# RAUTATIELIIKENTEEN TUTKIMUSPROJEKTIT EUROOPASSA

Henri Virtanen, logistiikkainsinööriopiskelija, työharjoittelija

Kouvola on kuultu viime aikoina positiivisia rautatiealan uutisia. Säännöllinen konttijunaliikenne Kouvolaan Kiinan Xianiin käynnistyy viikolla 45. Tässä olisi taas yksi hyvä syy kouvoolalaisillekin olla ylpeä omasta kaupungistaan.

Junaliikenne ja konttikuljetukset ovat viime vuosina lisääntyneet valtavasti Euroopan ja Aasian välillä. Eri rautatiealan yritykset Keski-Euroopassa ovat ilmoittaneet vuosittaisen kuljetusmäärän kasvun olevan satoja prosentteja. Kazakstanin läpi kulkeva junaliikenne on lisääntynyt vuonna 2016 jopa 205 prosenttia (China-Europe container transport 2016). Junayhteys onkin hyvin kilpailukykyinen verrattuna laivaan ja lentokoneeseen. Kun laivakuljetus Kiinasta Eurooppaan saattaa kestää jopa 45 päivää, junalla matka lyhenee noin 12 päivään. Lentokuljetukset taas ovat todella nopeita, mutta kuljetuskustannukset ovat huomattavasti kalliimmat.

Saksaan konttijunia kulkee jo säännöllisesti, mutta nopean kasvun myötä, infrastruktuuri Valko-Venäjän ja Puolan kautta kulkevalla kuljetuskäytävällä ei ole pysynyt mukana. Ratoihin on panostettu suuria summia, mutta silti Saksan yhteyden kapasiteetti on ääriarjoillaan. Ratojen rakennus on hidasta ja siksi tähän tilanteeseen ei ole ihan hetkessä odotettavissa muutosta. Myös Saksan suurella ja poliittisesti vaikutusvaltaisella autoteollisuudella on osansa tähän. Hallitus on esitellyt lukuja, joilla rautatieinfrastruktuuria parannetaan, mutta maassa rakennetaan edelleen mieluummin uusia moottoriteitä kuin modernisoidaan vanhoja rataosia. (Herrmann 2017.) Samoin Puolan ja Valko-Venäjän raja-asema Malaszewicze–Brest on osoittautunut pullonkaulaksi (Grönlund 2017, 4). Tämän takia myös kiinalaiset etsivät vaihtoehtoisia kuljetusreittejä. Vuonna 2013 Kiinan presidentin Xi Jinpingin ehdotuksen kautta perustettu aloite *One Belt One Road*, tai nykynimellään *Belt and Road Initiative*, on 64 maan yhteistyöohjelma, jonka avulla monet maat ovat kehittäneet mm. tätä Euroopan ja Aasian välistä rautatieyhteyttä. Kouvola ja Kiinan välisellä kuljetuskäytävällä (Railgate Finland) on hyvät mahdollisuudet hyötyä näistä tapahtumista ja saada oma osuutensa kuljetuksista jatkokuljetettavaksi Pohjoismaihin sekä muualle Eurooppaan.

## TOIMIVA KULJETUSKÄYTÄVÄ KOUVOLAAN

Kouvola tunnetaan yhtenä Suomen suurimmista rautatieristeyksistä. Kouvola sijaitsee Suomen ainut TEN-T-verkon (Trans European Network) rautateiden terminaalikeskus. Kouvola kaupunki ja monet yritykset haluavat kehittää tätä aluetta ja päättävät perustaa rahtikylän. Suomen suurimman tavaraliikenteen järjestelyratapihan tueksi rahtikylään rakennetaan Kouvola RRT-hankkeeksi nimetty rautatie- ja maantietermiinali eli intermodaalitermiinali. Tämän kaltaisessa terminaalikeskuksessa kuljetettava

tavara voi vaihtaa kuljetusmuotoa esimerkiksi rekasta junaan tai toisinpäin. Kouvola RRT:n (Rail-Road Terminal) avulla luodaan konttiliikenteeseen kilpailukykyinen kuljetuskäytävä Railgate Finland Aasiasta Pohjois-Eurooppaan (Kouvola Innovation s.a.) Ensimmäinen säännöllinen liikenne kulkee Kouvolasta Venäjän ja Kazakstanin läpi Kiinan Xianiin. Tämä ei siis ole se kuuluisa Trans-Siperian reitti, joka kulkee suurelta osin pohjoisempaan Venäjän itärannikolle asti.

Säännöllinen junaliikenne Kouvolan ja Xianin välillä kulkee noin 8 500 kilometrin matkallaan neljän valtion läpi. Suomen, Venäjän ja Kazakstanin raidelevydyillä (1524–1520 mm) voidaan käyttää samaa vaunukalustoa, mutta Kiinan puolella raideleveys muuttuu kapeammaksi (1 435 mm). Tämä ei kuitenkaan tuota pitkää viivästystä kuljetusketjuun, sillä Kazakstanin ja Kiinan rajan lähetyvillä sijaitsevassa Khorgosin kuiva-satamassa vaunujen päällä kuljetettavat kontit siirretään nostureilla toisen raidelevyden vaunukalustoon jopa viidenkymmenen kontin tuntinopeudella (Khamzin 2017, 10).

## EUROOPPALAINEN KEHITYSTYÖ

Euroopan Unionin rautatieliikennepolitiikan päämääränä on luoda yhtenäinen eurooppalainen rautatiealue. Alan avaaminen kilpailulle alkoi jo vuonna 2001, kansallinen ja kansainvälinen tavaraliikenne avautui kilpailulle vuonna 2007 (Ratcliff 2017.) Myös Euroopan komission julkaiseman liikennepolitiikan Valkoisen Kirjan mukaan yhtenä suurena tavoitteena on siirtää tavarakuljetuksia enemmän rautateille. Viime vuosina Euroopassa on tehty valtavasti tutkimus- ja kehitystyötä rautateiden sekä muiden kuljetusmuotojen ja kuljetusketjujen yhdistämiseksi.

Tämän artikkelin loppuun on koottu hankkeita kehitys- ja tutkimusalalta sekä infrastruktuurin kehityshankkeita, joita EU:n alueella on viime aikoina tehty tai tullaan tekemään ja jotka voisivat olla mielenkiintoisia Suomen ja lähialueen rautatieliikenteen kehittämisen kannalta. Projektien ja hankkeiden seulonassa on käytetty apuvälineenä suurimmalta osin kahta eri Euroopan komission ylläpitämää tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotietopalvelua: CORDIS – Community Research and Development Information Service ja TRIMIS – Transport Research and Innovation Monitoring and Information System. Horizon 2020- ja Shift2Rail-suurhankkeet ovat esitelty ensin, samoin Near2-projekti. Muut projektit ovat lajiteltu seuraaviin kategorioihin: sujuva liikenne ja infra, koulutus, konttikuljetukset, turvallisuus.

### *Taulukko 1. Kooste rautatieliikenteen kehityshankkeista.*

#### SUURHANKKEET

##### **Horizon 2020 – EU:n tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelma 2014–2020**

Horizon 2020 on merkittävä EU:n tutkimuksen ja innovoinnin ohjelma, joka tähtää mm. Euroopan maailmanlaajuisen kilpailukykyyn turvaamiseen. Horizon 2020, tai suomeksi Horisontti 2020, on jatkoa EU:n edelliselle ohjelmalle FP7, jonka ajankohta oli vuosina 2007–2013. EU:n uuden tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelman on tarkoitus luoda uutta kasvua ja uusia työpaikkoja Euroopassa. Tämä budjetillaan 80 mrd. €:n ohjelma alkoi vuonna 2014 ja tulee päätökseen vuonna 2020. Horizon 2020 koostuu monesta eri projektista ja sisältää myös rautatieliikenteeseen liittyviä projekteja.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/programme/horizon2020-eu-framework-programme-research-and-innovation#tab-outline>

## SHIFT2RAIL

Euroopan Unioni ja koko maailma kohtaavat uusia haasteita liikennemäärien kasvavan kysynnän, ruuhkien, energian toimitusvarmuuden, ja ilmastonmuutoksen myötä. Näiden haasteiden ratkaiseminen edellyttää, että rautatiealalla on suurempi osuus liikenteen kysynnästä lähivuosikymmeninä. Euroopan komissio pyrkii luomaan yhtenäisen eurooppalaisen rautatiealueen SERA - (Single European Railway Area) ja se on edistänyt liikennemuutosiirtymistä maantieltä kiskoille. SHIFT2RAILin tavoitteena on edistää hiljaisempien, miellyttävämpien ja luotettavampien junien markkinoille tuloa, jotka toimivat innovatiivisella rautatieverkkoinfrastruktuurilla alhaisilla kustannuksilla ja tukea eurooppalaisia yrityksiä kehittämään tämän kaiken. SHIFT2RAIL edistää rautateiden elinkaarikustannusten leikkaamista jopa 50 prosentilla, ratakapasiteetin kaksinkertaistamista sekä luotettavuuden ja täsmällisyyden lisääntymistä 50 prosentilla. SHIFT2RAIL-hankkeenimellä toimii lukuisia eri projekteja.

Lisätietoa: <https://shift2rail.org/>

## Interreg Baltic Sea Region Programme 2014–2020

Ohjelma on jatkoa EU:n Baltic Sea Region Programme -hankkeelle (2007–2013) Se tukee integroitua alueellista kehitystä ja yhteistyötä innovaatisemman, paremmin saavutettavan, sekä kestävästä Itämeren puolesta. Ohjelmassa on mukana 11 eri maata Itämeren liepeiltä, ja se koostuu neljästä eri osasta. Yksi näistä osista on *kestävän kehityksen kuljetukset*, jossa yhtenä tarkoituksena on kehittää TEN-T-verkostoja väleillä Skandinavia-Adrianmeri/Välimeri, sekä Itämeri-Pohjanmeri. Tämän kestävä kehityksen kuljetukset -osion (Sustainable transport) alta löytyy 11 erilaista projektia, joista osa liittyy rautateihin.

Lisätietoa: <http://www.interreg-baltic.eu/home.html>

## NEAR2 – Network of European – Asian Rail Research capacities 2013

NEAR2-projekti kokosi rautatiealan tutkijaverkoston Euroasian mantereelta yhteen kehittääkseen Euroopan ja Aasian välistä junaliikennettä. Projektin loppuraportissa kerrotaan tarkasti Euroopan yhteisön, Kiinan, Kazakstanin, Venäjän, Intian sekä muiden suurten Aasian maiden käytännöistä, olemassa olevista rautatien kuljetuskäytävistä ja kuljetettavasta rahdista. Raportissa kerrotaan myös jo tunnistetuista ongelmista, ongelmien ratkaisusta sekä tulevaisuuden tutkimustavoitteista.

Lisätietoa: <http://www.near2-project.eu/en-us/home.aspx>

## SUJUVA LIIKENNE JA INFRA – HANKKEET

### ARCC – Automated Rail Cargo Consortium (SHIFT2RAIL) 09/2016–08/2019

Hankkeen tavoitteena on tutkia automaattisen tavaraliikennetoiminnan mahdollisuuksia rautateillä. Tutkimuksen osa-alueisiin kuuluvat tavaraliikenteen kuljettaminen automaattisten junien avulla, automaattisten tukiprosessien kehittäminen solmukohtissa (terminaalit, satamat, ratapihat) sekä rautatieverkon hallinnan parantaminen kehittyneiden aikataulujen suunnittelun avulla. Tavaraliikenteen automaation avulla pyritään ratkaisemaan operatiivisia pullonkauloja, lyhentämään toimitusaikoja, lisäämään luotettavuutta ja parantamaan rautateiden kustannustehokkuutta. Reaaliaikaisen tietovirran parantaminen ja energiatehokkaan ajamisen tukeminen ovat keskeisiä osia tässä hankkeessa.

Lisätietoa: [http://projects.shift2rail.org/s2r\\_ip5\\_n.aspx?p=ARCC](http://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=ARCC)

### CLOSER – Connecting Long and Short Distance Networks for Efficient Transport 01/2010–12/2012

CLOSER-projekti tarjoaa yleiskatsauksen sekä tavaraliikenteen että matkustajaliikenteen kuljetusketjujen ja niiden verkostojen tiedon jakoon ja sitä kautta sidosryhmien systemaattisempaan lähestymistapaan kehityshankkeissa. Viidennessä työprojektissa (WP5) tutkittiin jo olemassa olevia käytäntöjä. Yhtenä tapauksena tarkasteltiin Vuosaaren satamaa. Tapauksessa todettiin suunnittelun puutteita rautatieliikenteen osalta. Sataman rautatieinfrastruktuurista löydettiin puutteita tulevia laajamittaisia operaatioita varten.

Lisätietoa: <https://www.closer-project.eu/>



**COINCO North 2 - The Scandinavian 8 million city 11/2011-10/2014**

8 miljoonaa Skandinavian asukasta asuu akselilla Oslo – Göteborg – Kööpenhamina. Tälle välille halutaan rakentaa toimiva kaksiraiteinen rautatieyhteys, jossa kulkisivat huippunopeat matkustajajunat sekä tavarajunat. Rahtikuljetuksia siirrettäisiin maantieltä ympäristöystävällisempään kuljetusmuotoon, eli rautateille. Projektin avulla olisi mahdollista kehittää myös yhteyksiä Tukholman suuntaan ja sieltä Suomeen (Nordic Triangle). Myös Fehmarnin tunnelin (junayhteys Hampurin ja Kööpenhaminan välille) avautuessa 2021 tämä yhteys on tärkeässä roolissa.

Lisätietoa: <http://www.8millioncity.com/>

**ECOHUBS - Environmentally coherent measures and interventions to debottleneck hubs of the multimodal network favoured by seamless flow of goods 11/2012-04/2015**

ECOHUBS:n tavoitteena on parantaa Euroopan terminaalien ja satamien kapasiteettia sekä vähentää energiankulutusta ja päästöjä. Projektikumppanit kehittivät yhteistyömallin, joka mahdollistaa ympäristöystävälliset, resurssitehokkaat ja turvalliset kuljetuspalvelut. Projektin toimenpiteet edistävät TENT-T-ydinverkon kehittämistä ja parempaa hyödyntämistä. Toimintaan kuuluu infrastruktuurin haltijoiden osallistuminen kehitykseen, samoin sidosryhmien ja kuljetuskäytävän koordinointi, liikenteen markkinatutkimuksen päivittäminen sekä selvitys kapasiteetin parantamisesta.

Lisätietoa: [http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/174194\\_en.html](http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/174194_en.html)

**Establishing Rail Freight Corridor North Sea-Baltic and improving conditions for international rail freight transport (Pohjanmeri – Itämeri – rautateiden tavaraliikennekäytävän ja sen kansainvälisten yhteyksien parantaminen) 01/2015-12/2020**

Projektin toiminnalla pyritään viimeistelemään täysin toimiva rautateiden Pohjanmeri – Itämeri-rahtiliikennekäytävä. Tämän projektin osa kattaa Latvia – Viro-laajennuksen valmistelut. Projektin toimenpiteet edistävät TENT-T-ydinverkon kehittämistä ja parempaa hyödyntämistä. Toimintaan kuuluu infrastruktuurin haltijoiden osallistuminen kehitykseen, samoin sidosryhmien ja kuljetuskäytävän koordinointi, liikenteen markkinatutkimuksen päivittäminen sekä selvitys kapasiteetin parantamisesta.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/establishing-rail-freight-corridor-north-sea-baltic-and-improving-conditions-international#tab-outline>

**FR8RAIL (SHIFT2RAIL) 09/2016-08/2019**

FR8RAIL-hankkeen päätavoite on toiminnallisten vaatimusten kehittäminen kohti kestävän kehityksen omaavaa ja houkuttelevaa tavaraliikennettä rautateillä. Hankkeessa on erinäisiä työprojekteja, joissa käsitellään ja kehitetään mm. liiketoiminta-analyysijä, ennakoivaa kaluston huoltoa, telematiikkaa ja sähköistystä sekä automaattikytkintä. Liiketoiminta-analyysien ja liiketoimintamallien avulla tunnistetaan markkinoiden tarpeet, jotta rautatiekuljetuksia pystytään lisäämään. Kaluston automaattikytkin on kohde, johon on jo pidemmän aikaa yritetty löytää sopivaa ratkaisua. Veturien ja vaunujen automaattikytkin on yksi tulevaisuuden keskeisistä teknologioista, joita tarvitaan rautateiden vaunujen lastauskapasiteetin ja kytkennän toimintanopeuden kasvattamiseen. Työryhmä tutkii ja määrittelee automaattisen kytkinlaitteen tekniset vaatimukset.

Lisätietoa: [http://projects.shift2rail.org/s2r\\_ip5\\_n.aspx?p=FR8RAIL](http://projects.shift2rail.org/s2r_ip5_n.aspx?p=FR8RAIL)

**HERMES (Horizon 2020) - Establishing a comprehensive transport research information management and exchange system 05/2015-05/2018**

HERMES-projekti keskittyy rautateiden tavaraliikenteen markkinaosuuden kasvattamiseen ja taloudelliseen tehokkuuteen optimoimalla rautateiden suorituskykyä. Ympäristöasiat ja energiatehokas liikenne antavat jatkuvaa painetta kehittää rai-deliikenteen logistiikkapalveluja. Siksi tämän projektin alla pyritään käsittelemään näkökulmia kokonaisvaltaisesti suorituskyvyn parantamiseksi. Projekti yhdisti partnereita eri kuljetusaloilta yhteisen sähköisen kuljetusalan tutkimus- ja kehitystietopalvelun luomiseen.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/development-smart-and-flexible-freight-wagons-and-facilities-improved-transport-granular#tab-outline>

**INTERMODAL EU (Horizon 2020) 09/2016–08/2019**

Hankkeen päätavoitteena on kehittää metodeita ja ICT-työkaluja suunnitteluvaiheeseen, joilla on mahdollista simuloida sekä suunnitella intermodaalista rautatielogistiikkaa. Näiden suunnittelutyökalujen avulla voidaan parantaa QOS:ia (Quality Of Service) nopeuttaa maantien ja raideliikenteen välisiä kuljetuksia.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/simulation-using-building-information-modeling-methodology-multimodal-multipurpose-and#tab-contact>

**LOGICON – Lean Secure and Reliable Logistics Connectivity for SMEs 09/2013–08/2015**

Pienet ja keskisuuret huolintayritykset, kuljetusyritykset ja muut logistiikkayritykset tarvitsevat kohtuuhintaisia ja luotettavia tiedonsiirtoratkaisuja, jotta ne voivat osallistua kansainväliseen kaupantekoon. LogiCon pyrki luomaan, testaamaan ja helpottamaan edullisten tiedonsiirtoratkaisujen käyttöönottoa. Edellä mainitut toimet toteutettiin käytännössä neljässä kansallisessa projektissa Puolassa, Hollannissa, Espanjassa ja Italiassa.

Lisätietoa: <http://www.logicon-project.eu/>

**MARATHON – Make rail the hope for protecting nature 04/2011–09/2014**

Raideliikenteen kuljetusmäärän lisääminen Euroopassa halutaan saada aikaan mm. junapituutta kasvattamalla. MARATHON-projekti onnistui harjoittamaan liikennettä 1500 metriä pitkillä tavarajunilla. Tähän mennessä Euroopan infrastruktuuri on ollut rajoittava tekijä pidempien junien muodostamisessa. Projekti loi uusia teknologioita rautatieliikennettä harjoittaville pitkien junien kuljettamiseen ilman että turvallisuusmääräyksiä rikottaisiin. Junat muodostettiin ajamalla ne peräkkäin, jolloin toinen veturi (apuveturi) jäi junan keskelle. Muodostettiin moderni radio-ohjattu yhteys veturien välille. Apuveturia ohjattiin kulkusuuntaan nähden ensimmäisen veturin avulla.

Lisätietoa: [http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/163355\\_en.html](http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/163355_en.html)

**NeTIRail (Horizon 2020) – Needs Tailored Interoperable Railway 2014–2020**

NeTIRail Infra kehittää ja demonstroi teknologioita ja parhaita käytäntöjä rääteläitynä eri rautatiealan järjestelmien tarpeisiin. Kehitysryhmä koostuu mm. rautatieinfran hallinnoijista ja tutkimusorganisaatioista, jotka tuottavat innovatiivisia konsepteja ja teknologioita mm. radan rakentamiseen sekä sähköjärjestelmän kehittämiseen.

Lisätietoa: <http://netirail.eu/>

**ON-TIME – Optimal networks for train integration management across Europe 11/2011–10/2014**

Kuuden innovaation avulla asiantuntijaryhmä auttoi parantamaan kapasiteettia raiteilla sekä aikataulusuunnittelua. Erialaisten instrumenttien ja algoritmien avulla parannukset saatiin siirrettyä suoraan käytäntöön.

Lisätietoa: <http://www.ontime-project.eu/>

**POWERWE (Horizon 2020) – Portable Weigher for Railway Vehicles (Kannettava vaaka rautatiekalustolle) 08/2016–01/2017**

POWERWE-hankkeen tuloksena oli Italialaisen IVM:n kehittämä kannettava vaaka rautatiekaluston punnitsemiseen. Kiskolle asetettava, kahden henkilön käytettävä laite toimii kuten mikä tahansa vaaka, mutta on kooltaan todella pieni ja kevyt. Painot mitataan siirtämällä junaa vaa’an päälle akseli- tai telikohtaisesti, riippuen vaunun rakenteesta.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/portable-weigher-railway-vehicles#tab-outline>

**RAIL BALTICA 2010–2026**

Rail Baltica on vihreä raideliikenteen infrastruktuuriprojekti. Projektissa halutaan yhdistää Itämeren maat Euroopan rautatieverkkoon. Tähän mennessä rautatieyhteydet ovat olleet heikot eri raidelevykyksien takia. Rail Baltica yhdistää viisi EU:n jäsenmaata: Puolan, Liettuan, Latvian, Viron ja myös Suomen. 870 kilometrin rai-deyhteys rakennetaan matkustaja- ja tavaraliikenteelle.

Lisätietoa: <http://www.railbaltica.org/>

**Rail Baltica Growth Corridor 06/2010–09/2013**

RBGC keskittyi kehittämään Baltian maiden yhteen liitettävyyttä sekä maiden keskinäistä yhteistyötä. Itämeren ympärille oli tarkoitus kehittää moderni rautatieinfrastruktuuri ja multimodaalinen kuljetusjärjestelmä, jotka parantavat ihmisten ja rahdin liikkuvuutta.

Lisätietoa: <http://www.rbgc.eu/frontpage.html>

**Smart-Rail (Horizon 2020) 05/2015–05/2018**

Projektin päämääränä on parantaa rautatiealan toimivuutta ja muuttaa alan toimintaa lähemmäksi asiakkaan tarpeita, toimitusketjukeskeisen ajattelutavan avulla. Eri sidosryhmien kommunikaatio on tärkeää ja yksi kehityskohde onkin luoda optimoitu alusta, jossa informaation vaihto on mahdollista. Samaan aikaan luodaan Living Lab -menetelmän avulla kehityskohtia, joita harjoitetaan ja kehitetään. Näitä kehityskohtia ovat mm. rautatiekuljetusten ja muiden kuljetusmuotojen yhdistäminen, rautatiekuljetusten tuotettavuuden parantaminen ja operaatiokeskuksen luominen pitkän matkan tavarajunien seurantaan.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/smart-supply-chain-oriented-rail-freight-services-%E2%80%93-smart-rail>

**SMARTSET – Sustainable Marketdriven Terminal Solutions for Efficient freight Transport 05/2013–04/2016**

SMARTSET-hanke kehitti ja osoitti, kuinka tavarankuljetuksia voidaan tehostaa ja kuinka energiatehokkuutta voidaan parantaa käyttämällä rahtiterminaalien toimintoja paremmin. SMARTSET tarjoaa esimerkkejä hyvistä käytännöistä, jotka voivat tukea kaupunkeja, alueita ja maita osallistumaan EU:n 20-20-20-tavoitteisiin hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi.

Lisätietoa: <http://smartset-project.eu/>

**SPECTRUM – Solutions and Processes to Enhance the Competitiveness of Transport by Rail in Unexploited Markets 05/2011–04/2015**

SPECTRUM kehitti uudenlaisen tavarajunan, jonka toimivuus ylittää lähes matkustajajunan tasolle. Tämä juna kehitettiin erityisesti LDHV-tuotteiden (lower density and higher value) kuljetukseen. Markkinatutkimusten avulla luotiin juuri näille markkinoille sopiva tuote. Tuote kattoi kevyemmän tavaravaunun, paremmilla ajo-ominaisuuksilla varustetun vaunun telin, tehosäätöyksikön kylmäkonttien syöttöä varten sekä tavarankäsittelyjärjestelmän kaupunkilogistiikkaan.

Lisätietoa: <http://www.spectrumrail.info/>

**SPIDER PLUS – Sustainable plan for integrated development through the European rail network – projecting logistics & mobility for urban spatial design evolution 12/2012–05/2015**

Yhteiskäyttäjoneuvot eivät ole vielä saavuttaneet suurta suosiota. Tavaraa kuljetetaan edelleen eniten rekoilla. Näiden takia päästöt kasvavat edelleen. SPIDER PLUS kehitti vision kestävästä kehityksestä matkustaja- ja tavaraliikenteen liikkuvuudesta vuoteen 2050. Tavaraliikenteen pakollisiksi kehityskohdiksi nimettiin mm. pienempien kuin kokojunakuljetusten (SWL - Single wagon load) tehokkuuden kehittäminen, kokojunakuljetusten löytäminen uusille markkina-alueille sekä yhdistettyjen kuljetusten teollistaminen Euroopan alueella.

Lisätietoa: <http://www.spiderplus-project.eu/>

**STRAIGHTSOL – Strategies and measures for smarter urban freight solutions 09/2011–08/2014**

Kaupunkialueet tuottavat paljon logistisia ja ympäristöllisiä haasteita tavaraliikenteelle. Tämä projekti sai aikaan innovatiivisia ratkaisuja käytännön testien avulla erilaisissa toimintaympäristöissä. Yksi projektin demonstraatioista tehtiin Kühne+Nagelin avustuksella Thessalonikin alueella Kreikassa. Tavara kuljetettiin junalla Unkarin Sopronista Kühne+Nagelin terminaaliin Kreikkaan, josta jatkokuljetukset tehtiin rekoilla. Tavaravaunuihin kiinnitettiin GPS-laitteet, joiden sijaintitietoja seurattiin ja analysoitiin.

Lisätietoa: [http://www.strightsol.eu/demonstration\\_D.htm](http://www.strightsol.eu/demonstration_D.htm)

### **The Bothnian Corridor**

Bothnian Käytävä -projekti oli osa EU:n Baltic Sea Region -ohjelmaa 2007-2013, mutta työ jatkuu edelleen. Pohjanlahden sijainti Suomen ja Ruotsin välissä aiheuttaa maiden välille paljon laivaliikennettä. Rataverkko Pohjanlahden molemmin puolin on ollut osittain heikossa kunnossa tai olematonta. Nordic Triangle- (Kööpenhamina-Oslo-Tukholma-Helsinki) ja Northern Axis (Trans-Siberian rautatieyhteys-Tornio-Haaparanta-Narvik) toimivat erillään toisistaan. Bothnian Corridor luo rautatieyhteyden Pohjanlahden rannikoita pitkin näiden välille ja mahdollistaa mm. raaka-aineiden kuljetuksen Skandinaviasta ja Suomesta nopeammin EU:n sisäisille ja ulkoisille markkinoille kuten vaikka tulevan Fehmarnin tunnelin kautta Saksaan tai Venäjän kautta Kiinaan.

Lisätietoa: <http://bothniancorridor.com/en/>

**VEL-WAGON – Versatile, efficient and longer wagon for European transportation 12/2010-12/2012**

Eurooppalaiset tutkijat etsivät yhdessä ratkaisua suurempaan ja taloudellisempaan tavaravaunuun, joka sopii paremmin nykyisille EU:n markkinoille. Työssä otettiin huomioon myös intermodaalikuljetusten tarpeet. Työryhmän tuloksena oli 4-akselinen, 24-metrinen, jäykkä alusta, joka nostaa kuormakapasiteettia 10 prosentilla ja vähentää painoa 7 prosentilla.

Lisätietoa: [http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/55540\\_en.html](http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/55540_en.html)

### **VIWAS – Viable Wagonload Production Schemes 09/2012-11/2015**

Rautateiden runkokuljetusjärjestelmä koostuu usein edelleen pienempien vaunuryhmien lajittelusta. Kokojunaliikenteeseen verrattuna tämä on usein kannattamatonta toimintaa. VIWAS-projektin lopputulosten mukaan maantiellä ja kiskoilla kulkevien hybridiveturien ja bimodaalisten ajoneuvojen avulla on mahdollista kehittää runkojärjestelmän vaihtotöitä. Projektissa kehitettiin myös uutta vaunutekniikkaa raakapuukuljetuksiin sekä konttikuljetuksiin.

Lisätietoa: <http://www.vivas.eu/>

## **KOULUTUSHANKKEET**

### **ALLIANCE (Horizon 2020) – Enhancing excellence and innovation capacity in sustainable transport interchanges 01/2016-12/2018**

ALLIANCE-hankkeessa kehitetään Latvian tieteellistä ja teknistä kapasiteettia sekä nostetaan tutkimusyksiköiden ja sitä kautta näiden työntekijöiden osaamisen tasoa.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/enhancing-excellence-and-innovation-capacity-sustainable-transport-interchanges>

### **EDU-RAIL – Harmonised and Modernised Multidisciplinary Railway Education 10/2015-09/2018**

Projekti tähtää rautatiealan insinööritekniikan, ammatillisen koulutuksen ja koulutusohjelmien sirpaloitumisen vähentämiseen Baltian ja Latvian alueella. Rautatiealan koulutuksen sirpaloitumisen vähentäminen yhteisvoimin kehitettyjen ja alueelliseen erikoistumiseen tarkoitettujen moduulien avulla auttaa Keski-Baltian alueen kehitystä sekä integraatiota työmarkkinoihin. Projektin tarkoituksena on kehittää moduuleja alueen työmarkkinoiden tarpeisiin mukaan lukien haasteet integraation edistämisestä Euroopan rautatiesysteemiin ottamalla huomioon alueelliset aspektit. Modernisoidut ja harmonisoidut moduulit antavat rautatiealan instituutioille mahdollisuuden tehdä koulutetuista ammattilaisista valmiimpia alueen työnantajien tarpeisiin, jotta rautatien rajanylitykset sujuisivat kitkattomasti yhteisillä kuljetusalueilla.

Lisätietoa: <http://www.tsi.lv/en/content/harmonised-and-modernised-multidisciplinary-railway-education-edu-rail>

#### **Evaluation of the funding priority "talents" 01/2011-05/2014**

Itävallan liikenne-, innovaatio- ja teknologiaministeriö kehitti ohjelman Förderschwerpunkt Talente luonnontieteiden ja tekniikan alan työvoiman kehittämiseen. Ohjelmassa koottiin monta tutkimus-, kehitys- ja innovaatioprojektia yhteen. Ohjelman keskiössä on tutkijoiden urapolun kehittäminen aina lapsuudesta aikuisikään asti. Päämäärät voidaan jakaa kolmen otsikon alle, joista ensimmäinen keskittyy lahjakkaiden lasten ja nuorten löytämiseen. Toinen osa ajaa lahjakkuuksien kehittämistä eteenpäin, luoden kaikille tasa-arvoiset mahdollisuudet. Kolmannessa osuudessa keskitytään valmiiden tutkijoiden työllistymiseen erilaisten työnantaja-työnhakija-alustoiden kautta.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/evaluation-funding-priority-%E2%80%9Ctalents%E2%80%9D#tab-outline>

#### **FOSTER RAIL – Future of surface transport research rail 05/2013-04/2016**

Hankkeen tarkoituksena oli vahvistaa eurooppalaista rautatiealan tutkimusta ja innovaatioita. Työ perustui aikaisemman työryhmän ERRAC-ROADMAP tuloksiin ja niiden kehittämiseen. Tutkijat esittivät uuden strategisen tutkimus- ja innovaatio-ohjelman SRRIA. Se auttaa ohjaamaan alan päätöksentekijöiden toimintaa sekä tutkimuspyrkimyksiä.

Lisätietoa: <http://www.errac.org/foster-rail/>

### **KONTTIKULJETUSHANKKEET**

#### **4 FOLD – Foldable Container (Horizon 2020) 10/2014-03/2015**

Logistiikka-alan yhtenä suurena haasteena ovat tyhjäkuljetukset. Tavaraa kuljetetaan konteissa paikasta A paikkaan B runsaasti, mutta kysyntä paikasta B paikkaan A ei olekaan kovin suurta. Näin joudutaan tekemään nämä kuljetukset osittain tyhjiä konttien kanssa, joka on silkkää rahanhukkaa. 4 FOLD on kokoontaitettava 40 jalan kontti. 4 kokoon taitettua ja päällekkäin kasattua FOLD-konttia on yhden kootun kontin mittainen.

Lisätietoa: <http://hcinnovations.nl/4fold-foldable-container/>

#### **INNOVATRIN**

Hannoverin IAA messuilla Trailer Innovation 2017 -palkinnon kategoriassa "Concept" voittanut InnoTrain on kehittänyt erilaisia ratkaisuja konttien siirtoon ja nostamiseen rekkojen ja junien välissä. ContainerMover-3000® -laitteen avulla kontit siirretään rekasta junaan paineilman ja hydraulikan avulla. Tämän toimenpiteen hoitaa kuljettaja radio-ohjauksella viidessä minuutissa.

Lisätietoa: <http://www.innovatrain.ch/>

#### **ITECCO Demo – Innofreightin logistinen ratkaisu terästeollisuuden raaka-aineiden kuljetuksiin 10/2016-09/2018**

Euroopan terästeollisuuden raaka-aineiden rautatiekuljetukset tehdään ikääntyneillä erikoisvaunuilla, jotka ovat nykyajan tarpeisiin epäkäytännöllisiä. Innofreightin ratkaisu tähän on kevyt ja monikäyttöinen yhdistettyjen kuljetusten vaunu (konttivaunu), nimeltään InnoWaggon, sekä tähän kuljetustarpeeseen sopiva kevytrakenteellinen kontti (RockTainer, MonTainer). Kontin tyhjennys onnistuu kelillä kuin kelillä. Innofreightin aikaisempia kuljetusratkaisuja ovat WoodTainer ja AgroTainer.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/demonstration-and-market-replication-innofreight%E2%80%99s-innovative-rail-logistics-equipment-raw#tab-outline>

#### **MIT – Metrocargo intermodal transport 07/2011-06/2013**

Metrocargo on konsepti, joka toimii intermodaalikuljetuksissa ja se perustuu horisontaaliseen konttien lastaukseen ajojohdon alla. Metrocargon toiminta on auto-maattista ja tehokasta. Jo aikaisemmin VIT-projektin suunnittelema prototyyppi halutaan nykyisen projektin avulla viedä markkinoille.

Lisätietoa: <http://www.mitproject.eu/>

### **SAFE-CTS - Efficient and cost-effective intermodal road-rail container freight system 12/2015-11/2017**

Euroopan rahdinkuljetus- ja logistiikkajärjestelmässä on suuria mahdollisuuksia parantaa pitkäjänteisyyttä sekä toimivuutta siirtämällä maantiekuljetuksia ympäristöä säästävempiin kuljetusmuotoihin kuten junaan, jolla on tällä hetkellä vain pieni osuus näistä kuljetuksista Euroopassa. Vaihtoehtona pelkille maantiekuljetuksille Safe Green Logistics (SGL) ja PVF Schienenfahrzeuge tähtäävät kehittämään tehokkaan ja taloudellisen multimodaalin kuljetuskoneiston. Tämä innovaatio perustuu rekan ja junan väliseen konttien siirtoon, jossa esimerkiksi kuorma-autonkuljettaja itse pystyy tekemään tämän toimenpiteen. Tällöin suuria konttinostureita ei tarvita kuljetusmuodon vaihtoon. Projekti demonstroi teknologiaa pilottireitillä Melnik, Tšekki – Aalborg (satama), Tanska.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/efficient-and-cost-effective-intermodal-road-rail-container-freight-system#tab-outline>

### **TELLISYS - Intelligent Transport System for Innovative Intermodal Freight Transport 12/2012-11/2015**

TELLISYSin aikaansaama MegaSwapBox on modulaarinen tuotesarja, joka on suunniteltu tarjoamaan erilaisia lastausyksiköitä asiakkaan tarpeiden mukaan. MegaSwapBox yhdistää konttien, vaihtokorien ja perävaunujen edut joustavuuden lastin määrän ja turvallisuuden saavuttamiseksi. Tuloksena saavutettiin kolmen konttiratkaisun tuotteet: Continental MSB, Automotive MSB, Intercontinental MSB. Lisätietoa: <http://www.tellisys.eu/index.php/project/megaswapbox.html>

### **TRACKBOCS - Tracking and security system with built-in energy generation for containers 06/2009-05/2011**

TRACKBOCS-projekti kehitti asiantuntijoiden kanssa teknologian konttien seurantaan ja turvallisuuden ylläpitämiseen terrori- ja sabotaasitekoja vastaan. Järjestelmä on energiaomavarainen ja se pystyy tunnistamaan kontin sisällön muutokset sensorien avulla.

Lisätietoa: [http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/58186\\_en.html](http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/58186_en.html)

## **TURVALLISUUSHANKKEET**

### **CARONTE - Creating an agenda for research on transportation security 09/2014-02/2016**

CARONTE keskittyi luomaan lisää turvallisuutta maakuljetuksille. Asiantuntijaryhmä työskenteli nykypäivän turvallisuusriskien löytämiseen sekä niiden ratkaisemiseen. Kolme pääteemaa liittyivät kyberturvallisuuteen, turvallisuusriskien ennalta ehkäisyyn ja rautatieliikenteen sekä massakuljetusten turvallisuuteen kriisinhallinta ja inhimilliset tekijät huomioiden.

Lisätietoa: [http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/189476\\_en.html](http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/189476_en.html)

### **D-RAIL - Development of the future rail freight system to reduce the occurrences and impact of derailment 10/2011-09/2014**

D-RAIL tutki kriittisesti viime aikojen junien suistumisia ja suistumiseen johtuneita syitä. Tutkimustyö sisälsi suistumisten taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia kuten myös Euroopan rautatiemarkkinoiden tarpeita vuonna 2050. Tälle aikavälille etsittiin mahdollisia teknologioita, jotka voisivat olla avuksi suistumisten estämisessä.

Lisätietoa: <http://d-rail-project.eu/>

### **ESZüG - Energiaomavarainen sensorijärjestelmä tavaravaunujen kunnan seuraamiseen 03/2013-02/2016**

Junaliikenteessä on tärkeää mahdollistaa turvallinen tavarankuljetus. Tästä syystä jarrujen, pyörän laakerien ja vaunujen kuntoa seurataan säännöllisesti. Projektin ideana on luoda automaattinen ja energiaomavarainen järjestelmä, jolla pystytään seuraamaan tavaravaunujen kuntoa luotettavasti. Manuaaliset tarkastukset kenttäolosuhteissa vähenisivät, ja varsinkin vanhempien työntekijöiden työolosuhteet helpottuisivat.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/energy-self-sufficient-sensor-systems-monitoring-condition-freight-cars#tab-outline>

**FiT – Fatigue in Transport / Väsymys kuljetusalalla 10/2011–07/2015**

Väsymys aiheuttaa uneliaisuutta ja vaikuttaa negatiivisesti ihmisen valppauteen, muistikapasiteettiin, reaktioaikaan sekä silmä-käsikoordinaatioon. Nykyaikaisen elämän kasvavat vaatimukset työelämässä ja ärsykkeet vapaa-ajalla merkitsevät sitä, että väsymyksen esiintyvyys työväestössä kasvaa. Epäsäännölliset muutokset organisaatioissa ja monotoniset tehtävät kuljetusalalla tekevät työntekijöistä alttiita väsymykselle. Raporteissa keskitytään enemmän Norjan meriliikenteen työntekijöihin, mutta hankkeen ensisijainen tavoite on monialaisesti parantaa tietoisuutta väsymyksestä ja sen seurauksista.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/fatigue-transport#tab-outline>

**GoSAFE RAIL (Horizon 2020) – Global Safety Management Framework for RAIL Operations 10/2016–09/2019**

GoSAFE RAIL muodostuu kolmesta eri teknisestä työpaketista. Paketti 1 keskittyy maailmanlaajuiseen riskienarviointimenetelmään (RAM), toinen työpaketti keskittyy rautateiden älykkääseen suunnitteluun ja liikkuvuuteen, jossa käytetään simulointimalleja yhdessä rautatieyritysten kanssa. Kolmannen työpaketin päätavoitteena on kehittää päätöksentekoa tukeva väline (DST), joka tukee kestävästä kehityksestä ja taloudellista ylläpitoa.

Lisätietoa: <http://www.gosaferail.eu/>

**PROTECTRAIL – The Railway-Industry Partnership for Intergrated Security of Rail Transport 09/2010–06/2014**

Rautateiden paremman yhteentoimivuuden ja turvallisuuden parantaminen ovat avainasemassa. PROTECTRAIL keskittyi rautateiden turvallisuuden eri osa-alueiden integroituun järjestelmään rautatiealan yritysten ja turvallisuusviranomaisten auttamiseksi sekä matkustajien turvallisuuden varmistamiseksi.

Lisätietoa: <http://www.protectrail.eu/>

**Standard of loading Rules – Euroopan yhteiset lastausohjeet 01/2011–12/2015**

Rautatieliikenteen turvallisuutta haluttiin parantaa tekemällä yhteiset ohjeistukset vaunujen lastaamiseen. Projektin tuloksena syntyneet UIC:n lastausohjeet ovat joukko kansallisesti ja kansainvälisesti voimassa olevia rautatiekuljetuksia koskevia säännöksiä. Ne kuvaavat sääntöjä vaunujen kapasiteetista, kuormien mitoista ja niiden käytöstä.

Lisätietoa: <https://trimis.ec.europa.eu/project/draft-european-norm-defining-basis-loading-safety-rail-freight-transport#tab-outline>

## LÄHTEET

- China-Europe container transport via Trans-Kazakh rail network increases by 205 %. 2016. Think Railways. WWW-dokumentti. Päivitetty 4.5.2016. Saatavissa: <http://www.think-railways.com/china-europe-container-transport-via-trans-kazakh-rail-network-increases-205/> [viitattu 25.10.2017].
- Grönlund, J. 2017. Benefits of the corridor in Northern Europe. Railforum 2017. Seminaari Kouvola 28.9.2017. Saatavissa: [http://www.railforum.fi/sites/default/files/tiedostot/railforum\\_presentation\\_28.9.2017\\_i.pdf](http://www.railforum.fi/sites/default/files/tiedostot/railforum_presentation_28.9.2017_i.pdf) [viitattu 25.10.2017].
- Herrmann, B. 2017. Bahn ohne Plan. Güterzüge auf dem Abstellgleis. Video. Päivitetty 4.10.2017. Saatavissa: <https://www.zdf.de/dokumentation/zdfzoom/zdfzoom-bahn-ohne-plan-100.html> [viitattu 25.10.2017].
- Khamzin, Z. 2017. Intermodal Terminal Of China – Kazakstan Border. Railforum 2017. Seminaari Kouvola 28.9.2017. Saatavissa: [http://www.railforum.fi/sites/default/files/tiedostot/eng\\_khorgos\\_gateway\\_2017\\_1.pdf](http://www.railforum.fi/sites/default/files/tiedostot/eng_khorgos_gateway_2017_1.pdf) [viitattu 26.10.2017].
- Kouvola Innovation. s.a. Logistisesti parhaiten asiat ovat Kouvolaassa. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.kinno.fi/seudun-kehittaminen/rahtikyla> [viitattu 25.10.2017].
- Ratcliff, C. 2017. Rautatieliikenne. Faktatietoja Euroopan Unionista. Euroopan Parlamentti. WWW-dokumentti. Päivitetty 06/2017. Saatavissa: [http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/fi/displayFtu.html?ftuId=FTU\\_5.6.6.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/fi/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.6.6.html) [viitattu 26.10.2017].





# YHDISTYMISESTÄ UUTTA PUHTIA LOGISTIikkaAN

Olli-Pekka Brunila, DI, tutkimuspäällikkö, logistiikka

Vuoden 2017 alussa tapahtunut Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ja Mikkelin ammattikorkeakoulun yhdistyminen Kaakkois-Suomen ammattikorkeakouluksi Xamkiksi on tuonut uusia tuulia ja muutoksia tutkimukseen. Päälimmäisenä TKI-näkökulmasta nousee esiin, kuinka voitaisiin tehdä enemmän kampusten välistä tutkimusyhteistyötä nyt ja tietenkin tulevaisuudessa vielä voimakkaammin.

NELI (North European Logistics Institute) on logistiikan tutkimusyksikkö Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa osana logistiikan ja merenkulun painoalaa. NELI:n visiona on olla tunnettu ja arvostettu kansainvälisesti verkostoitunut logistiikan veturi Kymenlaaksossa. Kansainvälinen hanketoiminta on noussut yhä tärkeämpään rooliin niin NELI:ssä kuin yleisestikin ammattikorkeakouluissa. Esimerkiksi logistiikan haasteet ja ongelmat eivät ole pelkästään alueellisia, vaan ne ovat osittain samat muillakin Euroopan mailla. Siksi kansainvälisen hankeyhteistyön merkitys korostuu tulevaisuudessa.

Olemme eläneet ulkomaankaupan murrosvaihetta jo tovin, mutta vieläkin heijastelevat vuonna 2008 alkaneen taantuman ja EU:n Venäjä-pakotteiden vaikutukset. Suomelle ulkomaankauppa on aina erittäin merkityksellistä, ja tämä on korostunut viime vuosina sekä talouden ylä- että alamäissä. Kokonaisvienti nelinkertaistui 1990-luvun alun laman lukemista vuoteen 2008 mennessä. Vuonna 2009 tavaroiden ja palvelujen vienti supistui viidesosalla. Vaikka toipuminen on ollut hidasta, ovat lukemat edelleen selvästi vuoden 2008 tason alapuolella. Vuonna 2016 tuonnin ja viennin kokonaismäärä oli yhteensä 94,9 miljoonaa tonnia ja liki 85 prosenttia kuljetuksista hoidettiin laivoilla. Viime vuonna Saksa oli tärkein vientimaamme 13,2 prosentin osuudellaan ja Ruotsi oli toisena 10,7 prosentin osuudella. Venäjän vienti väheni kuudella prosentilla ja maan osuus koko tavaraviennistä oli viime vuonna vajaat kuusi prosenttia.

Nämä tekijät tuovat muutoksia logistiikkaan ja siten myös haasteita, etenkin kun otetaan huomioon Suomen maantieteellinen sijainti muuhun Eurooppaan nähden. Olemme erittäin riippuvaisia satamista ja toimivista laivaliikenneyhteyksistä niin kesällä kuin talvellakin. Tosin monenlaisia vaihtoehtoisia reittejä on suunniteltu Keski-Euroopasta Suomeen. Yksi vahva ehdokas on Rail Baltica -raideyhteys yhdistettynä Helsingin ja Tallinnan välisellä tunnelilla, mutta edelleen ongelmina ovat ainakin eri raidelevykyksien yhteensovittaminen ja korkeat investointikustannukset. Suomen saatavuusongelma on myös muiden logistiikkatoimijoiden tiedossa. Laivaliikenteen lisäksi Suomen ja Saksan välillä tulisi olla toimivia, nopeita ja ympäristöystävällisiä vaihtoehtoisia kuljetusmuotoja ja reittejä.

## VISION TOTEUTUMINEN JA HAASTEISIIN VASTAAMINEN HANKKEIDEN MUODOSSA

Logistiikan TKI-toiminnassa näihin haasteisiin on jo tartuttu. Kärkihankkeina ovat olleet mm. vähähiiliset satamat, Tietojohdamisesta suorituskykyä logistiikkaan, Kymiring, Digitalisaatio sisälogistiikassa, 30 Miles ja lokakuussa startannut DigiPort. Vähähiiliset satamatoiminnot -hankkeessa tavoitteena on satamien ja niiden yhteydessä toimivien yritysten toimintaympäristön edistäminen vähähiiliseen suuntaan edistämällä satamatoimintojen eko- ja energiatehokkuutta. Xamkin työpaketissa luotiin energiaseurantamalli, joka sai paljon kiitosta mm. Loviisan satamalta. Energiaseurantamallilla satamat pystyvät tulevaisuudessa laskemaan, mikä energiankulutuksen tason tulisi olla. Hankkeessa toteutettiin myös satamien suorituskyvyn mittaristo, jonka avulla satamat voivat arvioida oman ympäristövastuullisuutensa tilaa.

Logistiikkaverstas on logistiikan osallistava, monialainen kehittämis- ja innovointiympäristö, jossa hyödynnetään uusia työkaluja ja menetelmiä pienten ja keskusuurten yritysten liiketoiminnan kehittämisessä. Hankkeessa kehittyy monialainen yritys- ja mentorointiverkosto, jonka ansiosta alueelle kehittyy uutta yritystoimintaa, uusia työpaikkoja ja uutta liiketoimintaa. Logistiikkaverstas sai toisen palkinnon ammattikorkeakoulujen TKI-kärkien kansallisessa sarjassa. Kilpailuun haettiin tänä vuonna kohteita, jotka ovat innovatiivisesti kehittäneet opiskelijoiden osaamista ja uudistaneet työelämää, yrittäjyyttä ja ammattikorkeakoulun käytänteitä. Ja muutenkin ”verstaalla” on saatu paljon hienoja tuloksia, joita toimeksiantajatkään eivät osanneet edes ajatella. Logistiikkaverstas on nyt osa Xamkin toimintaa, ja verstaalle haettiin syksyn EAKR-rahoituksessa kansainvälistymisrahoitusta.

Digitalisaatio on nyt ja tulevaisuudessa suuri puheenaihe logistiikassa. Keski-Euroopan suuret satamat ja suuret kansainväliset logistiikkayritykset ovat investoineet paljon digitaalisuuteen, robotiikkaan ja automatisaatioon nostaakseen mm. kilpailukykyä ja palvelutasoa sekä vähentääkseen ympäristön kuormitusta. Suomessakin digitalisaation parissa on tehty paljon töitä ja esimerkiksi Xamkissa yksi logistiikan digitalisaatiohanke päättyi ja toinen vastaavasti alkoi.

Päättynyt Digitalisaatio sisälogistiikassa -hankkeen fokuksena oli tarkastella digitalisaation ilmentymiä ja keskittyä erityisesti sisälogistiikassa käytössä oleviin tai tuleviin teknologioihin. Tulosten mukaan verkkokaupan ja markkinoinnin digitalisaation myötä myös fyysinen tavaran käsittely ja toimittaminen on saatettava digitaaliseksi. Kiristynyt kilpailu, hinta-laatu-suhde, palvelutaso ja kustannustehokkuus vauhdittavat teknologioiden käyttöönottoa. Pk-yrityksissä digitalisaatio sisälogistiikassa ei kuitenkaan ole yleistynyt verrattuna investointeihin, joita suuryritykset ovat tehneet. Kuitenkin pk-yritykset seuraavat teknologioiden kehittymistä ja ovat tietoisia digitalisaation tuomista muutoksista yritysten toiminta- ja kilpailuympäristöissä.

Alkaneessa DigiPort-hankkeessa tavoitteena on kehittää satamista osaavia, kyvykkäitä, erikoistuneita ja ulospäin suuntautuneita innovaatiokeskittymiä vastaamaan tulevaisuuden kilpailukykyyn ja uudistumisen tarpeeseen. Digitalisaatio avaa logistiikan kehittämiseen ja tehostamiseen suuria mahdollisuuksia. Uudenlaisten tuotteiden ja palveluiden kehittäminen mahdollistaa uuden liiketoiminnan synty-

misen sekä logistiikan palveluihin että teknologiaratkaisuja toimittaviin yrityksiin. Hanke toimii pioneerina satamien digitalisaation avaukselle ja pyrkii samalla pitkäjänteiseen kehittämissyhteistyöhön korkeakoulujen kanssa. Hankkeen tavoitteena on tuoda satamanpitäjän esimerkillä ymmärrystä digitalisuudesta sekä herättää muissa logistiikka-alan toimijoissa kiinnostusta ja sitoutumista digitaalisuuden tuomiin liiketoiminnan mahdollisuuksiin. Tuloksena syntyy sataman infrastruktuuria koskevaa avointa tietoa katalogipalveluna julkaistuna älykkäiden lisäarvopalvelujen tuottajille ja teknologiakehittäjille. Hankkeessa järjestetään avoimen tiedon avaamisesta koulutusta, työpajoja ja Hack the Port -tapahtuma kartoitettujen sataman haasteiden pohjalta. Hanke tiivistää Liikenneviraston ja satamien välistä yhteistyötä liikennejärjestelmän avoimen tiedon jakamisesta.

Tietojohdattamisesta suorituskykyä logistiikkaan -hankkeen päätavoitteena on parantaa rakennemuutoksesta kärsivien kymenlaaksolaisten logistiikkatoimialan pk-yritysten valmiuksia hyödyntää tietojohdattamisen käytäntöjä ja välineitä johdattamisen ja työn organisoiminnan tehostamiseksi. Välillisenä tavoitteena on liiketoiminnan uudistaminen, uusien palvelujen synnyttäminen ja suorituskyvyn vahvistaminen. Hanke tehdään yhteistyössä Lappeenrannan teknillisen yliopiston kanssa. Hankkeessa luodaan työkalut pk-yritysten tietojohdattamiskyvyyden arviointiin ja digitalisoitumistasen mittaamiseen. Hankkeessa tehdään selvitykset Kymenlaakson logistiikka-alan pk-yritysten tietojohdattamisesta, eri osa-alueiden kannalta tehokkaimmista tietojohdattamisen käytännöistä ja nykytilasta digitalisoitumistasen suhteen. Näiden pohjalta luodaan uudet toimintamallit kolmen alalle kriittisimmän tietojohdattamisen alueen kehittämistaselle, ja Xamk lisää viiden opintopisteen tietojohdattamisen kurssin kurssitarjontaan.

## **ALUEELLISTA VAIKUTTAMISTA JA YHTEISTYÖTÄ**

Vaikka edelliset logistiikan ja digitalisaation hankkeet toimivat vahvasti, Kymenlaakson alueella tehdään myös muita aluekehityshankkeita kuten KymiRing ja kansainvälinen 30-miles -hanke, jota on tarkemmin esitelty omassa artikkelissään.

KymiRing on Iitin Tillolan kankaille nouseva ajoneuvojen testaus- ja ajoharjoittelurata sekä kilparata moottoriurheilulle. KymiRing Oy hallinnoi rataa. KymiRing-radan toiminnoista tulee hyvin monipuolisia. Kokonaisuudesta käytetäänkin nimitystä elämyskeskus, mikä varmasti pitää hyvin paikkansa alueen valmistuttua. Useat ajattelevat vielä nykyään aluetta vain kilparatana, mutta alueen käytöstä tulee monipuolista, ja moottoriurheilu on vain osa toimintoja. Muita toimintoja ovat esimerkiksi seitsemän hehtaarin asfaltoitu varikkoalue mm. erilaisten messutapahtumien järjestäjille. Alue tarjoaa myös oivallisen mahdollisuuden järjestää mittavia festivaaleja. Osallistujat tarvitsevat mm. majoitus- kuin ravitsemuspalveluita, ja siksi alueelle on suunniteltu erityinen hotelli- ja mökkialue. Teemapuisto tarjoaa mahdollisuuden aloittaa turvalliseen liikennekäyttämiseen tähtäävä asennekasvatus varhain. Moottoriurheilusta kiinnostuneille faneille ja kannattajille on luvassa lisäpalveluja aina opastetuista kieroksista majoituspalveluihin.

## MITEN JATKETAAN ETEENPÄIN

Logistiikan tutkimus keskittyy jatkossakin alueelliseen kehittämiseen ja kansainväliseen hanketoimintaan. Monessa suuremmassa kaupungissa kaupunkilogistiikkaa on kehitetty, tehostettu ja digitalisoitu viime vuosina ja myös samalla pyritty vähäpäästöisemmäksi. Myös meillä täällä Kaakonkulmassa on tarkoituksena kokonaisvaltaisesti kehittää kaupunkilogistiikkaa tehokkaammaksi ja ympäristöystävällisemmäksi. Hyvänä esimerkkinä on Horizon 2020 -rahoitusohjelmaan lähtenyt OPTERM-hanke, jossa kehitetään multimodaalisia matkustajaterminaaleja. Tässä hankkeessa Xamk on mukana niin logistiikan kuin luovien alojen kanssa mm. palvelumuotoilussa ja uusien rakennusmateriaalien kehittämisessä.

Myös toinen mielenkiintoinen kaupunkilogistiikkaa koskeva hanke on alkamassa. Saimme Trafilta Tieliikenteen turvallisuustoiminnan edistämisen valtionavustusta Turvaa vaalien -hankkeeseen, jossa hankkeen päätavoitteena on tutkia ja tehdä riskiarvio jakelulogistiikan vaikutuksista lasten liikenneturvallisuuteen Etelä-Kymenlaakson alueen päiväkodeissa ja alakouluissa. Lisäksi hankkeessa on tavoitteena selvittää päiväkotien ja alakoulujen jakelulogistiikan nykytila ja suorittaa haastatteluja. Haastattelujen, nykytila-analyysin ja havainnon avulla luodaan riskiarvio. Vastaavanlaista tutkimusta ei ole tehty, joten odotamme mielenkiintoisia tuloksia hankkeen päätyttyä.

# LOGISTIIKKAVERSTAS LUO KONTAKTEJA TYÖELÄMÄÄN

Anni Anttila, insinööri, projektipäällikkö

Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa vuoden 2016 alussa käynnistynyt Logistiikkaverstas on oppimisympäristö, joka yhdistää uudella tapaa koulutusta ja työelämää. Oppimisympäristö kehitettiin logistiikan koulutuksen ja työelämän tarpeisiin vastaamaan paremmin opiskelijoiden ja työelämän kohtaavuutta. Toiminnan keskiössä ovat yritysten ja organisaatioiden logistiset haasteet, joita ratkotaan projekteissa ja työpajoissa monialaisten opiskelijatiimien kanssa. Logistiikkaverstaalla on kahden toteutusvuoden aikana toteutettu useita onnistuneita työelämälähtöisiä projekteja, työpajoja, tietoisuuksia ja seminaareja. Kaikessa toiminnassa fokus on logistiikassa ja logistiikan kehittämisessä.

## LOGISTIIKKAVERSTAAN TOIMINTAMALLI

Logistiikkaverstas ottaa vastaan yrityksiltä ja organisaatioilta työelämälähtöisiä toimeksiantoja ja toteuttaa niitä eri alojen korkeakouluopiskelijoiden kanssa. Toimeksiantoja otetaan vastaan kaikilta toimialoilta, mutta ratkottavat haasteet liittyvät logistiikkaan. Toimeksiannon antava yritys tai organisaatio voi osallistua toimeksiannon toteutukseen joko ohjaavana tai osallistuva osapuolena. Yrityksen tai organisaation rooli määritellään toimeksiannon toteutustavasta sovittaessa, jolloin molemmat osapuolet sitoutetaan toimeksiannon loppuun saattamiseen.

Logistiikkaverstaan yrityksille ja organisaatioille tarjoamia palvelutuotteita ovat pienet projektit (kesto 1-4 viikkoa), laajat projektit (kesto 3-4 kuukautta) sekä työpajat ja työpajojen fasilitointi. Toimeksiantojen lisäksi Logistiikkaverstas järjestää yrityksille ja opiskelijoille suunnattuja ajankohtaisia tapahtumia ja seminaareja.

Logistiikkaverstas vastaa työelämätoimeksiantojen toteutuksesta kokonaisuudessaan rekrytoimalla monialaiset opiskelijat ja ohjaamalla toimeksiantojen toteutusta. Toimeksiantoihin osallistuvat opiskelijat saavat osallistumisesta opintopisteitä ja he voivat sisällyttää Logistiikkaverstaalla toteutetut toimeksiannot osaksi tutkintoa. Toimeksiantajana toimivat yritykset ja organisaatiot saavat haasteilleen uusia ratkaisuja ja näkökulmia sekä uutta tietoa oman toimintaympäristönsä ulkopuolelta.

## MONIALAISESTI TOTEUTETTAVAT PROJEKTIT

Logistiikkaverstaalla toteutetaan laajoja 3-4 kuukauden kestoisia projekteja kaksi kertaa vuodessa, syys- ja kevätlukukausien aikana. Tähänastiset projektitoimeksiannot on saatu Kymenlaakson alueella toimivista yrityksistä ja organisaatioista. Projektitoimeksiannot julkaistaan Logistiikkaverstaan nettisivuilla, jota kautta opiskelijat voivat hakea projekteihin. Projekteihin haetaan opiskelijoita kaikilta aloilta, ja rekrytoinnissa pääpaino on opiskelijan motivaatitasossa, innostuksessa ja kyvyssä sitoutua projektiin. Useat projekteihin rekrytoitavat opiskelijat ovat toisilleen tuntemattomia, mikä ei kui-

tenkaan ole osoittautunut ongelmaksi. Logistiikkaverstaan projekteissa fasilitaattorit ohjaavat projektitiimin tiimitymistä, ja auttavat projektityön aloitusta esimerkiksi työpajojen ja tapaamisten avulla.

Logistiikkaverstaalla toteutetuista projekteista parhaimmat tulokset on saavutettu projekteissa, joissa on ollut mukana opiskelijoita mahdollisimman monelta eri alalta. Monialaisuus tuo projekteihin uudenlaisia näkökulmia, ja myös opiskelijat kokevat oppivansa projekteissa enemmän niin toimeksiannosta kuin muilta opiskelijoilta. Monialaisuus on vakuuttanut myös Logistiikkaverstaan toimintaan osallistuneet toimeksiantajat, sillä monialaisuuden hedelmät näkyvät selvästi projektien tuloksissa.

## **TYÖPAJAT YRITYKSILLE JA OPISKELIJOILLE**

Logistiikkaverstaan työpajat ovat merkittävä osa toimintaa, ja niiden toteutus oli ensimmäisiä Logistiikkaverstaalle saatuja työelämätoimeksiantoja. Työpajoja järjestetään yrityksille osallistamalla yritykset mukaan työpajatyöskentelyyn, mutta myös yritysten toimeksiannosta osallistamalla opiskelijoita työhön. Logistiikkaverstas-tiimi vastaa työpajan toteutuksesta ja fasilitoinnista, mutta yksityiskohdista sovitaan yhdessä yrityksen kanssa. Työpajojen toteutus on ollut varsin menestyksekkästä, ja yritykset ovat kokeneet osallistumisen tehokkaaksi tavaksi luoda uutta ja verkostoitua muiden toimijoiden ja yritysten kanssa.

Logistiikkaverstaalla on toteutettu työpajoja opiskelijoiden kanssa myös työelämälähtöisten laajojen projektien yhteydessä. Syksyn ja kevään projektien alkaessa Logistiikkaverstaan fasilitaattorit järjestävät opiskelijoille Sydäntä projektille -työpajan, jossa opiskelijat pääsevät hyvään alkuun projektityöskentelyssä. Kun opiskelijat saavat vapaasti jakaa tietoa ja ideoida yhdessä, vahvistuu myös projektitiimin välinen luottamus ja tiimihenki. Työpajojen on todettu myös lisäävän opiskelijoiden uskoa omiin ideoihin ja omaan tekemiseen.

Logistiikkaverstaan työpajoihin on muodostunut yksi sääntö: kaikki ideat ovat hyviä, eikä kenenkään ideoita saa torjua. Näin toimien kaikkien osallistujien näkemykset ja ideat saadaan esiin. Luovat ja innovatiiviset ideat saavat alkunsa rohkeudesta sanoa ne ääneen.

## **LOGISTIIKKAVERSTAAN TULOSELLINEN TOIMINTA**

Logistiikkaverstaan toimintamalli vastaa osaltaan nykypäivän työelämän tarpeisiin, jossa edellytetään monipuolista osaamista ja aktiivista, yrittäjämäistä työskentelyotetta. Logistiikkaverstaalla toteutettavat yrityslähtöiset toimeksiannot antavat opiskelijoille oppimiskokemuksia todellisista työelämän haasteista ja osallistavat yrittäjämäiseen työskentelyyn.

Logistiikkaverstas toimii linkkinä koulutuksen ja työelämän välillä tuomalla lisäarvoa molempien osapuolten toimintaan. Yritykset saavat Logistiikkaverstaalta ratkaisuja ja näkemystä liiketoiminnan haasteisiin oman toimintaympäristönsä ulkopuolelta sekä uutta tutkimustietoa ja opiskelijaresursseja käyttöönsä. Toimeksiantojen avulla yrityksillä on mahdollisuus tuoda esiin myös työelämän tarpeita ja työelämässä vaa-dittavia taitoja. Logistiikkaverstaan toimintamallin avulla voidaan lisätä opiskelijoiden

työelämävalmiuksia ja taitoa toimia konkreettisessa yhteistyössä yritysten kanssa. Logistiikkaverstaalla opiskelijat työskentelevät yrittäjämäisesti monialaisissa tiimeissä ja oppivat käytännön tekemisen kautta. Logistiikkaverstas toimii paikkana kokeiluille, verkostoitumiselle ja uusien innovaatioiden kehittämiseksi. Parhaimmillaan yhteistyö parantaa yritysten liiketoimintamahdollisuuksia ja avaa valmistuville opiskelijoille uusia ovia opintojen päättyessä.

Logistiikkaverstas on toteuttanut kaksivuotisen hankkeen aikana 10 laajaa työ-elämäprojektia, lähes 20 erilaista yrityksiä ja opiskelijoita osallistavaa työpajaa, kuusi Wizard Wednesday -työpajaa sekä Logistics project -kurssin kansainvälisten opiskelijoiden kanssa. Logistiikkaverstaan toimintaan on osallistunut noin 50 yritystä ja organisaatiota Kymenlaakson alueelta, ja erilaisissa toimeksiannoissa on osallistettu yli 140 korkeakouluopiskelijaa.

## **LOGISTIIKKAVERSTAAN TAUSTAA**

Logistiikkaverstas-hankkeen tavoitteena oli luoda koulutusta ja työelämää yhdistävää toimintamalli ja uusi oppimisympäristö. Taustalla oli ajatus lisätä opiskelijoiden työelämäkontakteja ja työkokemusta sekä tuoda yrityksiin uutta tietoa korkeakoulu-maailmasta. Laajempaan tavoitteeseen oli vahvistaa logistiikan merkitystä muuttuvassa toimintaympäristössä sekä lisätä julkisen ja yksityisen sektorin verkostoitumista ja yhteistyötä.

Idea Logistiikkaverstaasta on syntynyt Kymenlaakson ammattikorkeakoulun (nykyisin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun) logistiikan tutkimusyksikkö NELI:ssä, tutkimusjohtaja Mervi Nurmisen johdolla. Mervin visio, ajatukset ja laajat työelämäkontaktit kannustivat ja saivat projektitiimin hyvään alkuun hanketta aloitettaessa. Logistiikan osaajista koostuvasta projektitiimistä on löytynyt monipuolista osaamista, joten oppimisympäristö ja luotu toimintamalli on tehty projektitiimin näkemyksestä ja omin voimin. Logistiikkaverstas sai fyysisen toimitilan HaminaKotka Satama Oy:n toimistokeskus Merituulesta, Mussalon satamasta. Toimitila suunniteltiin niin, että se on helposti muokattavissa erilaisten tapahtumien ja työpajojen järjestämiseen sekä projektityöskentelyyn.

Logistiikkaverstas -hanke on käynnissä 1.1.2016–31.12.2017 ja sen merkittävin rahoitus tulee Yritysten toimintaympäristön kehittämisavustuksesta. Logistiikkaverstas on hankeajana menestynyt kansallisessa ammattikorkeakoulujen välisessä TKI-kärjet-kilpailussa. Se saavutti toisen sijan vuonna 2017.

Logistiikkaverstas-hankkeen päättyessä vuoden 2017 lopulla on toimintamallia tarkoitus jatkaa osana Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun logistiikan tutkimus- ja kehitystoimintaa. Logistiikkaverstas on kaiken kaikkiaan aktiivista työelämän ja koulutuksen yhteistyötä, jossa näkyy innostus ja aktiivinen tekemisen meininki.



# RAJAT YLITTÄVÄÄ YHTEISTYÖTÄ VENEILYN KEHITTÄMISESSÄ – 30MILES-HANKE

Tomi Oravasaari, projektipäällikkö

Itäinen Suomenlahti tarjoaa monipuolisia mahdollisuuksia veneilyturismille. 30MILES-hankkeen tavoitteena on edistää veneilyturismia tällä alueella kehittämällä pienvenesatamia Suomessa ja Virossa. Hanketta rahoittavat EU:n Interreg Central Baltic-rahoitusohjelma, Varsinais-Suomen liitto sekä osaltaan myös hankkeen toteuttavat partnerit. Hankkeessa on mukana kaikkiaan 12 satamaa. Suomesta mukana ovat Porvooseen rakentuva uusi vierasvenesatama, Loviisan Laivasilta, Keihässalmen satama Pyhtäällä, vierasvenesatama Kotkassa, Tervasaaren satama Haminassa sekä Klamilan satama Virolahdella. Virosta mukana ovat Viron Merimuseo Lentosataman yhteydessä toimiva vierasvenesatama, sekä venesatamat Lepneemestä, Kelnasesta, Eismasta, Narva-Jõesuusta ja Narvasta.

Heti projektin suunnitteluvaiheesta alkaen oli selvää, että veneilyturismin kehittämisessä on otettava huomioon myös turvallisuusnäkökohdat. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Xamk otti hankkeessa vastuun veneilyturvallisuuden kehittämisestä. Hankkeen muiden partnereiden vastuulla ovat parannusinvestointien toteuttaminen satamiin, matkailumarkkinointi sekä tutkimus veneilyturismin kestävästä kehittämisestä.

## KATTAVA TAUSTAMATERIAALI TUKEE VENEILIJÄÄ ENNAKKOVALMISTELUISSA

30MILES-hankkeen keskeisenä tavoitteena on kasvattaa itäisen Suomenlahden alueen vetovoimaa matkailukohteena, erityisesti painottuen veneilyturismiin. Veneilijöiden ja maareittiä alueelle tulevien turistien tavoittamisessa on tärkeää viestiä, millaisia mahdollisuuksia alue tarjoaa matkailijalle. Samalla tulee myös pyrkiä tekemään veneellä liikkuminen alueella mahdollisimman helpoksi ja turvalliseksi. Veneilyn näkökulmasta hyvä etukäteen tehty reittisuunnittelu on turvallisen veneilyn lähtökohta.

Reittisuunnittelun tueksi Xamk on tuottanut valmiiksi suunnitellut turvalliset veneilyreitit hankkeen satamien välille, ja näistä muodostuu niin sanottu 30MILES-reitistö. Kaikki valmiiksi suunnitellut reitit ovat saatavilla sähköisinä reittipisteinä, jotka voidaan ladata veneilijän omaan navigointiohjelmistoon. Nämä valmiit reitit tullaan myös kuvaamaan karttapohjalla. Työn alla on myös verkkokoulutus, joka perehdyttää reitistöön ja alueella huomioon otettaviin veneilyturvallisuusasioihin.

Ennestään tuntemattomaan satamaan saapumista on pyritty helpottamaan tuottamalla lähestymisvideot hankkeessa mukanaoleviin satamiin. Satamien lähestymiset ovat Viron puolella useimmiten melko suoraviivaisia, mutta Suomen puolella sataman lähestyminen on usein monivaihteisempaa saariston vuoksi. Lähestymisvideoissa

reittiä edetään kartalla ja vesillä samanaikaisesti. Videon ja karttakuvan avulla on helppo hahmottaa, miltä satamaan lähestyminen veneellä tosiasiaassa näyttää, ja mistä karttaan merkittyjen merimerkkien tulisi löytyä.

Vaikkakin nykyään navigoinnissa sähköiset navigointilaitteet ovat tärkeässä roolissa, ei visuaalisen navigoinnin merkitystä pidä väheksyä. On tärkeää huomata, että GPS-paikannuksen tarkkuus voi heittää 5–10 metriä, ja tämä voi saaristossa tosinaan olla liian paljon. Kartanluku, tähyttäminen ja maisemanavigointi ovat varmimpia tapoja estää onnettomuuksia ja karilleajoja.

## **KARTOITUS VENEILYN RISKEISTÄ ITÄISELLÄ SUOMENLAHDELLA**

Xamk toteutti myös veneilyn riskejä Itäisellä Suomenlahdella kartoittavan riskianalyysin. Tätä analyysia varten haastateltiin 20 asiantuntijaa eri sektoreilta kuten viranomaisia, kaupallisen laivaliikenteen toimijoita, kokeneita veneilijöitä ja järjestöjä. Haastattelujen pohjalta kartoitettiin keskeiset veneilyn riskitekijät sekä tärkeimmät turvallisuutta vahvistavat tekijät.

Analyysin pohjalta keskeisin turvallisuutta vahvistava tekijä on veneen tai aluksen päällikön oma myönteisen aktiivinen asennoituminen turvallisuuteen. Turvallinen veneily lähtee huolellisesta reittisuunnittelusta. Omassa reittisuunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon paitsi reitin, myös sataman rajoitteet; aallonmurtajat, syvyydet, mahdolliset karikot ja paikalliset sääolosuhteet. Purjeveneilijän on hyvä pohtia sopivat purjeiden nosto- ja laskupaikat mahdollisten ruuhkien sekä rajoitteiden varalta. Moottoriveneilijän on hyvä ottaa huomioon mahdolliset polttoaineen saatavuusrajoitukset.

Ennen lähtöä veneilemään tulisi myös varmistaa, että muut ovat tietoisia mihin veneellä ollaan menossa, mitä väyliä pitkin ja milloin on tarkoitus saapua perille. Jos suunnitelmiin tulee muutoksia, näistä tulisi välittää myös tietoa muille. Kun veneilijän aiheet ovat hyvin tiedossa, osataan mahdollisesti kadonnutta veneilijää ryhtyä kaipaamaan mahdollisimman pian.

Koko veneen miehistön tulisi olla selvillä siitä, miten hälytetään apua; ei pelkästään matkapuhelimella vaan myös VHF-radiopuhelimella. Miehistön tulisi olla myös selvillä perusturvallisuusproseduureista sekä veneen turvavarusteista ja niiden käytöstä. Veneessä tulisi olla enemmän kuin yksi henkilö, joka osaa vähintään veneen käsittelyn perusteet ja tietää miten toimitaan, jos joku putoaa veneestä.

Suomenlahdella on erityisesti huomattava, että laivaliikenne on vilkasta sekä pohjois-eteläsuunnassa Helsinki-Tallinna-välillä, että myös itä-länsisuunnassa Pietariin ja sieltä pois. Veneilijöiden tulisi ymmärtää liikenteen jakokaistojen merkitys ja tietää, kuinka jakokaistat ylitetään. On tärkeää huomioida, että modernit rahtilaivat purjehdivat melko suurella nopeudella ja niiden liikkuminen on usein rajoitettua syväksestä johtuen. Ison rahtilaivan kääntäminen vaatii usein suuren alueen. Lisäksi Suomenlahden itäosassa on tärkeää tiedostaa Venäjän aluevesirajan sijainti ja olla tarkkana, että aluevesirajaa ei ylitetä vahingossa. Venäjän aluevesirajan ylitys ilman asianmukaisia dokumentteja on valtiorajarikos, josta seuraa yleensä sakkorangaistus.

## TUKEA SATAMIEN TURVALLISUUDEN KEHITTÄMISEEN

Hankkeen satamien turvallisuustaso selvitettiin turvallisuuskartoituksella niissä kymmenessä satamassa, joissa rakenteet ovat toimintakunnossa. Kartoitusta varten luotiin pienvenesatamille suunnattu auditointimalli ja turvallisuuskatsaukset toteutettiin yhteistyössä sataman vastuuhenkilöiden kanssa. Turvallisuustaso todettiin yleisesti ottaen hyväksi, joskin myös pieniä parannuskohteita havaittiin. Kartoituksen yhteydessä kahdeksaan satamaan toimitettiin hankkeen puolesta sydäniskuri eli defibrillaattori, jota voidaan käyttää ensiapuna sydänkohtauspotilaille.



*Kuva 1. Turvallisuuskartoitus Kelnasen satamassa. Kuvassa vasemmalta alkaen; Viktor Palmet, Tomi Oravasaari, Harri Sane ja Esta Tamm.*

Pienvenesatamien pitäjille kehitetään parhaillaan turvallisuuskoulutusta, joka tulee myöhemmin saataville verkkokurssina. Kurssi käsittelee muun muassa pienvenesatamaa koskevia lakiasioita, pienvenesataman paloturvallisuutta, sähköturvallisuutta ja ympäristöturvallisuutta. Turvallisuusasioita nostetaan esille myös erikseen järjestettävissä turvallisuuspäivissä.

## 30MILES-HANKE OSANA AMMATTIKORKEAKOULUN PERUSTEHTÄVÄÄ

Hankkeiden luonteeseen kuuluu, että ne ovat määräaikaista, mutta samalla ne ovat luonteeltaan käynnistäjiä uusille asioille. Ammattikorkeakoulujen tutkimus-, kehitys-, ja innovaatio toiminnan ytimessä on toteuttaa työelämää ja aluekehitystä tukevaa soveltavaa tutkimus- ja kehitystyötä sekä toimia yhteistyössä alueen elinkeino- ja työelämän kanssa.

30MILES-hanke lähti liikkeelle yhteistyöverkoston kokoontumisesta, jossa todettiin, että valtioiden rajat ylittävä yhteistyö avaisi uusia mahdollisuuksia veneilyturismin kehittämiseksi. Yhdessä nähtiin, että luomalla edellytyksiä turismin kehittymiselle luodaan myös mahdollisuuksia uusien yritysten ja työpaikkojen syntymiselle sekä osaltaan vahvistetaan alueen vetovoimaisuutta.

Hankkeen toteutus on jo valmisteluvaiheesta lähtien edellyttänyt laaja-alaista yhteistyötä toteuttavien partnereiden sekä satamien ja kuntien kanssa. Vaikkakin aluekehitys on toisaalta paikallista, sen ytimessä on kuitenkin eri toimijoiden välinen yhteistyö. Työskentely yhteisen teeman ympärillä on entisestään vahvistanut ymmärrystä siitä, että kotimaisella ja rajat ylittävällä yhteistyöllä voidaan saavuttaa paljon enemmän kuin yksin olisi mahdollista.



12 PERSONAS

RAJA MARTIO-  
LA OS

# MERILIIKENTEEN PROFIILI TKI-TYÖN SUUNNANNÄYTTÄJÄNÄ?

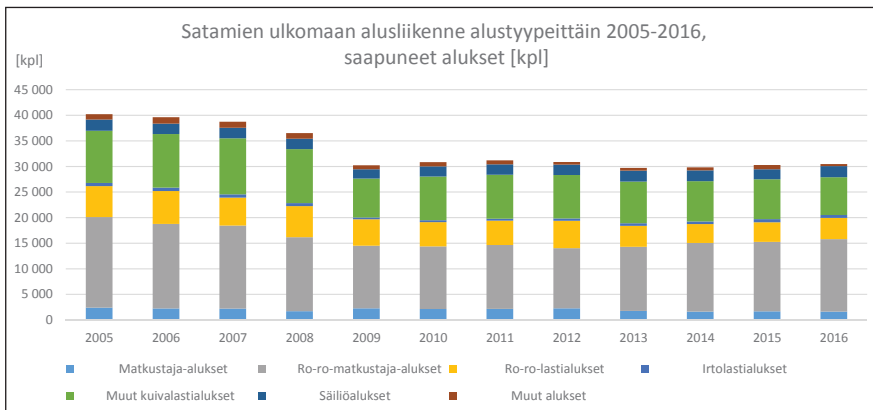
Justiina Halonen, merikapteeni (AMK), tutkimuspäällikkö, merenkulku

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun merenkulun tutkimus- ja kehitystyön painopisteiksi ovat muodostuneet merenkulun turvallisuus ja hätätilannehallinta (Maritime Safety and Emergency Response) sekä merellisten ympäristövahinkojen torjunta (Marine Pollution Prevention and Response). Poikkeamatilanteiden hallinnan ja vahingontorjunnan lisäksi merenkulun TKI kehittää ennakoivaa ja ennaltaehkäisevää turvallisuustyötä yhdessä merenkulun opetuksen kanssa. TKI-työn teemat ovat muotoutuneet pääasiassa yhteistyökumppanien tarpeiden pohjalta. Kehitystarpeet heijastelevat meriliikenteessä tapahtuvia muutoksia, mutta myös kansainvälisen sääntelyn ja yleisen teknologiakehityksen tuomia uudistustarpeita. Tässä artikkelissa tarkastellaan Suomen meriliikenteen kehitystä suhteessa meneillään oleviin tutkimushankkeisiin: teemmekö oikeita asioita? Voiko meriliikenteen profilia, liikennemäärää, alustyypejä ja kokoluokkaa sekä näissä tapahtuvia muutoksia käyttää indikaattoreina merenkulun TKI-työn suuntaamiseen? Mitä muita keinoja on ennakoida tulevaa meriliikenteen kehitystä ja muutostrendejä?

Seuraavassa on tarkasteltu Suomen meriliikenteen kehitystä menneen vuosikymmenen ajalta. Lisäksi on tarkasteltu meriliikenteessä tapahtuneiden poikkeamatilanteiden määrää, tyyppiä ja tapahtumapaikkaa. Tilastotiedosta etsitään mahdollisia muutostrendejä ja alueellisia eroavaisuuksia. Aineistoa tarkastellaan erityisesti Kaakkois-Suomen näkökulmasta; millaista alusliikennettä täällä on ja millaisiin poikkeamatilanteisiin täällä tulisi varautua. Liikennetilastot kertovat Suomen meriliikenteestä. Merkittävänä Kaakkois-Suomen aluetta koskevana tekijänä on lisäksi Venäjän meriliikenne, jolla on suuri vaikutus Suomen kautta kulkevaan transitoliikenteeseen sekä Suomenlahden liikennemääriin. On huomattava, ettei Venäjän satamiin suuntautuva Suomenlahden meriliikenne näy näissä tilastoissa.

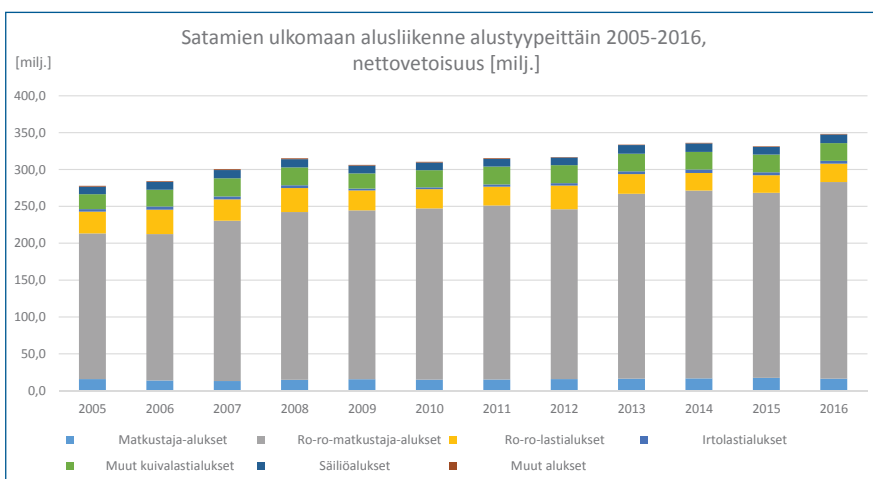
## ULKOMAAN ALUSLIIKENNE SUOMEN SATAMIIN – ALUSMÄÄRÄ VÄHENEÄ, ALUSKOKO KASVAA

Suomen ulkomaan alusliikenteessä liikennöi vuonna 2016 yhteensä 30 481 alusta. Näistä suurimman osan (46,5 %) muodostivat ro-ro-matkustaja-alukset, yhteensä 14 177 alusta. Seuraavaksi eniten (24,3 %) liikkui muita kuivarautialuksia, ro-ro-lasialuksia (13,6 %) ja säiliöaluksia (7,1 %). (Liikennevirasto 2017, 48–49.) Yleisempien alustyyppien suhteelliset osuudet alusten kokonaismäärästä ovat pysyneet melko saman suuruisina jo pidempään (ks. kuva 1). Alusten määrässä ja nettovetoisuudessa tapahtunutta kehitystä vuosina 2005–2016 on tarkasteltu alustyyppikohtaisesti liitteessä 1.



*Kuva 1. Suomen satamien ulkomaan alusliikenne alustyypeittäin vuosina 2005–2016. Alusliikenteen mittarina saapuneet alukset [kpl] (Liikennevirasto 2017, 48–49).*

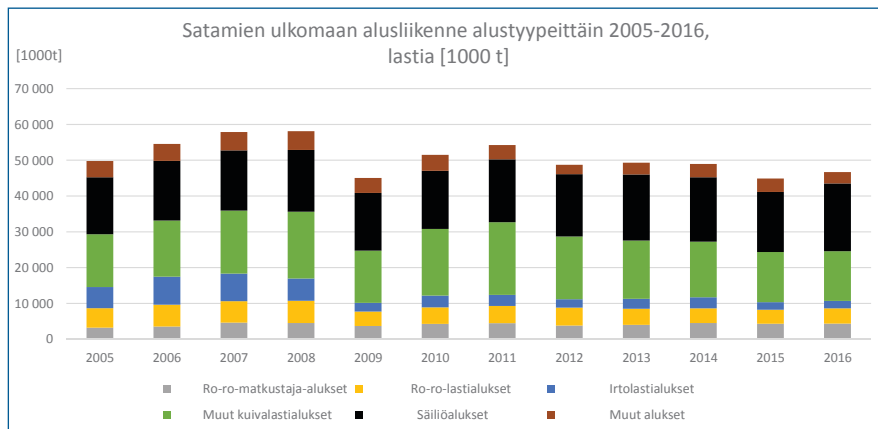
Kuten kuvasta 1 havaitaan, alusten lukumäärät ovat laskeneet melko tasaisesti viimeisten vuosikymmenten aikana – joskin aivan viime vuosina hienoista nousua on ollut taas nähtävissä. Sen sijaan alusten koot ovat selvässä kasvussa (ks. kuva 2). Alusten koon kuvaajana on Liikenneviraston tilastoissa käytetty nettovetoisuutta, sillä se on useimpien merenkulunmaksujen kuten väylä- ja satamamaksujen määrätymisperuste. Nettovetoisuus on yksikötön luku ja se kuvaa aluksen lastinkuljetuskykyä eli pääasiassa lastitilojen tilavuutta. Liikenneviraston mukaan Suomen satamissa käyneiden alusten yhteenlaskettu nettovetoisuus on kasvanut yli kaksikymmenkertaiseksi vuodesta 1960. Viimeisen vuosikymmenen aikana kasvu on ollut maltillisempaa mutta tasaista, noin 25 % vuosina 2005–2016. Kasvu johtuu pääasiassa ro-ro-matkustaja-alusten koon ja liikennemäärien sekä säiliöalusten koon kasvusta (Liikennevirasto 2017, 44).



*Kuva 2. Suomen satamien ulkomaan alusliikenne alustyypeittäin vuosina 2005–2016. Alusliikenteen mittarina nettovetoisuus [milj.] (Liikennevirasto 2017, 48–49).*

Vuonna 2016 ro-ro-matkustaja-alukset edustivat 76,6 % alusliikenteen nettovetoisuudesta ja muodostivat siten suurimman alusryhmän myös tällä mittarilla tarkastellen, ks. kuva 2. Seuraavaksi suurimman alusryhmän eli ro-ro-lastialusten osuus oli huomattavasti pienempi, 7,1 %. Muut kuivarahtialukset muodostivat nettovetoisuudesta 6,9 %, matkustaja-alukset 4,7 %, säiliöalukset 3,4 % ja irtolastialukset 1,1 %.

Liikenneviraston tilastojen mukaan Suomen ulkomaan matkustajaliikenne on kasvanut 14 % vuodesta 2005 vuoteen 2016. Vuonna 2016 matkustajaliikenne Suomen ja ulkomaisten välillä oli 18,9 miljoonaa henkilöä, joista suurin osa (65,3 %) kulki Helsingin sataman kautta. Ulkomaisten risteilyalusten osuus matkustajaliikenteestä oli 4,3 prosenttia vuonna 2016. (Liikennevirasto 2017, 36–39.)



*Kuva 3. Suomen satamien ulkomaan alusliikenne lastimäärän [1000 t] mukaan vuosina 2005–2016 (Liikennevirasto 2017, 48–49).*

Kuljetettuja lastimääriä tarkasteltaessa säiliöalukset erottuvat selkeästi omaksi ryhmäkseen 40,5 %:n osuudella (ks. kuva 3). Seuraavaksi suurimpia lastimääriä kuljetetaan muilla kuivarahtialuksilla (29,7 %), ro-ro-matkustaja-aluksilla (9,4 %) ja ro-ro-lastialuksilla (9,1 %). Mainitut lastimäärät koskevat vuotta 2016. Pidemmän aikavälin keskiarvoja tarkastellessa ro-ro-lastialukset nousevat hieman ro-ro-matkustaja-alusten edelle. (Liikennevirasto 2017, 48–49.)

## KAAKKOIS-SUOMEN OSUUS ULKOMAAN MERILIIKENTEESTÄ

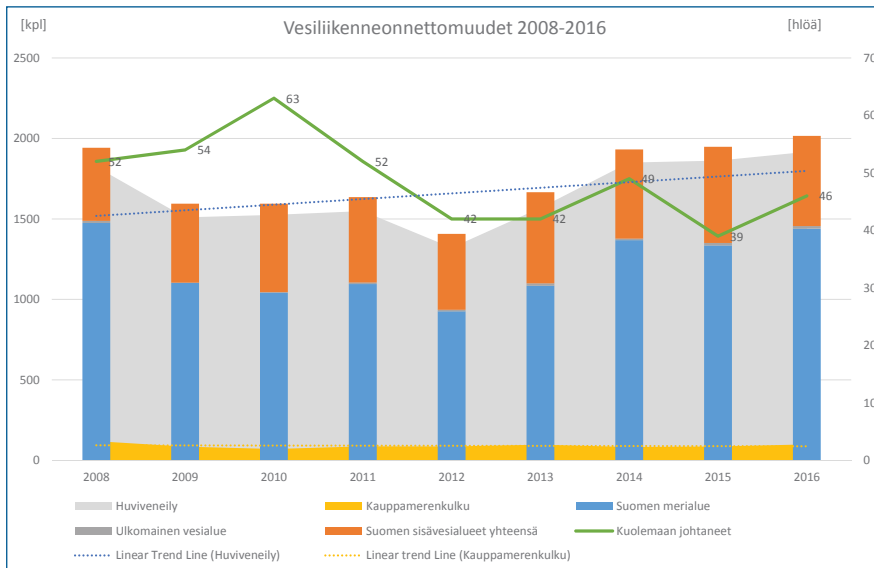
Vuonna 2016 HaminaKotkan satamaan saapui 2 369 alusta (7,9 %ia Suomen rannikon satamien ulkomaanliikenteen aluskäynneistä), joiden yhteenlaskettu nettovetoisuus oli 11 043 (3,2 % Suomen rannikon satamien ulkomaanliikenteen alusten nettovetoisuudesta). HaminaKotkaan saapuvista aluksista 425 (17,9 %) oli suomalaisia aluksia. Tonneissa mitattuna HaminaKotkan satama oli vuonna 2016 Suomen toiseksi suurin satama: Suomen ulkomaan merikuljetuksista hoidettiin 12,3 miljoonaa tonnia (13,0 %) HaminaKotkan kautta. Vientisatamana HaminaKotka oli suurin vuonna 2016. (Liikennevirasto 2017, 12, 21 ja 50.) HaminaKotkan sataman kautta kulkee



pääasiassa nestemäisiä irtolasteja (25,2 %), paperia (20,2 %) ja puutavaraa (17,8 %) (HaminaKotka 2017a).

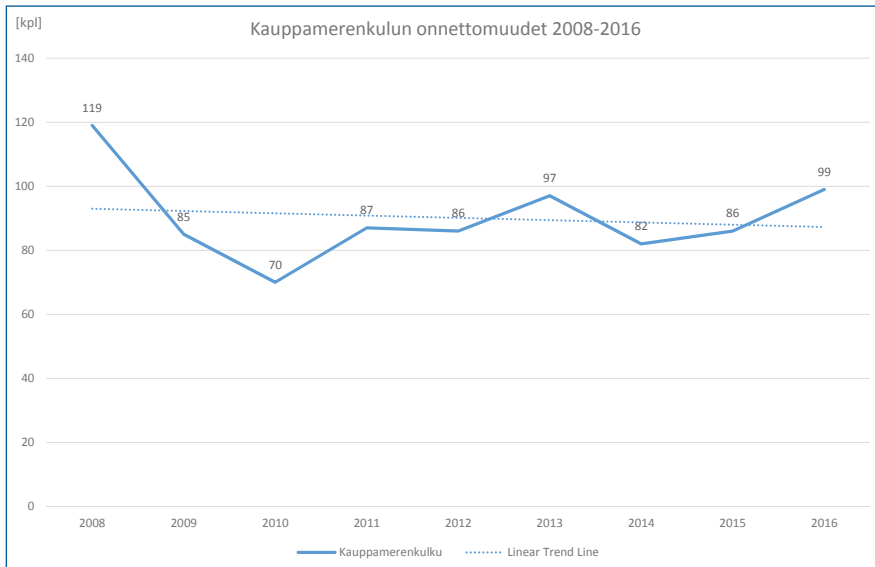
## TURVALLISUUSPOIKKEAMAT LISÄÄNTYNEET VIIME VUOSINA

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín vesiliikenneonnettomuustilastot sisältävät Suomen aluevesillä sekä niiden läheisyydessä olevalla kansainvälisellä vesialueella tapahtuneet kauppamerenkulku- ja huviveneilyonnettomuudet. Kauppamerenkulkuonnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jossa osallisena on vähintään yksi ammattimaisessa liikenteessä oleva alus tai yli 24 metriä pitkä alus. Tilastoissa ovat mukana myös Trafín tietoon tulleet suomalaisille aluksille ulkomailla sattuneet onnettomuudet. (Trafi.)



*Kuva 4. Suomen aluevesillä ja suomalaisille aluksille ulkomailla sattuneet onnettomuudet vuosina 2008–2016 [kpl] (Trafi).*

Vesiliikenneonnettomuudet näyttävät lähteneen uuteen kasvuun (ks. kuva 4). Suurin osa kasvusta muodostuu lisääntyneistä huviveneonnettomuuksista, mutta myös kauppamerenkulun onnettomuudet ovat lisääntyneet. Kauppamerenkulun onnettomuudet on poimittu omaksi kaaviokseen kuvaan 5. Kauppa-alus on ollut osallisena kuolemaan johtaneissa vesiliikenneonnettomuuksissa kerran vuosina 2014, 2013, 2011, 2010 ja 2009 sekä kaksi kertaa vuonna 2008. Tarkastelujaksolla 2008–2016 kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 98,4 % on huviveneilyn aiheuttamia. Vesiliikenneonnettomuudessa kuolleeksi määritellään henkilö, joka on kuollut vesiliikenneonnettomuuden seurauksena saamiensa vammojen johdosta joko välittömästi tai myöhemmin. Luku sisältää myös kadonneet henkilöt, joiden voidaan perustellusti olettaa kuolleen. (Trafi.)

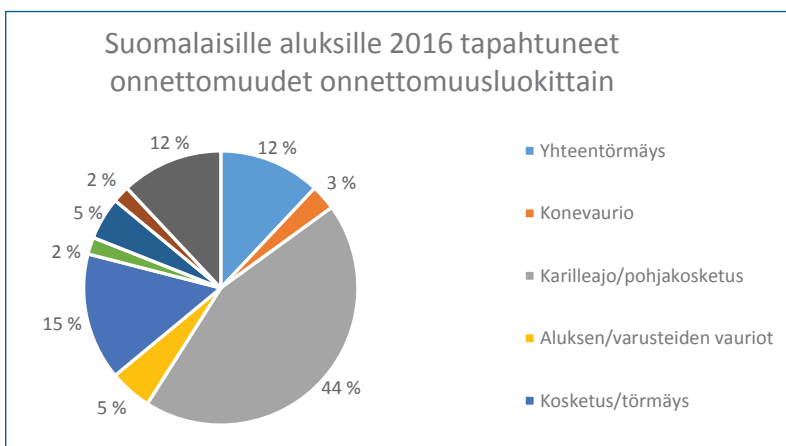


*Kuva 5. Suomen aluevesillä ja suomalaisille kauppa-aluksille ulkomailla sattuneet onnettomuudet vuosina 2008–2016 [kpl]. (Trafi).*

Kauppamerenkulun onnettomuuksien trendi on ollut yleisesti laskeva (ks. kuva 5). Vuoden 2010 jälkeen onnettomuuksien lukumäärä on kuitenkin ollut selkeässä kasvussa. Kasvua on vuosina 2010–2016 havaittavissa yli 40 %. Trafin arvion mukaan vuonna 2016 onnettomuusmäärät lisääntyivät erityisesti kotimaanliikenteen aluksilla. Liikenne- tai alusmäärät eivät sen sijaan muuttuneet aikaisimmista vuosista merkittävästi, joten onnettomuudet lisääntyivät myös suhteellisesti tarkasteltuna. (Trafi 2016.) Merenkulun onnettomuuksien lisääntymiseen on kiinnitetty huomioita myös Euroopan tasolla meriturvallisuusvirasto EMSAssa<sup>1</sup>, joskin osaa tietoon tulleiden onnettomuuksien määrän kasvusta selitetään tehostuneilla raportointikäytännöillä.

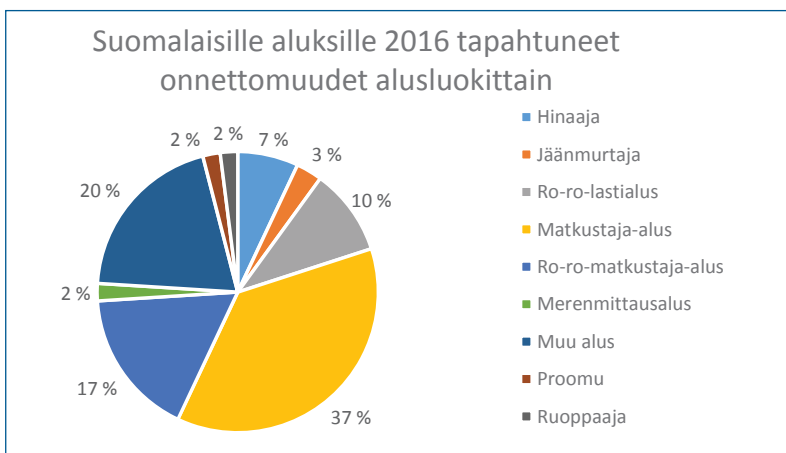
Suomalaisille aluksille vuonna 2016 tapahtuneista onnettomuuksista 44 % oli alusten karilleajoja tai pohjakosketuksia. Trafin (2017) mukaan karilleajojen osuus on hiukan pienentynyt edellisestä vuodesta. Onnettomuuksista 15 % oli kosketuksia tai törmäyksiä laitureihin tai muihin kiinteisiin kohteisiin ja 12 % alusten yhteentörmäyksiä (Trafi 2017).

<sup>1</sup> European Maritime Safety Agency



*Kuva 6. Suomalaisille kauppa-aluksille 2016 tapahtuneet onnettomuudet onnettomuusluokittain [%] (Trafi 2017).*

Suomalaisille aluksille sattuneista onnettomuuksista eniten onnettomuuksia tapahtui matkustaja-aluksille (37 %) ja toiseksi eniten ro-ro-matkustaja-aluksille (17 %). Suurin osa näistä matkustaja-aluksista olivat kotimaan liikenteen matkustaja-aluksia, ja vaikka onnettomuudet olivat pääsääntöisesti vaikutuksiltaan vähäisiä pohjakosketuksia tai törmäyksiä laituriin, tulee Trafin (2017) mukaan niihin suhtautua vakavasti.



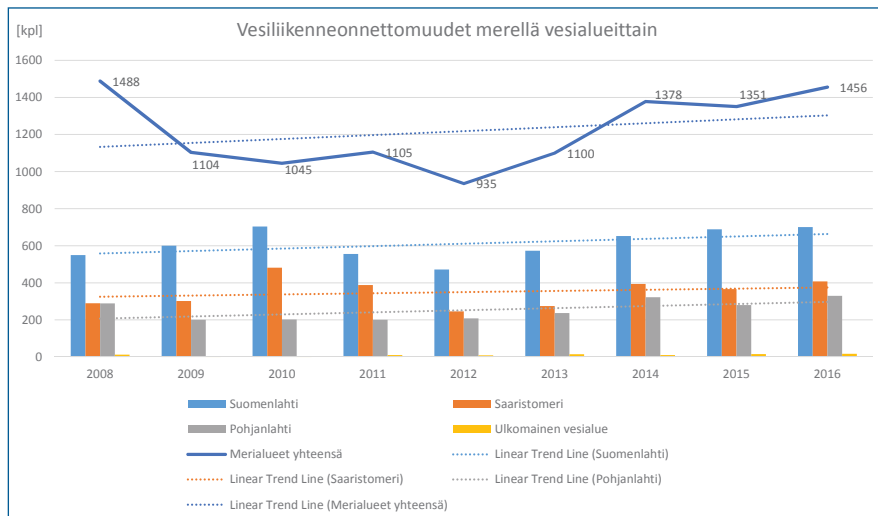
*Kuva 7. Suomalaisille kauppa-aluksille 2016 tapahtuneet onnettomuudet alusluokittain [%] (Trafi 2017).*

Trafin arvion mukaan suurin osa viime vuonna (2016) sattuneista onnettomuuksista johtui puutteellisesta tilannetietoisuudesta aluksilla. Tammi-syyskuun aikana lisääntyivät erityisesti onnettomuudet, joissa onnettomuuden ensisijaisiksi syiksi arvioitiin erityyppiset yksilön toimintaan liittyvät tekijät. Trafin mukaan näiden onnettomuuk-

sien määrä näyttää kaksinkertaistuneen viimeisen kahden vuoden aikana. Teknisestä viasta johtuvat onnettomuudet ovat olleet vähäisempiä ja niiden määrä on pysynyt ennallaan pari edellistä vuotta. Trafín merenkulkujohtaja Tuomas Routa näkee suurimman osan onnettomuuksista johtuneen puutteellisesta tilannetietoisuudesta aluksilla. Monen onnettomuuden taustalla arvioitiin olevan puutteellinen turvallisuuskulttuuri. (Trafi 2016.)

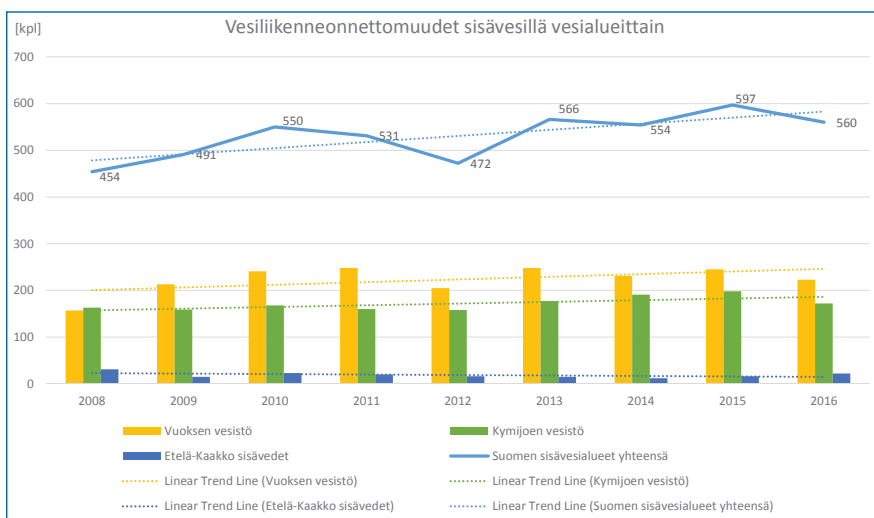
## SUOMENLAHDELLA ENITEN VESILIIKENNEONNETTOMUUKSIA

Suurin osa (69,5 prosenttia) kaikista vesiliikenneonnettomuuksista tapahtuu merialueella ja erityisesti Suomenlahdella. Suomenlahdelle sijoittuu puolet (50,6 %), Saaristomerelle 29,0 % ja Pohjanlahdelle 20,9 % vuosina 2008–2016 tapahtuneista vesiliikenneonnettomuuksista.



*Kuva 8. Merialueella tapahtuneet vesiliikenneonnettomuudet [kpl] yhteensä sekä merialueittain vuosina 2008–2016 (Trafi).*

Sisävesialueella tapahtuneet vesiliikenneonnettomuudet painottuvat Vuoksen vesistöön (42,1 %) ja Kymijoen vesistöön (32,4 %). Etelä-Kaakon sisävesille, joka pitää sisällään Etelä-Karjalan ja Pohjois-Karjalan sisävesialueet, sijoittuu 3,6 % tapahtuneista vesiliikenneonnettomuuksista. Prosenttiluvut on laskettu ajanjaksolta 2008–2016. Tarkastelujaksolla sisävesionnettomuudet ovat lisääntyneet yli 20 %. Kasvua on nähtävissä myös kaikilla kaakkoisen Suomen sisävesialueilla Etelä-Kaakon vesialueita lukuun ottamatta (ks. kuva 9). Sisävesien yhteenlasketussa lukumäärässä on mukana lisäksi Korkemäenjoen ja Oulujoen vesistöt sekä länsirannikon ja pohjoisen sisävesialueet. (Trafi.)



*Kuva 9. Suomen sisävesillä tapahtuneet vesiliikenneonnettomuudet [kpl] yhteensä sekä kaakkoisen Suomen vesialueilla vuosina 2008–2016 (Trafi).*

## YHTENVETO MERILIIKENTEESTÄ JA MERIONNETTOMUUKSISTA

Edellä esitetyn tiedon perusteella Suomen meriliikenteestä ja siinä tapahtuneista poikkeamatilanteista on havaittavissa seuraavat piirteet:

1. Alusten määrä vähenee, mutta aluskoko kasvaa.
2. Alustyypeistä yleisimpiä ovat ro-ro-matkustaja-alukset.
3. Säiliöalukset kuljettavat suurimmat lastimäärät.
4. Turvallisuuspoikkeamat ovat kasvussa.
5. Yksilön toimintaan liittyvät tekijät, tilannetietoisuus ja turvallisuuskulttuuri ovat yleistyneet turvallisuuspoikkeamien taustatekijöinä teknisten taustasyiden osuuden pysyessä ennallaan.
6. Huviveneet ovat osallisina valtaosassa (yli 98 %) kuolemaan johtaneista vesiliikenneonnettomuuksista.
7. Suurin osa (44 %) kauppa-alusten onnettomuuksista on karilleajoja ja pohjakosketuksia.
8. Eniten merionnettomuuksia sattuu matkustaja-aluksille (37 %) ja toiseksi eniten (17 %) ro-ro-matkustaja-aluksille.
9. Suurin osa vesiliikenneonnettomuuksista tapahtuu Suomenlahdella.
10. Sisävesien vesiliikenneonnettomuudet ovat kasvussa, ja eniten sisävesionnettomuuksia tapahtuu Vuoksen ja Kymijoen vesistöissä.

## MERILIIKENTEEN MUUTOSTEN HUOMIOINTI TKI-TOIMINNASSA

Miten edellä kuvatut meriliikenteen muutokset on otettu huomioon Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun merenkulun tutkimus- ja kehitystyössä? Meriliikennetilastot osoittavat kauppa-alusten koon olevan selvässä kasvussa. Tämä tarkoittaa muun muassa lastimäärien kasvua. Suurimpia lastimääriä Suomen vesialueella kuljettavat säiliöalukset. Tämä yhdistettynä tietoon turvallisuuspoikkeamien lisääntymisestä, vaikkakaan niitä ei voida tämän aineiston pohjalta kohdentaa kyseiseen alustyyppiin, korostaa torjuntavalmiuden merkitystä. Lastimäärien kasvaessa myös seurausten voidaan arvioida suurenevan, mikäli alusöljyvahinko realisoituu. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu on pitkään kehittänyt alusöljyvahinkoihin varautumista yhdessä rannikkoalueen pelastuslaitosten kanssa. Vuonna 2004 käynnistyneen SÖKÖ-työn rinnalle on noussut myös öljyntorjuntaosaamisen kehittäminen simulaatioympäristössä. Tämän SCAROIL-hankkeen tuloksista kertovat Emmi Rantavuo artikkelissa ”SCAROIL – uutta koulutusta öljyntorjuntaan”.

Sisävesionnettomuuksien yli 20 %:n kasvu on aiheuttanut huolta myös Saimaan ja Vuoksen alueen öljyntorjuntaviranomaisissa. SÖKÖ-kehitystyön laajentumisesta sisävesille on kuvaus artikkelissa ”SÖKÖSaimaa kehittää sisävesien öljyntorjuntaa” sekä Elias Altarriban artikkelissa ”Öljyn leviämisen arviointi vahingon jälkeisinä tunteina – työkaluja pelastustoimelle osana SÖKÖSaimaa-hanketta”. Öljyntorjuntaoperaatiossa hyödynnettäviä uusia tekniikoita tilannekuvan välittämiseen kuvaavat Mikko Pitkäaho et al. artikkelissa ”RPAS-toiminta öljyntorjuntaoperaation johtamisessa”. Yhtenä esimerkkinä Pitkäaho käyttää SÖKÖSaimaa-hankkeessa toteutettuja öljyntorjuntatekniikoiden demonstraatiota Vuoksen vesistössä. SÖKÖSaimaa tai muutenkaan käynnissä olevat hankkeet eivät ota huomioon Kymijoen vesistön liikennettä. Tämän liikenteen voidaan arvioida muodostuvan pääasiassa huvi- ja virkistyskäytöstä, jolloin alusöljyvahingon riski ei ole merkityksellinen. Veneilyn turvallisuutta yleisesti kehitetään kuitenkin logistiikan tiimin 30’Miles-hankkeessa, josta Tomi Oravasaari kertoo artikkelissaan ”Rajat ylittävää yhteistyötä veneilyn kehittämisessä – 30Miles-hanke”.

Roro-matkustaja-alusten määrä kasvaa. Tämä tieto yhdistettynä siihen, että viime vuonna suurin osa suomalaisille aluksille tapahtuneista onnettomuuksista tapahtui matkustaja-aluksille (37 %) ja toiseksi eniten ro-ro-matkustaja-aluksille (17 %), asettaa vaatimuksia matkustaja-alusten riskienhallinnalle myös meripelastukseen ja massaevakuoinnin suhteen. Kaakkois-Suomen näkökulmasta aihe on ajankohtainen. Kotkaan saapui vuonna 2017 kolme suurta kansainvälistä risteilyalusta ja syksyllä odotetaan neljättä. Kotka-Haminan seutu tavoittelee 15 risteilyaluskäyntiä ja noin 30 000 risteilymatkustajaa vuodessa seuraavien 3–4 vuoden aikana (HaminaKotka 2017b). Risteilyliikenteen aluetaloudelliset vaikutukset ovat positiiviset. Samalla se myös edellyttää viranomaisia varautumaan ennalta poikkeamatilanteisiin. Matkustaja-alusten evakuointiin valmistautumista kuvataan artikkelissa ”Yhteistoimintaharjoitukset kehittävät matkustaja-alusten evakuointia”. Artikkelissa kuvataan evakuointisuunnitelmien testausta käytännön harjoitusten kautta rajavartiolaitoksen, pelastuslaitoksen sekä varustamon näkökulmasta. Jatkotutkimusta evakuoitujen matkustajien potilasvirrasta sairaanhoitojärjestelmässä ja siinä mahdollisesti syntyvistä pullonkauloista olisi mah-

dollista toteuttaa Logistiikkaverstaan simulointiohjelmissä. Logistiikkaverstaasta löytyy lisätietoa Anni Anttilan artikkelista ”Logistiikkaverstaas luo kontakteja työelämään”.

Onnettomuuksien taustasyinä mainitaan useimmiten erityyppiset yksilön toimintaan liittyvät tekijät, inhimillinen virhe, tilannetietoisuus ja turvallisuuskulttuuri. Suomen meriliikennestrategia painottaakin miehistön osaamisen ja koulutuksen keskeistä merkitystä meriturvallisuuden edistämässä ja onnettomuuksien seurausten minimoinnissa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2014, 43). Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun merenkulun TKI-työssä on aiempina vuosina panostettu meriturvallisuuden kehittämiseen inhimillisen tekijän ja turvallisuusjohtamisen näkökulmista (mm. METKU- ja MIMIC-hankkeet). Tällä hetkellä aiheeseen liittyvää tutkimusta ei ole käynnissä. Tutkimusrahoitusta on kuitenkin haettu uudenlaisen turvallisuusajattelun, ns. Safety II -ajattelun ja ilmailusta tutun Human Factor -työkalun tuomiseksi merenkulkukontekstiin.

Kaakkois-Suomen alueelle kohdistuvia merenkulun vaikutuksia ei todennäköisesti voida arvioida pelkästään kansallisilla aluevesillä tapahtuneen liikennöinnin perusteella, vaan esimerkiksi Suomenlahden liikenne Venäjän satamiin ja laajemminkin merenkulun globaali luonne tulee ottaa huomioon. Merenkulkua säädellään niin kansainvälisessä merenkulkujärjestössä IMO:ssa kuin EU:ssakin. Yhtenä maailmanlaajuisena kehityskohdeena ovat merenkulun ympäristövaikutukset: päästöt, jätteet ja vieraslajiongelman. Painolastin mukana siirtyvien ja runkoon kiinnittyneiden vieraslajien torjuntaan keskitytään kansainvälisessä COMPLETE-hankkeessa. Tästä hankkeesta kertovat Elias Altarriba ja Miina Karjalainen artikkelissaan ”Laivan pohjan puhtauden vaikutus kulkuvastukseen – COMPLETE etsii ratkaisuja vieraslajiongelman”. Tulevaisuudessa ympäristövaikutusten kiristyminen yhä edelleen, muun muassa rikin, typen ja kasvihuonekaasujen rajoitukset ja niihin vastaaminen uusilla polttoaineilla, avaavat uusia kehityskohdeita soveltavalle merenkulun tutkimukselle. Tavoitteet biopohjaisten polttoaineiden merikuljetuksille, joiden ympäristökäyttämisen ja torjunnasta tiedetään vielä liian vähän, edellyttävät ÄLYKÖ-hankkeen tapaisen tutkimuksen jatkamista. Vuoden alussa päättyneen ÄLYKÖ-hankkeen tuloksista kertovat Vuokko Malk et al. artikkelissa ”ÄLYKÖ:stä uutta tietoa bioöljyjen ja -polttoaineiden ympäristökäyttämiseen ja torjuntaan”.

Meriliikenteen ympäristösääntely, kuten päästörajoitusalueet ja painolastivesisääntely, voivat pidemmällä aikavälillä muuttaa merikuljetusten määrää ja reittejä. Kuljetusreittien uudelleenmuotoutumiseen voivat vaikuttaa myös Koillisväylän ja Luoteisväylän yhteydet sekä Rail Baltica (Liikenne- ja viestintäministeriö 2014, 11). Tulevaisuuden muita muutostrendejä ovat kyberturvallisuuden, robotisaation ja automaation lisääntyminen. Näihin teemoihin on Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa paljon osaamista mm. digitalisaatiotutkimuksen ja kyberturvallisuuden innovaatioalustan CyberLab’in sekä human-machine-interface-tutkimuksen kautta. Automaation ja digitalisaation muuttaessa merenkulun toimintaympäristöä myös merenkulkijoiden osaamistarpeet muuttuvat. Tulevaisuuden osaamistarpeita vuonna 2015 kartoittanut Mahdollisuuksien Meri -selvitys tuotti 23 suositusta Suomen meriklusterin osaamisen kehittämiseksi. Suosituksia viedään nyt käytäntöön mm. MeriERKO-hankkeen kautta. Molempien selvitysten kantavana teemana on toimialan sektorit ylittävä yhteistyö ja voimavarojen yhdistäminen vaikuttavamman tuloksen aikaansaamiseksi.

*Taulukko 1. Merenkulun tutkimus- ja kehityshankkeet vuonna 2017, tilanne 1.11.2017.*

Nimi	Tavoite	Tila	Rahoittajat ja budjetti
ÄLYKÖ (A70113)	Vaarallisten aineiden kuljetuksiin ja varastointiin liittyvien ympäristöriskien tunnistaminen ja niihin varautumisen tukeminen Itä-Suomen alueella	Päätynyt 1.1.2015- 28.2.2017	Euroopan unionin aluekehitysrahasto (EAKR 2014–2020), Öljysuojarahasto, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan pelastuslaitokset, Meritaito Oy ja Metsäsairila Oy. Hankkeen kokonaisbudjetti 409 270 €, josta Xamk merenkulku 152 761€
SCAROIL Simulator Training for Cargo handling and Oil recovery (S20604)	Öljyntorjunnan simulatorikoulutuksen luominen osaamiskartoituksen pohjalta.	Käynnissä 1.5.2016- 31.3.2018	Euroopan sosiaalirahasto ESR, Hämeen ELY-keskus Merenkulun säätiö. Palonsuojelun edistämissäätiö, Otsakorven säätiö Hankkeen kokonaisbudjetti 246 682 €, josta Xamk merenkulku 140 845 €
SCAROIL Simulators, investoinnit (A71714)	Öljynkeräyssimulaattorin kehittäminen ja hankinta. Investointihanke on rinnakkais- hanke koulutusosiolle SCAROIL Simulator Training for Cargo Handling and Oil Recovery.	Käynnissä 1.5.2016- 31.3.2018	Euroopan aluekehitysrahasto EAKR. Uudenmaan liitto, Kymenlaakson liitto Hankkeen kokonaisbudjetti 661 784 €, josta Xamk merenkulku 182 300 €
SÖKÖ-Saimaa	Öljyntorjuntaviranomaisten operatiivisen suunnittelun tukeminen ja öljyntorjuntaosaamisen vahvistaminen Saimaan pelastustoimialueilla.	Käynnissä 1.1.2016- 31.5.2018	Öljysuojarahasto, Pohjois-Karjalan, Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon ja Etelä-Savon pelastuslaitokset, Ester ja William Otsakorvensäätiö, Merenkulun säätiö Hankkeen kokonaisbudjetti 357 000 €, josta Xamk merenkulku 357 000 €
MeriERKO (S20656)	Meriklusterin erikoistumiskoulutuksen luominen yliopisto- ja ammattikorkeakouluverkoston avulla	Käynnissä 1.3.2016- 30.9.2018	Euroopan sosiaalirahasto ESR, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Hankkeen kokonaisbudjetti 685 457 €, josta Xamk merenkulku 65 378 €
COMPLETE	Completing management options in the Baltic Sea Region to reduce risk of invasive species introduction by shipping	Käynnissä 1.10.2017- 30.9.2020	Baltic Sea Region BSR, TEM ja Merenkulun säätiö Hankkeen kokonaisbudjetti 3 231 286 €, josta Xamk merenkulku 192 493 €
Hanke- volyyymi yhteensä	1 090 777 €		



## LÄHTEET

- EMSA 2017. European Maritime Safety Agency. Marine casualties and incidents. Summary overview 2011-2015. Saatavilla: <http://www.emsa.europa.eu/emsa-documents/latest/item/3011-summary-overview-of-marine-casualties-and-incident-2011-2015.html> [Viitattu 20.10.2017]
- HaminaKotka 2017a. HaminaKotkan liikennetilasto syyskuu 2017. Päivitetty 5.10.2017. Saatavissa: <http://www.haminakotka.com/sites/default/files/attachment/09.17.pdf> [Viitattu 31.10.2017]
- HaminaKotka 2017b. Kotka-Hamina tavoittelee lähivuosille 15 risteilyaluskäyntiä vuodessa. Tiedote 19.07.2017. Saatavissa: <http://www.haminakotka.com/fi/sataman-uutiset/kotka-hamina-tavoittelee-lahivuosille-15-risteilyaluskaayntia-vuodessa> [Viitattu 31.10.2017]
- Liikenne- ja viestintäministeriö 2014. Suomen meriliikennestrategia 2014–2022. Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennepolitiikan osasto. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 9/2014. ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-388-6.
- Liikennevirasto 2017. Ulkomaan meriliikennetilasto 2016. Liikenneviraston tilastoja 3/2017. Helsinki: Liikennevirasto. ISSN 1796-0479 (pdf), 44, 48–49.
- Trafi. Vesiliikenneonnettomuudet. Vuositilasto 2010, Vuositilasto 2011, Vuositilasto 2012, Vuositilasto 2013, Vuositilasto 2014, Vuositilasto 2015 ja Vuositilasto 2016. Saatavissa <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/vesiliikenne/vesiliikenneonnettomuudet> [Viitattu 20.10.2017]
- Trafi 2016. Merenkulun onnettomuudet lisääntyneet. Tiedote 24.11.2016. Saatavissa [https://www.trafi.fi/tietoa\\_trafista/ajankohtaista/4512/merenkulun\\_onnettomuudet\\_lisaantyneet](https://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/4512/merenkulun_onnettomuudet_lisaantyneet) [Viitattu 20.10.2017]
- Trafi 2017. Suomalaisille aluksille vuonna 2016 tapahtuneet onnettomuudet onnettomuusluokittain ja alusluokittain. Tiedote 25.01.2017. Saatavissa <http://katsaukset.trafi.fi/etusivu/merenkulku/suomalaisille-aluksille-vuonna-2016-tapahtuneet-onnettomuudet-onnettomuusluokittain-ja-alusluokittain.html> [Viitattu 20.10.2017]

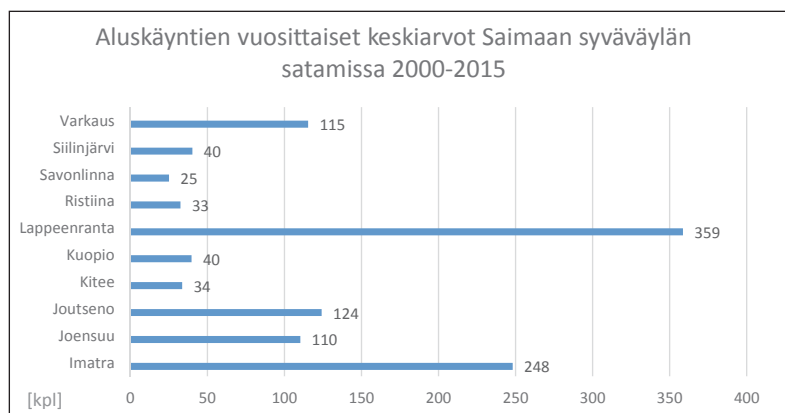
# SÖKÖSAIMAA KEHITTÄÄ SISÄVESIEN ÖLJYNTORJUNTAA

Justiina Halonen, tutkimuspäällikkö, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu & Joel Kauppinen, suunnittelija, Metsähallitus

Saimaan ja Vuoksen vesistöissä veden virtausnopeus on merkittävä tekijä öljyntorjuntastrategiaa valittaessa. Nopean veden virtauksen lisäksi rantaviivan läheisyys edellyttää torjuntaviranomaisilta nopeita, joskin perusteltuja päätöksiä suojattavien kohteiden valinnassa. Etukäteen yhteistoimintaviranomaisten kanssa pohditut priorisointiperusteet tähtäävät torjuntaresurssien optimaaliseen kohdentamiseen ja näin ympäristövahinkojen vaikutusten minimointiin.

## ALUSLIIKENNE SAIMAALLA

Saimaa ja Vuoksen vesistö muodostavat Suomen suurimman ja Euroopan neljänneksi suurimman järviolueen; vesistön pinta-ala on noin 4 400 neliökilometriä. Saimaan vesistöalue on merkittävä kauppamerenkulun väylä ja osa Euroopan laajuista liikenneverkkoa (Trans-European Transport Networks, TEN-T). Kulkusyvyydeltään 4,20–4,35 metrin Saimaan syväväylä yhdistyy Saimaan kanavan kautta Suomenlahteen. Saimaan kanava rajoittaa liikennöivien alusten pituuden noin 80 metriin, ja liikennöivät alukset ovat pääsääntöisesti tätä kokoluokkaa. (Merenkulkulaitos 2008, 6–7; Liikennevirasto 2016a.) Saimaan kanavan Pällin sulkujen kautta kulkee keskimäärin 3070 alusta vuodessa. Keskiarvo on laskettu vuosilta 1985–2015. Luku ei sisällä huvialuksia. Mälkiän suluista on saman ajanjakson keskiarvona kulkenut 3 630 alusta. Alusmäärät on tilastoitu läpikulkukertoina eli yhteensä sekä kanavaa ylös- että alaspäin kulkeneet alukset. Mälkiän sulun tilasto kuvaa Saimaan kanavalta Saimaalle ja Saimaalta kanavalle kulkeneiden alusten määrää. Mukana on myös kanavan Suomen puoleisen osan risteilyt. Pällin sulun tilasto kuvaa Saimaan kanavan läpi merelle saakka kulkenutta liikennettä. Osa tavaraliikenteen aluksista jää kuitenkin kanavassa olevaan Mustolan satamaan, eivätkä siten näy Pällin tilaston lukumäärissä. (Liikennevirasto 2016a, 22.)



**Kuva 1.** Saapuneet alukset [kpl] Saimaan syväväylän satamissa 2000–2015. Luku-

Alusliikenne ohjautuu syväväyläverkon satamiin, joita on kymmenellä paikkakunnalla. Suurin osa liikenteestä kohdistuu Lappeenrannan, Imatran, Joutsenon ja Varkauden satamiin, ks. kuva 1.

## **SAIMAA ÖLJYNTORJUNNAN TOIMINTAYMPÄRISTÖNÄ**

Järvalue on labyrinttimainen. Noin 14 000 saaren ja polveilevan rantaviivan kokonaispituus on noin 15 000 kilometriä. Vesistön väylät ovat kapeita. Näiden ominaisuuksien vuoksi vesistö on kauppa-aluksille haasteellinen navigoitava. Saimaan noin 760 kilometriä pitkää syväväylästä noin 255 kilometriä (33,5 %) arvioidaan olevan vaikeasti navigoitavaa väyläosuutta. Näistä suurin osa on kapeikkoja tai kanavia, joissa veden virtausnopeus on suuri.

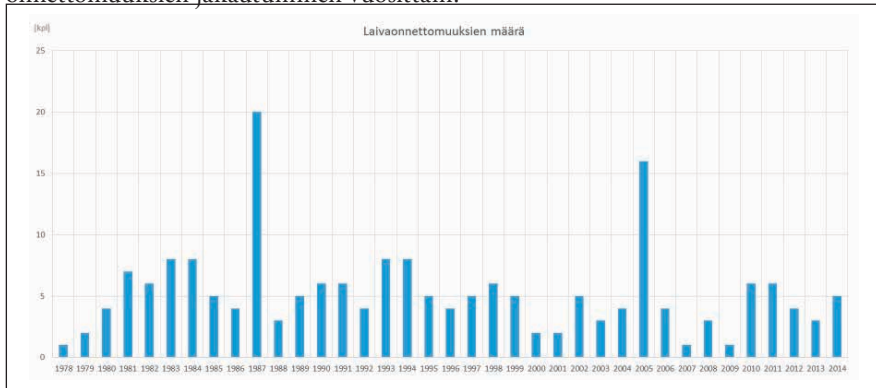
Saimaan vesistön edellä mainitut ominaisuudet hankaloittavat myös mahdollisen alusöljyvahingon torjuntaa. Rantaviiva on hyvin lähellä – usein alle 100 metrin päässä, ja paikoin vain 50 metrin päässä syväväylästä. Mahdollisen alusöljyvahingon tapahduttua öljyn puomittamiseen on siten vain vähän aikaa. Osassa vesialuetta veden mataluus rajoittaa torjunta-alusten operoinnin väyläalueelle. Näistä syistä on arvioitava, että suurimmassa osassa Saimaan syväväylän aluetta riski rantaviivan öljyntyymiselle on korkea. (Halonen & Kauppinen 2017.) Riskinhallinnan sekä vahinkoihin varautumisen merkitystä korostaa se, että Saimaan syväväylän läheisyydessä on runsaasti luonnonsuojellisesti arvokkaita alueita sekä uhanalaisia lajeja, joista merkittävin on saimaannorppa, *Pusa hispida saimensis* (Toivola 2015, 54). Vesistön mataluuden ja pienen vesitulavuuden vuoksi mahdollisen öljyvahingon vaikutukset voivat olla paikallisesti erittäin suuret. Vesistön toipumista öljyvahingon vaikutuksista hidastavat myös kylmyys ja talvinen jääpeite, jotka hidastavat öljy luonnollista hajoamista (HELCOM 2010, 68–69).

## **ALUSÖLJYVAHINGON RISKI SAIMAAN VESIALUEILLA**

Saimaan ympäristön herkkyydestä johtuen öljyn ja öljytuotteiden lastikuljetukset ovat Saimaalla kiellettyjä. Alueella liikkuu kuitenkin noin 1 500 alusta vuodessa, joista jokaisella on keskimäärin 50 tonnin polttoainevaranto. Saimaan alueella liikkuu vesitse siten noin 75 000 kuutiometriä öljyä vuosittain. Tyypillisimpiä polttoaineita ovat kevyet polttoaineet marine diesel oil (MDO) ja marine gas oil (MGO), joiden tiheydet sijoittuvat välille 838,8–840,5 kg/m<sup>3</sup> (Heino et al. 2017, 127–128). Riskianalyysin perusteella Saimaan onnettomuuksille tyypillisillä vaurioasteilla ulosvuotavan polttoaineen määräksi on arvioitu 20–30 kuutiota (Heikkilä 2016, 30; Halonen et al. 2016, 38, 39).

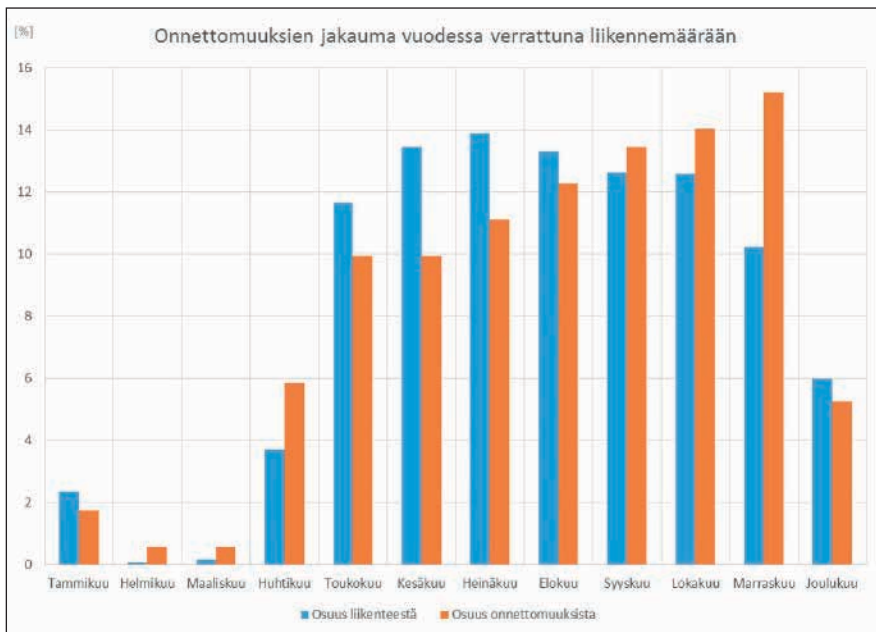
Alusliikenteen riskianalyysi perustuu asiantuntija-arvioon sekä tilastotietoihin Saimaan vesialueella vuosina 1978–2014 tapahtuneista onnettomuuksista. Tapauksista karsittiin pois satamissa ja aluksilla sattuneet työtaturmat sekä huviveneille tapahtuneet onnettomuudet. Tilastoanalyysi pohjautuu siten aineistoista poimituihin relevanteimmiksi arvioituihin onnettomuustapauksiin, joita on yhteensä 116 kappaletta. (Halonen et al. 2016, 10.) Seuraavassa kuvassa on esitetty tapahtuneiden

onnettomuuksien jakautuminen vuosittain.



**Kuva 2.** Raportoitujen alusonnettomuuksien määrä Saimaan syväväylällä 1978–2014. (Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016).

Kuten kuvasta havaitaan, onnettomuuksia on sattunut joka vuosi, ja vuoden 1990 jälkeen keskimäärin viisi onnettomuutta vuodessa. Sisävesionnettomuuksien tilastoitua määrä on keskimääräistä suurempi vuosina 1987 ja 2005. Merenkululaitoksen onnettomuusanalyysin mukaan tämä johtuu pääasiassa madaltuneesta ilmoituskynnyksestä ja tehostuneesta valvonnasta (Merenkululaitos 2007, 7). Onnettomuuksien lukumäärällä ja ajankohdan liikennemäärillä ei voitu osoittaa olevan korrelaatiota. Onnettomuustihentymät saattavat olla ennemminkin kytköksissä olosuhdetekijöihin, kuten vedenkorkeuden vaihteluihin. (Halonen et al. 2016, 11).

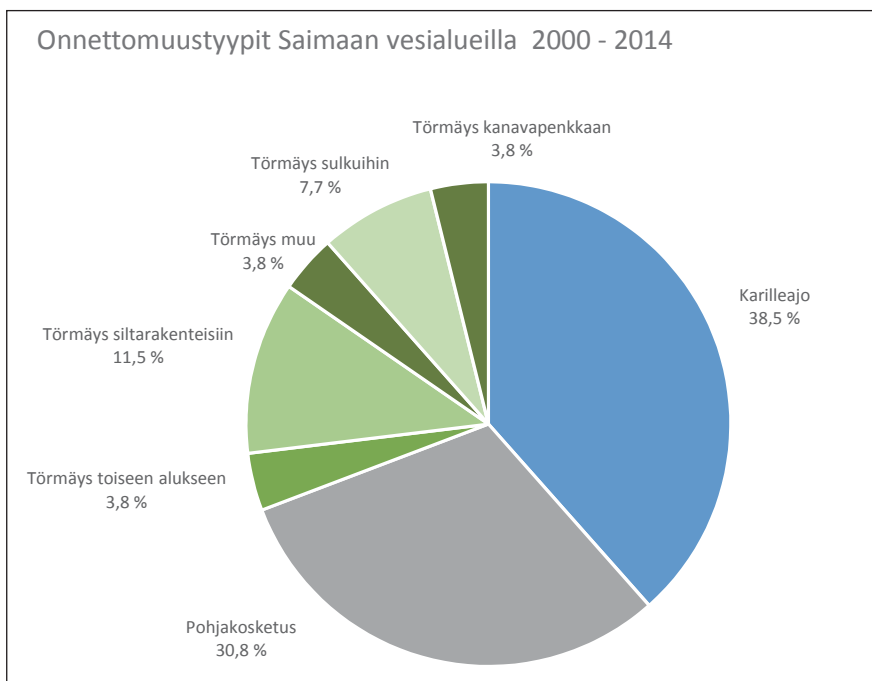


**Kuva 3.** Onnettomuuksien jakautuminen eri kuukausille verrattuna liikennemääriin. Vertailussa kuukausittaisen liikennemäärän keskiarvo ja kuukausittaisen onnettomuus-

määrän keskiarvo. (Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016).

Alusonnettomuuden todennäköisyys Saimaan sisävesillä vaihtelee kuukausittain, ks. kuva 2. Onnettomuustapausten jakauman vertaaminen kyseisen kuukauden liikennöintimäärän jakaumaan osoittaa onnettomuusriskin suhteellisen osuuden olevan keskimääräistä korkeampi keväällä liikennekauden alussa (huhtikuu) ja liikennekauden lopussa syksyn kuukausina (syys-, loka-, marraskuu). Tilaston mukaan marraskuu on sekä absoluuttisesti että suhteellisesti riskialttein kuukausi. Marraskuussa tapahtuneissa onnettomuuksissa pääsyyksi mainittiin ympäristön olosuhteet, kuten jää ja huono näkyvyys pimeyden tai lumisateen vuoksi. Huhtikuussa raportoiduissa onnettomuuksissa taustasyiksi ilmoitettiin useimmiten jääolosuhteet sekä virheet paikanmäärityksessä jäiden siirtämien tai rikkomien merenkulun turvalaitteiden vuoksi. (Halonen et al. 2016, 14, 17.)

Suurin osa Saimaalla vuosien 2000–2014 aikana tapahtuneista alusonnettomuuksista oli karilleajoja (38,5 %). Pohjakosketuksia (30,8 %) ja törmäysonnettomuuksia (30,7 %) oli aineistossa miltei yhtä paljon (ks. kuva 4). Törmäyksistä on edelleen eroteltavissa törmäykset siltarakenteisiin (11,5 %), törmäykset sulkuihin (7,7 %), kanavapenkkaan (3,8 %) ja yhteentörmäykset toiseen alukseen (3,8 %) Onnettomuustyyppi ”törmäys muu” pitää sisällään törmäyksen merimerkkiin sekä yhden tapauksen, jossa törmäyksen kohdetta ei ollut eritelty. Saimaalla tapahtuneiden alusonnettomuuksien jakaumat eri onnettomuustyyppeihin ovat pysyneet samankaltaisena usean vuosikymmenen ajan. Ainoastaan siltaan törmäysten osuudessa on havaittavissa hienoista laskua. (Halonen et al. 2016, 15.)



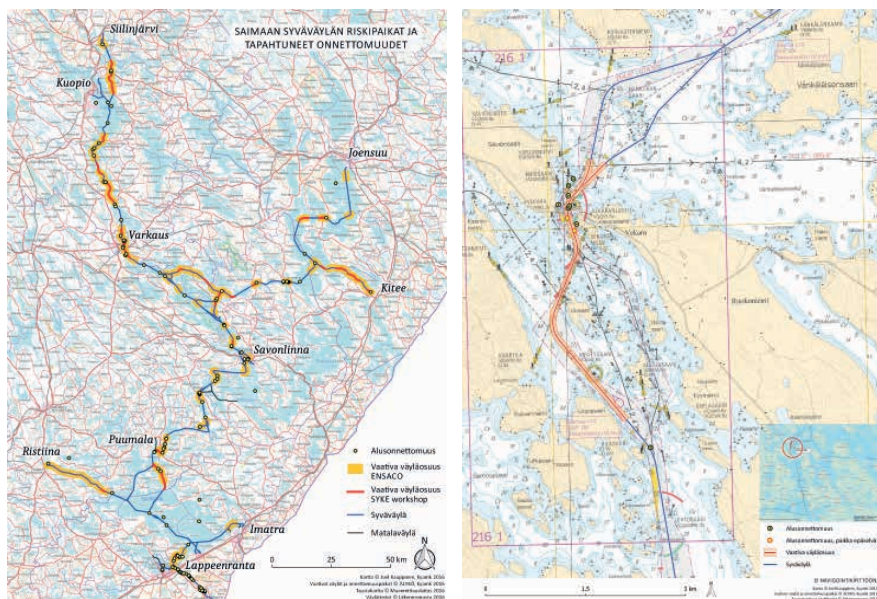
**Kuva 4.** Karilleajot, pohjakosketukset ja yhteentörmäykset vuosina 2000–2014 Sai-

maalla tapahtuneissa onnettomuuksissa [%].

Saimaalla tapahtuneiden onnettomuuksien vaurioasteiden perusteella on arvioitu, että noin 11,1 % onnettomuuksista johtaa sellaisiin rakenteellisiin vaurioihin, että öljyvuoto voi olla mahdollinen. Siten, mikäli onnettomuustiheys pysyy tulevinakin vuosina saman suuruisena, Saimaalla tapahtunee 1,5 vuoden välein onnettomuus, jossa öljyvuodon mahdollisuus on olemassa. Saimaalla ei ole tapahtunut suurta alusöljyvahinkoa. (Halonen et al. 2016, 31.)

## SAIMAAN SYVÄVÄYLÄN ONNETTOMUUSRISKIALUEET

Tapahtuneiden onnettomuuksien sijoittaminen kartalle toi esille onnettomuustihentymäalueita. Koska onnettomuuksien lukumäärä on pieni (n=116), täydennettiin tilastotiedon pohjalta tehtyä riskitarkastelua asiantuntija-arvioilla. Asiantuntijoina käytettiin merenkulun viranomaisia Liikennevirastosta, Trafista ja FinnPilot Pilotage Oy:stä. Riskitarkastelun pohjalta Saimaan syväväylältä voitiin osoittaa 104 väyläosuutta, joissa alusonnettomuuden riski on muita korkeampi. Väyläosuudet ovat tyypillisesti kapeikkoja tai kanavia, joissa veden virtausnopeus on suuri, sillan alituksia tai alueita, joissa väylä risteää lossireittä. Puolet (52,0 %) tilastoiduista onnettomuuksista on tapahtunut näissä tunnistetuissa riskipaikoissa. (Halonen et al. 2016, 18.) Onnettomuusriskialueet on esitetty kuvassa 5. Kuvassa tilastoidut alusonnettomuudet on esitetty keltaisella pisteellä ja asiantuntija-arvion mukaiset riskialttiit väyläosuudet on vahvennettu punaisella. Kuvassa on lisäksi pelastusviranomaisten vuoden 2013 arvioon perustuvat riskialueet (keltaisella). Uudempi asiantuntija-arvio on yhteneväinen aiemman riskianalyysin kanssa, joskin väyläosuudet ovat maantieteellisesti tarkemmin kohdistettu.



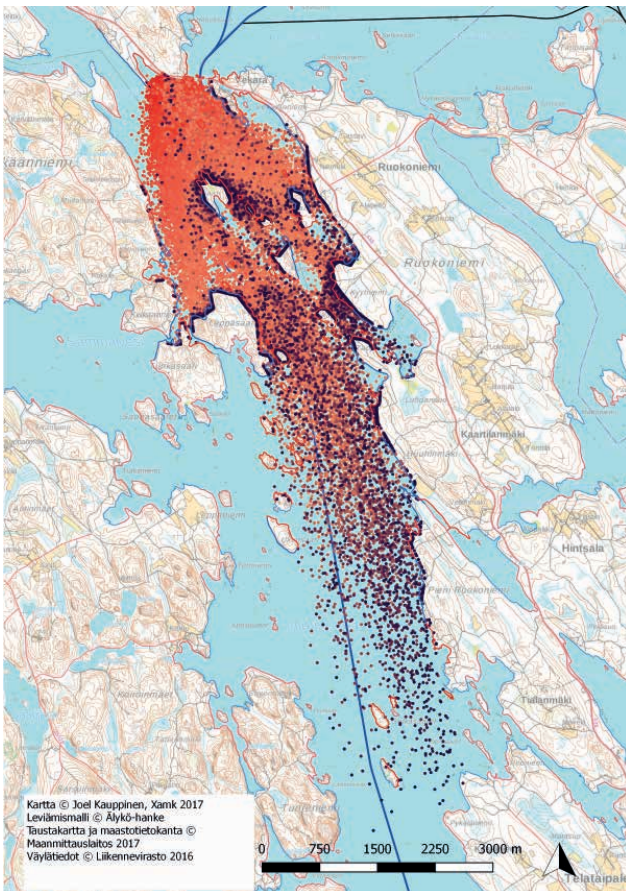
Kuvat 5 ja 6. Saimaan syväväylän riskialueet ja lähikuva Vekaransalmen riskialuees-

ta. (Kuvat: Joel Kauppinen 2016).

Lukumääräisesti eniten onnettomuuksia on sattunut Saimaan kanavalla (35 kpl), Kyrönsalmessa (18 kpl) ja Vekaransalmessa (10 kpl). Liikennemäärään suhteutettuna onnettomuustiheys näyttää olevan suurin Ristiinan väylällä, Konnuksen kanavassa, Vihtakannassa ja Kyrönsalmessa, mutta onnettomuuksien pienen lukumäärän vuoksi riskitarkastelusta ei voida varmasti sulkea pois sattuman aiheuttamaa vaihtelua. (Halonen et al. 2016, 36.) Yksi asiantuntijoiden esiin nostama riskialtis väyläosuus, Tappuvirta, on alue, jossa ei ole sattunut onnettomuuksia lainkaan, mutta se koetaan navigoitavuudeltaan haastavaksi. Lisäksi alueelle sijoittuu runsaasti luonnonsuojelullisesti merkittäviä kohteita, jolloin alusöljyvahingon seurausten kannalta riski nousee korkeaksi.

## ÖLJYN LEVIÄMISMALLINNUKSET

Osaan riskialttiista alueista laadittiin öljyn leviämisenusteet. Leviämisenusteiden tarkoituksena oli selvittää todennäköisen öljyvahingon laajuus ja vaikutusalueelle sijoittuvat öljylle altistuvat kohteet. Esimerkki öljyn leviämismallinnuksesta on esitetty kuvassa 7.



**Kuva 7.** Öljynleviämismallinnus Vekaransalmessa. Vuotomäärä 25 tonnia kevyttä polt-

*toöljyä, vuotoaika 8 h ja mallinnuksen kesto 48 tuntia. (Kuva: Joel Kauppinen 2017).*

Kuvan leviämismalli kertoo öljyvahingon leviämispisteet 1 tunnista 48 tuntiin asti eri värein havainnollistettuna. Vekaransalmen esimerkistä on osoitettavissa, että 25 tonnin kevytpolttoöljyvudon vaikutusalue koskee yli 90 rantaviivakilometriä, jossa on mukana satakunta pientä saarta ja luotoa. Mikäli öljylautan leviämistä ei saada pysähtymään, rantaa voi likaantua vuorokauden aikana yli 50 kilometriä. (Halonen et al. 2017, 299.)

Leviämismallinnukset ovat merkittävä työväline öljyntorjunnan suunnittelussa erityisesti Saimaan ja Vuoksen vesistöissä, joissa pääasiallinen torjuntataktiikkaan vaikuttava tekijä on veden virtausnopeus. Öljyn leviämismallinuksilla voidaan demonstroida paitsi virtausnopeuden ja tuulen suunnan muutosten vaikutusta öljyn leviämiseen, myös mahdollisten interventioiden vaikutusta.

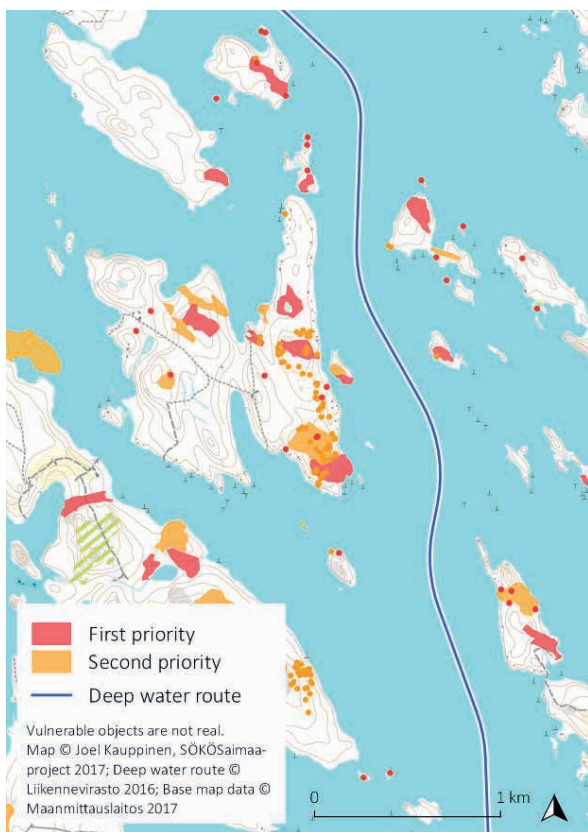
## **SUOJATTAVIEN KOHTEIDEN PRIORISOINTI**

Suurin osa Saimaan ja Vuoksen vesistöalueista kuuluu luontoarvoiltaan suojeltavaksi määriteltäviin alueisiin. Alueella on useita luonnonsuojelualueita ja kansallispuistoja suurimpana Linnansaaren kansallispuisto ja sen lähistöllä olevat suojelualueet. Muita isoja luonnonsuojelualueita ovat mm. Punkaharju ja Pielisjoen Pitkäranta. Kansallispuisto- ja suojelualueet nousevat esille myös suojeltavien kohteiden näkökulmasta. Saimaannorpan esiintymisalue sisältyy lähes kokonaisuudessaan tarkasteltavalle alueelle.

Ensisijaisesti suojeltavien luontokohteiden kartoituksen tarkoituksena on parantaa öljyntorjuntaviranomaisten mahdollisuuksia ottaa huomioon herkät luontokohteet öljyntorjunnan suunnittelussa ja ympäristövahinkojen torjunnassa. Vahinkotilanteessa ei ole aikaa selvittää hajanaista luontokohdetietoa useista tietokannoista, saati tehdä kenttäkartoituksia. Saimaan alueella torjuntatoimien nopeuden merkitys korostuu rantojen läheisyyden ja voimakkaiden virtausten takia. Etukäteissuunnittelun avulla vahingontorjuntaresurssit voidaan kohdistaa kriittisimpiin kohteisiin ja näin pienentää öljyvahingon ympäristövaikutuksia.

Luontokohteiden priorisoinnista tehtiin kartasto, jossa suojattavat kohteet on jaettu erittäin tärkeisiin (punaiset) ja tärkeisiin (oranssit) kohteisiin. Lisäksi kartastoissa on korostettu kansallispuisto- ja luonnonsuojelualuerajauksia. Kohteiden arvottamisen ideana on mahdollistaa öljyntorjuntaviranomaisten nopeiden päätösten tekeminen öljytai kemikaalivahinkotilanteessa, kun luonnonsuojelun asiantuntijat ovat luokitelleet luontokohteet etukäteen. Vahingontorjunnan johto voi tehdä linjauksia suojattavista kohteista ja arvioida, mitkä kohteet on mahdollista suojata käytettävissä olevilla resursseilla vallitsevissa olosuhteissa. Luontokohdeaineisto mahdollistaa myös riskiperusteisen valmiussuunnittelun luontoarvojen näkökulmasta.





**Kuva 8.** Malli suojattavien kohteiden visualisoinnista. Aineiston luottamuksellisuuden vuoksi tässä esitetyt kohteet ovat kuvitteellisia. (Kuva: Joel Kauppinen 2017).

Luontokohteiden selvittämistä ja arvotusta varten koottiin asiantuntijoista koostuva luonnonsuojelutiimi, jossa olivat edustettuina Etelä-Savon, Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan ja Kaakkois-Suomen ELY-keskukset sekä Metsähallitus. Lisäksi lintukohteiden selvittämiseen ja aineiston kommentointiin osallistui noin 15 vapaaehtoista lintuharrastajaa eri puolilta aluetta.

Luontokohteiden arvotuksessa käytettiin pohjana Perämeren öljyntorjunnan kehittämishankkeessa kehitettyä luokittelua sovellettuna Saimaan ympäristöön. Kohteiden luokittelutapoja- ja rajoja säädettiin Saimaan alueen dataan ja ympäristöön sopivammaksi. Kulmakivenä arvotuksessa käytettiin Kansainvälisen luonnonsuojeluliiton (UICN) uhanalaisuusluokittelua (kuva 9).

<b>CR</b>	<b>CRITICALLY ENDANGERED</b>	<b>PUNAINEN</b>
<b>EN</b>	<b>ENDANGERED</b>	<b>PUNAINEN</b>
<b>VU</b>	<b>VULNERABLE</b>	<b>PUNAINEN / ORANSSI</b>
<b>NT</b>	<b>NEAR THREATENED</b>	<b>PUNAINEN / ORANSSI</b>
<b>LC</b>	<b>LEAST CONCERN</b>	<b>ORANSSI / EI HUOMIOIDA</b>
		<b>PUNAINEN = ERITTÄIN TÄRKEÄ</b>
		<b>ORANSSI = TÄRKEÄ</b>

*Kuva 9. Suojattavien luontokohteiden luokittelu IUCN-uhanalaisuusluokituksen mukaisesti (kuva: Joel Kauppinen 2017).*

Perämeren öljyntorjunnan kehittämishankkeessa luontotyyppien arvottamisessa käytettiin kolmea muuttujaa (uhanalaisuus, puhdistustoimenpiteen vaikutus luontotyyppiin ja vahingon pidempiaikainen vaikutus luontotyyppiin), joista laskettiin kohteelle priorisointiarvo (PÖK 2013, 6, 15). SÖKÖSaimaan osalta arvottamista varten luontotyyppit jaettiin niiden tyyppin mukaisesti ryhmiin, jotka arvotettiin uhanalaisuuden ja asiantuntijatiedon perusteella.

Erittäin tärkeisiin (punaiset) kohteisiin kuuluvat kaikki CR- tai EN-luokan kohteet. Tärkeisiin (oranssit) kohteisiin jakautuvat VU- ja NT-luokkien kohteet. Lisäksi alueellisesti uhanalaiset LC-kohteet ovat oransseja. Arvotuksessa oli mukana 153 luontotyyppiä, joista 76 tyyppiä luokiteltiin punaisiksi ja 77 tyyppiä oransseiksi. Laajimmat suojattavat alueet on lehtotyypeissä (luokiteltu punaisiksi) ja avo- ja pensaikkoluhdat (luokiteltu oranssiksi).

Suojattavien luontokohteiden aineisto koostuu pääasiassa ympäristöviranomaisten valmiista tietokannoista saatavana olevista luontotyyppi- ja lajiaineistoista. Lajeista käsiteltiin erillisinä saimaannorppa, linnut ja harjus. Mukana ovat kohteet, jotka ovat järvaluerajauksen sisällä tai kilometrin säteellä aluerajauksen rantaviivasta. Rantaviivan läheisyydessä mantereella sijaitsevat kohteet saattavat altistua öljyvahingon seurauksille puhdistusjoukkojen ja -koneiden sekä kuljetusten järjestämisessä, minkä takia kohteiden rajaus ulotettiin kilometrin verran mantereelle.

Lajitiedot koottiin Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä uhanalaisten lajien tietokannasta. Mukaan valittiin vähintään sadan metrin tarkkuudella olevat havainnot 1990-luvulta lähtien. Tilaltaan satunnaiset ja hävinneet jätettiin pois. Lajitiedot eivät sisällä norppa- ja lintutietoja. Uhanalaisia lajeja on mukana 309. Erittäin tärkeiksi eli punaisiksi arvotettiin 144 lajia ja tärkeiksi eli oransseiksi 168 lajia. Tietokannassa eniten havaintoja on liito-oravasta (yli 5 700). Liito-orava luokiteltiin oranssiksi, vaikka

se kuuluu VU-luokkaan. Asiantuntijat arvioivat kuitenkin, että järvessä tapahtuva öljyvahinko ei ole kovin haitallinen liito-oravalle ja se pudotettiin oranssiin luokkaan. Toiseksi eniten havaintoja on kangasvuokosta (225), joka kuuluu VU-luokkaan ja joka on määritelty erittäin tärkeäksi eli punaiseksi lajiksi. Suurimmasta osasta lajeista on vain muutamia havaintoja tarkasteltavalla alueella.

Saimaan syväväylän alueelta ei ole olemassa yhtenäisiä lintutietoja. Tätä hanketta varten aineistoa kerättiin Birdlife-järjestöiltä ja muilta vapaaehtoisilta lintuharrastajilta. Joitain tietokantoja ja kommentteja saatiin myös ELY-keskusten kautta. Lintualueet arvotettiin uhanalaisten lajien esiintymismäärän mukaisesti. Lisäksi joidenkin alueiden statusta tarkennettiin asiantuntijatyönä. Jos aluerajauksella esiintyy useampi kuin yksi erittäin uhanalaista (EN) tai äärimmäisen uhanalaista (CR) lajia, alue saa punaisen eli erittäin tärkeän statuksen. Muut alueet kuuluvat oranssiin eli tärkeään luokkaan. Lisäksi oranssiin luokkaan kuuluvat laajat rajaukset, joista ei ole tarkempaa tietoa saatavilla, vaikka alueella esiintyisi useampi kuin yksi EN- tai CR-laji.

Suojeltavien kohteiden analyysi osoitti, että Saimaan alueella on 2 432 rantalohkoa (1584 km), jotka sisältävät suojeltavia kohteita rannan tuntumassa. Yli 13 % (327 lohkoa, 206 km) näistä sijaitsee kilometrin säteellä riskipaikoiksi määritellyiltä väyläosuuksilta. Tappuvirran väylä nousi analyysissä eniten herkkiä luontokohteita riskipaikkojen läheisyydessä sisältäväksi korkeariskiseksi väyläosuudeksi. Haastavinta luontokohteiden priorisointityössä oli löytää tasapaino eri lajien ja elinympäristöjen välillä.

## POHDINTAA

Saimaan ja Vuoksen vesistöt ovat tärkeitä ja vilkkaita merenkulun väyliä. Alueen herkkyyden vuoksi alusöljyvahingon riskienhallinta on erityisen merkittävää. Vesistön haasteelliset väylät, suuret virtausnopeudet sekä rantaviivan läheisyys nostavat rantojen öljyyntymisen riskiä – aikaa puomittamiselle on vain vähän. Lisäksi pitkien etäisyyksien vuoksi pelastustoimen alusten saapuminen haveripaikalle voi viedä aikaa. Leviämismallinnuksista on osoitettavissa, että kriittisintä on saada öljyvuoto rajattua päästölähteelle vahingon ensihetkien aikana. Tästä syystä kauppa-alusten omatoimisia öljyntorjuntatoimia tulisi tukea ja kehittää. Jos aluksilla itsellään olisi ensitoimiin tarvittavaa puomi- tai imeytyskalustoa, vahingon vaikutukset voisivat jäädä selkeästi vähäisemmiksi. Myös nopeasti selvitettävän torjuntakaluston sijoittaminen riskialttiiden väyläosuuksien läheisyyteen on suositeltava keino öljyvahingon leviämisen estämisessä.

## YHTEISTYÖKUMPPANIT

SÖKÖSaimaa – öljyntorjunnan toimintamalli Saimaan syväväylälle on Pohjois-Karjalan, Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon ja Etelä-Savon pelastuslaitosten, alueen ELY-keskusten, Liikenneviraston, Pelastusopiston, Suomen ympäristökeskuksen ja Metsähallituksen yhteishanke, jota Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu koordinoi. Hankkeen päärahoittajana toimii ympäristöministeriön alainen Öljysuojarahasto. Muita rahoittajia ovat pelastuslaitospartnerit, Ester ja William Otsakorven säätiö ja Merenkulun säätiö.

## LÄHTEET

- Halonen J., Häkkinen J., & Kauppinen J., 2016. Alusliikenteen riskialueet Saimaan syväväylällä alusöljyvahingon näkökulmasta. Tutkimusraportti Älykö-hankkeen vesiliikenteen riskikohteiden kartoituksesta. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja Sarja B. Tutkimuksia ja raportteja nro 160, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. ISBN:978-952-306-174-3.
- Halonen, J., Malk, V. & Kauppinen, J. 2017. Alusöljyvahingon jätelegistiikka. Artikkeliteoksessa Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Malk V. (toim)., In: Xamk Kehittää 3, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. ISBN:978-952-344-007-4.
- Halonen, J. & Kauppinen, J. 2017. Scenario-based Oil Spill Response Model for Saimaa Inland Waters. In Maritime Transportation and Harvesting of Sea Resources, Volume 1. Soares, C.G. & Teixeira, Á.P. (edit) Proceedings of IMAM 2017, 17th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean. Lontoo: Taylor & Francis Group. ISBN 978-0-8153-7993-5. Sivut 305-312.
- Heikkilä, H. 2016. Laivan teknisen kaavion käyttö onnettomuustilanteessa Saimaalla. Opinnäytetyö. Insinööri (AMK) merenkulku. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.
- Heino, H.; Voroshilin, D.; Heikkilä, H. Halonen, J. & Häkkinen, J. 2017. Haveerialuksen miehistön ensitoimenpiteet alusöljyvahingossa. Artikkeliteoksessa Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Malk V. (toim)., In: Xamk Kehittää 3, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. ISBN:978-952-344-007-4.
- HELCOM 2010. Hazardous substances in the Baltic Sea. An integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings no 120B. Helsinki Commission. ISSN 0357-2994.
- Liikennevirasto 2016a. Saimaan kanavan ja muiden sulkukanavien liikennetilasto 2015. Liikenneviraston tilastoja 2/2016. Liikennevirasto. Helsinki 2016. ISBN 978-952-317-248-7.
- Liikennevirasto 2016b. Saimaan kanavan alusliikenne 2000-2016. Kanavaliikenne. Liikenne ja matkailu. Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat.
- Merenkululaitos 2007. Alusonnettomuusanalyysi 2001-2005. Merenkululaitoksen julkaisuja 5/2007. Helsinki. ISBN 978-951-49-2128-5.
- Merenkululaitos 2008. Saimaan sisävesiliikenteen kehittämisselvitys. Merenkululaitoksen julkaisuja 6/2008. Helsinki. ISBN 978-951-49-2142-1, ISSN 1456-7814.
- PÖK 2013. Ensisijaisesti suojeltavat kohteet. Perämeren öljyntorjunnan loppuraportit, työryhmä 3. Unpublished report. Economic Development, Transport and the Environment of North Ostrobothnia, Oulu.

Toivola, V. 2015. Saimaan syväväylän alueen alusöljy- ja aluekemikaalivahinkojen torjunnan yhteistoimintasuunnitelma. Etelä-Savon elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 39/2015. ISBN 978-952-314-255-8.

# ÖLJYN LEVIÄMISEN ARVIOINTI VAHINGON JÄLKEISINÄ TUNTEINA – TYÖKALUJA PELASTUSTOIMELLE OSANA SÖKÖSAIMAA-HANKETTA

Elias Altarriba, TkL, TKI-asiantuntija

Saimaa on monella tavalla tarkasteltuna ainutlaatuinen järvalue. Siellä sijaitsevat muun muassa kaksi kansallispuistoa ja järviluonnossa elää monia uhanalaisia lajeja, joista tunnetuimpana saimaannorppa. Lisäksi rannoilla on merkittävästi vapaa-ajan asuntoja, muutoinkin monet alueet ovat laajasti virkistyskäytössä, ranta-alueiden välittömässä läheisyydessä on useita pohjavesialueita, ja alueen kaupunkien asukkaat saavat talousvetensä tavalla tai toisella Saimaasta. Saimaan rannoilla on myös useita merkittäviä teollisuuskeskittymiä, ja sen syväväylillä liikkuu kansainvälisessä rahtiliikenteessä olevia aluksia. Herkälle järviluonnolle vakava öljyvahinko olisikin merkittävä katastrofi, minkä ehkäisemiseksi Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun merenkulun TKI-yksikössä työskennellään SÖKÖ-toimintamallin mukaisen öljyntorjuntasuunnitelman luomiseksi Saimaalle. Kaksivuotista hanketta rahoittavat pääasiassa Öljysuojarahasto sekä alueen pelastuslaitokset.

## SÖKÖSAIMAA – ALUEELLINEN ÖLJYNTORJUNNAN KEHITTÄMISHANKE

Useille Suomen rannikkoalueista on aiemmin tehty SÖKÖ-mallin mukaiset suunnitelmat vakavien alusöljyvahinkojen varalle. Esimerkiksi Suomenlahdelle tehty suunnitelma lähtee oletuksesta, että tankkerionnettomuuden seurauksena mereen joutuisi arviolta 30 000 tonnia öljyä (Alastalo et al., 2011). Rantaan ajautuessaan tällainen öljymäärä aiheuttaisi todennäköisesti yli vuoden kestäväen puhdistusoperaation, minkä seurauksena käsittelyyn toimitettavaa öljyistä ongelmajätettä syntyisi arviolta kaksi kertaa enemmän kuin koko muussa Suomessa ongelmajätettä kalenterivuoden aikana. Tällaisen jätemäärän logistiikka ja puhdistusoperaation kokonaisorganisointi olisi suuruusluokassaan maassamme ainutlaatuinen tapaus.

Saimaalla merkittävin ero Suomenlahden öljyvahinkoriskeihin verrattuna on mitatakaava. Saimaan kokoluokan rahtilaivoissa polttoainetta on enimmillään 100–150 kuutiometriä, todennäköisesti kuitenkin mukana on vain 5–70 kuutiometriä (Heino et al., 2017). Rannan läheisyydessä sijaitsevista teollisuuslaitoksista voi öljytuotteita olla maasäiliöissä varastoituina useita satoja tonneja, mutta tällaisen säiliön vuotaminen kokonaisuudessaan veteen on epätodennäköistä (Malk, 2017). Öljyvahinko voi syntyä myös maaliikenneonnettomuuden seurauksena esimerkiksi säiliöjunan tai -auton aiheuttamana.

Osana hanketta toteutettiin Saimaan alusliikenteen riskianalyysi, minkä tuloksena Saimaan syväväylästä vajaan 35 prosenttia luokiteltiin korkean riskin väyläalueeksi (Halonen et al., 2017). Liikennemääristä johtuen onnettomuusdataa on kuitenkin sen verran niukalti, että muitakaan alueita ei voida suoraan sulkea pois riskipaikkalistasta. Lisäksi erityisesti kapeilla väyläosuuksilla ilmenee usein voimakkaita, alusten ohjailuun vaikuttavia virtauksia ja pelivaraa ohjailun suhteen on usein vähän. Pienempiä onnettomuuksia, karilleajoja ja pohjakosketuksia sattuu laivoille suhteellisen usein, mutta vakavammilta onnettomuuksilta on toistaiseksi vältytty. Useimmissa tapauksissa Saimaalla toistaiseksi tapahtuneet öljyvahingot ovat olleet pienimuotoisia. Ne ovat aiheutuneet esimerkiksi veneen tai muun aluksen upottua satamaan. Jonkin verran vahinkoja on tapahtunut myös teollisen toiminnan seurauksena. Tämä tekee öljyntorjuntavarautumisesta haastavaa. Rutiinia suurempien vahinkojen torjunnasta ei pelastusalan henkilöstölle juurikaan kerry, ja koulutuksissa käsitellyt asiat voivat unohtua rutiinin vähäisyydestä johtuen. Kuitenkin vakavan vahingon tapahtuessa varautuminen on avainasemassa tehokkaan torjunnan onnistumiseksi.

## **NOPEAN VASTEEN ÖLJYNTORJUNTA SAIMAALLA**

Saimaan alueen öljyntorjuntavalmiuden yhtenä erityispiirteinä ovat torjuntahenkilöstön nopeat vasteajat: Siinä missä avomerellä pelkästään onnettomuusalueen miehistön pelastaminen voi viedä tuntikausia öljyntorjuntakaluston saapumisesta puhumattakaan (Fingas, 2015), Saimaan alueen pelastuslaitokset saavat torjuntakaluston alueelle todennäköisesti nopeasti. Monissa tapauksissa voitaneen luottaa siihen, että viimeistään kahden tunnin kuluessa onnettomuuden satuttua on tehokkaat torjuntatoimet voitu jo aloittaa ensitoimenpiteiden ja tiedustelun jälkeen.

SÖKÖSaimaa-projektissa nopean vasteen öljyntorjuntaa pyritään edelleen kehittämään. Onnettomuuden jälkeen tehokkaiden ja tarkoituksenmukaisten öljyntorjuntataktiikoiden valitsemiseksi oleellista on kyetä arvioimaan öljyn leviäminen veden pinnalla. On selvää, että kovin suuriin tarkkuuksiin ei ole mahdollista päästä, mutta jo suurpiirteinenkin arviointi antaa pelastushenkilöstölle osviittaa vahingon laajuudesta ja tarvittavien torjuntaresurssien hälyttämisestä riittävän aikaisessa vaiheessa. Leviämiseen vaikuttavat monet asiat, kuten alueella vallitsevat tuuli- ja virtausolosuhteet. Lisäksi merkittävässä roolissa on veden pintajännitysfyysiikka, mikä teoretisoi vuotaneen öljyn asettumisen veden pinnalle ohueksi kalvoksi. Pidemmällä aikavälillä asiaa tarkasteltuna monet muutkin tekijät vaikuttavat leviämiseen, kuten öljyn säilyminen ja sen uudelleen huuhtoutuminen veteen saastuneilta rannoilta (Fingas, 1995; Jeffery, 1973; Suchon, 1970; Vandermeulen & Hrudey, 1984).

Pintajännitysmekaniikan seurauksena tapahtuvaa öljyn levittäytymisen estimointia veden pinnalle (Fay, 1969; Fay, 1971; Fingas, 2015) Saimaan alueella tapahtuvissa mahdollisissa öljyvahingoissa helpottavat alueen liikenteessä pääasiassa käytettävät öljyalaadut, jotka ovat pääasiassa vettä selkeästi kevyempiä kevytöljyjä. Nämä öljyalaadut ovat jalosteasteeltaan suhteellisen korkealuokkaisia eivätkä ne sisällä torjuntatoimien valintaan merkittävästi vaikuttavia epäpuhtauksia tai muita komponentteja. Lisäksi öljyalaadut ovat olomuodoltaan juoksevia järviveden ollessa sulaa, vaikkakin veden

pintalämpötila vaikuttaakin leviämisenopeuteen huomionarvoisella tavalla.

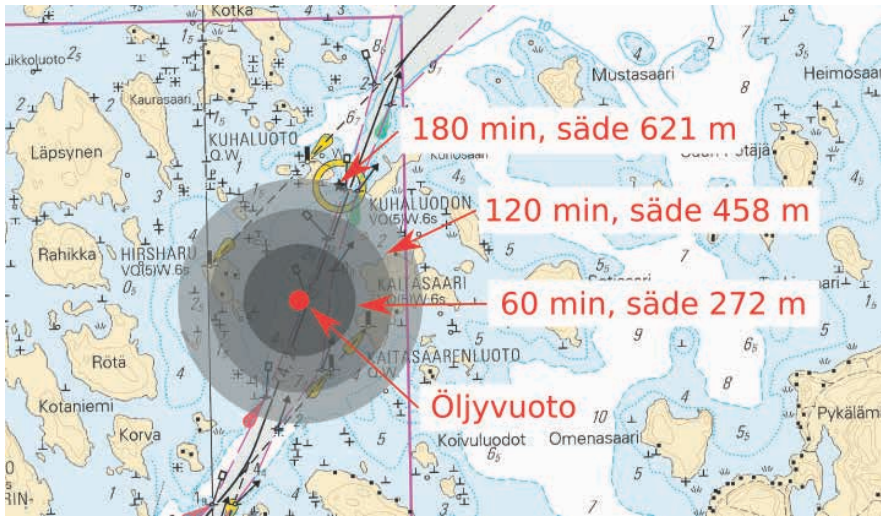
Meri- ja vesialueilla tehtävissä etsinnöissä pelastusyksiköt ovat hyödyntäneet aktiivisesti etsintätaulukkoita toisesta maailmansodasta lähtien. Taulukoiden avulla on pyritty arvioimaan muun muassa etsittävän kohteen kulkeutumista tuulen mukana, sen havaitsemisen todennäköisyyttä eri etäisyyksiltä erilaisissa olosuhteissa ja valitsemaan näiden perusteella tarkoituksenmukainen etsintäkuvion ajolinjaväli. Kokemusten perusteella syntyi SÖKÖSaimaa-hankkeen aikana ajatus, voitaisiinko vastaavanlaista lähestymistapaa soveltaa myös nopean vasteen öljyntorjuntatehtävissä Saimaalla.

## LEVIÄMISTAULUKOT ÖLJYVAHINGON MALLINTAJANA

Tämän tavoitteen saavuttamiseksi kehitettiin kesällä 2017 leviämistaulukot mallintamaan juoksevana pysyvän kevytöljyn laskennallista leviämistä veden pinnalla eri lämpötiloissa. Koska Saimaan alueella todennäköinen öljyvuoto on mittakaavaltaan kuitenkin suhteellisen pieni, on taulukot voitu luoda soveltaen Fayn pintajännitysmallia (Fay, 1969; Fay, 1971) öljyn leviämiseen. Järven pinnalle asettuvan öljylautan kulkeutumista tuulien ja virtausten vaikutuksesta voidaan taulukoiden avulla approksimoida määrittämällä näiden komponenttien resultantti samaan tapaan kuin navigoitaessa laskeaan tuulen ja virran aiheuttama sorto aluksen kulkusuuntaan. Tuloksena taulukoiden, kartan, kynän, viivoittimen ja harpin (tai vastaavien sähköisten työkalujen) avulla voidaan siis luoda nopeasti tilannekuva öljyvahingon kehittymisestä ensimmäisten, torjunnan kannalta kriittisten tuntien aikana. Taulukoihin on sisällytetty laskennalliset leviämisarvot enintään kolmen tunnin päähän onnettomuushetkestä. Kovin paljoa tätä pidemmälle taulukoituja leviämisarvoja ei oikeastaan luotettavasti voi laskeakaan, sillä tuolloin öljylautan liikkeisiin vaikuttavat jo erittäin monet tekijät, eikä monen muuttujan yhteisvaikutusta voida enää asettaa luotettavasti taulukkomuotoon. Tällä ei kuitenkaan taulukoiden käyttötarkoitusta ajatellen ole suuremmin väliä, sillä niiden tavoitteena on edesauttaa nimenomaan torjunnan ensivaiheen tehokasta onnistumista.

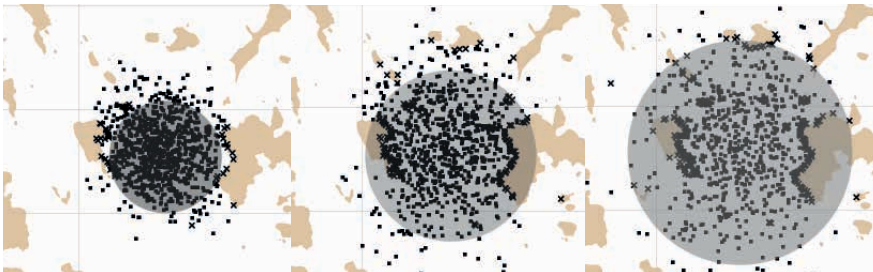
Taulukoitujen arvojen avulla voidaan siis karttaan piirtää renkaat kuvaamaan aluetta, minne öljy todennäköisesti kulkeutuu lähituntien aikana. Esimerkkinä on kuvassa 1 esitetty kuvitteellinen tilanne, missä alus on ajanut viitan väärältä puolelta Lappeenrannassa todennäköisellä riskialueella Parkkarinmutkan ja Kuhaluodon välisellä väyläosuudella ja menettänyt vesitiiviytensä. Tämän seurauksena myös kevyttä polttoöljyä tai dieseliä vuotaa veteen ja pintajännitysfysiikan seurauksena öljylautan laskennallinen säde olisi tunnin kuluttua 272 metriä. Vastaavat luvut ovat nähtävissä kuvasta 1 kahden ja kolmen tunnin kuluttua. On muistettava, että ilmaistut luvut ovat laskennallisia, sillä jo pelkästään onnettomuusaluksen öljyvuodon sijainti suhteessa aluksen asentoon ja runkoon vaikuttavat öljylautan leviämiseen puhuttaessa näin lyhyellä aikavälillä ilmenevistä tapahtumista, jolloin esitetyt metrin tarkkuudet jäävät approksimaatioksi.





*Kuva 1. Taulukkoarvojen avulla piirretyt todennäköiset leviämissäteet. (Kuva: Elias Altarriba).*

Öljyvahinkojen mallinnuksessa paljon sovellettu Gnome-laskentamalli perustuu taulukkoarvojen tapaan myös pintajännitysfyysiikkaan, mutta siinä sovelletaan Euler-Lagrangen elementtimallia kuvaamaan öljylautan dynamiikkaa. Laskentamallissa vuotanut öljy kuvataan pistejoukkona, mistä jokainen piste vastaa simulointivalinnoista riippuen tiettyä öljymäärää. Käytännössä pisteen sijainti tarkoittaa, että alueelle on todennäköisesti kulkeutunut suunnilleen kyseinen määrä öljyä. Pistejoukon tiheydestä voi näin päätellä myös todennäköisyyttä sille, miten pahasti mikäkin alue vuodon aiheuttamana saastuu. Gnome-mallin ja taulukkoarvojen vertailu tuulettomissa ja virtaamattomissa olosuhteissa on esitetty kuvassa 2.



*Kuva 2. Gnome-mallin ja taulukkoarvojen vertailu. Vasemmassa kuvassa vuodosta on kulunut 1 h, keskimmaisessä 2 h ja kolmannessa 3 h. (Kuva: Elias Altarriba).*

Kuten kuvasta 2 voidaan nähdä, noudattavat taulukoiden avulla luodut ympyrät Gnome-mallia suhteellisen hyvällä tarkkuudella. Elementtimalli mahdollistaa joustavamman rajapinnan kuvaamaan saastuneen ja puhtaan alueen todennäköistä eroa siinä

missä taulukoiden avulla luotu rengas on kaikissa tapauksissa yksioikoinen. Kuitenkin molemmat mallit antavat hyvää osviittaa vahinkotilanteessa esimerkiksi tiedustelun suuntaamiseen tarkoituksenmukaisesti, jotta vahingon kokonaislaajuus tulisi mahdollisimman nopeasti ilmi ensimmäisten yksiköiden saapuessa paikalle. Lisäksi näin voidaan tehdä nopea ensiarvio muun muassa öljyntorjuntakaluston riittävydestä ja tarpeen niin vaatiessa pyrkiä järjestämään paikalle lisäresursseja.

Virtaavissa vesissä tai tuulisissa olosuhteissa leviämisympyröille lasketaan siirtymä määrättyssä aikaikkunassa. Näin voidaan approksimoida myös näiden komponenttien vaikutusta öljyn leviämiseen. Saimaalla saaristoisissa olosuhteissa tämä vaatii siirtymäresultantin laskennan lisäksi myös ammattitaitoista näkemystä suunnitelman tekijältä, sillä todellisuudessa tuuli käyttäytyy saarten välissä hyvin turbulentsesti myötäillen maaston muotoja (Sutton, 1934). Sama pätee alueella vallitseviin virtauksiin. Tämän vuoksi simuloinneilla, niin yksinkertaisilla kuin monimutkaisillakin malleilla, on aina rajansa sovellettavuudessa. Toisaalta on muistettava, että öljyntorjunnassa ei kuitenkaan tavoitella simuloinnin täydellistä onnistumista, vaan tarkoituksenmukaisten torjuntamenetelmien valintaa jo tapahtuneen onnettomuuden seurausten minimoimiseksi ja aiheutuneiden vahinkojen korjaamiseksi.

On vaikeaa sanoa varmasti, onko tämän kaltaista lähestymistapaa sovellettu öljyntorjuntaan aiemmin missään päin maailmaa. Kansainvälisesti öljyntorjuntamenetelmien kehittämisessä merillä tapahtuneet vakavat ja mittaluokaltaan suuret öljyvahingot ovat olleet keskeisen huomion kohteena, jolloin Saimaankin alueella sovellettavan kaltainen, suhteellisen pienessä mittakaavassa toteutettava nopean vasteen toiminta ei useinkaan ole ollut ensisijaisena kehittämiskohteena. Myöskään Saimaan kaltaiset, saaristoiset järvi-alueet tai muutoin siihen verrattavissa olevat sisävedet eivät ole maailmalla kovinkaan yleisiä. Tämän lisäksi ympäristötietoisuus on kuitenkin edelleen varsin uusi asia. Esimerkiksi supertankkerionnettomuuksien aiheuttamaan vakavaan ympäristöuhkaan herättiin vasta 1970-luvulla vakavien onnettomuuksien seurauksena. Näihin verrattuna pienempiin, enintään muutaman kymmenen kuutiometrin öljyvahinkoihin suhtautuminen on ollut ja on edelleen monissa maissa melko välinpitämätöntä.

## LÄHTEET

- Alastalo, J. et al. 2011. Alusöljyvahingon rantatorjunta, SÖKÖ II-hankkeen taustaselvitykset. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.
- Fay, J.A. 1969. The spread of oil slicks on a calm sea. In Hoult, D.P. (ed.): Oil on the sea. New York: Plenum.
- Fay, J.A. 1971. Physical processes in the spread of oil on a water surface. Proceedings the joint conference on prevention and control of oil spills, Washington D.C., pp. 463-467.
- Fingas, M. 2015. Handbook of oil spill science and technology. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Fingas, M. 1995. A literature review of the physics and predictive modelling of oil spill evaporation. Journal of hazardous materials, vol. 42(2), pp. 157-175.
- Halonen, J., Häkkinen, J.J., Kauppinen, J. 2017. Saimaan syväväylän alusliikenteen riskialueet alusöljyvahingon näkökulmasta. Teoksessa Malk (toim.), Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Mikkeli: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.
- Heino, H., Voroshilin, D., Heikkilä, H., Halonen, J., Häkkinen, J.J. Haverialuksen miehistön ensitoimenpiteet alusöljyvahingossa. Teoksessa Malk (toim.), Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Mikkeli: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.
- Jeffery, P.G., 1973. Large-scale experiments on the spreading of oil at sea and its disappearance by natural forces. International oil spill conference proceedings, no. 1, pp. 469-474.
- Malk, V. 2017. Vaarallisten aineiden varastoinnin sekä maantie- ja rautatiekuljetusten ympäristöriskikohteet Itä-Suomessa. Teoksessa Malk (toim.), Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Mikkeli: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.
- Suchon, W. 1970. An experimental investigation of oil spreading over water. PhD thesis. Massachusetts institute of technology.
- Sutton, O.G. 1934. Wind structure and evaporation in a turbulent atmosphere. Proceedings of the royal society A, vol. 146(858), pp. 701-722.
- Vandermeulen, J.H., Hrudey, S.E. 1984. Oil in fresh water: chemistry, biology, countermeasure technology: Proceedings of the symposium in fresh water. Edmonton, Alberta, Canada, 15-19 Oct. 1984.

# RPAS-TOIMINTA ÖLJYN-TORJUNTAOPERAATION JOHTAMISESSA

Mikko Pitkäaho & Teemu Veneskari & Emmi Rantavuo & Justiina Halonen  
& Jani Nevalainen & Simo Norema

Öljyntorjuntaoperaatioissa tilannekuvan luominen perustuu maista, vesiltä, ilmasta ja avaruudesta satelliiteilla tehtyihin havaintoihin. Miehittämättömien ilma-alusten käyttöön öljyntorjunnassa suhtauduttiin vielä kymmenkunta vuotta sitten erikoisosaamista vaativana ja muun lentotoiminnan estävänä tiedustelumuo-tona. Laitteiden nopea yleistyminen ja tekniikan tämän hetkinen taso mahdollistaa kuitenkin täysin uudenlaisen tiedustelutiedon tuottamisen nopeasti ja kustannustehokkaasti. Teknologian käytettävyys öljyntorjuntaoperaatioissa edellyttää lisätietoa laitteistojen käyttörajoitteista sekä toimintamallien kehittämistä datan tulkintaan ja käyttöön osana päätöksentekoprosessia. Näistä syistä päätettiin järjestää pienimuotoinen käyttötestaus. Testi toteutettiin Joensuun Hammaslahdessa toukokuussa 2017, ja siihen osallistui- vat Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Xamk, Pohjois-Karjalan pelastuslaitos ja Kymenlaakson pelastuslaitos. Testin tavoitteena oli verrata miehittämättömien ilma-alusten kautta saatua tiedustelutietoa perinteisempiin tiedustelumenetelmiin.

Miehittämättömistä ilma-aluksista käytetään monia eri nimityksiä, esimerkiksi droni tai drone, UAV, UAS, RPA, lennokki ja multikopteri. Tässä artikkelissa käytetään lyhennettä RPAS (Remote Piloted Aircraft System) kuvaamaan koko järjestelmää. Se sisältää multikopterin, kameran tai muut anturit, kauko-ohjaimen sekä tiedonsiirron ja -käsittelyn.

## RPAS-HARJOITUKSEN LÄHTÖKOHTA

Harjoitusskenaario pohjautui alusöljyvahinkoon, jossa öljy likaa ranta-alueita. Harjoituksen tavoitteena oli rantatiedustelun avulla selvittää likaantumisen laajuus ja rannan likaantumisaste. Harjoituksessa mitattiin aikaa, joka eri tiedustelutekniikoilla kuluu käskystä siihen, että tiedustelutieto on torjuntatyön johdolla. Samalla pyrittiin arvioimaan tiedustelutiedon laatua ja hyödynnettävyyttä torjuntataktiikan valinnassa. Harjoituksessa käytettiin tiedustelutekniikoina jalkapartiota, venepartiota ja RPAS-laitetta. Testattavana oli DJI Phantom 4 -multikopteri ja sensorina päivänvalokamera.



*Kuva 1. RPAS-testissä hyödynnettiin kolmea DJI Phantom 4 -multikopteria. (Kuva: Justina Halonen).*

Testin tarkoituksena oli erityisesti arvioida nopeasti käyttöönotettavien, market-tasoisten RPAS-laitteiden hyödyntämistä öljyntorjunnassa. Tavoitteena oli kerätä sekä määrällisiä että laadullisia arvioita. Määrällisessä arvioinnissa keskityttiin arvioimaan tiedonkeruuseen, analysointiin ja loppukäyttäjälle saattamiseen kuluva aika eri tiedustelumenetelmillä. Laadullisesti arvioitiin RPAS-toiminnan merkitystä öljyntorjunnan johtamisprosessissa ja tilannekuvan luomisessa torjuntatyön eri vaiheissa. Testin oli määrä olla nopea ja pienimuotoinen ja tuottaa alustavaa arviota jatkotutkimustarpeen selvittämiseksi.

Testissä keskityttiin toiminnan arvioimiseen tietyllä kalustolla. Siinä ei tehty laitteiden tai anturien vertailua. Erityisesti laadullisissa arvioissa on huomioitava, että kalliimpien järjestelmien kameroilla tai antureilla voidaan saavuttaa parempia tuloksia. Testi kuitenkin osoitti, että jo kyseisellä kalustolla voidaan verrata vasteaikoja ja arvioida, miten RPAS soveltuu eri tehtäviin ja mitä osa-alueita tai toimintoja tulisi kehittää. Aktiivisen kokeilemisen ja mahdollisuuksien seurannan pohjalta voidaan luoda tavoitteita ja vaatimuksia RPAS-laitteiden kehitykselle öljyntorjunnan näkökulmasta. Samalla luodaan valmiuksia jo saatavilla olevan teknologian hyödyntämiseen öljyvahinkotilanteessa.

## **RPAS-TESTIN TOTEUTUS**

Testi toteutettiin Joensuun Hammaslahdessa 8.–9.5.2017. Testipaikaksi valittiin logistiikkapiste “PK\_K\_20 Ristaaninniemi, Laivalaiturintie 16 Joensuu” ja sen läheisyydessä oleva niemenkärki. Johtokeskus, josta myös RPAS-erointi tapahtui, perustettiin venesatamaan, ja rantatiedustelu kohdennettiin noin 300 metrin etäisyydellä olevaan niemeen (katso kuva 2).



**Kuva 2.** Harjoituksen lähtöskenaario ja johtopaikan sijainti. (Karttakuva: Joel Kauppinen. Maastotietokanta © Maanmittauslaitos 2016, väylätiedot © Liikennevirasto 2016, pohjavesialueet © SYKE 2016. Ilmakuva © BORIS).

Harjoituksen skenaariossa proomu oli uponnut veneväylän eteläpuolelle noin 500 metrin päähän rannasta, ja siitä oli vuotanut arviolta kuutio kevyttä polttoöljyä. Harjoitusta varten laadittiin öljyn leviämisenuste kyseiselle vuotomäärälle GNO-ME-mallinnusohjelmalla. Leviämisenusteen mukaan öljy kulkeutuisi etelään ja rantautuisi läheiseen niemenkärkeen. Harjoituksessa tavoitteena oli rantatiedustelun avulla selvittää, missä öljyä on ja mikä on rannan likaantumisaste. Rannan tiedustelumenetelminä käytettiin jalkapartiota, venepartiota ja RPAS-laitetta.

Koska havainnoitavana kohteena ei luonnollisesti voitu käyttää oikeata öljyä, vietiin niemenkärkeen maaliesineitä (pressuja, kanistereita ja muovisorsia). Maalien koko sovittiin vastaamaan havainnoitavan öljyyntymän kokoa, esimerkiksi pressulla peitetty alue ilmaisi suurta öljyyntymää ja kanisteri pientä öljyläikkää. Muovisorsat merkittiin joko kuolleiksi tai eläviksi linnuiksi. Maaleja alueella oli yhteensä 11. Tiedusteluhavainnoista merkittiin ylös niiden määrä verrattuna maalien määrään, aika ja tiedustelutiedon saaminen torjunnan johdon käyttöön. Tiedustelutietoja tarkasteltiin vielä niistä saatavan hyödyn ja tiedon käytettävyyden kannalta.



**Kuva 3.** RPAS-testissä käytettyjä harjoitusmaaleja. (Kuvat: Jani Nevalainen 2017).

RPAS-testi jaettiin viiteen case-tapaukseen:

- Case 1 Ensitiedustelu
  - Case 1A jalkapartio
  - Case 1B venepartio
  - Case 1C RPAS-tiedustelu
- Case 2 Aktiivinen RPAS-tiedustelu
  - Saadaanko lisätietoa 1C:hen verrattuna livekuvaa seuraamalla ja kohteita aktiivisesti etsimällä
- Case 3 Operaation ohjaaminen RPAS-livekuvan perusteella
- Case 4 Leviämisenusteen tekeminen RPAS avulla
- Case 5 Automaattiset lentotoiminnot

## TESTISSÄ KÄYTETTY RPAS

Tässä testissä käytetty DJI Phantom 4 on yksi suosituimmista kuvauskoptereista. Phantom 4 -multikoptereita on hyvin saatavilla ja varusteineen hinta on noin 1 500 euroa. Phantom 4 soveltuu niin harrastekäyttöön kuin ammattimaiseenkin ilmakuvaukseen hyvissä olosuhteissa. Siinä on paljon lentämistä helpottavia toimintoja ja hinta/laatu-suhde sekä suorituskyky ovat tämän hetken huippua. DJI:llä on myös ammattimaisempaan käyttöön suunnattuja koptereita, joilla saavutetaan suurempi kantokyky, hieman pidempi lentoaika ja varmempi toiminta vaikeissa sääolosuhteissa. Koptereita voidaan varustaa erilaisilla kameroilla ja antureilla. Phantom 4 -kopterin huippunopeus on 20m/s eli näköetäisyyden rajoilla ollaan jo muutamassa kymmenessä sekunnissa.

RPA välittää kuvaa reaaliaikaisesti ohjaajan ruudulle ja siitä kuva voidaan jakaa esimerkiksi sähköpostilla jo lennon aikana. Phantom 4 -videolinkin kautta ohjaajalle välittyvä kuva on tarkkuudeltaan 720p@30Hz (eli 1280x720pix) ja se voidaan ruudunkaappauksella (screenshot) poimia sähköpostiin ja lähettää edelleen. Reaaliaikainen videokuva voidaan myös striimata internetin välityksellä tai siirtää ohjaimesta johdolla ulkoiselle näytölle tai tallentimelle. Tarkemman resoluution video ja valokuvat saadaan kopterin muistikortilta laskeutumisen jälkeen. Phantom 4 tallentaa 12Mpix (4000x3000) valokuvia ja 4K videota (UHD: 4096x2160).

Vaihtoehtona manuaaliselle lennättämiselle kopterille voidaan ohjelmoida valmis reitti, johon määritellään halutut valokuvat ja videokuvauksen aloitus- ja lopetuspisteet. Reitin ohjelmointi tapahtuu klikkaamalla reittipisteet karttapohjalle ja valitsemalla valikosta halutut toimenpiteet reittipisteessä. Pienen harjoittelun jälkeen ohjelmointi vie vain muutamia minutteja. Automaattinen lento tapahtuu halutulla nopeudella eikä riipu lentäjän taidoista ja uskalluksesta. Lentäjän tehtäväksi jää valvoa lentoa ja olla valmiina puuttumaan peliin, jos tekniikka pettää tai jos ohjelmoinnissa on tapahtunut virhe.

Multikopterit ovat ketteriä, nousu ja laskeutuminen onnistuvat pystysuoraan, ja konetta voidaan leijuttaa paikoillaan ilmassa ja kääntää haluttuun asentoon. Lentäminen perustuu automatiikkaan ja antureihin, jotka helpottavat lennon hallintaa. GPS:n, kompassin, kiihtyvyyys-, ultraääni- ja paineantureiden sekä kameroiden tuottamaa

tietoa yhdistelemällä automatiikka huolehtii kopterin sijainnista ja asennosta niin, että kopteri pysyy tarkasti paikoillaan, väistää esteitä, seuraa kohdetta ja lentää haluttua reittiä. Kamera on asennettu moottoroituun alustaan, gimbaaliin, joka vaimentaa värinää ja mahdollistaa aktiivisen kameran asennon korjaamisen tai ohjaamisen. Edellä mainitut ominaisuudet ovat nostaneet kopterin käytettävyyden täysin uudelle tasolle.

Kiinteäsiipisillä lennokeilla on mahdollista lentää yhtäjaksoisesti multikoptereita pidempään, mutta niiden lennättäminen vaatii enemmän taitoa. Samoin nousuun ja laskeutumiseen tarvitaan enemmän tilaa. Kiinteäsiipistenkin lennokkien lennättämiseen on kehitetty enemmän automaatiota; on olemassa myös multikopterin tavoin pystysuoraan nousevia ja laskeutuvia malleja.

Sähkökäyttöisten multikoptereiden toiminta-aika on noin 20–40 minuuttia ja toimintasäde 3–5 kilometriä. Toisaalta Trafín alkuvuodesta julkaisema lainsäädäntö määrää, että koneen on oltava näköetäisyydellä ja alle 150 metrin korkeudessa. Tällöin järjestyvä toimintaetäisyys on maksimissaan 300–500 metriä – silloinkin kopteri on jo aika pieni piste taivaalla. Näköyhteydellä tapahtuvassa VLOS-lentämisessä (visual line of sight) lyhyt toiminta-aika ei ole suuri ongelma; kohteeseen palaaminen ja akun vaihto onnistuvat nopeasti. Näköyhteyden ulkopuolella tapahtuva lennättäminen (BVLOS) vaatii ilmatilan varauksen, mutta silloin edullisillakin multikoptereilla voidaan nousta usean kilometrin korkeuteen. Toimintasädettä voidaan kasvattaa hyödyntämällä suunnattavia antennia tai matkapuhelinverkkoa ohjaussignaaleille. Lentäminen voi tapahtua myös täysin autonomisesti ennalta ohjelmoidun reitin perusteella.

## **RPAS-HARJOITUKSEN TULOSTEN MÄÄRÄLLINEN ARVIOINTI**

Määrällisesti harjoituksessa verrattiin eri tiedustelutekniikoilla aikaa, joka kuluu käsitystä siihen, että tiedustelutieto on loppukäyttäjällä eli tässä tapauksessa torjuntatyön johdolla (ÖT-johto). Mitattuihin aikoihin numeerisina arvoina tulee suhtautua varauksella, koska ne ovat täysin tapauskohtaisia. Mitattujen aikojen perusteella voidaan kuitenkin verrata eri tekniikoilla tiedusteluun kuluva aika suhteessa toisiinsa.

Kuvassa 4 on esitetty aikajanalla eri tiedustelutekniikoin saadut havainnot. RPAS:illa tehtiin useita tiedustelulentoja. Näin voitiin tarkastella eri muodoissa saatavaa informaatiota: still-kuvia, videokuvaa ja videokuvaa livestriimauksella. Lisäksi verrattiin automaattisen etukäteen ohjelmoidun lentoreitin ja manuaalisesti tapahtuvan lennon eroja. Jalkapartio siirtyi kohteeseen autolla ja reitillä olleen lukitun puomin vuoksi loppumatkan kävellen. Jalkapartio saapui kohteeseen 25 minuutissa. Venepartiolla oli jäätilanteesta johtuen käytössä ilmatyynyalus. Alus oli valmiiksi rannassa trailerilla. Aikaa lähtökäsitystä ilmatyynyaluksen saapumiseen tarkasteltavan rannan läheisyyteen meni 26 minuuttia.



Käsky 10:09 0 min									
RPAS	3 min RPAS ilmaan	5 min Kuva 50m S-postissa	9 min Kuva 100m S-postissa	13 min Kuva 30m S-postissa	15 min RPAS alas Orig. kuvat ÖT-johtajalla				Low res kuvat s-postiin High res kuvat Laskeutumisen jälkeen
Vene						21 min Venepartio lähtövalmis	26 min Venepartio kohteessa	51 min Venepartio takaisin	Viestintä radiolla ÖT-johtoon tehtävän aikana
Jalka						25 min jalkapartio kohteessa		1h 28min jalkapartio Suorittanut tehtävän	Viestintä radiolla ÖT-johtoon tehtävän aikana Valokuvia ja rantatiedustelu-kaavakkeet
Käsky 10:50 0 min									
RPAS auto.		10 min Automaattinen Reitti ohjelmoitu	15 min Automaattisesti kuvattu video rannasta 50m korkeudelta						Video
RPAS man.		Live-strilmaus				27 min Manuaalisesti kuvattu video rannasta <50m korkeudelta			Video (Live strilmaus)

**Kuva 4.** Aikajana eri tiedustelutekniikoilla tehdyistä havainnoista. (Kuva: Emmi Rantavuo).

Tässä testissä RPAS-laitteisto tuotti ensimmäiset tiedustelutiedot ylivoimaisen nopeasti verrattuna muihin tiedustelumenetelmiin. Reitin automaattinen ohjelmointi mahdollistaa lennon suunnittelun etukäteen ja nopeuttaa siten entisestään lennon toteutusta kohteessa. Ohjelmoitu reitti voidaan myös toistaa tarpeen mukaan täsmällisesti esimerkiksi tilanteen kehittymisen seuraamiseksi. Jalkapartio oli kuitenkin ainao tiedusteluyksikkö, joka löysi kaikki maalit sataprosenttisesti.

## RPAS-HARJOITUKSEN LAADULLINEN ARVIOINTI – HYÖTY ÖLJYNTORJUNTAAN

Tähän lukuun on koottu harjoituksessa saatuja kokemuksia ja havaintoja RPAS-laitteiston käytöstä öljyntorjuntatehtävän tiedustelussa ja tilannekuvan muodostamisessa. Seuraavassa tarkastellaan RPAS-toiminnan tuloksena saatujen still- ja videokuvien hyödyntämistä torjuntatöiden suunnittelussa torjuntatöiden johtajan näkökulmasta.

Tiivistettynä yhteenvetona todetaan, että torjuntatöiden johtamisen kannalta RPAS-toiminnasta on lisäarvoa, jos ÖT-johdon käytössä on:

- Kokonaiskuva torjunta-alueesta lentokorkeudelta (>100 metriä) ja perspektiivistä, josta näkyy päästölähteen/öljyn sijainti suhteessa likaantumisuhan alla oleviin kohteisiin,
- Tarkkaresoluutiosta kuvaa alemmalta lentokorkeudelta (<30 metriä), josta erottuu kulkukelpoisuus, rantamateriaali, mahdolliset öljyhavainnot ja muut objektit.

Johtopäätös perustuu seuraavassa esitettyyn. Arvio on osin subjektiivinen ja sidoksissa harjoituspäivän olosuhteisiin ja skenaarioon.

## STILL-KUVIEN HYÖDYNTÄMINEN

### Ensimmäinen kuva, 50 metriä, screenshot ja originaali

Testin ensimmäinen kuva kohteesta otettiin liian läheltä, jolloin havainnoitava alue jäi liian suppeaksi. Jos torjuntatyöt käynnistetään tällä tiedolla, on vaarana, että jotain oleellista jää huomiotta. Torjuntatöiden johdon tulee saada kuvia, joissa näkyvät myös lähestyvät öljylautat, jolloin etukäteissuojauksen ja puomitusten tarkoituksenmukaisuutta ja toimiiin käytettävissä olevaa aikaa voisi arvioida. Testin päätelmänä esitetään, ettei alkutilannetta tai tilanteen kehittymistä voinut 50 metrin kuvista ennakoita. Visuaalista arviointia hankaloitti myös jääpeite. Torjuntatöiden johdon eikä harjoituksen tarkkailijoiden tiedossa ollut, miltä oikea KPÖ-lautta näyttäisi kuvassa harjoitustilanteen olosuhteissa.

Screenshot oli torjuntatyön johtajan käytettävissä 5 minuutissa tiedustelukäskystä ja originaali 15 minuutissa RPAS:n palattua lentotehtävältä. Screenshotin ja originaalin hyödynnettävyydessä oli huomattavaa eroa. Screenshot pikselöityi zoomattaessa nopeasti. Originaalista pystyi zoomaamalla tulkitsemaan rantaympäristön luonteen, muun muassa rannan jyrkkyyden ja kulkukelpoisuuden, jolloin saatiin parempi kokonaiskäsitys tilanteesta, voitiin päätellä käyttökelpoinen kalusto ja saada näin alustavaa suuntaa torjuntatoimille. Screenshotin etuna on kuitenkin erittäin lyhyt aikajänne: kuva oli ÖT-johdon käytössä huomattavan nopeasti (5 minuuttia), ja tulkintaan kului 5 minuuttia. Tässä ajassa jalkapartio oli vasta lähestymässä rantaviivaa (puomin takana).



*Kuva 5. Ensimmäinen kuva, lentokorkeus 50 metriä, screenshot 2048 x 1536. (Kuva: J. Lamberg 2017).*

Tämän testin johtopäätöksenä arvioitiin, että ensimmäinen kuva 50 metristä on hyvä alkutieto, mutta lisäinformaation saamiseksi vaaditaan sekä tarkennusta että laajempaa perspektiiviä, jotta öljyntorjuntatoimien suuntaaminen todella onnistuu. ÖT-johto päättyi tilaamaan sekä still-kuvaa korkeammalta lentokorkeudelta että videokuvaa niemenkärjen ympäri.

### **Toinen kuva, 100 metriä, screenshot ja originaali**

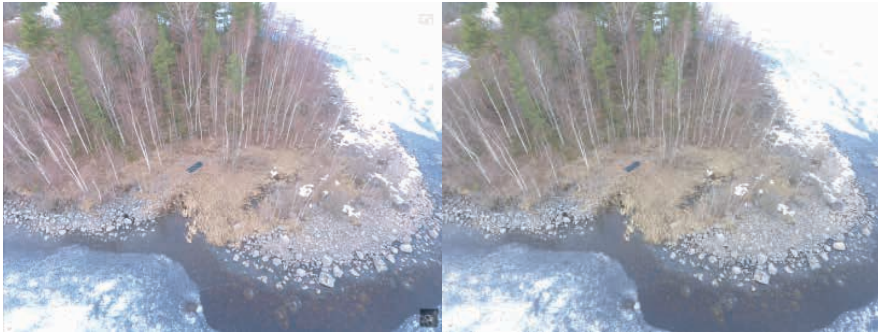
Suuremmalta lentokorkeudelta voitiin havainnoida laajemmin kohteen ympäristöä, mutta päästölähdettä ei edelleenkaan saatu kuvaan. Näin jäi epäselväksi, onko kaikki öljy jo rannassa. Rantaviivaa tarkasteltaessa 100 metrin kuvista sekä screenshot (ÖT-johdon käytössä 9 minuutissa) että originaali (ÖT-johdon käytössä 15 minuutissa) pikselöityivät eivätkä olleet zoomattavissa. Vain suurimmat objektit olivat havaittavissa, ja jääpeite häytti kuvan tulkintaa. Johtopäätöksenä ÖT-johto päättyi tilaamaan tarkempaa still-kuvaa matalammalta lentokorkeudelta. Tarkkailijan huomiona kirjattiin ylös, että kuvia olisi voinut tilata myös päästölähteen suuntaan, kun onnettomuuspaikka ja öljyn leviämissuunta olivat tiedossa.



***Kuva 6.** Toinen kuva, lentokorkeus 100 metriä, screenshot 2048 x 1536 (vasen) ja originaali 4000 x 3000. (Kuvat: J. Lamberg 2017).*

### **Kolmas kuva, 30 metriä, screenshot ja originaali**

Kolmannesta 30 metrin lentokorkeudelta otetusta kuvasta (ÖT-johdon käytössä 13 minuutissa) pystyi erottamaan rantamateriaalin ja objektit tarkasti. Originaalista (ÖT-johdon käytössä 15 minuutissa) erottuivat myös pienemmät objektit. Näin kyettiin saamaan informaatiota, jolla käytössä olevia resursseja voidaan ohjata. Kuvista havaittujen kohteiden ja virven merkkipisteen avulla ohjattiin jalkapartio haluttuun paikkaan.



**Kuva 7.** Kolmas kuva, lentokorkeus 30 metriä, screen shot 2048 x 1536 (vasen) ja originaali 4000 x 3000. (Kuvat J. Lamberg 2017).

## VIDEOKUVAN HYÖDYNTÄMINEN

Harjoituksessa kokeiltiin sekä automaattilentoa ohjelmoitua lentoreittiä pitkin että manuaalista lennättämistä. Kohde sijaitti 200–300 metrin päässä johtopaikalta.

Automaattilennon reitti oli ohjelmoitu etukäteen (ohjelmointiin kulunut aika <10 minuuttia). Lento suoritettiin 20 km/h:n nopeudella 50 metrin lentokorkeudella. Lento kesti alle viisi minuuttia. Kuvakulma oli lukittu suoraan alaspäin. Videokuvan tulkinta oli hankalaa, sillä video eteni liian nopeasti ja kuvakulma oli epäedullinen. Harjoitusajankohdan lehdettömät puut mahdollistivat jonkinlaisen havainnoinnin, kesällä rantaviivaa tuskin olisi näkynyt. Videon toistonopeutta ei pystytty koneella hidastamaan. Tämän testin johtopäätöksenä arvioitiin, että kyseisen automaattilennon videosta saa jonkinlaisen kokonaiskuvan, mutta ÖT-johto päätyi pyytämään lentoa matalammalta ja hitaammin.



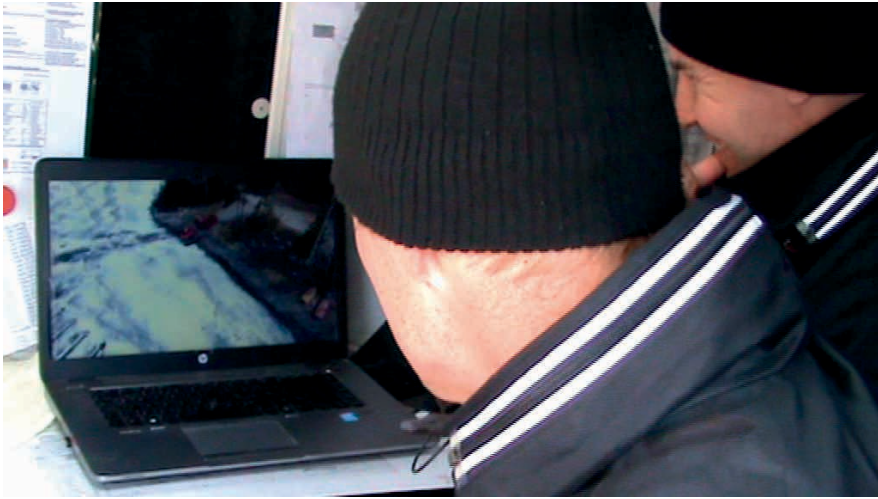
**Kuva 8.** Automaattilennon tuottamaa kuvaa 50 metristä. (Kuva: J. Lamberg 2017).

Manuaalilento suoritettiin 30 metrin lentokorkeudelta. Manuaalisesti kuvatusta videosta objektit erottuivat helpommin, videokuvan hyödynnettävyys arvioitiin paremmaksi ja kuvakulma (pinpoint) rantaa kohti huomattavasti edullisemmaksi. Manuaalilennon etuna nähtiin, että sen voi pysäyttää ja tarkentaa, jos näkee jotain kiinnostavaa. Tämä edellyttää, että lentäjä tietää mitä etsiä, jolloin tehtävänannon tulee olla selkeä. Lennättäminen vaatii myös enemmän taitoa lentäjältä kuin ohjelmoitu automaattilento.



*Kuva 9. Manuaalilennon tuottamaa kuvaa 30 metristä. (Kuva: T. Piispa 2017).*

Jälkikäteen tehtyjä huomioita: Myös automaattilento on helposti ohjelmitavissa niin, että kuvakulma on vinosti rantaa kohti. Videokuvan formaatti ja toistossa käytettävä ohjelma tulisi testata ja päättää etukäteen. 4K-tasoisien videon toisto vaatii tietokoneelta tehoa ja tiedostokoot ovat suuria. Toisaalta maksimiresoluutiolla otettua videokuvaa voi oikeilla työkaluilla ja ohjelmilla katsoa hidastetusti ja poimia siitä tarvittavia pysäytyskuvia. Monessa tilanteessa valokuvat saattaisivat kuitenkin olla videokuvaa käyttökelpoisempia, ja myös niitä voi ottaa ohjelmoidusti.



*Kuva 10. Livestriimauksen seuranta johtoautossa. (Kuva: M. Pitkääho 2017).*

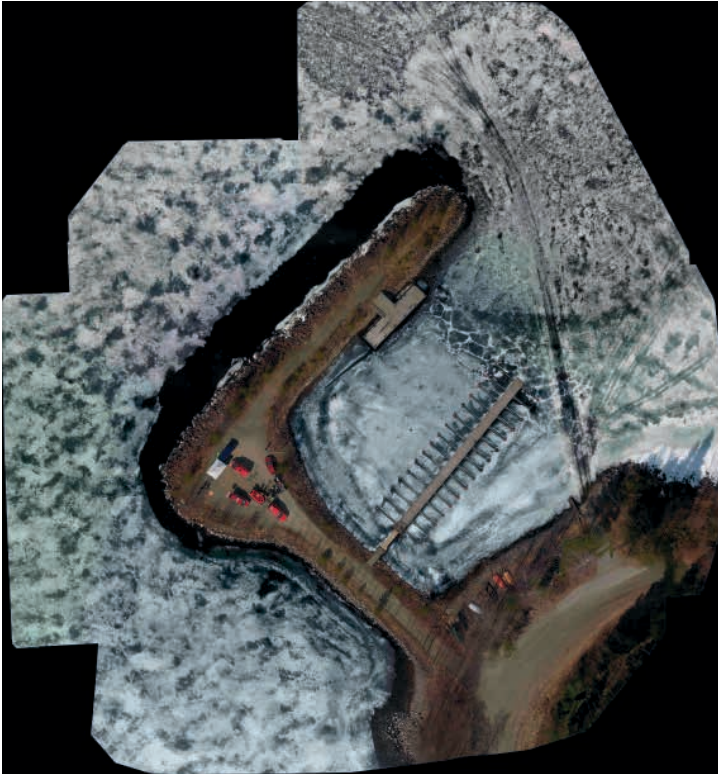
Aktiivisella lentotoiminnan johtamisella on mahdollista ohjeistaa yksiköitä tiedustelun tai torjuntataktiikan muutokseen. Live-ohjausta hankaloittavat kuitenkin tiedon siirron viiveet. RPAS-laitteen sijainti tulisi näkyä karttapohjalla, jotta seuraaja voisi paikallistaa kohteet, ja kuvälähteen sijainti olisi joka hetki tiedossa. Internetiä hyödyntävän striimauksen heikkouksia ovat nettiyhteydestä riippuen myös kuvanlaadun heikkeneminen ja viive. HDMI-johdolla siirto ohjaajalta johtoautoon onnistui hyvin. Kuvanlaatu ja viive ovat johdolla siirrettäessä sama kuin lentäjän ohjaimella (-220 ms). Kuvan seuraaminen isolta näytöltä auringolta suojassa havaittiin myös eduksi. Kehittyneemmissä järjestelmissä kopterin kuvaa voidaan jakaa suoraan useammalle videolinkin kantomatkan sisällä olevalle vastaanottimelle. Myös tarkemman resoluution kuvan välittäminen on mahdollista.

## **KUVIEN KÄSITTELY - TIEDUSTELUTIETOJEN KOKOAMINEN YHTEEN KÄYTTÖLIITTYMÄÄN**

Kameralla varustetulla RPAS-laitteistolla voidaan tuottaa valokuvia ja videoita. Kuvatun materiaalin jakaminen eri tahojen välillä vaatii kuitenkin kehittämistä. Yksittäisten valokuvien metatiedoissa on GPS-koordinaatit, joiden perusteella kuvat voi sijoittaa kartalle. Videon jakamiseen voidaan käyttää internetin videopalveluita, kuten Youtube, joissa videot voidaan suojata salasanan taakse. Palveluiden tietoturva on syytä selvittää. Videoiden käytettävyyttä lisäisi videon editointi. Videon häviöllinen pakkaaminen heikentää mahdollisuuksia poimia videosta still-kuvia.

Ilmakuvat voidaan yhdistää ohjelmallisesti yhdeksi 2D-ortogonaali-karttakuvaksi. Tässä menetelmässä kuvattava alue rajataan kartalle, ja annettujen asetusten perusteella ohjelma tekee lentoreitin. Lento ja kuvaaminen tapahtuvat automaattisesti, ja otetut kuvat ladataan ohjelmiston käsiteltäväksi. Käsitely voi tapahtua joko pilvipalvelussa tai paikallisesti, ja se kestää tyypillisesti puolesta tunnista muutamaan tuntiin. Ohjelma yhdistää ja levittää karttapohjalle osittain päällekkäin menevät kuvat. Yhdistämisessä

ohjelma hyödyntää sekä yksittäisten kuvien paikkatietoa että kuvissa näkyviä kohteita. Harjoituksen yhteydessä kokeiltiin muutamaa erilaista ohjelmistoa, mm. Dronedeploy, pix4d ja GS Pro, ja niiden käyttö havaittiin melko yksinkertaiseksi. Kokeillut karttakuvat siirtyvät hienosti karttapohjalle ja tarkkuus oli erittäin hyvä verrattuna esimerkiksi saatavilla oleviin satelliitti- tai ilmakuviin. Veden päällä otettujen kuvien yhdistely ei kuitenkaan onnistu, sillä vesi liikkuu.



***Kuva 11.** Pix4d-ohjelmalla yhdistetty karttakuva venesatamasta, johon harjoituksen johtokeskus oli perustettu. (Kuva: M. Pitkäaho 2017).*

Kuvista voi ohjelmallisesti muodostaa myös kolmiulotteisen mallin, josta voi mitata tilavuuksia ja korkeuksia. Mallin tarkkuus riippuu kuvamateriaalin määrästä ja kuvakulmasta. Toiminnosta voisi olla hyötyä maa-alueella tapahtuvan öljyonnettomuuden yhteydessä valumaennusteiden ja maansiirtotöiden suunnittelussa ja dokumentoinnissa. 2D- ja 3D-mallien luominen onnistuu jopa senttimetrin tarkkuudella, jos RPAS-laitteen paikannuksessa käytetään RTK-tekniikkaa. Tarkkaa kuvausta käytetään nykyisin myös maanmittauksessa.

BORIS 2.0 -ympäristövahinkojen tilannekuvajärjestelmään saa siirrettyä GPS-kuvia. Kun valokuvan metatiedoissa on mukana koordinaatit, se asetoimituu Boriksen karttapohjalle oikeaan paikkaan. Ominaisuus toimii hyvin Phantomilla otetuilla kuvilla, mutta Boriksen nykyinen rajoitus maksimikuvakoosta (5Mt) on liian pieni 12

megapikselin valokuville. Kokorajoitusta olisi hyvä kasvattaa ainakin kaksinkertaiseksi. Huomioitava on, etteivät Phantom 4 -ohjaimelta lennon aikana kuvakaappauksella otetut kuvat sisällä GPS-koordinaatteja.

2D-ortogonaali-karttakuvan saa siirrettyä Borikseen lentotiedusteluna. Kuva tulee karttapohjan päälle karttatasona oikeaan paikkaan ja oikeassa mittakaavassa. Tarkemmasta ilmakuvasta on selkeä hyöty operaatioiden suunnittelussa. Kuvasta näkyy mm. ajantasainen tilanne rakennetun ympäristön suhteen, jäättilanne ja tieyhteydet. Kuvaus on myös helppo toistaa samalla reittiohjelmoinnilla, jolloin voidaan seurata esimerkiksi rannan puhdistuksen etenemistä. Georeferoidun (geotiff) ilmakuvan maksimikoko Boriksessa on 75Mt, ja kokorajoitus on jälleen liian pieni. Kuvakokoon vaikuttaa kuvan tarkkuus cm/pix ja kartoitetun alueen koko. Boriksessa ei pääse tarkastelemaan karttaa riittävän läheltä, jotta RPAS-kuvamateriaalista saataisiin kaikki mahdollinen irti.

## JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA JATKOTUTKIMUSTARPEITA

Torjuntasuunnitelman tekemiseksi tarvitaan tietoa öljyn sijainnista, leviämissuunnasta, uhattuina olevista alueista/kohteista ja niiden erityispiirteistä. Rantapuhdistuksen suunnittelemiseksi tarvitaan lisäksi tieto rannalla olevan öljyn määrästä (likaantumisaste) ja rantamateriaalista (mikä kertoo mm. imeytyykö öljy yhä syvemmälle, jos poistaminen vie aikaa, eli vahinko laajenee, tai onko vaara, että öljy lähtee uudelleen liikkeelle). Yleisesti torjuntatoimia varten tulee tuntea toimintaympäristö, sen kulkukelpoisuus, korkeuserot, lähestymissuunnat jne. Suurin osa näistä tiedoista oli saatavissa RPAS-tiedustelun kautta. Kaikkia öljyhavaintoja ei tässä harjoituksessa kuitenkaan RPAS-laitteella saatu. Tulee vielä selvittää, mitkä maalit jäivät havaitsematta ja ratkaisivatko sen kuvaussuunta ja -korkeus vai kuvan tarkastelijan osaaminen ja käytettävissä oleva aika. Suuressa vahinkotilanteessa korostuu oletettavasti kuvatiedustelutyön laatu niin lennättäjän kuin kuvan analysoinninkin kannalta. Kuvien tulkinta vie aikaa. Tiedon analysointiin tulee olla osoitettuna oma henkilö ja paikka, missä siihen keskittyä. Tieto tulee saada suodatettuna torjuntatoimien johtajalle. Kuvien tulkitsijalla tulee olla käsitys öljyntorjuntatoimista, jotta hän ymmärtää, millaista tietoa kuvista haetaan. Näitä ovat mm. toimintaympäristön ja ÖT-kaluston rajoitteet ja ensisijaisten torjuntatoimien valintaan vaikuttavat tekijät.

Paras lopputulos voidaan saavuttaa eri menetelmien käytön optimoinnilla. RPAS-tiedustelulla voidaan esimerkiksi valmistella jalkapartion tehtävä, osoittaa tarkemmin tiedusteltavat alueet ja etsiä suotuisimmat kulkuyhteydet. Jalkapartion tuottama tieto on tarkinta, mutta tiedustelumenetelmä on aikaa vievä, ja siksi se tulee kohdentaa täsmäiskuina vain tärkeimmiksi arvioituihin kohteisiin. RPAS-toiminta voi korvata jalkapartion alueilla, joihin ei ole turvallista mennä. RPAS-tiedustelulla parhaimpaan lopputulokseen päästään hitaalla manuaalilennättämisellä matalalta lentokorkeudelta ja pinpoint rantaviivaa kohti tai sitten yksittäisillä kuvilla pitkin rantaviivaa 30 metrin korkeudesta.

RPAS voisi olla hyvä lentotoiminnan korvike erityisesti Saimaalla, jossa rannat ovat lähellä ja öljynleviämistäisyydet osin rajallisempia kuin merialueilla. RPAS-toiminnalla on potentiaalia tehostaa öljyntorjuntaa ja saavuttaa hyvä lopputulos kohtuullisilla kustannuksilla.



RPAS:in mahdolliset käyttökohteet öljyntorjunnassa:

- Tilanteen tiedustelu
  - Esimerkiksi vaikeapääsyiset rannat, alusöljyvahingot
  - Ensitieto, RPAS ensimmäisenä paikalla?
- Tehtävällä
  - Torjuntastrategian luominen, sopivan kaluston valinta
  - Näytteenotto (edellyttää instrumentointia)
  - Puomituksen oikea paikka ja pitävyyden valvonta
  - Nuottauksen, keräys- ja puhdistustyön etenemisen seuranta
  - Työturvallisuuden varmistaminen (kemikaalisnifferit, maasto)
- Tehtävän tai harjoituksen dokumentointi
  - Tilanteen seuranta ja jälkiarviointi



*Kuva 12. RPAS-kuvauksen hyödyntämistä Vuoksen virtaavan veden puomitusarjoutuksessa. (Kuva: M. Pitkäaho 2017).*

RPAS-toiminnan maksimaaliseksi hyödyntämiseksi tarvitaan kuitenkin lisää kokemusta siitä, millaista tietoa lennolla saadaan tuotettua: millaista informaatiota saadaan eri lentokorkeuksilta, eri lentonopeuksilla, eri kuvakulmilla sekä still- ja videokuvilla. Lisätutkimusta tulee tehdä nimenomaan oikean öljyn kanssa, vaikka simulantitkin voivat tuottaa hyvää taustatietoa. Tiedustelupyynnön sisällön täsmentämiseen ja kuvien tulkintaan tulee kehittää rutiinia, sillä videoinnin tehtävänannossa tulee rajata tarkasti mitä halutaan. Mietittäväksi jää, kenen osaamista lisätään, ÖT-johdon (jotta osaa tilata) vai lentäjän asiantuntemusta (jotta osaa suunnitella lennon ja poimia itse oikeita asioita).



*Kuva 13. Kehittämispäällikkö T. Veneskari ohjaa RPAS-pilottia tiedusteluharjoituksessa. (Kuva: M. Pitkäaho 2017).*

## **RPAS-TOIMINNAN HYÖDYNNETTÄVYYS PELASTUSTOIMEN NÄKÖKULMASTA**

Pelastustoimi on asettanut strategiassaan “Turvallinen ja kriisinkestävä Suomi - yhteistyössä” yhdeksi tavoitteekseen kehittää aktiivisesti toimintatapojaan. Miehittämättömät ilma-alukset (RPAS) ovat yksi osa digitalisaation tuomista mahdollisuuksista kehittää pelastustoimen toimintaprosesseja ja toimintatapoja. RPAS-laitteet tulee nähdä työkaluina, joilla kehitetään ja parannetaan tässä tapauksessa öljyntorjuntaan liittyvää päätöksentekokykyä.

RPAS-laitteiden tehokkuus öljyntorjunnan vaikuttavuuteen perustuu ilmasta saadun informaation tulkintaan ja sen hyödyntämiseen päätöksentekoprosessissa. Tähän liittyy uusien toimintatapojen luominen pelastustoimeen, jossa tunnistetaan RPAS-laitteiden tuomat hyödyt ja niiden käyttö ÖT-tehtävillä alkutiedusteluun, torjuntasuunnitelmien, tilanteen aikaisen painopisteiden muodostamiseen, tilanteen taltiointiin ja torjuntatoimien ohjaamiseen. Samalla tulee tunnistaa uusia osaamiskokonaisuuksia ja vaatimuksia ilma-aluksista saadun datan tulkinnan sekä mahdollisesti uusien sensorien tuomien hyötyjen saattamisesta öljyntorjuntaan.

RPAS-laitteet ovat kuitenkin vain yksi osa niistä tiedonhankintamenetelmistä, joita öljyntorjunnan suunnittelussa ja toteutuksessa voidaan käyttää. RPAS-järjestelmän tuottama data täydentää muita tiedonkeruumenetelmiä. Laitteiden suorituskyky ja laitevaatimukset tulee kuitenkin asettaa useammalle eri tasolle, jotta kyetään vastaamaan vaativiin ÖT-torjuntaolosuhteisiin, mutta myös toteuttamaan hyvin kevyellä ja halvalla kalustolla pienemmissä tilanteissa torjuntatoimien vaatimaa tilanteeseen liittyvää tiedustelua.

Toteutettu RPAS-ÖT-käyttöttestaus tuotti selkeän tuloksen laitteiden hyödyistä jo tällä testatulla kevyiden ja halpojen laitteiden tasolla. On selvää, että toiminnan edis-

täminen vaatii lisää tutkittua tietoa sekä tarkemman sensorien sekä laitevaatimusten asettamisen. Näin kyetään löytämään nopeasti kehittyvien teknologisten ratkaisujen kautta pelastustoimeen ja tässä tapauksessa öljyntorjuntaan soveltuvat ratkaisut.



*Kuva 14. RPAS-harjoituksen osallistujat. (Kuva: T. Piispa 2017).*

# SCAROIL – UUTTA KOULUTUSTA ÖLJYNTORJUNTAAN

Emmi Rantavuo, projektipäällikkö

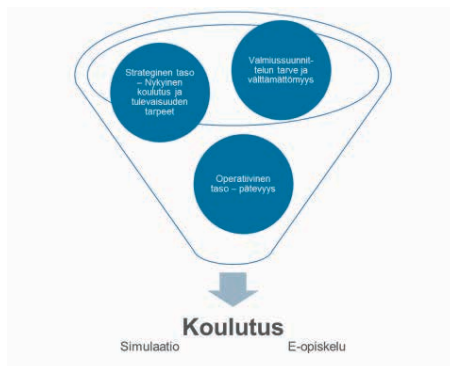
SCAROIL – Simulator Training for Cargo Handling and Oil Recovery -hanke (S20604) on Etelä-Kymenlaakson ammattiopisto EKAMIn ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Xamkin yhteishanke, jossa kehitetään simulaatiokoulutusta. ESR-rahoitteisen koulutusosuuden lisäksi hankekokonaisuuteen kuuluu EAKR-rahoitteinen investointiprojekti (A71714) simulaattoreiden hankintaa varten. EKAMI on hankkeiden päätoteuttaja ja vastaa lastinkäsittelyn koulutuksen osuudesta, Xamk vastaavasti öljyntorjunnan koulutuksen kehittämisestä.

Tässä artikkelissa esitellyt SCAROIL-hankkeen tutkimustulokset julkaistaan kokonaisuudessaan Xamk tutkii -julkaisusarjassa vuodenvaihteessa 2017–2018. Öljyntorjunnan osaamis- ja koulutuskartoituksen ovat toteuttaneet tutkimuspäällikkö Justiina Halonen, TKI-asiantuntija Elias Altarriba ja projektipäällikkö Emmi Rantavuo. Simulaatiokoulutuksen kehittämiseen ovat lisäksi osallistuneet simulaatiokouluttaja, TKI-asiantuntija Antti Lanki ja projektityöntekijä Perttu Juvonen.

## LIIKKEELLE OSAAMISKARTOITUKSESTA

Öljyntorjunnan koulutuksen rakentamista varten kartoitettiin nykytilaa tutustumalla aiempiin tutkimuksiin, olemassa oleviin koulutussisältöihin, toteutustapoihin ja käytäntöihin Suomessa ja Euroopassa. Koulutuksen osuvuuden varmistamiseksi ja aihealueiden täsmentämiseksi tehtiin kysely öljyntorjuntaan osallistuville viranomaisille ja organisaatioille. Kysely tehtiin sekä organisaatitasolla, jolloin vastaajina olivat öljyntorjunnan vastuuhenkilöt, että operatiivisella tasolla, jolla selvitettiin työntekijätason osaamista. Näiden tulosten perusteella varmistuttiin kehittämis- ja osaamistarpeista.

Koulutuksen rakenne muodostuu simulaatioharjoituksista, niihin liittyvistä luennoista ja monenlaisesta sähköisestä materiaalista, joka mahdollistaa kouluttautumisen osittain myös etänä. Hankkeen aikana järjestetään kaksi pilottikoulutusta, joiden kohderyhmänä ovat pelastuslaitokset.



*Kuva 1. Koulutuksen muodostaminen tarpeiden pohjalta*

Koulutusta rakennettaessa pyrittiin yhdistämään kuvan 1. mukaisesti organisaatio- ja työntekijäkyselyn tulokset sekä sisällön että koulutusmuodon valinnoissa. Koko öljyntorjunnan koulutuksen tarve lähtee mm. öljyvahinkojen torjunta- ja ympäristölakien ja erilaisten määräysten määrittelemistä velvollisuuksista ja niiden edellyttämästä valmiussuunnittelusta. Tarkempaa määrittelyä osaamisvaatimuksista tai yhtenäistä koulutussuunnitelmaa ei kuitenkaan ole.

Toimintaympäristön muutokset asettavat haasteita pelastuslaitoksille kouluttautumisessa ja osaamistason ylläpitämisessä, kun öljyntorjunnan koulutus muodostaa osaamisvaatimusten kokonaisuudesta vain pienen osan. Öljyvahinkoja suuressa mitakaavassa tapahtuu harvoin, joten käytännön osaamista ei juuri kerry. Vahinkojen varalle on kuitenkin varauduttava ja mm. Suomenlahdella kulkevien öljysäiliöalusten ja haasteellisten olosuhteiden vuoksi öljyvahingon riski on todellinen.

## **KOULUTUKSEN NYKYTILA**

Kehitystyötä varten tutkittiin nykyhetkellä tarjottavaa öljyntorjunnan koulutusta ja aiempia koulutustarveselvityksiä. Koulutuksen järjestäminen on hajautunut monelle toimijalle. Usea koulutustaho kokoaa ja tarjoaa asiantuntemusta, mutta koko koulutuskentän koordinoimattomuus tekee koulutuksen pirstaleiseksi, eikä sen koeta olevan aina operatiivisesti yhteensopivaa. Toistuvasti samat haasteet on nimetty ongelmallisiksi; peruskoulutuksen puute, pääkouluttajien vähyys, yhteisten toimintamallien ja koulutusmateriaalien puute sekä käytännön haasteet koulutusten järjestämisessä.

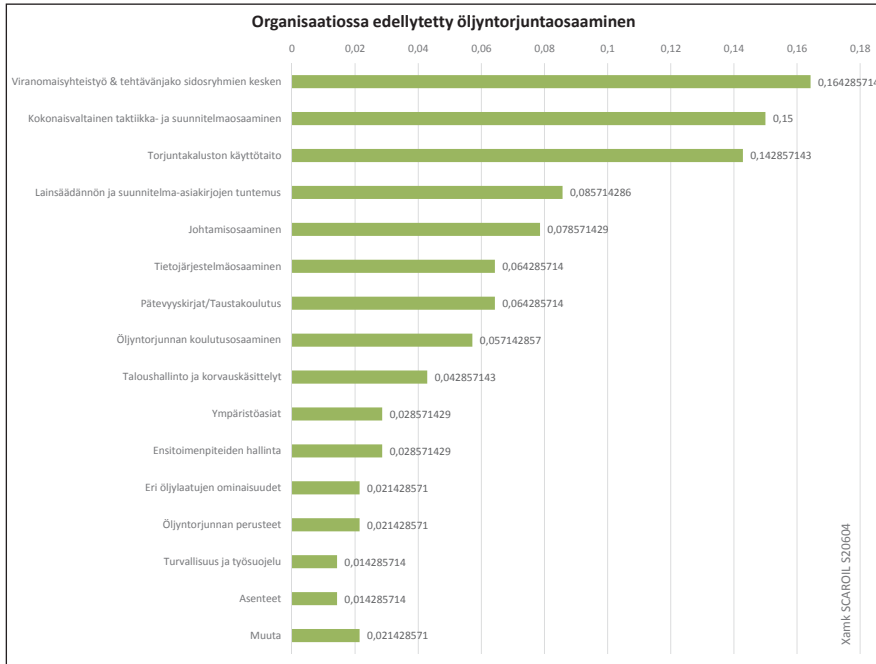
Yhteinen tahtotila koulutusjärjestelmän yhtenäistämiseksi on olemassa, ja kaikille avoimia ja yhteistä koulutuslinjaa edistäviä toimenpiteitä on kuitenkin tehty tai niitä on käynnissä. Öljyntorjunnan järjestämistä koskevan strategiatyön ollessa kesken koulutuksen kehittämiseksi on tilausta. Koulutusta pitäisi olla saatavilla operatiivisesta suorittamisesta johtamiseen saakka ja eri toimijoiden yhteisiä koulutuksia ja harjoituksia pidetään tärkeänä. Yhteistoiminnalla saataisiin myös jaettua kouluttajaresursseja ja varmistetaan oikeanlaisen osaamisen saaminen kulloiseenkin tarpeeseen.

## **OSAAMISKARTOITUS ORGANISAATIOILLE**

Hankkeessa tehty kysely lähetettiin 58 organisaatiolle ja vastauksia saatiin 37 organisaatiosta (vastausprosentti 70). Koko organisaatioita koskeva kysely lähetettiin rannikon ja sisävesien pelastuslaitosten, ELY-keskusten, yritysten ja muiden öljyntorjuntaan osallistuvien toimijoiden öljyntorjunnan vastuuhenkilöille. Avoimilla kysymyksillä kartoitettiin koulutuksen nykytilaa, koulutusten tarpeita kyselyhetkellä ja tulevaisuudessa. Lisäksi selvitettiin, miten koulutukset järjestetään ja tämän järjestelmän vastaavuutta tarpeisiin. Kaikista vastanneista 51 % edusti pelastusviranomaisia, 16 % merenkulun toimialaa ja 13 % muita toimialoja, joihin sisältyvät mm. rajavartiolaitos, puolustusvoimat ja vapaaehtoisjärjestöt. 11 % vastaajista edusti ympäristöhallinnon organisaatioita.

Öljyntorjuntavastuuhenkilöiltä kartoitettiin, millaista öljyntorjuntaosaamista heidän organisaatioissaan edellytetään (kuva 2). Vastausten mukaan organisaatioissa tarvitaan eniten viranomais- ja sidosryhmäyhteistyön hallitsemista (16 % vastauksista). Tämä pitää sisällään eri toimijoiden tehtävien ja vastuiden ymmärtämisen ja erityisosaamisen

ja -kaluston tuntemisen. Lähes yhtä moni vastauksista koski taktiikka- ja suunnitelmaosaamista sekä öljyntorjuntakaluston käyttötuntemusta.



*Kuva 2. Organisaatiossa edellytetty öljyntorjuntaosaaminen.*

Vastaajia kehoitettiin pohtimaan myös niitä osaamisalueita, joiden he arvioivat tulevaisuudessa korostuvan. Tärkeimpinä osaamisalueina vastaajat pitivät myös tulevaisuudessa viranomaisyhteistyötä (24 % vastaajista) ja torjuntakaluston taktista ja teknistä käyttötaitoa (22 % vastaajista). Erityisesti yhteistyön ja verkostoitumisen tärkeys korostuu leikkausten ja aluehallintouudistusten ja näistä johtuvien vastuusiirtojen vuoksi.

Osaamisen vahvistamista vaativia osa-alueita nykyisen osaamisen lisäksi pidettiin käytännön harjoittelua ja kalusto-osaamista, jotka yhteenlaskettuna mainittiin 33 %:ssa vastauksista. Käytännön ja soveltavan osaamisen merkitystä pidettiin suurena, jotta tietämys toisten pelastuslaitosten tai sidosryhmien toimintatavoista ja oma käyttöturvamus kaluston osalta karttuisi. Kokemuseräisen osaamisen ja tiedon puuttuminen nähdään yhteisenä ongelmana ja asiantuntevia kouluttajia myös kokonaisvaltaiselle taktiselle osaamiselle kaivattiin.

## OSAAMISKARTOITUS TYÖNTEKIJÖILLE

Organisaatiokyselyn yhteydessä annettiin linkki työntekijäkyselyyn jaettavaksi omassa organisaatiossa. Tällä keinolla haluttiin saavuttaa mahdollisimman suuri vastaajajoukko. Työntekijöille suunnattuun kyselyyn saatiin 144 vastausta. Vastaajille haluttiin antaa mahdollisuus vastata nimettömästi osaamisen ja kouluttautumisen rehellisen arvion saamiseksi. Ilmoitettujen tietojen mukaan vastauksia tuli 21 eri organisaatiosta,

kuusi jätti organisaationsa nimeämättä. Vastaajista 90 % kuului pelastusviranomaisiin. Muut 10 % muodostuivat mm. ympäristöhallinnon, merenkulun ja yritysten edustajista. Tuloksia analysoidessa keskityttiin pelastustoimen vastauksiin.

Vastaajille annettiin 64 valmista öljyntorjunnan osa-aluetta, joista heidän tuli arvioida osa-alueen osaamisen taso ja kyseisen osa-alueen merkittävyys öljyntorjuntaoperaation menestyksekkään hoitamisen kannalta. Sekä osaamista, että merkittävyyttä arvioitiin viisiportaisella asteikolla, jossa arvo 0 tarkoitti, ettei vastaaja tarvitse kyseistä osaamista tai se ei kuulu vastaajan tehtäväkuvaan. Tuloksia analysoitiin kahdella tavalla; nelikenttänä, joka antaa hyvän yleiskuvan merkittävien osa-alueiden keskiarvoisesta osaamistasosta, ja luotettavuuden varmistamiseksi Pearsonin korrelaatiokertoimella, joka kertoo kunkin vastaajan kokemasta osaamisvajeesta, eikä perustu kaikkien vastaajien keskiarvoihin. Korrelaatioanalyysia varten vastaukset jaettiin kuuteen teemaryhmään; sidosryhmäyhteistyö, lainsäädäntötietous, merenkulkuosaaminen, öljyntorjuntaan varautuminen, siihen liittyvä operatiivinen työskentely ja johtaminen (kuva 3).

Sidosryhmäyhteistyö	Öljyntorjunta, varautuminen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meripelastusviranomaiset</li> <li>• Muu, mikä?</li> <li>• Satamaorganisaatio</li> <li>• VTS, luotsi, jne. merenkulkuviranomaiset</li> <li>• Ympäristöviranomaiset</li> <li>• Vapaaehtoisjärjestöjen hyödyntäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluksen rakenne, vauriomekanismit</li> <li>• Kalustohankinnat</li> <li>• Laitteiden käyttökoulutus</li> <li>• Torjuntalaitte- ja materiaalituntemus</li> <li>• Turva-asiat öljyntorjunnassa</li> <li>• Työterveys öljyntorjunnassa</li> <li>• Työturvallisuus öljyntorjunnassa</li> <li>• Herkät alueet ja niiden huomiointi</li> <li>• Herkät lajit ja niiden huomiointi</li> <li>• Toiminta pohjavesialueilla</li> <li>• Öljyvahinkojen ekologiset ja sosioekonomiset vaikutukset</li> <li>• Harjoitussuunnittelu</li> <li>• Valmiussuunnittelu ja torjuntasuunnitelmien laadinta</li> <li>• Vahinkojätteen loppukäsittelymenetelmät</li> <li>• Vahinkojätteen ominaisuudet</li> </ul>
<p><b>Merenkulkuosaaminen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluksen käsittely</li> <li>• Meriradioliikenne</li> <li>• Navigaatio ja karttatyöskentely</li> <li>• Pimeäajo</li> <li>• Radioenglanti</li> <li>• Tutkatyöskentely</li> </ul>	<p><b>Öljyntorjunta, johtaminen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aliurakoitsijoiden käyttö</li> <li>• Henkilöstön vastaanotto ja hallinta</li> <li>• Torjuntaorganisaation muodostaminen</li> <li>• Henkilöstön vastaanotto ja hallinta</li> <li>• Torjuntaorganisaation muodostaminen</li> <li>• Pitkäkestoisen operaation hallinta</li> <li>• Torjunnan päättäminen ja purkaminen</li> <li>• Boris 2.0 tai vastaavat tilannekuva-järjestelmät</li> <li>• Johtamisjärjestelmät</li> <li>• Sää- ja muiden ennusteiden hyödyntäminen</li> <li>• Huoltojärjestelyt ja dekontaminaatio</li> <li>• Jätelogistiikka</li> <li>• Torjuntakaluston logistiikka</li> <li>• Väilvarastointi</li> <li>• Ulkoinen tiedottaminen ja medianhallinta</li> <li>• Viestintä torjuntaorganisaation sisällä</li> </ul>
<p><b>Öljyntorjunta, operatiivinen työ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keräystekniikat rannalta</li> <li>• Keräystekniikat vedestä</li> <li>• Keräystyömaan perustaminen</li> <li>• Maaperän puhdistus</li> <li>• Taktiikat virtaavissa vesissä</li> <li>• Talviset torjuntataktiikat</li> <li>• Toiminta haverialuksella</li> <li>• Vahingon rajaamisen tekniikat rantaviivalla</li> <li>• Vahingon rajaamisen tekniikat vedessä, puomitus</li> <li>• Lastinkäsittely, nostot ja siirtopumppaukset</li> <li>• Näytteenotto</li> <li>• Öljyn ominaisuudet ja käyttäytyminen</li> <li>• Kaukokartoitusmenetelmien hyödyntäminen</li> <li>• Lähitiedustelu veneillä</li> <li>• Maastotiedustelu</li> </ul>	
<p><b>Lait, sopimukset ja vastuut</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Katselmuuslautakunnan toiminta</li> <li>• Korvausprosessit</li> <li>• Luvat ja tarkkailu</li> <li>• Rikosoikeudellinen vastuu</li> <li>• Torjunnan taloushallinto, kirjanpito ja dokumentaatio</li> <li>• Vastuut ja velvoitteet</li> <li>• Öljyntorjunnan kansainväliset sopimukset</li> <li>• Öljyntorjunnan lainsäädännöllinen perusta</li> </ul>	

*Kuva 3. Öljyntorjunnan osaamisalueiden teemaryhmät.*

Pelastuslaitosten vastauksista jätettiin pois 0-vastaukset ja muiden vastausten keskiarvot asetettiin nelikenttäkaavioon kuvan 4 mukaisesti. Nelikenttä auttaa näkemään yhdellä silmäyksellä ne osa-alueet, joihin koulutuksessa olisi hyvä kiinnittää huomiota. Kriittisimpiä ovat ne osa-alueet, jotka sijoittuvat vasempaan yläkulmaan, jolloin vastaajilla ei koeta olevan osa-alueella juurikaan osaamista, mutta se koetaan tärkeäksi tehtävän menestyksekkään hoitamisen kannalta.

		<u>Osaaminen</u>	
		<b>Ei juuri osaamista</b>	<b>Osaaminen hyvää</b>
<u>Merkittävyys</u>	<b>Erittäin merkittävä</b>	Vastaajalla ei juuri osaamista, osa-alue merkittävä	Vastaajalla osaamista, osa-alue merkittävä
	<b>Tarpeeton</b>	Vastaajalla ei juuri osaamista, osa-alueen merkittävyys pieni	Vastaajalla osaamista, osa-alueen merkittävyys pieni

*Kuva 4. Nelikenttäkaavion lukuohje.*

Pelastuslaitosten vastausten keskiarvojen sijoittuminen ovat nähtävillä liitteessä 2. Vastausten hajonta on suhteellisen pieni. Kaikilla osa-alueilla osaamista koettiin olevan vähintään jonkin verran, eikä mikään myöskään ollut merkityksetöntä. Kaaviosta oli kuitenkin mahdollista nostaa esiin niitä osa-alueita, joissa osaaminen on vähäistä, mutta jotka kuitenkin koettiin merkittäviksi. Niissä korostuivat erityisesti öljyntorjunnan operatiiviseen työhön kuuluvat osa-alueet, kuten vahingon rajaamisen tekniikat vedessä ja rannalla sekä keräystekniikat vedessä ja rannalla. Osaamisvajetta koetaan myös laite- ja materiaalituntemuksessa, kalustohankintoihin liittyvissä asioissa ja torjuntaorganisaation muodostamisessa, toiminnassa pohjavesialueilla, laitteiden käyttökoulutuksessa ja meriradioliikenteessä. Samoja asioita nousi esiin myös organisaatioille suunnatun kyselyn vastauksissa.

Pearsonin korrelaatiokertoimella tarkasteltiin pelastuslaitoksen vastaajien kokemaa osaamisvajetta. Kerroin kertoo osaamisen ja merkittävyyden välisestä riippuvuudesta, jossa positiivinen korrelaatio kertoo vastaajan osaamisen ja merkittävyyden olevan samalla tasolla ja negatiivinen taas paljastaa osaamisvajeen, jolloin osaamisensa heikoksi kokeva vastaaja tuntee osa-alueen olevan kuitenkin merkittävä.

Kustakin teemaryhmästä nousi esiin niitä asioita, joissa osaamisvajetta ja koulutus-tarvetta esiintyy. Varautumisen ryhmästä näitä olivat aluksen rakenne (vauriomekanismit), laitteiden käyttökoulutus, torjuntalaite- ja materiaalituntemus, herkät alueet ja niiden huomiointi, herkät lajit ja niiden huomiointi, toiminta pohjavesialueella ja



öljyvahingon ekologiset ja sosioekonomiset vaikutukset.

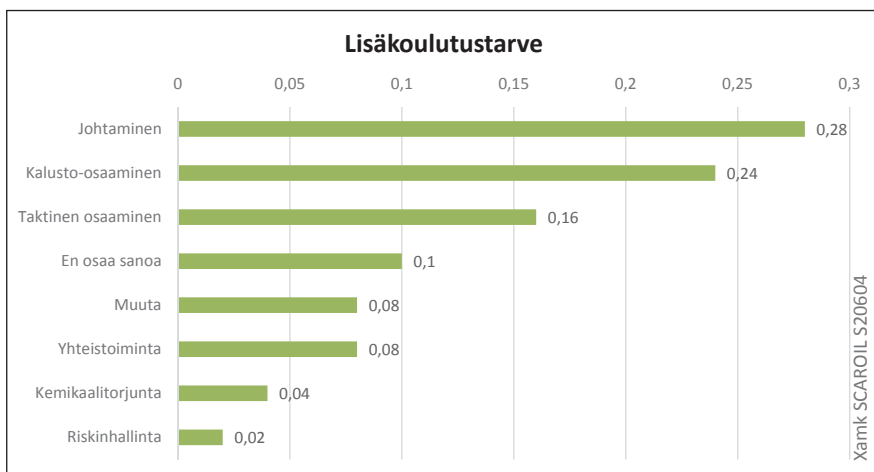
Operatiivisesta työstä osaamisvajetta koettiin keräystekniikoissa, maaperän puhdistamisessa, torjuntataktiikoissa talvisissa olosuhteissa ja virtaavissa vesissä, toiminta haverialuksella ja vahingon rajaamisen tekniikoissa sekä rantaviivalla että vedessä (puomitus).

Vähiten koulutustarvetta koettiin lainsäädännöllisen sekä johtamisen teemaryhmien vastauksissa, jossa korrelaatio oli kauttaaltaan positiivinen. Merenkulkutaitojen osalta kerroin ei paljasta hälyttävää vajuusta osaamisessa, mutta näiden taitojen linkittymistä esimerkiksi rajaustekniikoihin vesillä ei voi jättää huomiotta. Näin ollen korrelaatio-kertoimen paljastamat osaamisvajeet tukevat melko hyvin keskiarvojen perusteella lasketun nelikentän vastauksia.

## KOULUTUKSEN KEHYS

Organisaatiokohtaisessa kyselyssä selvitettiin myös nykyisen koulutuksen järjestämistä ja siihen varattuja resursseja sekä sopivaa harjoituksen laajuutta ja käytössä olevia resursseja (kesto, henkilömäärät). Vastaajista 46 prosenttia koki, ettei nykyinen koulutusjärjestelmä vastaa koulutustarpeita. Yleisesti ottaen öljyntorjuntakoulutuksen ja harjoittelun määrää pidettiin vähäisenä, ja eritoten alusöljyvahinkojen torjuntaan ei ole riittävästi resursseja. Noin neljäsosa vastaajista piti koulutuksen vastaavuutta oman organisaation tarpeisiin melko hyvänä, mutta siinäkin vastaajat kokivat, että erityisesti yhteistoimintaharjoittelua tarvittaisiin johtamisen ja suunnittelun tueksi. Noin 20 % oli tyytymättömiä nykyiseen tarjontaan. Osalla näistä vastaajista oli toisaalta huoli siitä, ettei mahdollisuuksia osallistua koulutuksiin ole, vaikka tarjontaa olisikin.

Aiemmissa kysymyksissä kartoitettiin edellytettyä osaamista ja vahvistettavia sekä tulevaisuudessa korostuvia öljyntorjunnan osa-alueita, mutta uutta koulutusmallia varten haluttiin vielä räsmennystä siitä, mitkä ovat ne osa-alueet, joihin vastaajat kokivat kiireellisimmän tarvitsevänsä organisaatiossaan lisäkoulutusta (kuva 5). Vastauksissa toistuivat jo aiemmin esiin nousseet aihe-alueet; johtaminen, kalusto-osaaminen, taktinen osaaminen.



*Kuva 5. Kiireellisimmän lisäkoulutusta kaipaavat osa-alueet*

Koko kyselyn tulosten ja aiempien selvitysten perusteella ryhdyttiin valmistelemaan koulutusta, joka kestää noin 2–3 lähipäivää sisältäen jonkin verran teoriaa, mutta pääpaino olisi käytännön harjoituksissa. Mukana on hyvä olla sekä suorittava porras että vastuuhenkilö. Teemoiksi, joihin koettiin koulutuksen tarpeen olevan suurin, nousivat seuraavat:

1. Torjunta- ja keräysmenetelmät vedessä, rantaviivalla ja rannalla
2. Yhteistoiminta, viranomaisyhteistyö sekä muut toimijat
3. Haastavat työympäristöt ja olosuhteet sisältäen pimeäajon
4. Torjuntaoperaation kokonaishallinta, pitkäkestoiset operaatiot alusöljyva-hingossa
5. Tukitoimet, tilannekuvajärjestelmät, ennusteet, logistiikka

Näihin asioihin pyritään vastaamaan käytössä olevilla keinoilla ja simulaattoreilla kuitenkin niin, että keskitytään osaamisen kehittymiseen ja koulutuksen laatuun. Jokaista teemaa ei pilottikoulutuksissa ole tarkoituksenmukaista käsitellä syvällisesti, vaan osa aihealueista sivuaa luontevasti harjoiteltavaa osa-aluetta. Koulutuksen vastaa-vuutta tutkitaan uusintakyselyllä pilottikoulutuksiin osallistuvilla. Tulosten pohjalta on hyvä jatkaa koulutuksen kehittämistä.

## SIMULAATIOKOULUTUS

Pilottikoulutukset järjestetään hyödyntämällä EAKR-investoinnilla hankittua öljyn-keräyssimulaattoria ja merenkulun koulutuksen käytössä olevia komentosiltasimulaat-toreita, joihin on hankittu öljyntorjunnan lisäosa puomitusharjoituksia varten (kuva 6). Koulutusten sisällön lisäksi hyviä toimintatapoja on etsitty muista simulaattorikes-kuksista Suomessa ja Euroopassa sekä perehdytty erityisesti simulaatiopedagogiikkaan.



*Kuva 6. Puomitusharjoitus meneillään merenkulun simulaattorikeskuksen komentosiltasimulaattorissa. (Kuva: Emmi Rantavuo).*

Harjoituksen perusrakenne muodostuu valmistautumis-, harjoitus- ja jälkipuintivaiheista. Koulutuksessa yhdistetään osallistujien rajallinen aika huomioiden teoriaa, tiimityöskentelyä ja simulaattoriajaoa suhteessa 10-20-70. Näin harjoittelusta saadaan monipuolista ja pystytään huomioimaan erilaiset oppijat. Harjoituksissa opitaan ja harjoitellaan sekä pienempiä teknisiä yksityiskohtia että omaa toimintaa osana isompaa kokonaisuutta. Osa koulutuksen materiaalista on saatavilla osallistujille sähköisesti, ja mukana on myös etätöinä tehtäviä harjoituksia tai tehtäviä. Tämä vähentää sitä aikaa, joka koulutettavan on oltava paikan päällä simulaattoritulassa.

<b>i) Lectures by topic</b>	<b>ii) Pre-assignments and workshops</b>	<b>iii) Bridge simulator exercises</b>	<b>iv) Oil recovery simulator</b>
A. Lecture	a. Pre-assignment	1. Familiarization	I. Exercise
B. Lecture	b. Pre-assignment	2. Basic	II. Exercise
C. Lecture	c. Debriefing	3. Basic	III. Exercise
D. Lecture	d. Debriefing	4. Intermediate	
E. Lecture	e. Workshop	5. Intermediate	
F. Lecture		6. Advanced	
		7. Advanced	

Training Programme curriculum:

Day 1	Day 2	Day 3
ii) c. Debriefing (pre-assignment)	i) B. Lecture	ii) e. Workshop
i) A. Lecture		i) D. Lecture
iii) 1. Familiarization	iii) 3. Basic	iv) I. Oil recovery
iii) 2. Basic	i) C. Lecture	iii) 4. Intermediate

**Kuva 7.** Esimerkki kurssin modulaarisesta rakenteesta. (Kuva: Antti Lanki).

Kurssi rakennetaan eri tavoitteisiin tähtävistä moduuleista, joita yhdistelemällä voidaan rakentaa kulloisellekin osallistujaryhmälle soveltuva koulutus. Modulaarinen rakenne mahdollistaa opetuksen joustavuuden, progressiivisen kehittymisen ja sisällön sekä opetustavan muokkaamisen kohderyhmän mukaan (kuva 7). Kustakin harjoituksesta tehdään harjoituskortti, joka kertoo harjoituksen sisällön ja tavoitteen.

## AINUTLAATUINEN ÖLJYKERÄINSIMULAATTORI

Öljyntorjuntakoulutuksesta halutaan muodostaa kokonaisuus, joka kattaa koko prosessin ensitoimista jätteen käsittelyyn. Yleensä öljyntorjunnan kenttäharjoituksissa keskitytään käytännössä vahingon rajaamiseen, eikä mahdollisuutta varsinaiseen öljyn keräämiseen tai sen vaatimiin jatkotoimenpiteisiin ole. Ensimmäisen polven öljynke-

räyssi-simulaattorilla halutaan päästä lähemmäs koko torjuntaprosessin mallintamista.

SCAROIL-investointihankkeessa on tehty ainutlaatuinen simulaattori öljyn operatiivisesta keräämisestä harjakeräimellä kahdessa eri ympäristössä, satama-altaassa ja merellä. Öljynkeräämisen onnistumiseen vaikuttavat käyttäjän toimet, jolloin esimerkiksi liian syvälle viety tai väärässä asennossa oleva keräin ei kerää öljyä kunnolla. Öljy-vesi-seos kerätään säiliöön, jolloin keräämisen onnistumista voidaan mitata seoksen suhteella. Keräysprosessissa on myös otettava huomioon säiliön täyttyminen ja niiden vaihto. Simulaattoria testataan ensimmäisen kerran syksyllä 2017 järjestettävässä pilottikoulutuksessa.

Simulaation avulla voidaan tarjota mahdollisuus varsinaisen vahingontorjunnan jälkeiseen operatiiviseen harjoitteluun sekä työkalu valmiussuunnitteluun. Jäte- ja kuljetuslogistiikka vievät suuressa vahingossa paljon resursseja ja ne voivat yllättää laajuudellaan. Simulaatio antaa vastuuhenkilöille mittakaavaa resurssien tarvesuunnitteluun ja käyttäjälle kokemuksen keräämisen haasteista ja onnistumisen vaatimista toimista.

SCAROIL – Simulator Training for Cargo Handling and Oil Recovery toteutusaika on 1.1.2016–31.3.2018. Kokonaisbudjetit ovat ESR-osuudelle 246 682 euroa ja EAKR-osuudelle 606 686 euroa. Euroopan aluekehitysrahaston ja Euroopan sosiaalirahaston sekä toteuttajaorganisaatioiden lisäksi hanketta rahoittavat Palosuojelun edistämissäätiö, Merenkulun säätiö, William & Ester Otsakorpi Säätiö, Ecoport Finland Oy sekä Mecarlos Oy.

# ÄLYKÖSTÄ UUTTA TIETOA BIOÖLJYJEN JA -POLTTO- AINEIDEN YMPÄRISTÖ- KÄYTTÄYTYMISEEN

Vuokko Malk, FM, projektipäällikkö, Metsä, ympäristö ja energia &  
Hanne Soininen, DI, tutkimuspäällikkö, Metsä, ympäristö ja energia &  
Justiina Halonen, merikapteeni (AMK), tutkimuspäällikkö,  
Logistiikka ja merenkulku

ÄLYKÖ-hanke (Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta, A70113) syntyi tarpeesta kehittää uusia keinoja vahinkoihin varautumiseen sekä niiden jälkihoitoon. Hankkeessa kartoitettiin riskikohteita, kehitettiin öljyisten jätteiden logistiikkaa ja pilotoitiin uusia maa-aineksen puhdistusteknologioita. ÄLYKÖ-hanke toteutettiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Xamkin Metsä, ympäristö- ja energia -painoalan sekä Logistiikka ja merenkulku -painoalan yhteishankkeena vuosina 2015–2017.

Hankkeessa tuotettu tutkimustieto auttaa alalla toimivia viranomaisia ja yrityksiä kuten teollisuuslaitoksia, kuljetusyrityksiä, jätehuoltoyrityksiä ja öljyntorjuntatuotteita sekä asiantuntijapalveluita tarjoavia yrityksiä kehittämään tuotteitaan ja palveluitaan. Suuri osa hankkeen tuloksista on hyödynnettävissä Itä-Suomen alueen lisäksi myös valtakunnallisesti.

## HANKKEEN TAUSTAA

Hankkeen tavoitteena oli vaarallisten aineiden kuljetuksiin ja varastointiin liittyvien ympäristöriskien tunnistaminen ja niihin varautumisen tukeminen sekä vaikutusten minimointi. Erityistavoitteena hankkeessa oli tuoteinnovaatioiden kehittäminen öljyntorjunta-alalle yhteistyössä yritysten kanssa sekä Itä-Suomen alueen osaamisen ja yritysten, viranomaisten ja asiantuntijoiden yhteistyön kasvattaminen. (Malk & Soininen 2017, 9.)

## HANKKEEN TOIMENPITEET

Hankkeessa tehtiin laaja riskikartoitus öljyn ja muiden vaarallisten aineiden varastointiin ja kuljetuksiin liittyvistä ympäristöriskeistä niin Saimaan syväväylällä kuin Itä-Suomen maa-alueillakin. Ympäristöturvallisuuden kehittämiseksi luotiin ohjeita ja toimintamalleja alusten miehistön ensitoimenpiteisiin öljyvahinkotilanteessa sekä teollisuuden vesilaitoksen toimintaan.



*Kuva 1. Projektipäällikkö Vuokko Malk ja pelastuspäällikkö Jyri Silmäri Etelä-Savon pelastuslaitokselta. (Kuva: Manu Eloaho / Darcmmedia).*

Öljyvahinkojätelogiikan hallintaan ja tilannetiedon ylläpitoon luotiin kattava kartta-aineisto. Öljyvahinkojätteen käsittelymahdollisuudet Itä-Suomessa ja lähialueilla kartoitettiin ja käsittelymenetelmiä vertailtiin teknistaloudellisesta näkökulmasta. Lisäksi selvitettiin ICT-tekniikan hyödyntämistä jätteen varastoinnin ja kuljetusten seurannassa. Case-tarkastelulla konkretisoitiin jätemääriä, toimintaa ja vahingon kustannuksia kuvitteellisessa onnettomuusskenaariossa. Öljytuotteiden ympäristökäyttäytymistä, torjuntaa sekä märkäpesu- ja desorptiotekniikoiden toimivuutta puhdistuksessa ja riskinarvioinnissa selvitettiin laboratoriotesteissä yhteistyössä yritysten kanssa. Ympäristövahinkojen monitorointiin soveltuvia pikamittausten menetelmiä sekä geotubitekniikan soveltuvuutta öljyisten lietteiden käsittelyyn kartoitettiin ja testattiin käytännössä Metsäsairila Oy:n jätekeskuksessa Mikkelissä.

Öljyvahinkojätteen vastaanotto- ja käsittelymahdollisuuksien kartoitus Itä-Suomen alueella antoi hyvän kokonaiskuvan vastaanottokapasiteeteista ja osoitti, että käsittelykapasiteettia olisi hyvä olla enemmän erityisesti kiinteän öljyisen jätteen, öljyvesiseosten ja voimakkaasti pilaantuneiden maiden käsittelyyn. Käsittelymenetelmien teknistaloudellisessa tarkastelussa vertailtaviksi menetelmiksi valituista menetelmistä (poltto alueellisessa voimalaitoksessa / poltto siirrettävässä polttolaitteistossa / geotubikäsitteily) mikään ei noussut erityisen hyväksi tai edes mahdolliseksi vaihtoehdoksi alueelliselle käsittelylle. Sen sijaan selvityksessä nousi esiin muun muassa siirrettävien öljynerottimien käyttö ja imeytystuotteiden tehokkaampi käyttö jätteiden määrän minimoimiseksi. Myös geotubin soveltuvuutta öljyisille jätteille ja kiinteän öljyjätteen polttomahdollisuuksia Riikinvoiman ekovoimalaitoksessa olisi hyvä testata käytännössä lisää.

Öljyvahingon monitorintiin soveltuviin pikamittausmenetelmien ja online-analysointilaitteiden kartoituksen avulla jaettiin tietoa markkinoilla olevista mittauslaitteista ja -palveluista. Näitä menetelmiä voitaisiin Suomessa hyödyntää laajemmin ja testata vielä lisää.

Bioöljyjen ja -polttoaineiden ympäristökäyttäytyminen ja torjunta nousivat keskeiseksi tutkimusteemaksi. Hankkeessa tehty selvitys osoitti, että bioöljyn ja -polttoaineiden ympäristökäyttäytymistä ja torjuntaa on tutkittu vielä varsin vähän. Biopohjaisten polttoaineiden kirjo on laaja. Uusiutuvista raaka-aineista valmistetaan mm. biodieseliä, uusiutuvaa dieseliä ja pyrolyysiöljyä. Eri biopolttoainetuotteiden välillä on suurta vaihtelua sekä raaka-aineissa, valmistustavassa että ominaisuuksissa. Osa tuotteista on kemialliselta koostumukseltaan ja fysikaalisilta ominaisuuksiltaan lähes fossiilisten öljyjen kaltaisia. Toiset biopolttoaineet voivat poiketa ominaisuuksiltaan huomattavasti perinteisistä öljytuotteista, ja siksi koetaan tärkeäksi varmistaa nykyisen torjuntakaluston ja -menetelmien yhteensopivuus tuotteiden kanssa.

Biopolttoaineiden ominaisuudet ja käyttäytyminen on tunnettava torjunnan tehostamiseksi mahdollisessa vahinkotilanteessa. Hankkeen demonstraatiokokeissa saatiin uutta tutkimustietoa, mikä lisäsi viranomaisten ja asiantuntijoiden tietotaitoa ja auttaa vahinkoihin varautumisessa ja torjunnan suunnittelussa. Biopolttoaineita ja öljyntorjuntatuotteita tuottavat yritykset saivat myös konkreettisia testaustuloksia, joita ne voivat hyödyntää tuotteidensa markkinoinnissa. Hanke paljasti myös jatkokäytön tarpeita. Esimerkiksi pyrolyysiöljy on Itä-Suomen alueella merkittävä tuote, mutta sen torjuntaan vedestä ei aineen liukenevien osien osalta ole tällä hetkellä tiedossa soveltuvia torjuntamenetelmiä. Aineen kulkeutuminen vesistöön on mahdollista lähinnä maatiekuljetuksessa tapahtuvan poikkeamatilanteen seurauksena.

## **HANKKEEN TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN TULEVAISUUDESSA**

Hankkeen tuloksia ja aineistoja on mahdollista hyödyntää pelastuslaitosten ja ympäristöviranomaisten öljyntorjuntasuunnitelmissa sekä vahinkotilanteiden hoidossa. Tuotetut kartta-aineistot jäävät öljyntorjuntaviranomaisten hyödynnettäviksi Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämässä BORIS 2.0 -ympäristövahinkojen tilannekuvajärjestelmässä. Tuloksia voidaan jalkauttaa myös muun muassa Itä-Suomen Öljyntorjunnan yhteistyöryhmän kautta. Lisäksi hankkeessa tuotettu tutkimustieto auttaa alalla toimivia yrityksiä kuten teollisuuslaitoksia, kuljetusyrityksiä, jätehuoltoyrityksiä ja öljyntorjuntatuotteita sekä asiantuntijapalveluita tarjoavia yrityksiä kehittämään tuotteitaan ja palveluitaan. Konsultti- ja jätehuoltoala, öljyntorjuntatuotteita ja mitalaitteita valmistavat sekä öljyjä ja vaarallisia aineita tuottavat ja kuljettavat yritykset voivat hyödyntää hankkeen tuloksia laajasti liiketoimintansa kehittämistyössä. Yritykset voivat jatkaa muun muassa edelleen tuotteiden testausta muun muassa biopolttoaineille ja hyödyntää hankkeessa saatuja tuloksia testauksissa. Lisäksi tulosten kehittämistä ja hyödyntämistä jatketaan Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun muiden öljyntorjuntahankkeiden (mm. SÖKÖSaimaa) kautta.

Suuri osa hankkeen tuloksista on hyödynnettävissä Itä-Suomen alueen lisäksi myös valtakunnallisesti. Tutkimustieto muun muassa biopolttoaineiden ympäristökäyttä-

tymisestä ja torjunnasta, öljyvahinkojätteen käsittelymenetelmistä sekä ympäristöva-  
hinkojen monitoroinnista on raportoitu teoksessa *Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan  
vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien  
älykäs minimointi ja torjunta* (Malk, V. 2017 (toim.)), joka on ladattavissa ammatti-  
korkeakoulujen julkaisujärjestelmästä Theseus.fi.

## HANKKEEN ONNISTUMISEN ARVIOINTI

ÄLYKÖ-hanke oli ensimmäinen uuden ammattikorkeakoulun yhteishanke. Se käyn-  
nystyi vuonna 2015 jo ennen Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ja Mikkelin am-  
mattikorkeakoulun fuusioitumista ja päättyi 2017 kaksi kuukautta yhdistymisen  
jälkeen. Hankkeen päätösarvioinnin tuloksia odotettiin siksi mielenkiinnolla.

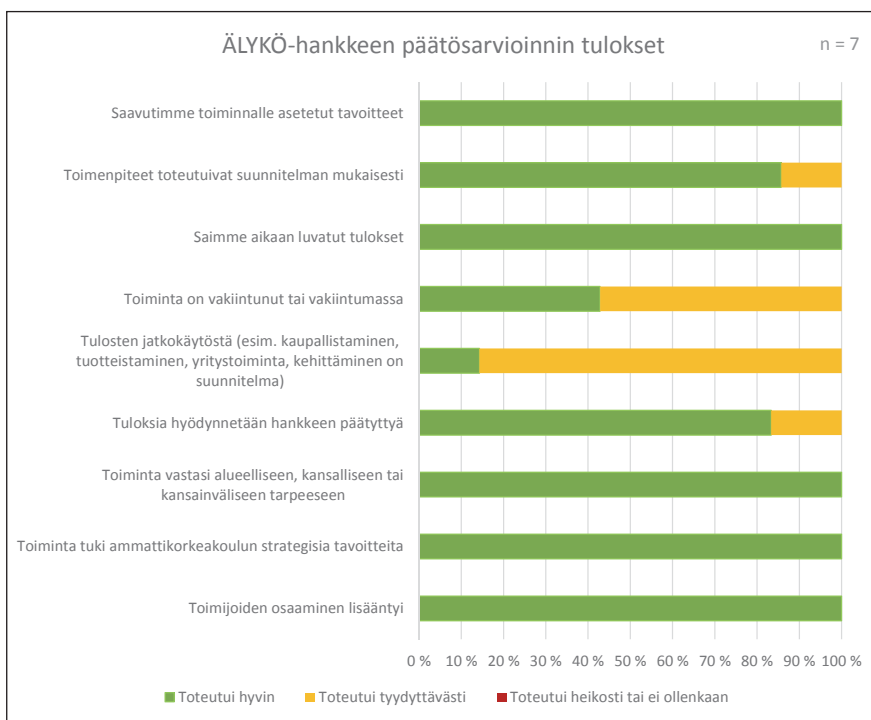
ÄLYKÖ-hankkeen ohjausryhmältä kerättiin palautetta ohjausryhmän kokouksissa,  
joita oli toteutuksen aikana viisi. Lisäksi ohjausryhmään kuuluvien yritysedustajien  
kanssa oltiin vuorovaikutuksessa hankkeen toteuttamisen aikana. Palautteen perus-  
teella ohjausryhmä on tyytyväinen hankkeen toteutukseen ja siinä saavutettuihin tu-  
loksiin. Hankkeen päätösvaiheessa ohjausryhmältä kerättiin myös kirjallista palautetta.  
Palautteessa kysyttiin hankkeen onnistumista neljässä osa-alueessa:

- 1) TAVOITTEET (Pääsimmekö tavoitteeseen?)
  - Saavutimme toiminnalle asetetut tavoitteet
- 2) TOIMINNOT (Teimmekö mitä lupasimme?)
  - Toimenpiteet toteutuivat suunnitelman mukaisesti
  - Saimme aikaan luvatut tulokset
- 3) VAIKUTUKSET (Saimmeko aikaan muutosta?)
  - Toiminta on vakiintunut tai vakiintumassa
  - Tulosten jatkokäytöstä (esimerkiksi kaupallistaminen, tuotteistaminen, yritys-  
toiminta, kehittäminen) on suunnitelma

Tuloksia hyödynnetään hankkeen päätyttyä
- 4) STRATEGINEN RELEVANSSI (Teimmekö oikeita asioita?)
  - Toiminta vastasi alueelliseen, kansalliseen tai kansainväliseen tarpeeseen
  - Toiminta tuki ammattikorkeakoulun strategisia tavoitteita
  - Toimijoiden osaaminen lisääntyi

Ohjausryhmää pyydettiin arvioimaan edellä mainittuja osa-alueita kolmiportaisella  
asteikolla (toteutui hyvin / toteutui tyydyttävästi / toteutui heikosti tai ei ollenkaan).  
Palautteen antoi seitsemän ohjausryhmän jäsentä, ja tulokset ovat nähtävissä kuvassa  
1. Arvioinnin perusteella hanke onnistui saavuttamaan sille asetetut tavoitteet ja  
aikaansaamaan luvatut tulokset. Hanke vastasi alueellisiin kehitystarpeisiin ja toi-  
mijoiden osaaminen lisääntyi. Sen sijaan hankkeen tulosten jatkohyödyntämisestä  
oli epävarmuutta. Ohjausryhmä näki hyödyntävänsä kyllä tuloksia hankkeen päät-  
tymisen jälkeen, mutta jatkokäytöstä ei palautteenantohetkellä oltu tehty tarkempaa  
suunnitelmaa.





**Kuva 1.** ÄLYKÖ-hankkeen päätösarvioinnin tulokset.

Hankkeen kohderyhmältä on saatu palautetta hankkeen toiminnoista, tilaisuuksista ja julkaisuista. Kohderyhmä on kokenut hankkeen tarpeelliseksi sekä alueellisesti ja kansallisesti merkittäväksi ja vaikuttavaksi. Kohderyhmään kuuluvilta yrityksiltä on muun muassa saatu seuraavia palautteita:

*”Ollaan saatu erittäin arvokasta tietoa biopolttoaineiden öljyntorjuntaan liittyen ja samalla kehitetty suomalaista erikoisosaamista ja sitä kautta liiketoimintaa”*

*”Uskon vahvasti, että tekemänne työ johtaa tulevaisuudessa älykkäisiin uusiin ratkaisuihin ja innovaatioihin”*

*”Hankkeen tulokset kiinnostavat. Tutkimus- ja selvitystyö antavat selkänöjaa yrityksen toiminnalle.”*

## **RAHOITTAJAT JA YHTEISTYÖKUMPPANIT**

ÄLYKÖ-hanketta ovat rahoittaneet Etelä-Savon ELY-keskus Euroopan unionin aluekehitysrahastosta (EAKR 2014–2020), Öljysuojarahasto, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan pelastuslaitokset, Meritaito Oy ja Metsäsairila Oy. Hankkeessa tehtiin yhteistyötä muun muassa Metsäsairila Oy:n, Meritaito Oy:n, Knorring Oy AB:n, Fortum Oyj:n, Neste Oyj:n ja Etelä-Savon Energia Oy:n kanssa.

## LÄHTEET

Malk, V. & Soininen, H. 2017. Älykkäitä menetelmiä ympäristövahinkojen torjuntaan. Artikkele teoksessa Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Malk V. (toim)., In: Xamk Kehittää 3, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. ISBN:978-952-344-007-4.

# YHTEISTOIMINTAHARJOITUKSET KEHITTÄVÄT MATKUSTAJA- ALUSTEN EVAKUOINTIA

Justiina Halonen, tutkimuspäällikkö, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu & Jarmo Häkkinen, varapäällikkö MRSC Helsinki, Suomenlahden merivartiosto, Rajavartiolaitos & Simo Norema, palomestari, Kymenlaakson pelastuslaitos & Carolus Ramsay, turvallisuuspäällikkö, Finnlines Oyj

Matkustaja-aluksen evakuointi on kokoluokaltaan suuri ja monia toimijoita koskeva operaatio. Tehokkaan evakuoinnin varmistamiseksi tilannetta harjoitellaan niin merenkulun oppilaitoksissa, varustamoissa kuin meripelastusviranomaisten toimesta. Kukin toimija harjoittelee säännöllisesti oman toimintakenttensä tehtäviä, esimerkiksi matkustaja-aluksilla viikoittain ja oppilaitoksissa vähintään jokaisen aloittavan vuosikurssin kanssa. Laajemmat yhteistoimintaharjoitukset antavat mahdollisuuden peilata ja sovittaa yhteen toimintatapoja sekä testata meripelastustoimen suunnitelmien toimivuutta käytännössä. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoululla Xamkillä on ollut mahdollisuus osallistua useamman evakuointiharjoituksen suunnitteluun ja maalityönnön koordinointiin. Tässä artikkelissa kuvataan yhteistoimintaharjoitusten merkitystä ja hyötyjä sekä oppilaitoksen, varustamon että viranomaisten näkökulmasta.

## ALUKSEN PÄÄLLIKÖN VELVOLLISUUDET JA NIIHIN KOULUTTAUTUMINEN

Merilain 1994/674 mukaan aluksen joutuessa merihätään on päällikkö velvollinen tekemään kaiken voitavansa pelastaakseen aluksessa olevat sekä suojatakseen alusta ja lastia. Samoin päällikkö on velvollinen antamaan kaikkea tarpeellista apua toisen hädänalaisen pelastamiseksi, jos se on mahdollista aiheuttamatta vakavaa vaaraa omalle alukselle, laivaväelle tai muille aluksessa oleville. (Merilaki 15.7.1994/674 11§ ja 12§.) Aluksen omasta toimintakyvystä ja velvollisuudesta avustaa toista hädässä olevaa säädetään lisäksi SOLAS-konventiossa<sup>2</sup> ja IAMSAR-manuaalissa<sup>3</sup>. Päälystövirkkaan koulututtavien opinto-ohjelmaan kuuluu siten oleellisena osana sekä omien pelastautumistaitojen että hätätilannehallintaan, hätäradioliikenteeseen, etsintään ja pelastamiseen liittyvät opintokokonaisuudet. Lisäksi matkustaja-aluksiin suuntautuvilla on mahdollisuus täydentää ihmisjoukkojen hallintaan liittyvää osaamistaan esimerkiksi Crowd and Crisis Management -koulutuksella. Päälystön osaamisvaatimukset määritellään kansainvälisessä STCW-yleissopimuksessa<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> International Convention for the Safety of Life at Sea on kansainvälinen sopimus, jossa määritellään mm. alusten rakenteisiin, laitteisiin ja operointiin liittyvät vähimmäisvaatimukset

<sup>3</sup> International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual on kansainvälinen ilmailun ja merenkulun pelastuskäsikirja

<sup>4</sup> Standards of Training, Certification and Watchkeeping on kansainvälinen merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva vuoden 1978 yleissopimus siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen



*Kuva 1. Loukkaantuneen maalihenkilön (nukke) siirto pelastusyksikköön koululaiva Katarinalta meripelastusharjoituksessa Kotkassa. (Kuva: Justiina Halonen).*

## **MATKUSTAJA-ALUSVARUSTAMON VELVOLLISUUDET**

Pelastustoiminnan tehostamiseksi Laki matkustaja-aluksen henkilöluetteloista 2009/1038 velvoittaa laivayhtiötä laskemaan ja luetteloimaan matkustaja-aluksella olevat henkilöt ennen aluksen lähtöä satamasta. Matkustajaluettelo on toimitettava yhtiön maayhteyshenkilölle (DP) sekä onnettomuuden sattuessa meripelastusviranomaiselle. Yhtiön tulee varautua onnettomuustilanteisiin myös luomalla ja ylläpitämällä yhtiön omaa poikkeustilanneorganisaatiota. Nämä toimet tulee olla kirjattuina yhtiön turvallisuusjohtamisjärjestelmään ISM-säännöstön<sup>5</sup> mukaisesti. Varustamoilla voi olla lisäksi omaan aktiivisuuteen ja yhtiön turvallisuuspolitiikkaan perustuvia toimintamalleja ja ohjeita.

Matkustaja-alusten hätätilanneohjeista, hengenpelastusvälineistä ja rakenteellisista vaatimuksista kuten poistumisteistä säädetään mm. SOLAS-konventiossa sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2009/45/EY matkustaja-alusten turvallisuussäännöistä ja -määräyksistä. Direktiivi säättää mm. miehistön aluksen jättöä koskevan koulutuksen ja harjoittelun sisällöstä ja intervallista. Aluksenjättöharjoitukset ja paloharjoitukset on pidettävä kerran viikossa. Jokaisen laivaväkeen kuuluvan henkilön on osallistuttava ainakin yksiin aluksenjättöharjoituksiin ja yksiin paloharjoituksiin kuukaudessa. Lisäksi laivaväen harjoitukset on pidettävä ennen aluksen lähtöä satamasta, jos enemmän kuin 25 % laivaväestä ei ole osallistunut aluksenjättöharjoituksiin ja paloharjoituksiin kyseisellä aluksella edeltävän kuukauden aikana. Edellä mainitut harjoitukset on pidettävä ennen matkalle lähtöä myös silloin, kun alus lähtee ensimmäistä kertaa matkalle merkittävien muutostöiden jälkeen tai sen jälkeen, kun sille

<sup>5</sup> International Safety Management Code on kansainvälinen turvallisuusjohtamissäännöstö, jonka vaatimukset perustuvat kansainväliseen SOLAS-yleissopimukseen

on pestattu uusi laivaväki. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/45/EY.) Näin varmistetaan, että aluksella on aina riittävä määrä koulutettuja henkilöitä vastaamaan pelastusvälineiden käyttöönotosta, matkustajien opastamisesta ja siten aluksen turvallisesta jätöstä. SOLAS-sopimus velvoittaa matkustaja-alusvarustamoja myös yhteistoimintasuunnitelmien laadintaan.

## MERPELASTUSVIRANOMAISTEN ROOLI

Meripelastuslain 2001/1145 mukaan Rajavartiolaitos on johtava meripelastusviranomainen. Meripelastukseen osallistuvat lakisäätteisesti tarpeen vaatiessa muutkin viranomaiset sekä vapaaehtoiset Rajavartiolaitoksen vastatessa toiminnan yhteensovittamisesta sekä johtaessa ja suorittaessa etsintä- ja pelastustoimintaa. (Meripelastuslaki 30.11.2001/1145, 3§.) Meripelastustoimintaa johdetaan meripelastuksen johtokeskuksesta (Maritime Rescue Coordination Centre, MRCC / Maritime Rescue Sub-Centre, MRSC). Meripelastuskeskukset vastaavat siitä, että onnettomuustilanteessa ryhdytään tarvittaviin toimiin ihmisten pelastamiseksi.

Monialaiseen merelliseen onnettomuuteen varautumiseksi Rajavartiolaitos on yhdessä muiden viranomaisten ja tahojen kanssa tehnyt yhteistoimintasuunnitelman (Monialaisiin merionnettomuuksiin varautumisen yhteistoimintasuunnitelma MoMeVa). Suunnitelma on valtakunnallinen ja se luo perustan tarkemmalle alueelliselle yhteistyölle ja suunnittelulle, mm. evakuoitujen kokoamiskeskustoimintaan liittyen. Suomessa molemmilla meripelastuskeskuksilla on suuronnettomuussuunnitelma omalle vastuualueelleen. Merellisessä massaevakuoitintilanteessa pelastustoimintaan osallistuvat Rajavartiolaitoksen lisäksi kaikki muut meripelastusviranomaiset ja vapaaehtoistoimijat.

Meripelastustoimen suuronnettomuusharjoitus järjestetään joka vuosi. Pienempiä alueellisella tasolla toteutettavia meripelastusharjoituksia järjestetään vuosittain lukuisia.



*Kuva 2. Rajavartiolaitoksen yksiköt meripelastusharjoituksessa Kotkassa. (Kuva: Justina Halonen).*

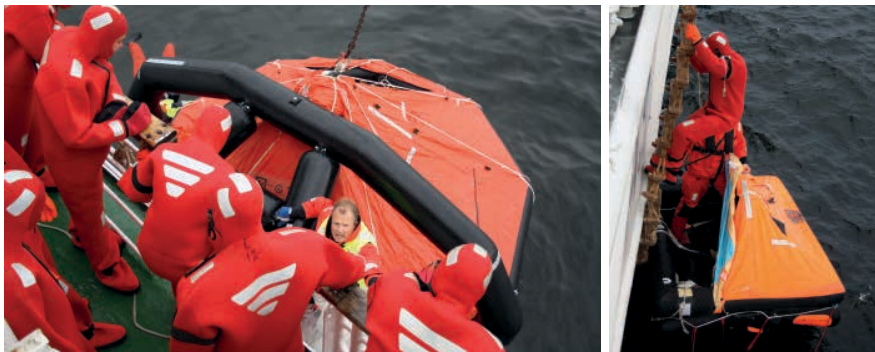
Kymenlaakson pelastuslaitos vastaa muiden tehtäviensä lisäksi alueellaan öljyntorjunnasta ja onnettomuustilanteiden hoitamisesta merialueen saaristossa. Samoin pelastuslaitos osallistuu meripelastukseen, kuten meripelastuslaissa säädetään. Isossa onnettomuudessa pelastuslaitos pystyy tarjoamaan heti yhden SRU-yksikön<sup>6</sup> sekä 4–6 SRU-yksikköä lisää ja perustamaan yhdessä muiden toimijoiden kanssa evakuoitujen kokoamiskeskuksen noin tunnissa.

Evakuoitujen kokoamiskeskuksessa pelastuslaitoksen rooliksi jää toimintojen soveltaminen yhteen ja yleisjohtajuus. Pelastuslaitoksella löytyy resursseja potilaiden vastaanottamiseen ja laiturialueen järjestelyihin. Yhteistyössä terveydenhuoltoviranomaisen kanssa pelastuslaitos osallistuu myös ensihoitoon. Jatkokuljetuksissa kokoamiskeskuksista evakuointikeskukseen on pelastuslaitoksella suunnitelmat tähän tarvittavan resurssin hankkimiseen.

### **MATKUSTAJA-ALUKSEN EVAKUOINTI**

Aluksen evakuoinnista päättää hädässä olevan aluksen päällikkö, joka myös vastaa pelastustoimista omalla aluksellaan. Meripelastuksen johtokeskuksen tehtävänä on koordinoita pelastustehtävää ja pelastusyksiköiden toimintaa kokonaisuudessaan tilanteen vaatimalla tavalla. Evakuointitilanteessa meripelastuskeskus suunnittelee ja koordinoi sen, miten evakuointi alukselta maihin toteutetaan. Hyvä kommunikointi ja tilannekuvan välittäminen onnettomuusaluksen ja meripelastuksen johtokeskuksen välillä on tärkeää oikeiden päätösten tekemiseksi ja pelastussuunnitelman luomiseksi.

Aluksen jättöä ja erityisesti veteen pelastautumista pyritään välttämään niin pitkään kuin mahdollista. Alus on pääsääntöisesti turvallisissa paikoissa myös häiriötilanteissa. Rakenteellinen turvallisuus mahdollistaa aluksen selviytymisen tiettyyn rajaan asti ja turvallisen siirron hinaamalla lähimpään satamaan. Ihmisten evakuointiin ei siis ryhdytä vähäisin perustein (MoMeVa). Ihmisten siirtämiseen aluksesta toiseen liittyy aina riskejä, joita onnettomuusalueen olosuhteet ja matkustajien hätäntyminen voimistavat. Aluksen tarjoaman suojan ja turvallisuustason arviointia varten on luotu mm. Vessel TRIAGE -työkalu, joka helpottaa riskiarvion tekoa sekä kommunikointia onnettomuusaluksen ja pelastusviranomaisten välillä.



*Kuva 3. Pelastuslautan miehittäminen Kotkassa järjestetyissä harjoituksissa. (Kuvat: Justiina Halonen).*

<sup>6</sup> Search and Rescue Unit

Matkustajalaivojen evakuoinnissa hyödynnetään aluksen omia pelastusveneitä, pelastuslautoja tai muita pelastusjärjestelmiä kuten pelastusliukuja tai -sukkia. Evakuointi voidaan tehdä myös kannelta tai aluksen rungossa olevien luukkujen kuten luotsiporttien kautta suoraan pelastusyksiköihin. SOLAS-säännösten mukaan aluksen suurin mahdollinen ihmismäärä tulee pystyä evakuoimaan aluksesta 30 minuutissa siitä, kun matkustajat on koottu aluksen kokoontumisasemalle ja heille on saatu pelastusliivit.



**Kuva 4.** Maalihenkilöiden evakuointia pintapelastusyksiköihin koululaiva Katarinalta meripelastusharjoituksessa Kotkassa. (Kuvat: Justiina Halonen).

## EVAKUOITUJEN KOKOAMISKESKUS

Evakuoidut matkustajat kuljetetaan maihin perustettuun evakuoitujen kokoamiskeskukseen, jossa heille järjestetään lääkinällistä ensihoitoa ja psykososiaalista tukea (MoMeVa). Evakuoitujen kokoamiskeskus koostuu luokittelualueesta sekä järjestely- ja huoltoalueesta. Luokittelualueella potilaat luokitellaan loukkaantuneisiin ja loukkaantumattomiin. Luokittelualueelle sijoittuu myös hoitopaikka. Loukkaantuneiden hoitopaikalla tarkoitetaan potilasluokittelun (triage) ja ensihoidon toimintoihin varattua aluetta, jonne pelastettujen joukossa olleet loukkaantuneet siirretään tai ohjataan ensihoitotoimenpiteitä varten. Järjestely- ja hoitoalueelle kuljetetaan tai ohjataan henkilöt, jotka eivät ole loukkaantuneet. Siellä henkilöiden tiedot kirjataan ja heille annetaan tarvittavaa huoltoa sekä hoidetaan kotiuttaminen, tilapäismajoitus tai jatkokuljetukset. Tukitoimintojen johtaelimen (TUJE) tehtävänä on huolehtia pääasiassa fyysisesti loukkaantumattomiin ja onnettomuuden uhrien omaisiin kohdentuvista palveluista. (MoMeVa.)



**Kuva 5.** Harjoituksen elävöittämiseksi maalihenkilöille voidaan luoda erilaisia vammaprofileja. (Kuvat: Justiina Halonen).

## YHTEISTOIMINTAHARJOITUKSET

Matkustaja-alusten evakuoinnin harjoitteluun on viime vuosina järjestetty useita yhteistoimintaharjoituksia. Seuraavassa on esitetty viisi eri harjoitusta, joissa Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun (tai silloisen Kymenlaakson ammattikorkeakoulun) logistiikan ja merenkulun tutkimus- ja kehitysyksikkö sekä merenkulun opiskelijat ovat olleet osallisina; vesibussiharjoitus syyskuussa 2013, pelastautumis- ja meripelastusharjoitus koululaiva Katarinalta elokuussa 2015, Suomenlahden merivartioston merellinen suuronnettomuusharjoitus marraskuussa 2016 sekä Finnlines Oyj varustamon evakuointiharjoitukset lokakuussa 2017.

Vesibussiharjoitus järjestettiin Kotkan edustalla lauantaina 28.9.2013. Harjoitellussa tilanteessa vesibussi oli ajanut karille kyydissään noin 40 henkilöä. Näistä moni oli loukkaantunut aluksen pysähtyttyä äkillisesti ja osa henkilöistä oli joutunut veden varaan (kaksi harjoitusnukkea ja yksi rajavartiolaitoksen virkamies). Karilleajon vuoksi alus ajalehti ohjailukyvyttömänä. Rajavartiolaitoksen Helsingin meripelastuslohkokeskus (MRSC Helsinki) hälytti tilanteeseen pelastusyksiköitä Loviisan, Kotkan ja Haminan meripelastusyhdistyksistä, Kotkan ja Hurlpun merivartioasemilta sekä Kymenlaakson pelastuslaitokselta ja poliisilta. Yksiköt pääsivät harjoittelemaan mm. vauriontorjuntaa, hinausta, evakuointia, ensiapua ja veden varassa olevien henkilöiden etsintää ja pelastamista.



*Kuva 6. Vesibussi hinauksessa. (Kuva: Justina Halonen).*

Matkustajista vain vakavimmin loukkaantuneet evakuoitiin pintapelastusyksiköillä, muut matkustajat saatettiin turvallisesti rantaan ottamalla vesibussi hinaukseen. Harjoituksen toteuttamiseen osallistui edellä mainittujen osapuolien lisäksi Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, Metsolan Merimatka Oy, SPR Kotka, Kuopion hätäkeskus, Raja- ja merivartiokoulu, sekä vapaaehtoisia meripelastajia Venäjältä. Harjoitus oli



osa RescOp-hanketta, jossa kehitettiin vapaaehtoista meripelastustoimintaa Venäjällä. Näin ollen osa harjoituksesta tapahtui englannin kielellä. Harjoitus sujui mallikkaasti ja eri osapuolten välinen yhteistyö toimi hyvin. (Rajavartiolaitos 2013.)

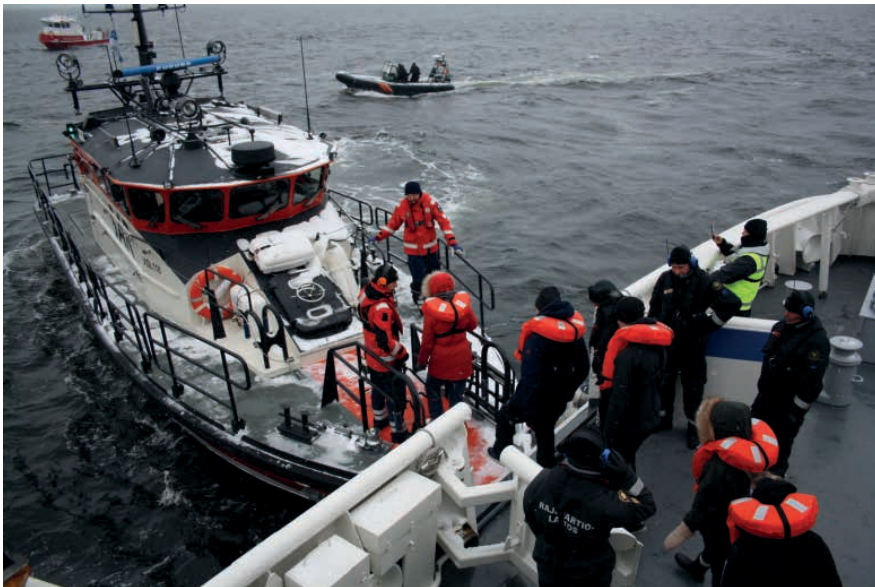


*Kuva 7. Loukkaantuneen matkustajan evakuointia vesibussista. (Kuva: Justiina Halonen).*

Kotkan merenkulun oppilaitokset eli Kymenlaakson ammattikorkeakoulu ja Etelä-Kymen ammattiopisto sekä Rajavartiolaitos, Kymenlaakson pelastuslaitos ja Kymenlaakson sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä Carea järjestivät 26.8.2015 meripelastusharjoituksen Kotkan edustalla. Tavoitteena oli harjoitella matkustaja-aluksen evakuointia, aluksen turvallista jättöä, vedestä pelastamista ja evakuoitujen vastaanottamista maihin. Harjoituksen maalialueksena toimi koululaiva Katarina ja harjoitukseen osallistui useita pintapelastus- ja ensihoitoyksiköitä Suomenlahden merivartiostosta ja Kymenlaakson pelastuslaitokselta sekä yhteensä noin 120 henkilöä. Harjoituksen matkustajat olivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ja Etelä-Kymenlaakson ammattiopiston merenkulun opiskelijoita. Lisäksi harjoitukseen osallistui Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ensihoidon opiskelijoita harjoituksen maissa tapahtuvaan toimintaan. Harjoituksen lähtötilanteena oli matkustaja-aluksen karilleajo, jonka seurauksena aluksen pohja repeytyi, ja alus alkoi vuotaa siten, että aluksen päällikkö päätti aloittaa matkustajien evakuoinnin. Harjoitushätäkuksu käynnisti meripelastusoperaation, jossa 50 matkustajaa evakuoitiin joko pelastuslautalle tai paikalle saapuneisiin pintapelastusyksiköihin. Pelastuslautan laukaisu ja miehittäminen olivat osa oppilaiden harjoitustavoitteita. Osa matkustajista joutui veden varaan (seitsemän harjoitusnukkeja ja pelastuslaitoksen pintapelastaja). Maalihenkilöt evakuoitiin harjoitusyksiköille, jotka kuljettivat heidät maihin perustetun evakuointikeskuksen

kokoamispaikkaan. Maalihenkilöille luotiin etukäteen roolit vammakuvauksineen. Turvallisuussyistä maalihenkilöt ohjeistettiin toimimaan annetun roolin ja vammakuvan mukaan vasta pintapelastusyksikön saapuessa kokoamispaikan laituriin. Kokoamispaikan vastaanottoalueella maalihenkilöt otettiin vastaan, kirjattiin ja heille tehtiin primääriritrige eli potilasluokittelu. Maalihenkilölle luotiin useampia vammakuvauksia, jolloin vastaanottoalueen läpi saatiin kulkemaan yhteensä 90 evakuoitua. Harjoitus oli onnistunut: opimme uutta sekä omasta että toistemme toiminnasta. Harjoitustilanne analysoitiin ja dokumentoitiin mm. videoimalla, ja siitä saatiin paljon oppia ja materiaalia myös koulutuskäyttöön.

Harjoitus hyödytti myös viranomaisten varautumista. Harjoitus tuotti oivalluksia esimerkiksi evakuointikeskuksen käytännön järjestelyihin ja logistiikkaan. Harjoituksen tavoitteissa kiinnitettiin erityistä huomiota evakuoitujen määrän laskemiseen, sillä se on osoittautunut tositalanteissa ongelmalliseksi. Esimerkiksi M/S Tallinkin pohjakosketuksessa vuonna 1995 evakuointikeskuksen laskelmat osoittivat 60 henkilöä vähemmän kuin mitä aluksella oli todellisuudessa ollut (Onnettomuustutkintakeskus 1995, 56). Myös M/S Sally Albatrossin tapauksessa 1994 epäselvyyttä evakuoitujen lukumäärissä oli 20 % ja vielä terminaalissa 58 hengen verran (Onnettomuustutkintakeskus 1994, 58). Harjoituksessa tieto evakuoitujen ja vielä aluksella olevien lukumäärästä pysyi ajan tasalla niin maalialuksella kuin maissakin, joten myös tältä osin tavoitteet saavutettiin.



*Kuva 8. Matkustajien evakuointia. (Kuva: Justina Halonen).*

Suomenlahden merivartiosto järjesti meripelastustoimen suuronnettomuusharjoituksen meripelastuslohkollaan 2.–3.11.2016. Harjoituksen skenaariona oli aluspalo ja sen seurauksena tapahtuva aluksen evakuointi Kotkan edustalla. (Rajavartiolaitos 2016.) Har-

joituksessa onnettomuusaluksella olevaksi kokonaishenkilömääräksi kuvattiin noin 150 henkilöä, joista 20 oli laivaväkeä ja 130 matkustajaa. Harjoitusta varten luotiin aluksen matkustajaluettelo koko henkilömäärälle. Luettelossa pyrittiin ottamaan huomioon heterogeeninen ikäjakauma samoin kuin muunkieliset risteilyvieraat. Harjoituksessa osa opiskelijoista miehitti pelastuslautan, josta heidät evakuoitiin Rajavartiolaitoksen meripelastushelikopterilla. Pääosa evakuoitiin maalialuksena toimineen vartiolaiva Merikarhun kannelta suoraan pintapelastusyksiköihin.



*Kuva 9. Evakuoitujen vastaanotto Merikeskus Vellamolla. (Kuva: Justiina Halonen).*

Harjoituksen tavoitteena oli testata todellisin maalihenkilöin massaevakuointia alukselta sekä maihin perustetun evakuoitikeskuksen toimintaa (Rajavartiolaitys 2016). Harjoituspalautteen perusteella suunnitelmat osoittautuivat toimiviksi. Erityisen merkittävänä osallistuneet opiskelijat kokivat sen, kuinka heidän edellisessä harjoituksessa antamansa palaute laiturialueen toiminnasta oli otettu huomioon ja viety käytäntöön.



*Kuva 10. Evakuoitujen kokoamiskeskuksen toimintaa Merikeskus Vellamolla. (Kuvat: Simo Norema ja Lasse Lehtinen).*

Finnlines Oyj ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun merenkulun insinööriopiskelijat toteuttivat 5.10.2017 M/S Finnmaidilla monitilanneharjoituksen, johon sisältyi palontorjuntaa, ensihoitoa sekä potilaiden ja matkustajien evakuointia. Harjoitukseen osallistui M/S Finnmaidin miehistöstä noin 20 henkilöä hälytysluettelon mukaisissa rooleissa sekä 15 opiskelijaa. Oppilaiden tehtävänä oli laatia harjoitussuunnitelma sekä toimia tarkkailijoina ja maalihenkilöinä harjoituksen aikana. Harjoituksessa arvioitiin Finnlinesin sisäisen hätätilannesuunnitelman toimivuutta sekä miehistön toimintaa. Harjoitus osoitti, että aluksella on hyvät hätätilannevalmiudet. Erityisesti hyttiasastojen evakuoinnin ja matkustajien ohjeistuksen järjestäminen oli sujuvaa. MS Finnmaidin harjoitus järjestettiin osana opiskelijoiden Hätätilannehallinta-kurssia. Tavoitteena on jatkaa harjoitusten järjestämistä seuraavaksi lastivahinko- ja ISPS-tee-  
moilla. (Salmenhaara 2017.)



*Kuva 11. M/S Finnmaidin harjoitus 5.10.2017. (Kuvat: Tapani Salmenhaara).*

## **YHTEISTOIMINNASTA ETUA**

Harjoituksista saadun kokemuksen ja palautteen perusteella harjoitustoimintamalli ja opiskelijoiden käyttö maalihenkilöinä on koettu toimivaksi. Oppilaitosten näkökulmasta yhteistoimintaharjoitukset ovat antaneet paljon. Vaikka omaa vastuualuetta harjoitellaan säännöllisesti, tuovat yhteisharjoitukset toimintaan laajempaa perspektiiviä; harjoitusten kautta opiskelijoiden on ollut mahdollista saada kuvaa myös meripe-lastusoperaation viranomaistoimista. Palautteen mukaan opiskelijoille on tarjoutunut realistisuudessaan arvokas oppimiskokemus, jota he voivat suoraan hyödyntää työelämässä. Harjoitustilanteiden dokumentointi mahdollistaa myös tilanteiden kertaamisen ja käytön debriefing-tilaisuuksissa samoin kuin muussa opetuksessa.



**Kuva 12.** *Finlinesin turvallisuuspäällikkö Carolus Ramsay ohjeistaa harjoitukseen osallistuvia opiskelijoita. (Kuva: Tapani Salmenhaara).*

Yhteisharjoitukset ja ulkopuolisten maalihenkilöiden käyttö tuovat myös varustamoille hyötyä. Todellisten maalihenkilöiden kanssa harjoittelu aluksella monipuolistuu ja elävöityy. Suuri maalihenkilömäärä ei aina ole helposti järjestettävissä, siksi yhteistyö merenkulun oppilaitosten kanssa koetaan tärkeäksi.

Rajavartiolaitos tekee jatkuvasti yhteistyötä muiden viranomaisten ja varustamojen kanssa. Harjoituksissa yhteistyö merenkulkuoppilaitosten kanssa on koettu erittäin tärkeäksi. Varsinaisen harjoitteen lisäksi harjoitustoiminnassa voidaan tarjota ammattimerenkulkijoille hyvä kuva meripelastustoimesta ja siihen liittyvistä toimintamalleista ja suunnitelmista. Toiminnan ymmärtäminen saattaa todellisessa onnettomuustilanteessa helpottaa yhteydenottoa ja kommunikointia ja sen myötä tehostaa hädässä olevien ihmisten pelastamista.



**Kuva 13.** *Kymenlaakson pelastuslaitoksen alukset hakuvuorossa. (Kuvat: Justiina Halonen).*

Yhteistyö, jota viime vuosina on meripelastuksen näkökulmasta tehty, on lisännyt merkittävästi myös pelastuslaitoksen osaamista merialueen toiminnasta. Pelastuslaitoksessa on valmistauduttu hyvin rooliin meripelastuksen toimijana. Aluskalusto soveltuu kohtuullisesti meripelastukseen, vaikka onkin lähtökohtaisesti öljyntorjuntaan suunniteltu ja hankittu. Kalustoa on uusittu voimakkaasti 2010-luvulla ja kalusto on huomattavasti merikelpoisempaa kuin aiemmin. Koulutusta alusten operointiin on lisätty, ja tällä hetkellä pelastuslaitokselta löytyy noin 30 kotimaanliikenteen laivurin pätevyyskirjan omaavaa henkilöä. Samoin rajavartiolaitoksen yhteistyöviranomaisille tarjoamat SRU-koulutukset ovat olleet hyvä lisä osaamiseen. Pidetyissä harjoituksissa on tätä osaamista päästy koeponnistamaan niin merellä kuin maissakin. Saadut kokemukset osoittavat, että pelastuslaitokselta löytyy resursseja ja osaamista avustamaan rajavartiolaitosta.

## LÄHTEET

- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/45/EY. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02009L0045-20160617&qid=1470133746687&from=FI> [viitattu 18.10.2017].
- IAMSAR manual. 2010. International aeronautical and maritime search and rescue manual. Vol. III. London: IMO.
- Laki matkustaja-aluksen henkilöluetteloista 11.12.2009/1038. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091038> [viitattu 25.10.2017].
- Merilaki 15.7.1994/674. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940674#L6P10> [viitattu 18.10.2017].
- Meripelastuslaki 30.11.2001/1145. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20011145> [viitattu 18.10.2017].
- MoMeVa. Monialaisiin merionnettomuuksiin varautumisen yhteistoimintasuunnitelma. Saatavissa: <http://www.raja.fi/ohjeita/sar/momeva.aspx> [viitattu 18.10.2017].
- Onnettomuustutkintakeskus 1994. M/S SALLY ALBATROSSin pohjakosketus Porkkalan edustalla 4.3.1994. Tutkintaselostus 1/1994. Saatavissa: [http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/vanhemmattutkinnat/FHLgxIFV1/1\\_1994\\_Tutkintaselostus.pdf](http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/vanhemmattutkinnat/FHLgxIFV1/1_1994_Tutkintaselostus.pdf) [viitattu 18.10.2017].
- Onnettomuustutkintakeskus 1995. M/S TALLINKin pohjakosketus Kustaanmiekan salmessa 22.4.1995. Tutkintaselostus 2/1995. ISBN 951-53-1511-5. Oy Edita Ab, Helsinki 1997. Saatavissa: [http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/vanhemmattutkinnat/G4Dzugzd1/2\\_1995\\_Tutkintaselostus.pdf](http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/vesiliikenneonnettomuuksientutkinta/vanhemmattutkinnat/G4Dzugzd1/2_1995_Tutkintaselostus.pdf) [viitattu 18.10.2017].
- Rajavartiolaitos 2013. 28.09.2013 16.08 Kotkassa harjoiteltiin vesibussionnettomuuden varalle. Tiedote Rajavartiolaitoksen internetsivuilla. Saatavilla: [https://www.raja.fi/tietoa/tiedotteet/1/0/kotkassa\\_harjoiteltiin\\_vesibussionnettomuuden\\_varalle\\_47553?](https://www.raja.fi/tietoa/tiedotteet/1/0/kotkassa_harjoiteltiin_vesibussionnettomuuden_varalle_47553?) [viitattu 18.10.2017].
- Rajavartiolaitos 2015. 26.08.2015 09.15 Meripelastusharjoitus Kotkassa 26.8. Tiedote Rajavartiolaitoksen internetsivuilla. Saatavilla: [http://www.raja.fi/tietoa/tiedotteet/1/0/meripelastusharjoitus\\_kotkassa\\_26\\_8\\_61884](http://www.raja.fi/tietoa/tiedotteet/1/0/meripelastusharjoitus_kotkassa_26_8_61884) [viitattu 18.10.2017].
- Rajavartiolaitos 2016. 01.11.2016 15.00 Suuronnettomuusharjoitus Suomenlahdella -harjoituksessa suuri määrä evakuoitavia henkilöitä matkustaja-alukselta. Tiedote Rajavartiolaitoksen internetsivuilla. Saatavilla: [http://www.raja.fi/tietoa/tiedotteet/1/0/suuronnettomuusharjoitus\\_suomenlahdella\\_-\\_harjoituksessa\\_suuri\\_maa-ra\\_evakuoitavia\\_henkiloita\\_matkustaja-alukselta\\_70521](http://www.raja.fi/tietoa/tiedotteet/1/0/suuronnettomuusharjoitus_suomenlahdella_-_harjoituksessa_suuri_maa-ra_evakuoitavia_henkiloita_matkustaja-alukselta_70521) [viitattu 18.10.2017].
- Salmenhaara, T. 2017. Tiedonanto 1.11.2017.

# LAIVAN POHJAN PUHTAUDEN VAIKUTUS KULKUVASTUKSEEN - COMPLETE ETSII RATKAISUJA VIERASLAJIONGELMAAN

Elias Altarriba, TkL, TKI-asiantuntija & Miina Karjalainen, FT,  
projektitutkija, Meriturvallisuuden ja -liikenteen tutkimuskeskus

Vieraslajit ovat ihmisen toiminnan seurauksena uusille esiintymisalueille leviäviä lajeja. Meriliikenteen mukana kulkeutuvat vieraslajit ovat yksi suurimmista uhista Itämeren ekosysteemien monimuotoisuudelle. Vieraslajeja voi kulkeutua laivojen painolastivesissä ja pohjiin kiinnittyneinä. Koska vieraslajien hallinnasta aiheutuu kustannuksia, on tärkeää löytää kustannustehokkaita ratkaisuja hallintamenetelmille, jotka huomioivat myös kansainvälisten sopimusten asettamat velvoitteet.

## LAIVOJEN POHJIEN PUHTAUDEN MERKITYS VIERASLAJIEN LEVIÄMISEN KANNALTA

Painolastivesien käsittelyyn velvoittava IMO:n painolastivesiyhteisö (BWMC) on tullut voimaan syyskuussa 2017 (IMO, 2004). Yhteisöön liittyminen tarkoittaa on ehkäistä haitallisten vieraslajien leviämistä merialueilta toisille, ja se sisältää määräyksiä painolastivesien käsittelystä, mahdollisista poikkeuksista ja vapautuksista sekä valvonnasta. Alusten pohjiin kiinnittyviin vieraslajeihin sen sijaan liittyy paljon avoimia kysymyksiä: niiden määrästä ja niiden aiheuttamista riskeistä ei ole tarkkaa tietoa. Pohjien puhdistamisella voidaan pienentää polttoaineen kulutusta ja päästöjä sekä samalla estää vieraslajien leviämistä uusille alueille. Koska kansainväliset sopimukset eivät koske pohjiin kiinnittyviä vieraslajeja, Itämeren ympärysvaltioissa on kirjava käytäntöjä päällyskasvustojen hallinnassa.

COMPLETE-hankkeen tavoitteena on täydentää vieraslajien leviämisen hallintaan liittyviä tietämyksen aukkoja. Painolastivesiyhteisöön liittyminen tueksi tarvitaan vielä täsmällisempiä riskiarvioita esimerkiksi poikkeuslupien ja vapautuksien myöntämiseksi sekä ennakkovaroitusjärjestelmien kehittämiseksi. Pohjien päällyskasvustojen hallinnan yhtenäistämiseksi koko Itämeren alueella tarvitaan lisätietoa ongelman laajuudesta ja hallintamenetelmistä. COMPLETE-hanke pyrkii etsimään parhaita innovatiivisia ratkaisuja merenkulun ympäristöystävällisyyden lisäämiseksi ilman, että siitä aiheutuu kohtuuttomia kustannuksia merenkululle, varmistamaan että sidosryhmät pääsevät osallistumaan yhtenäistämiseen sekä ehdottamaan kokonaisvaltaista päällyskasvustojen hallinnan strategiaa Itämeren alueelle.



## **XAMKIN ROOLI ALUSTEN KULKUVASTUSTEN ANALYSOINNISSA**

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Xamkin rooli COMPLETE-hankkeessa painottuu laivojen operoinnin aikaisiin mittauksiin ja niiden tulosten analysointiin. Laivat kulkevat kahden fluidin eli veden ja ilman rajapinnassa. Niillä molemmilla on merkittävä vaikutus alusten kulkuvastuksiin. Nykyisten laivojen operointinopeudet ovat usein 15–25 solmun välillä, jolloin aluksen koko ja merellä puhaltavat tuulet huomioiden ilmanvastus kasvaa merkittäväksi kulkua hidastavaksi tekijäksi. Veden aiheuttamat vastukset eli aluksen hinausvastus on kuitenkin selkeästi suuremmassa roolissa tarkasteltaessa aluksen kulkuvastuksia.

### **HINAUSVASTUKSET FYSIKAALISENA ILMIÖNÄ**

Hinausvastus koostuu monista eri tekijöistä, joista monet ovat sellaisia, joihin on helpointa vaikuttaa aluksen ollessa vielä suunnittelupöydällä. Osa tekijöistä on kuitenkin sellaisia, joihin aluksen miehistöllä ja varustamalla on mahdollista vaikuttaa. Näitä ovat muun muassa aluksen operointi ja aikataulujen optimointi sekä alusten pohjien puhtaudesta huolehtiminen. Pohjien likaantuminen, erityisesti silloin kun se on päässyt etenemään pitkälle, lisää merkittäväällä tavalla aluksen hinausvastusta ja tämän seurauksena myös polttoaineenkulutusta. Lisäksi alusten pohjiin kertynyt biomassa mahdollistaa myös vieraslajien leviämisen merialueilta toisille, mikä onkin COMPLETE-hankkeen yksi tärkeä tutkimuskohde.

Laivan kokonaishinausvastukseen vaikuttavat eniten aluksen hydrostaattinen kitka sekä aaltosysteemin kehittymisestä seuraava jäännösvastustekijä. Lisäksi aluksen operointilisään vaikuttavat muun muassa ohjailijan toimet, vallitseva aallokko, virtaus, aluksen lastaus, veden fysikaalisten ominaisuuksien vaihtelu ja aluksen pohjan likaantuminen. Myös pohjassa olevat rakenteelliset ulokkeet kuten mahdolliset vakaajat tai keulapotkureiden tunnelit kehittävät ylimääräistä kulkuvastusta. Tämä vastus määritellään joissain tapauksissa erillisenä ulokevastuksena, toisissa tapauksissa se katsotaan osaksi muita kulkuvastustekijöitä. Sama pätee myös operointilisään, joka voidaan tarpeen vaatiessa ottaa kokonaisuutena tarkastelun kohteeksi tai eritellä sieltä vaikkapa ohjailijan toiminnan vaikutus hinausvastuksen kehittymiseen.

Hinausvastuksia on perinteisesti määritelty eri alustyypeille tehtyjen pienoismalliko-keiden avulla. Näiden kokeiden avulla on kehitetty myös useita eri laskentamenetelmiä teoretisoimaan havaitut ilmiöt, joista eräänlaisiksi standardeiksin ovat kehittyneet muun muassa ITTC-57 ja ITTC-78-menetelmät (ITTC, 2002). Yhteistä näille menetelmille on yhtälöissä esiintyvien fysikaalisten kertoimien laajamittainen käyttö, mikä kertoo yhtälön yksinkertaistavan havaittua ilmiötä usein merkittäväällä tavalla. Nykyään helpotusta laskentaan tarjoavat numeeriset elementtimalliratkaisut, jolloin erityisesti fysikaalisesti monimutkaisten yksityiskohtien laskennallinen tarkastelu mahdollistuu huomattavasti analyttisiä menetelmiä paremmin.

Yksinkertaistamalla ja idealisoimalla aluksen kulkua veden halki voidaan kokonaishinausvastus lausua yhtälöllä:

$$R_T = \phi \left( \frac{1}{2} \rho S C_t v^2 \right), \quad (1)$$

missä  $\phi$  on operointilisäkerroin,  $\rho$  veden tiheys,  $S$  aluksen märkäpinta-ala,  $C_t$  kokonaisvastuskerroin ja  $v$  aluksen nopeus. Kokonaisvastuskerroin voidaan jakaa hydrostaattiseen kitkavastukseen ja jäännös- eli aaltovastukseen:

$$C_t = C_f + C_r, \quad (2)$$

missä kitkavastus voidaan lausua Reynoldsin luvun funktiona:

$$C_f = \frac{0,075}{(\lg R_n - 2)^2}, \quad (3)$$

missä Reynoldsin luku määritellään yhtälöllä:

$$R_n = \frac{v L_{wl}}{v_{kin}}, \quad (4)$$

missä  $v$  on aluksen nopeus,  $L_{wl}$  aluksen vesilinjan pituus ja  $v_{kin}$  veden kinemaattinen viskositeetti. Jäännösvastuskertoimen määrittämiselle on useita tapoja ja jo ITTC-57 ja ITTC-78-standarditkin poikkeavat jonkin verran toisistaan. Yksi tapa on käyttää Taylor-Gertlerin ja Gulddammer-Harvaldin jäännösvastuskertoimia, jolloin jäännösvastuslauseke saa muodon:

$$10^3 C_r = 1,2 \cdot 10^{-3} (10 F_n - 0,8)^4 \cdot (10 C_p - 3,3)^2 \cdot (10^3 C_v \pm 4) + 0,05 \cdot 10^3 C_v + 0,2 + 0,17 \left( \frac{B}{T} - 2,5 \right).$$

Tämä yhtälö on sovellettavissa Frouden luvun ollessa 0,18...0,35, mikä tavallisesti pätee uppoumarunkoisilla aluksilla. Frouden luku määritellään yhtälöllä:

$$F_n = \frac{v}{\sqrt{g L_{os}}}, \quad (6)$$

missä  $v$  on aluksen nopeus,  $g$  gravitaatiokiihtyvyyden ja  $L_{os}$  aluksen hydrodynaaminen pituus. Muut tekijät yhtälössä 5 ovat aluksen leveys ( $B$ ) ja syväys ( $T$ ), prismaattinen täyteläisyys ( $C_p$ ) ja uppouman hoikkuusluku ( $C_v$ ). Uppouman hoikkuusluku on muotoa:

$$C_v = \frac{V}{L_{os}^3}, \quad (7)$$

missä  $V$  on aluksen uppouman tilavuus ja  $L_{os}$  hydrodynaaminen pituus. Vastaavasti prismaattinen täyteläisyys määritellään yhtälöllä:

$$C_p = \frac{C_b}{C_m}, \quad (8)$$

missä  $C_b$  on uppouman täyteläisyys

$$C_b = \frac{V}{L_{OS}BT}, \quad (9)$$

ja  $C_m$  keskilaivankaaren täyteläisyys:

$$C_m = \frac{A_{klk}}{BT}, \quad (10)$$

missä  $A_{klk}$  on keskilaivankaaren poikkipinta-ala. Muiden tekijöiden ollessa eriteltyinä tullaan nyt tämän hankkeen kannalta oleellisimpaan tekijään eli operointilisäker-toimeen  $\phi$ . Aluskohtainen operointilisä normaalissa kulussa on arvioitavissa tyynel-lä kelillä, virtaamattomassa vedessä, aluksen kulkiessa suoraan pohja suhteellisen puhtaana, määrittämällä moottoreiden tuottaman työntövoiman suhdetta aluksen laskennalliseen hinausvastukseen. Kehitetyn työntövoiman arviointi onnistuu moot-torikohtaisten kierrosnopeus- ja kuormitustietojen avulla huomioiden voimansiirto-linjojen ja mahdollisten apulaitteiden vaatima tehohäviö. Koska sekä jäännösvastus että kitkavastus ovat nopeuden funktioita, myös operointilisä alustyyppistä riippuen on kulunopeuden funktio.

## **EMPIIRISILLÄ MITTAUKSILLA DATAA POHJAN LIKAANTUMISEN VAIKUTUKSESTA OPEROINTILISÄÄN**

COMPLETE-hankkeen yhtenä tavoitteena on tuottaa tietoa siitä, miten alusten pohjan likaantuminen vaikuttaa muun muassa polttoaineen kulutukseen, päästöihin ja aluksen nopeuteen. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun mittalaitteilla (Horiba PG 350 monitoimilaitte, Ersatec, Mikor TT570SV, Fluke Thermo, PP ja Emes) on mahdollista aluksen normaalin operoinnin aikana mitata seuraavia kaasuja:

- Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)
- Hiilimonoksidi (CO)
- Typen oksidit (NO<sub>x</sub>)
- Jäännöshappi (O<sub>2</sub>)
- Rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>)
- Pienhiukkaset
- Pakokaasun määrä
- Palamattomat hiilivedyt (TOC)

Laskennallisesti voidaan mittaustulosten perusteella määrittää pakokaasujen määrä (ISO 1996), minkä perusteella voidaan jäännöshappi huomioiden ratkaista poltetun polttoaineen määrä.

Pohjan likaantumisen vaikutus on mahdollista havainnoida tekemällä mittauksia välittömästi ennen pohjan pesua rungon ollessa likainen ja uusia mittaukset heti pohjan pesun jälkeisellä matkalla. Myös haastattelemalla alusten henkilökuntaa py-ritään saamaan tietoa likaantumisen mahdollisista havaittavissa olevista vaikutuksista aluksen käyttäytymiseen tai polttoaineen kulutukseen. Mittauksia on tarkoitus tehdä

Suomen ja Saksan, Suomen ja Ruotsin, sekä Suomen ja Viron välisillä laivareiteillä vuosina 2018–2019.

Mikäli sääolosuhteet ovat hyviä, erityisesti Suomen ja Saksan välinen laivaliikenne tarjoaa mielenkiintoisen koekentän mittauksia ajatellen. Tuolla reitillä aluksen ajavat pitkä matkaa suhteellisen tasaisella nopeudella, joten tuotetusta datasta on todennäköisesti helpompi löytää tilastollisesti luotettavia tuloksia pohjan likaantumisen vaikutuksesta operointilisään. Toisaalta merellä usein tuulee, joten pohjan likaantumisesta aiheutuva kulkuvastuksen kasvu ja sen vaikutus aluksen polttoaineen kulutukseen, päästöihin ja nopeuteen myös aallokossa on tavoitteen kannalta tärkeä ja mielenkiintoinen asia. Kuitenkin muun muassa tuulen ja aallokon aiheuttaman lisävastuksen erittely vaatii käytännössä aluskohtaiset referenssitulokset, jotka on saatu hyvällä kelillä.

Yhtenä COMPLETE-hankkeen tavoitteena on, että mittaustulosten ja hinausvastusmallien avulla voidaan luoda laskennallinen työkalu laivayhtiöille, joiden avulla yhtiöt voivat optimoida pohjan pesusuunnitelmiaan suhteessa saavutettaviin hyötyihin. Pesujätteen laskeutuessa satama-altaan pohjaan kysymykseen tulee tietysti vieraslajien mahdollinen leviäminen satamasta toiseen. Tämän vuoksi hankkeessa analysoidaan myös satamien vesinäytteitä pesujen ympäristövaikutusten arvioimiseksi.

## YHTEISTYÖKUMPPANIT

Lokakuussa 2017 käynnistynyt kansainvälinen COMPLETE-hanke on Interreg Baltic Sea Region -ohjelman rahoittama kolmivuotinen hanke, jonka kustannusarvio on 3,2 miljoonaa euroa. Yhteistyökumppanit on nähtävissä kuvassa 1.

**KMRA/FI** Kotka Maritime Research Association  
**KU/LT** Klaipėda University  
**HELCOM** Helsinki Commission  
**SYKE/FI** Finnish Environment Institute, Marine Research Centre  
**UG/PL** University of Gdansk  
**UH/FI** University of Helsinki, Department of Environmental Sciences  
**CHALMERS/SE** Chalmers University of Technology  
**EDA/LV** Environmental Development Association  
**BSH/DE** Federal Maritime and Hydrographic Agency  
**XAMK/FI** South-Eastern Finland University of Applied Sciences  
**UTARTU/EE** University of Tartu  
**KAT/FI** Keep the Archipelago Tidy Association

**Kuva 1.** Complete-hankkeen yhteistyökumppanit

## LÄHTEET

Carlton, J., 2007. Marine propellers and propulsion. Boston: Elsevier.

International Maritime Organization, 2004. Adoption of the final act and any instruments, recommendations and resolutions resulting from the work of the conference. International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments.

International towing tank conference, 2002. ITTC Recommended procedures. Resistance, uncertainty analysis, example for resistance test.

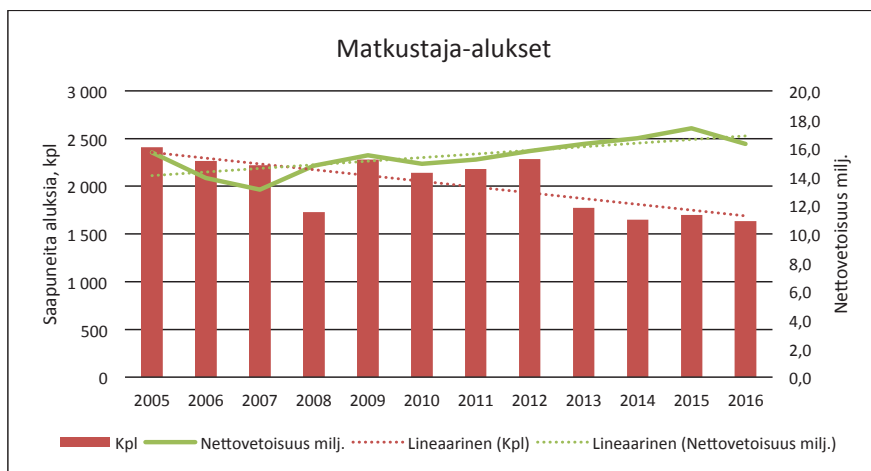
ISO 8178-1, 1996. Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 1: Test-bed measurement of gaseous and particulate emissions. ISO 1996.

ISO 8178-2, 1996. Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 2: Test-bed measurement of gaseous and particulate emissions at site. ISO 1996.

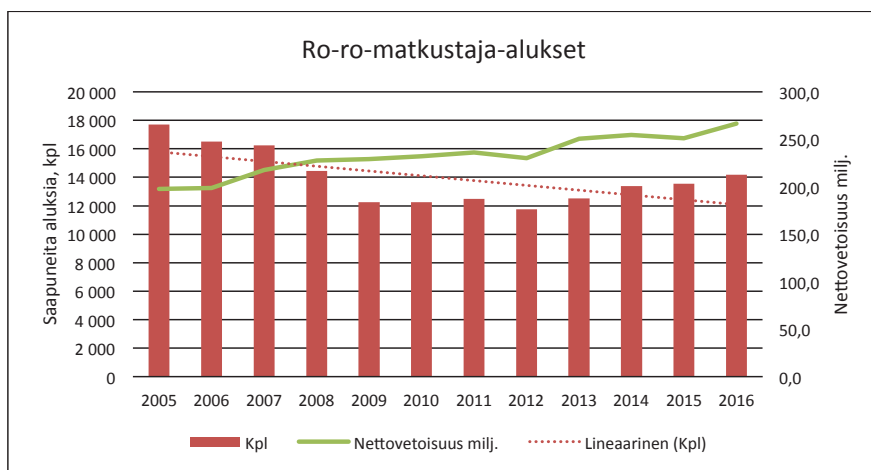
Räisänen, P., 1997. Laivatekniikka: Modernin laivanrakennuksen käsikirja. Helsinki: Opetushallitus.

# LIITTEET

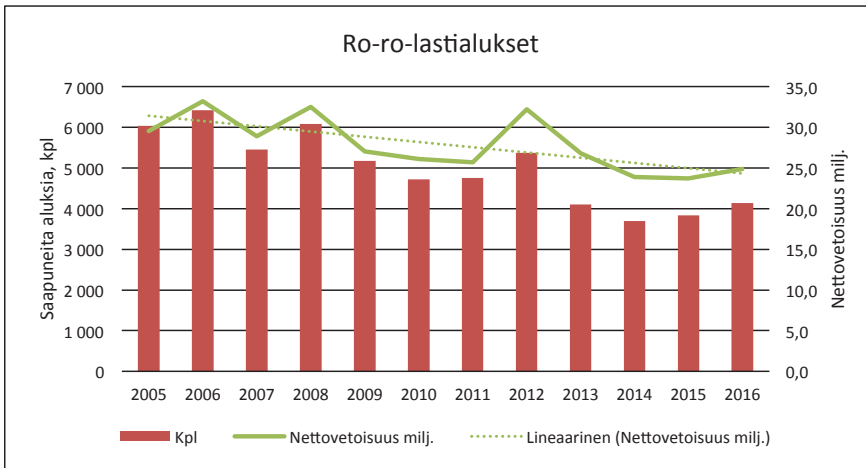
## LIITE 1. SATAMIEN ULKOMAAN ALUSLIIKENNE ALUSTYYPEITÄIN 2005–2016, SATAMIIN SAAPUNEET ALUKSET



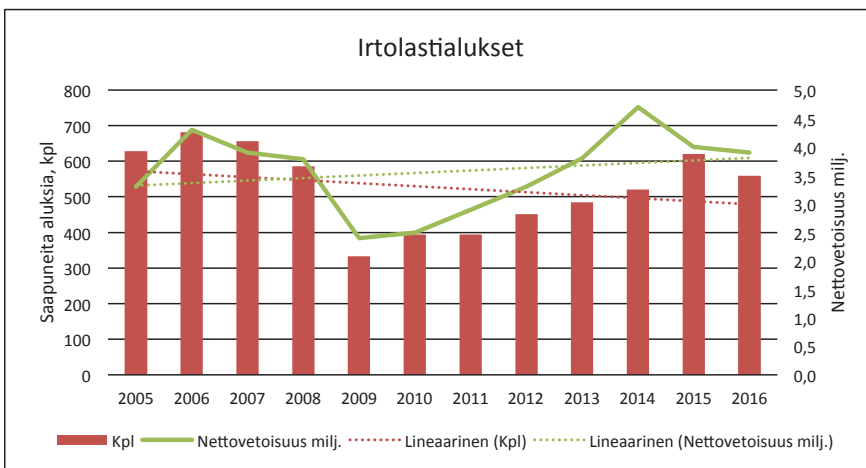
Kuva 1. Matkustaja-alusten määrän ja nettovetoisuuden kehitys vuosina 2005–2016.



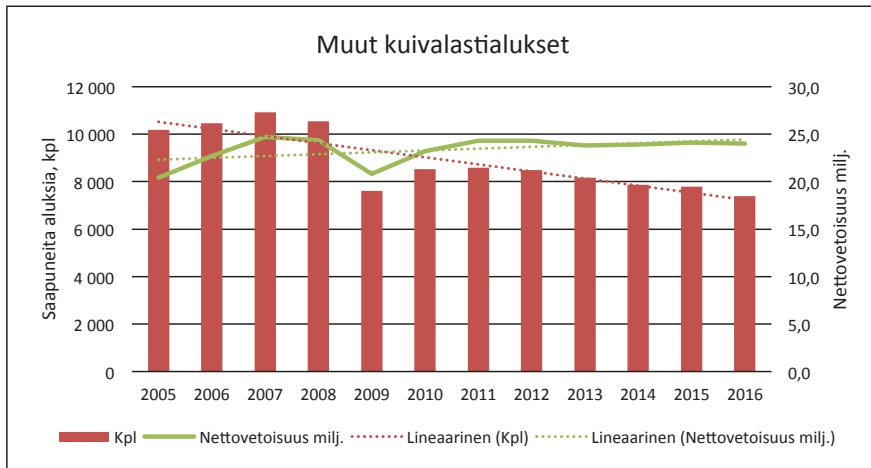
Kuva 2. Ro-ro-matkustaja-alusten määrän ja nettovetoisuuden kehitys vuosina 2005–2016.



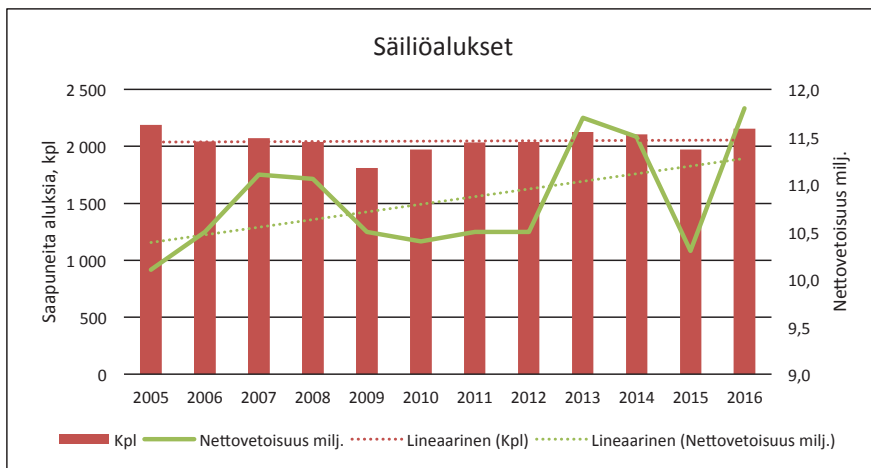
*Kuva 3. Ro-ro-lastialusten määrän ja nettovetoisuuden kehitys vuosina 2005–2016.*



*Kuva 4. Irtolastialusten määrän ja nettovetoisuuden kehitys vuosina 2005–2016.*

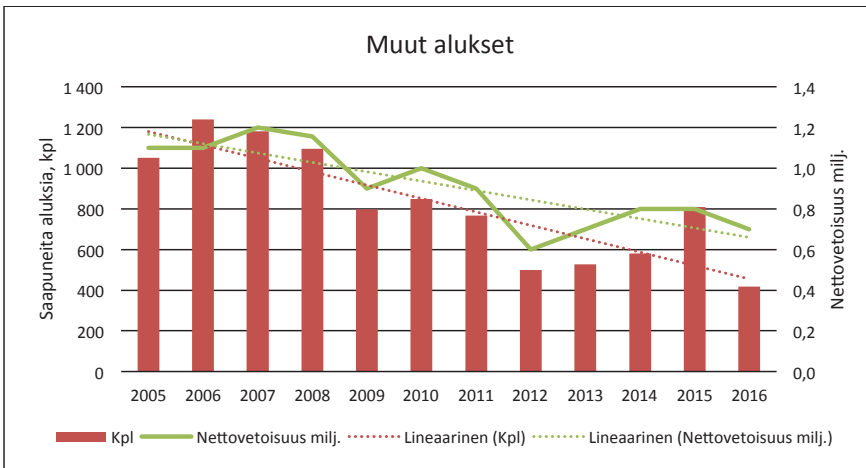


*Kuva 5. Muiden kuivalastialusten määrän ja nettovoitoisuuden kehitys vuosina 2005–2016.*

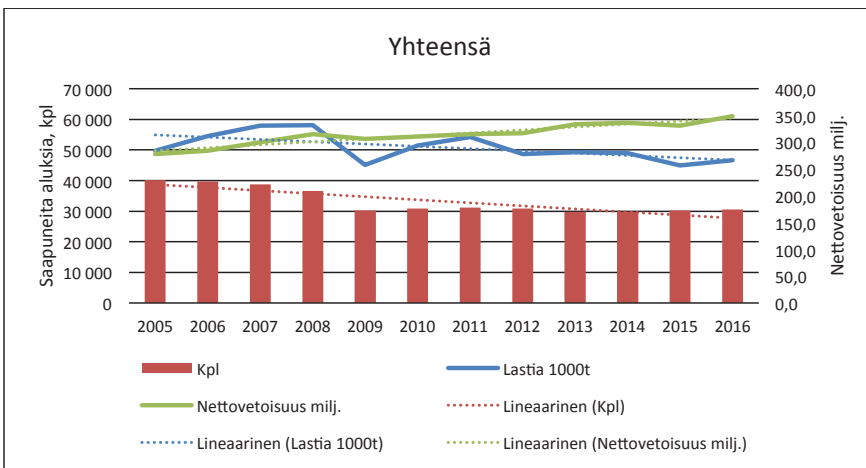


*Kuva 5. Säiliöalusten määrän ja nettovoitoisuuden kehitys vuosina 2005–2016.*





**Kuva 6.** Muiden alusten määrän ja nettovetoisuuden kehitys vuosina 2005–2016.



**Kuva 7.** Alusten määrän ja nettovetoisuuden kehitys kaikki alustyyppit yhteensä vuosina 2005–2016.

Lähde: Liikennevirasto 2017. Ulkomaan meriliikennetilasto 2016. Liikenneviraston tilastoja 3/2017. Liikennevirasto: Helsinki 2017. ISSN 1796-0479 (pdf), pp. 48.

# LIITE 2. PELASTUSLAITOSTEN ÖLJYNTORJUNTAOSAAMINEN NELIKENTTÄNÄ

## Osaaminen pelastuslaitokset

