



# SUUNTAA ANTAMASSA

Tuloksia Logistiikan ja merenkulun  
tutkimus- ja kehitystoiminnasta 2020

Ville Henttu & Pauli Potinkara (toim.)



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu

Ville Henttu & Pauli Potinkara (toim.)

# **SUUNTAA ANTAMASSA**

Tuloksia Logistiikan ja merenkulun  
tutkimus- ja kehitystoiminnasta 2020

**XAMK KEHITTÄÄ 129**

**KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULU  
KOTKA 2020**

© Tekijät ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

Kannen kuva: Vesa Tuomala

Taitto- ja paino: Grano Oy

ISBN: 978-952-344-290-0 (nid.)

ISBN: 978-952-344-291-7 (PDF)

ISSN: 2489-2467 (nid.)

ISSN: 2489-3102 (verkkójulkaisu)

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

# LUKIJALLE

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Oy (Xamk) harjoittaa monipuolista soveltavaa tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa (TKI). Se kohdentuu työelämää ja julkista sektoria tukeväksi. Tavoitteena on alueen osaamisen lisääminen ja yritystoiminnan kilpailukyvyyn vahvistaminen. Tämä on tärkeätä etenkin tällä hetkellä, kun COVID-19 on vaikuttanut monilla tavoin. Xamkin TKI-toiminnan lähtökohtana on siis Kymenlaakson ja Etelä-Savon alueiden kehittäminen, mutta kansainvälisissä hankkeissa maantieteellinen fokus on toki suurempi

Tämä julkaisu on Logistiikka ja merenkulku -vahvuusalan järjestyksessään neljäs yhteinen syksyisin ilmestyvä tutkimusjulkaisu. Julkaisu kokoaa vahvuusalan TKI-toimintaa kuvaavia artikkeleita. Osa artikkeleista on irrallaan varsinaisesta hanketoiminnasta, mutta ne liittyvät muuten vahvasti vahvuusalan tutkimuskohteisiin ja osaamisen alueisiin. Artikkelit jakautuvat vahvuusalan eri tutkimuskärjille, jotka ovat: 1) merenkulun turvallisuus ja häiriötilannehallinta, 2) öljyntorjunta, 3) kestävä satamalogistiikka, 4) rautatilogistiikka sekä 5) tulevaisuuden älykkäät liikennejärjestelmät. Artikkelikokoelmassa esitellään hanketyön tuloksia vuosilta 2019 ja 2020.

Kokoelman kirjoittajat ovat pääasiassa logistiikan ja merenkulun asiantuntijoita, joista useimmat työskentelevät tutkimusryhmän hankkeissa. Osa kirjoittajista toimii Xamkissa muilla vahvuusaloilla. Kirjoittajina on lisäksi yritysten ja viranomaisten eli vahvuusalan tärkeiden sidosryhmien edustajia.

Kiitän kaikkia TKI-toiminnassa mukana olleita tahoja, rahoittajia, opinnäyte- ja projektitöiden tekijöitä sekä kaikkia muita yhteistyökumppaneita TKI-toiminnan mahdollistamisesta.

*Ville Henttu*, tutkimusjohtaja

Kouvola 4.12.2020

# KIRJOITTAJAT

**ELIAS ALTARRIBA**, tekniikan lisensiaatti, TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**OLLI-PEKKA BRUNILA**, diplomi-insinööri, tutkimuspäällikkö, logistiikka  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**JUSTIINA HALONEN**, diplomi-insinööri, merikapteeni (AMK), tutkimuspäällikkö,  
merenkulku ja öljyntorjunta  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**TERHI HALONEN**, kasvatustieteen maisteri, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, nuorisoalan tutkimus- ja kehittämiskeskus Juvenia

**LOTTA HANNULA**, insinööri, opinnäytetyöntekijä  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**HEIDI HEINONEN**, kauppatieteiden maisteri, projektipäällikkö  
Forum Virium Helsinki Oy

**VILLE HENTTU**, tekniikan tohtori, diplomi-insinööri, tutkimusjohtaja  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**JONNE HOLMÉN**, tekniikan ylioppilas, insinööri, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**MINNA JUKKA**, kauppatieteiden tohtori, diplomi-insinööri, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**RIITTA KAJATKARI**, diplomi-insinööri, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**JOEL KAUPPINEN**, filosofian maisteri, TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**ANNA KIVINIITTY**, kansainvälisten suhteiden asiantuntija (ylempi korkeakoulututkinto)  
projektipäällikkö, TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**VAPPU KUNNAALA-HYRKKI**, hallintotieteiden maisteri, TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, TKI-palvelut

**PETRI KÄHÄRÄ**, diplomi-insinööri, tutkimuspäällikkö, rautatielogistiikka  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**TOOMAS LYBECK**, filosofian maisteri, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**MARKUS MYLLYLÄ**, medianomi, projektityöntekijä  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Luovien alojen tutkimusyksikkö

**ANTERO MYRÉN**, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**SIMO NOREMA**, insinööri, projektiasiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**TOMI ORAVASAARI**, teologian maisteri, NELLI-tutkimusyksikön johtaja  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**MARKO PIISPA**, teknikko, TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Metsä, ympäristö ja energia

**HANNU-PEKKA PUKEMA**, insinööri, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**RONJA PÖLKKI**, medianomi (AMK), TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Luovien alojen tutkimusyksikkö

**SIRPA RAHALA**, tekniikan tohtori, TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Metsä, ympäristö ja energia

**JANNE RAUNILA**, TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Luovien alojen tutkimusyksikkö

**CHRISTINA SANI**, filosofian maisteri, projektipäällikkö  
Posintra Oy

**TYTTI SEPPÄNEN**, terveystieteiden maisteri, projektiasiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**VESA TUOMALA**, merikapteeni (AMK), Henley MBA, projektipäällikkö  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

**TOMMY ULMANEN**, insinööri (ylempi AMK), liikennejärjestelmäasiantuntija  
Kaakkois-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Liikenne- ja infrastruktuuri  
-vastuualue

**VESA VUORIO**, insinööri, TKI-asiantuntija  
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

# SISÄLTÖ

LUKIJALLE.....	3
KIRJOITTAJAT .....	4
TULEVAISUUDEN ENNAKOINTI ON YHTEISTYÖTÄ..... Hannu-Pekka Pukema	9
KOHDERYHMÄYMMÄRRYKSEN MERKITYS OSAAJIEN HOUKUTTELUSSA.... Hannu-Pekka Pukema	23
LOGISTIIKKA: YKSI KÄSITE, MONTA MERKITYSTÄ..... Terhi Halonen & Ronja Pölkki	33
ELÄMÄ PELISSÄ – ZERO CO2 – ON PELI ELÄMÄSTÄ .....	39
Terhi Halonen, Janne Raunila & Markus Myllylä	
UHKA ON MYÖS MAHDOLLISUUS .....	47
Petri Kähärä	
COVID-19 JA KÄYTÄNTEIDEN MUUTOS – ONKO TÄMÄ UUSI NORMAALI?.....	51
Olli-Pekka Brunila	
ÖLJYNTORJUNNAN KEHITTÄMISESSÄ RANTATORJUNTAAN VARAUTUMINEN VÄLTÄMÄTÖNTÄ .....	56
Justiina Halonen	
SÖKÖSUOMENLAHTI-HANKE VARAUTUU SUUREEN ALUSÖLJYVAHINKOON .....	63
Justiina Halonen, Riitta Kajatkari, Joel Kauppinen, Sirpa Rahiala, Elias Altarriba, Tytti Seppänen, Petri Kähärä & Simo Norema	
MONIPUOLISTA HARJOITTELUA ÖLJYNTORJUNTA-ALTAALLA .....	74
Antero Myrén	
MEPTEK – MERENKULUN PÄÄSTÖVÄHENNYSTEKNIIKOIDEN VERTAILUHANKE KÄYNNISTYI KORONAN VARJOSSA.....	80
Elias Altarriba, Sirpa Rahiala & Marko Piispa	
5G – YMMÄRRÄMMEKÖ, MITÄ ERILAISET TAAJUUDET TARKOITTAVAT? .....	85
Minna Jukka & Tommy Ulmanen	
PERINTEIKÄS SATAMAN TOIMINTAYMPÄRISTÖ UUDENAIKAISEN MOBIILIVERKKOEKOSYSTEEMIN INNOVAATIOALUSTANA.....	89
Jonne Holmén & Vesa Vuorio	
NOPEILLA KOKEILUILLA UUSIA VÄHÄHIILISIÄ LOGISTISIA RATKAISUJA.....	97
Minna Jukka, Heidi Heinonen & Christina Sani	
VETY LENTOKONEIDEN POLTTOAINEENA – MAHDOLLISUUKSIA JA HAASTEITA .....	106
Tomi Oravasaari	



ROBOTIT KORONAA KAMPITTAMASSA .....	116
Jonne Holmén, Olli-Pekka Brunila & Vappu Kunnaala-Hyrkki	
GETTING READY FOR THE CROSS-BORDER CHALLENGES – TOWARDS DIGITALIZATION.....	120
Vesa Tuomala, Olli-Pekka Brunila & Lotta Hannula	
SIMULOINNIT LUOVAT PERUSTAN SISÄVESIKULJETUSTEN TURVALLISELLE KASVULLE .....	129
Toomas Lybeck	
KATSAUS SISÄVESIEN RAHTIMARKKINOIHIN.....	133
Anna Kiviniitty	
NASTA-HANKE RAKENTAA SILTAA KAAKKOIS-SUOMEN JA VENÄJÄN VÄLILLÄ LUONNONKIVEN AVULLA.....	141
Anna Kiviniitty	
VESITIEPÄIVÄT 2020 – REFERAATTI SEMINAARIN ESITELMISTÄ.....	150
Elias Altarriba	
MT2020 (8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MARITIME TRANSPORT 2020) – BARCELONAN VÄLIMERELLINEN VALO MUUTTUI RUUTUJEN LOISTEEKSI.....	160
Elias Altarriba	

# TULEVAISUUDEN ENNAKOINTI ON YHTEISTYÖTÄ

Hannu-Pekka Pukema

Kymenlaakson alueella toimivat logistiikka-alan yritykset ovat kertoneet eri hankkeiden järjestämissä tapahtumissa, toimeksiannoissa, keskusteluissa ja tuloksissa kärsivänsä osaavan työvoiman puutteesta. Esille on tullut tarve logistiikan osaajista ja toimijoiden huoli alan vetovoimasta ja osaavasta työvoimasta tulevaisuudessa. Logistiikka-alalla on siis tarve osaavalle työvoimalle, jota eläköitymisten ohella lisää joidenkin ennusteiden mukainen kuljetusvolyymien kasvu.

Nopeasti kehittyvä teknologia kuten digitalisaatio, robotiikka, automaatio, IoT (Internet of Things), autonomisten rekkojen ja alusten kehittäminen sekä ilmastotavoitteet vaikuttavat logistiikan työelämän murrokseen ja lisäävät myös logistiikka-alan koulutuksen muutostarpeita. Muutokset luovat alalle sekä paljon haasteita että mahdollisuuksia.

## SYNTYI TULEVAISUUDEN OSAAJAT LOGISTIIKKA-ALALLA -HANKE

Toukokuussa 2019 käynnistyi Euroopan sosiaalirahaston rahoittama Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla -hanke, jota hallinnoi Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu (Xamk). Hankkeen osatoteuttajia ovat kymenlaaksolaiset toisen asteen oppilaitokset Kouvolan seudun ammattiopisto (KSAO) ja Etelä-Kymenlaakson ammattiopisto (EKAMI).

Kaikki toimenpiteet tähtäävät hankkeen päätavoitteen (tavoite 1) eli Kymenlaakson alueen erityistarpeisiin vastaavan osaavan työvoiman saatavuuden parantamiseen logistiikka-alalla. Hankkeen muut tavoitteet (2-4) tukevat tämän tavoitteen toteutumista (Xamk 2020a):

1. Osaavan työvoiman saatavuuden parantaminen logistiikka-alalla
2. Logistiikka-alan koulutuksen kehittäminen Kymenlaaksossa
3. Sujuvat siirtymät ja opintopolut peruskoulusta ammatilliseen koulutukseen ja ammattikorkeakouluun
4. Logistiikka-alan koulutuksen vetovoiman lisääminen

Aiemmin ei ole toteutettu vastaavan kaltaista kokonaisuutta, jossa keskitytään Kymenlaaksoon ja logistiikka-alan erityistarpeisiin. Ero jo aiemmin toteutettuihin hankkeisiin on mm. toimenpiteiden kohdistamisessa peruskoulua käyviin nuoriin, keskittyminen alueen logistiikka-sektorin yrityksiin sekä yritysten osaajatarpeista lähtevä koulutusten kehittäminen.

Myös alueen yritysten tarpeisiin KSAO:n voimin suunniteltava ja toteutettava kokonaan uusi varastoalan koulutus on aiempiin hankkeisiin verrattuna uutta. Kaiken kaikkiaan hanke on ollut hieno tilaisuus haastaa niin yritykset, opetus- kuin TKI-toimijatkin mukaan kehittämään logistiikka-alan opetusta tulevaisuuden tarpeisiin.

## **KOULUVIERAILUKIERTUE TEKI ALAA TUTUKSI JA VAHVUUSKORTIT OPINTOPOLULLE TUEKSI**

Vaikka logistiikka-alalla työskentelee noin 120 000 työntekijää eli noin 6 prosenttia Suomen työllisten määrästä, on ala silti nuorille vieras. Alan heikon vetovoiman syyksi on arvioitu esimerkiksi nuorten tietämättömyyttä logistiikka-alasta ja sen työmahdollisuuksista. Kynnys alalle hakeutumiseen luonnollisesti nousee, mikäli ei tiedä mihin tai minkälaiselle alalle itse asiassa on hakeutumassa. On myös todettu, että korkeakoulujen tarjoama logistiikka-alan koulutus on lukiolaisille vieraampi kuin esimerkiksi sairaanhoitoala. Useilla työnhakijoilla on myös havaittu olevan vanhentunut käsitys logistiikka-alan ammateista.

Oman haasteensa asettavat ja alalle tuloa vaikeuttavat alan työtehtävien edellyttämät ammattipätevyysmääräykset ja soveltuvuudet alan erityispiirteisiin, joita ovat esimerkiksi epäsäännölliset työajat, terveydentilavaatimukset, asiakaspalvelukyky ja niin edelleen.

Osaltaan digitalisaation myötä alan työtehtävät ovat yhä enemmän palveluammatteja. Tämä näkyy esimerkiksi kuljettajan tehtävässä, jossa on kyse erittäin vastuullisesta työstä ja ammatista, jonka vaatimustaso on viime vuosien aikana selvästi kasvanut. Kun tuotteen tilaaminen voidaan hoitaa sähköisesti, on kuljettaja todennäköisesti ainoa, joka kohtaa asiakkaan kasvokkain. Kuljettaja ei siis ole enää vain rekkamies vaan asiakaspalvelija, jopa kansainvälinen asiakaspalvelija, joka toimii organisaation, toimitusketjun tai verkoston ”käyntikorttina”. Ammattitaitovaatimukset täyttyviä hakijoita löytyykin selvästi vähemmän, minkä lisäksi merkittäväällä osalla on erilaisia työntekoa hankaloittavia terveydellisiä tai muita rajoitteita. (Opetushallitus 2018.)

Näihin haasteisiin Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla -hankkeella pyritään osaltaan vastaamaan. Perinteisesti miesvaltaisen alan tunnettavuutta ja vetovoimaa halutaan lisätä paitsi nuorten myös etenkin tyttöjen ja nuorten naisten keskuudessa. Mitä varhaisemmassa vaiheessa nähdään alan mahdollisuudet ja monipuolisuus työllistäjänä sekä tunnustetaan niin koulutusala kuin opinto- ja urapolku, sitä helpompaa on alalle hakeutuminen. Lisäämällä tietämystä ja näkemyksiä alasta ja sen opiskelu-, koulutus- ja työmahdollisuuksista voidaan lisätä kiinnostusta ja motivaatiota, jotka edistävät nuoria hakeutumaan alan koulutukseen ja siirtymään sujuvasti peruskoulusta logistiikka-alan ammatilliseen koulutukseen ja siitä työelämään tai jatkamaan opiskelua ammattikorkeakouluun. Samalla vahvistetaan alueen oppilaitosten ja opiskelijoiden osaamista ja parannetaan osallistuvien henkilöiden työllistymis- ja koulutusmahdollisuuksia.

Hanke taittoi matkaa syyskuun 2019 ja tammikuun 2020 aikana Kymenlaakson alueelle suuntautuneella kouluvierailukierteella. Yhteensä 18 koulua, viidessä kunnassa eli Kouvolassa, Kotkassa, Haminassa, Iitissä ja Pyhtäällä. Tarinan kerronta logistiikan tulevaisuudesta ja mahdollisuuksista kohdistui ensisijaisesti yläkoulun tai lukion päättävälle ja yhteishaussa mukana oleville. Samassa yhteydessä kohderyhmältä kerättiin 17 kohtaa käsittäneen kyselyn avulla tietoa käsityksistä logistiikasta. Vastauksia saatiin noin 800, naiset olivat hiuksenhieno enemmistö. Terhi Taponen (2020) tutki hankkeelle tehdyssä opinnäytetyössään kyselyyn annettujen vastausten pohjalta nuorten käsityksiä logistiikasta.

Muistijälkiä logistiikkaan ja tukea opintielle tarjottiin oppilaille ja kouluille jaettavien vahvuuskorttien avulla (kuvat 1 ja 2). Myöhemmin kesällä rakensimme koulutuspaketteja yläkoulujen käyttöön ja pilotoimme logistiikan verkkokursseja lukiolaisille.



**Kuva 1.** Hankkeen lanseeraamat vahvuuskortit. (Kuva: Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla -hanke/Enni Jaatinen)

## YRITYSYHTEISTYÖN TEHOSTAMISELLA MERKITTÄVIÄ HYÖTYJÄ KAIKILLE OSAPUOLILLE

Hankkeen toimenpiteillä halutaan palvella myös paikallisen elinkeinorakenteen kestäväää kehittämistä sekä alueen yritysten ja toimijoiden elinvoimaisuutta ja tulevaisuuden työelämän tarpeita. Muuttuvan työelämän odotuksiin vastaaminen ja oppimisen laadun jatkuva paraneminen edellyttävät työn ja opiskelun eli oppilaitosten ja muiden yhteiskunnan instituutioiden syvenevää vuorovaikutusta sekä oppilaitosten koulutuksellisen yhteistyön ja työnjaon tiivistämistä. Hankkeen tavoite on osaltaan lisätä eri oppilaitosten (ammattilliset oppilaitokset ja peruskoulut) välistä yhteistyötä Xamkin ja logistiikka-alalla toimivien yritysten kanssa sekä rakentaa toimivia opintopolkuja ja konkreettisesti kehittää alan koulutusta.

Suomalaisesta työvoimasta kolme neljästä työskentelee yksityisellä sektorilla, joten toimiva työnantajien ja koulutuksen järjestäjien välinen dialogi yksityisen sektorin osaamistarpeesta on tärkeää. Tämä korostuu etenkin murroksen aikana, jolloin teknologiat tulevat vaikuttamaan paljolti tulevaisuuden työelämään ja sen osaamistarpeisiin.

Yksi tapa toteuttaa dialogia on opiskelijoiden vierailut yrityksissä opintojensa aikana. Aidosssa työelämässä ja -ympäristössä suoritettavat opintojaksot tarjoavat mahdollisuuden oppia ja harjoitella taitoja, joihin opinnoilla ollaan suuntaamassa, mutta joihin oppilaitosten ympäristö tarjoaa vain rajalliset mahdollisuudet.

Kokemusten mukaan olisi tärkeää luoda pohjaa työn ja oppimisen yhteyden ymmärtämiselle jo peruskoulussa. Kokeilukulttuurin luomisen kautta nuoret voivat tutustua ammatteihin ja yrityksiin, mikä tuo alaa lähemmäksi oppilaita. Kokemusten mukaan yhteistyö on ilmeisen hedelmällistä sekä opiskelijoille että yrityksille. Kun yrityksistä löytyy ymmärrystä ja työharjoittelukulttuuri lähtee hyvien kokemusten kautta kehittymään, tulee toiminnasta pikkuhiljaa osa yritysten arkea.

Yritysten ja oppilaiden tai opiskelijoiden yhteen tuominen muun muassa tutustumiskäyneillä ja työpajoilla antaa paremman ja selkeämmän kuvan logistiikka-alasta sekä lisätietoa niin oppilaiden tietotaidosta kuin yritysten tarpeista nyt ja tulevaisuudessa. Opiskelijat saisivat työelämäkokemusta päästessään yrityksiin tekemään kesätöitä, harjoittelu- ja oppisopimusjaksoja ja erilaisia projekteja, jolloin myös alan tarjoamat työmahdollisuudet realisoituvat.

Yritysten tiedetään tekevän nykyään jo omia koulutusohjelmiaankin sen takia, ettei mistään löydy niiden tarvitsemaa osaamista. Yritykset haluavat täsmäkouluttaa ihmisiä nimenomaan johonkin tiettyyn työtehtävään, johon tarvitsevat työntekijöitä. Suuntaus on, että isommat yritykset ottavat koulutusvastuuta, ja erikoistumisopinnot on mahdollista hoitaa jossain yrityksessä.

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa marraskuussa 2020 käynnistynyt uusi ja Suomen oloissa ainutlaatuinen rautatiealan osaamiskokonaisuus on hyvä esimerkki yritysyhteistyöllä rakennetusta koulutusratkaisusta, jolla osaamista lisätään. Valtakunnallisesti uusi avaus alan koulutuksessa toteutetaan vahvasti yhdessä korkeakoulun ja keskeisten rautatiealan toimijoiden kesken. Joustavammassa väylässä opintoihin ja alalle yhteistyökumppanina toimii Proxion, joka on turvallista ja ympäristöystävällistä raideliikennettä kehittävä toimija. (Xamk 2020b.)

Raidealan työllisyysnäkyvät ovat tällä hetkellä erittäin hyvät, joten alalle voi päästä kiinnittymään nopeastikin, mikäli tarjolla on nopeasti ja helposti saatavilla olevaa koulutusta. Tällaisen koulutusyhteistyön kautta voi löytää myös lisää ammattilaisia osaksi yrityksen omaa asiantuntijajoukkoa. Verkossa toteutettava koulutus mahdollistaa opiskelun joustavasti, ja avoimen ammattikorkeakoulun kautta opiskelijaksi ja rautatiealan näköalapaikalle voi hakeutua kuka tahansa alasta kiinnostunut. Tämä kokonaisuus on varmasti myös suunta, johon markkinat koulutusten kehittämistä vie. (Xamk 2020b.)

**YHTEISTYÖ**

Ryhmässä työskentely saa sinut innostumaan ja antamaan kaikkiesi! Olet kannustava ja tunnistat vaivatta muiden ryhmäläisten vahvuudet ja saat ne esille. Kunnioitat kaikkia ja huomioit jokaisen ryhmänjäsenen mielipiteen, saavuttaaksenne yhteisen päämäärän.

Lyttäminen ei rakenna yhteistyötä.

Logistiikka-ala on enenevissä määrin toimintaa kansainvälisissä verkostoissa, jolloin yhteistyö -ja asiakaspalvelutaidot ovat merkittävää alan osaamista.

---

---

**OIKEUDENMUKAISUUS** Taidot, joita tarvitaan yhteisössä elämiseen

**Kuva 2.** Vahvuuskortti, Yhteistyö. (Kuva: Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla -hanke/Enni Jaatinen)

Eri toimijoiden yhteisten työmuotojen etsimisen lisäksi osaamisen ja koulutusten kehittäminen vaatii myös skenaarioiden eli tulevaisuuskuvien ja vaihtoehtoisten visioiden luomista, tulevaisuudentutkimuksen menetelmien ja havaintojen tehokäyttöön ottamista. Näiden

tietojen pohjalta voidaan luoda yhteistä näkemystä toivottavasta ja mahdollisesta tulevaisuudesta. Edelleen tiedon hyödyntämisen kautta voidaan luoda toimivia toimintamalleja ja kohdistaa toimenpiteitä paremmin tehokkuuden lisäämiseksi ja arvon muodostamiseksi. Mitä nopeammin teknologia kehittyy tai yritysten arvonluontiverkosto muuttuu, sitä vaikeampi koulutusohjelmien tai työnantajaorganisaatioiden on pysyä sen perässä, minkälaisia taitoja työelämässä tarvitaan (SITRA 2015).

Ennakointia tarvitaan siis kaikissa organisaatioissa, etenkin oppilaitoksissa, sillä koulutuksen ja osaamisen tulee kulkea työelämän muutosten edellä. Näin oppilaitokset osaavat kouluttaa oikeanlaisia osaajia, ja oikeanlaisen tiedonjaon kohdentaminen on helpompaa. Viime kädessä osaavan työvoiman saantiongelmien ja työvoimapulan syynä voidaan pitää sitä, että ennakkoinnilla ei ole pystytty ajoissa tunnistamaan nousevia uusia osaamistarpeita eivätkä koulutuksen ennakointi ja koulutusjärjestelmä siten ole kunnossa.

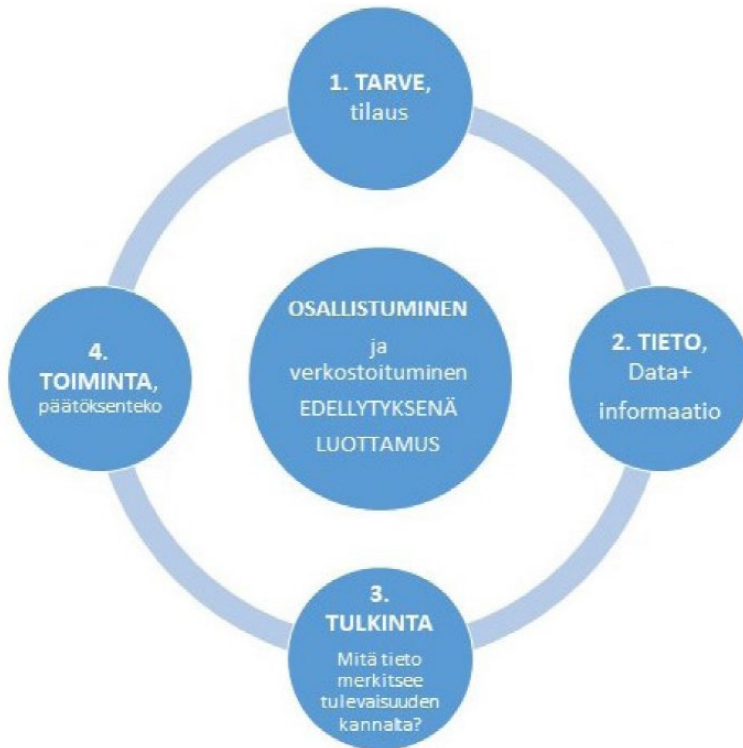
## ETIÄINEN LOI AVUKSI ENNAKOINTIMALLIN

Vaikka Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla -hanke onkin hieman uudenlainen toteutus, on aiemmistakin hankkeista yleisellä tasolla hyötyä, ja niistä voidaan ottaa parhaita käytäntöjä mukaan. Esimerkiksi 2,5 vuotta kestäneellä ja syyskuun lopussa päättyneellä (01.04.2018 - 30.09.2020) Etiäinen – koulutustarpeiden ennakointi -hankkeella oli yhtymäkohtia sekä Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla -hankkeeseen että koulutusten kehittämisprosessiin. (Xamk 2020c.)

Etiäisen tavoitteena oli luoda Kymenlaaksoon oppilaitosten prosesseihin kytkeytyvä ennakointimalli, joka auttaa oppilaitoksia reagoimaan riittävän nopealla syklillä yritysten ja työnantajien osaajatarpeisiin. Tiedon kulkemiselle luotiin kaksisuuntaista väylää, jossa tietoa osaamistarpeista saadaan ennakointitiedon ja yritys yhteistyön avulla, ja toisaalta oppilaitokset toimivat työelämän tiedontarpeita tyydyttävänä toimijana. (Xamk 2020c.)

Kymenlaakson ennakointi sisältää ennakkoinnin peruselementtejä: niin nykytilannetta kuin tulevaisuutta koskevan tiedon hankintaa, osallistumista, verkostoitumista ja yhteisen tulevaisuuskuvan ja vision laatimista. Pyrkimyksenä on tukea päätöksentekoa niin oppilaitoksissa, yrityksissä kuin muissakin organisaatioissa.

Kymenlaakson yhteinen ja kaikkia osapuolia palveleva koulutustarpeiden ennakointimalli vaatii kaikkien osapuolten vuorovaikutusta. Lähtökohtana on Michel Godet'n (1993, 2012) ajatteluun pohjautuva TTT-malli (kuva 3) eli (ennakointi)tiedon, tulkinnan ja toiminnan kokonaisuus. Ennakointimallissa ensimmäinen T tarkoittaa tietoa (ennakointitietoa), toinen T tiedon tulkintaa ja kolmas T toimeenpanoa. Malliin lisättiin neljäs T, joka tarkoittaisi tarvetta. Ennakointia on tehtävä tämän ajattelun mukaan aina tarve ja päätöksenteko mielessä.



**Kuva 3.** Ennakointitoiminta sisältää neljä T-kirjainta: tarpeen, tiedon, tulkinnan ja toiminnan. (Kuva: Myllylä ym. 2012)

## KYMENLAAKSO ENNAKOI -NETTISIVUSTO ENNAKOINNIN YHTEISENÄ TIETOALUSTANA

Kymenlaakson ennakoinnin yhdeksi tärkeimmäksi työkaluksi ja viestintäkanavaksi lanseerattiin syyskuussa 2018 kaikkien Kymenlaakson ennakointitiedosta kiinnostuneiden yhteisenä tietoaalustana toimiva käyttäjäystävällinen, yksinkertainen ja helppokäyttöinen Kymenlaakso ennakoi -nettisivusto, joka löytyy osoitteesta <https://ennakointi.kymenlaakso.fi/>. (Kymenlaakson liitto 2020.)

Sivuston tavoitteena on tarjota lähtökohtia maakunnan eri toimijoiden strategiseen ja toimenpidesuunnitteluun, ja näin tehostaa suunnittelua yhteiseltä tietopohjalta. Kymenlaakson ennakoinnista kiinnostuneet löytävät sivustolta muun muassa:

- Alueelliset kehitysnäkymät, ammattibarometrin, maakuntaohjelman, elinkeinoelämän suhdannebarometrit sekä työllisyyskatsaukset ja yrittäjäjärjestön elinkeinopoliittisen mittariston eli ELPO-kyselyn tulokset



- 12 toimialakorttia, jotka kuvaavat kunkin toimialan kehitysnäkymiä, trendejä ja signaaleja sekä erityisesti toimialalla korostuvia osaamisen aloja. Toimialakorttien toivotaan palvelevan erityisesti opettajia sekä niitä opiskelijoita, jotka miettivät heitä kiinnostavaa alaa ja missä olisi työllistymisen mahdollisuuksia Kymenlaaksossa.
- paljon linkkejä erilaisiin muihin ennakoinnin ja tilastoinnin lähteisiin sekä luonnollisesti yhteystietoja.
- Kymenlaakson liiton koostamia ja kuukausittain päivitettäviä monipuolisia tilasto- ja ennustetietoja Kymenlaakson väestöstä ja sen kehityksestä, työpaikoista ja työttömyysluvuista, koulutuksesta, aluutilinpidosta ja kansantaloudesta, pendelöinnistä ja liikenteestä sekä kuntien avainluvuista. Ennusteita eri asioiden kehityksestä löytyy vuoteen 2040 asti.
- julkisista lähteistä saatavissa olevat, viime vuosina tehtyjen tai suunnitteilla olevien väyläinfran investointien tiedot sekä julkiset ja yksityiset suuret investoinnit, joista kustakin on pieni kuvaus sekä investoinnin laajuus ja status käytettävissä. Myös investointien lajittelu Kymenlaakson strategisten painotusten mukaisesti on mahdollista. (Kymenlaakson liitto 2020.)

## **TULEVAISUUSVERSTASTYÖSKENTELY KESKEISISSÄ ROOLISSA – OSAAVA KYMENLAAKSO 2030 TULEVAISUUSVERSTAS**

Uuden synnyttäminen ja olemassa olevan vahvistaminen on iteratiivinen prosessi, jossa tieto kytkeytyy tulkintaan ja toimeenpanoon. Tulevaisuusverstastyöskentely nähdään tässä keskeisessä roolissa yhdessä muiden menetelmien kanssa.

Etiäinen-hankkeen aikana järjestetyt tulevaisuusverstaat keräsivät hyvän määrän osallistujia. Niistä saadut tulokset ja muun tutkimuksen vuoropuhelu loivat vuoden 2020 ja järjestyksessään kolmannelle tulevaisuusverstaalle millenniaali-näkökulman. Alun perin huhtikuussa järjestettäväksi suunniteltu mutta COVID-19 pandemian myötä syyskuussa 2020 järjestetty Osaava Kymenlaakso 2030 -tulevaisuusverstaat järjestettiin aikaisemmista tulevaisuusverstaiden järjestelyistä poiketen ja valtakunnallisista etätyöskentelysuosituksista johtuen kokonaisuudessaan verkkovälitteisesti. Tapahtuman yhteen kokoamat noin 120 osallistujaa haastettiin näkökulman vaihtoon ja astumaan millenniaali-työnhakijoiden ja -työntekijöiden ”saappaisiin”, palvelumuotoilulle tyypillisten kiteytysten ja profiilien avulla. Palvelujen tuottajista siirryttiin käyttäjien asemaan, sillä Kymenlaakson eri klustereiden vetovoimaisuutta pohdittiin jo noin puolet työvoimasta muodostavien millenniaalien näkökulmasta. Samalla haastettiin niin työryhmä kuin osallistujatkin oppimaan uutta sekä teknologian että vuorovaikutuksenkin näkökulmista. Kehitysmuotoinen ilmapiiri mahdollisti uudella tavalla tekemisen ja kokeilemisen. (Viljakainen 2020)

Tulevaisuusverstaan toteutus oli samalla hyvä esimerkki myös eri hankkeiden välisestä yhteistyöstä. Kymenlaakson matkailun Digiloikka-hanke osallistui kesäkuusta 2020 asti

tulevaisuusverstaan suunnitteluun ja vahvasti teknisen osaamisen ja vastasi teknisestä tuesta tilaisuuden aikana. Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla -hanke puolestaan osallistui tapahtuman toteutukseen kantamalla vastuuta kuljetus ja logistiikka -työpajan fasilitoinnista. (Viljakainen 2020.)

Osaava Kymenlaakso 2030 Tulevaisuusverstaan annista löydät lisää tietoa lähdeluetteloa selaamalla ja erityisesti logistiikka-alan näkökulmasta tämän julkaisun seuraavasta artikkelista; Kohderyhmyämmärryksen merkitys osaajien houkuttelussa.

## **TOIMIALAKOHTAINEN ENNAKOINTIHAASTATELLE OSAKSI ENNAKOINTIA JA OSAAMISTARVEKARTOITUSTA**

Maaliskuussa 2020 olimme Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla -hankkeessa edenneet osaamistarvekartoitusvaiheeseen, jolla vastataan erityisesti hankkeen tavoitteeseen kaksi. Koska yritysten ja muiden työnantajien nykyiset ja tulevat työvoima- ja koulutustarpeet tietää parhaiten yritys itse, halusimme kartoittaa ja selvittää alueen yritysten kriittisiä osaamisvajaita tai tulevaisuuden koulutus- ja osaamistarpeita yritysten edustajia aidosti kuunnellen ja käymällä dialogia tulevaisuuden näkökulmasta valmentaan.

Vastausten pohjalta oli tarkoituksena selvittää, vastaavatko logistiikka-alan ammatillisen koulutuksen ja ammattikorkeakoulutuksen opetussuunnitelmat yritysten tarpeita sekä rakentaa kriittinen arvio siitä, miten hyvin koulutuksen keinoin voidaan vastata yritysten osaamistarpeisiin myös tulevaisuudessa. Jokaisen työyhteisön on myös aika ajoin hyvä pysähtyä tarkastelemaan kriittisesti omaa toimintaansa, sillä aitoa ja onnistunutta kehittämistyötä voidaan rakentaa vain oikeanlaiselle nykytilan kartoittamiselle.

Tavoitteenamme oli haastatella 10-15 yritystä, joita aiemmin oli lähdetty ensisijaisesti etsimään Ekamin yhteistyöverkostoista, jotta selvityksessä esiin nousseisiin toimenpiteisiin ja niiden jalkauttamiseen olisi yhteistyön myötä jo väylä auki. Hankkeiden hyötyjen ja maakunnallisen ennakointityön kehittämisenkin kannalta on keskeistä, että hankkeen aikana syntynyt yhteistyöverkosto jatkaa toimintaansa, jotta myös hankkeen jälkeen yrityksiltä nousevat tarpeet koulutuksen kehittämiseksi pystytään huomioimaan soveltuvin osin eri oppilaitoksissa.

Logistiikan ammatillisen koulutuksen ja ammattikorkeakoulun opetuksen sisältöjen sekä opetus- ja toteutussuunnitelmiin tehtyjen tarvittavien muutosten myötä Kymenlaaksossa olisi tarjolla paremmin yrityselämän osaajatarpeisiin vastaavaa logistiikan koulutusta, mikä mahdollistaa osaavan työvoiman saamisen yrityksiin myös pitkällä aikavälillä. Näin palveltaisiin paikallisen elinkeinorakenteen kestävää kehittämistä sekä alueen yritysten ja toimijoiden elinvoimaisuutta. Samalla edistetään toimenpiteitä, joilla tuetaan alueen nuoria ja opiskelijoita, jotta he jäisivät Kymenlaaksoon opintojen päätyttyä joko työskentelemään tai jatkamaan opintoja.

Maaliskuussa ehdimme vierailulla kahdessa yrityksessä haastatteluja tekemässä, kunnes ilmoille voimalla lehahtanut musta joutsen, COVID-19 -virus eli korona laajeni pandemiaksi ja sulki niin yhteiskunnan toimintoja kuin yritysten ovia. Koska yritykset eivät ottaneet enää keväällä vieraita vastaan, päätimme seurata pandemiatilanteen kehittymistä kesän yli ja lopulta siirsimme osaamistarvekartoitushaastatteluitamme ja selvitystyön valmistumista syksyyn. Toiveissa oli myös, että koronan myötä yrityksissä nousisi lisää tunnistettuja osaamistarpeita. Tiedotusvälineiden vakiokasvoksi kehittynyt virus onkin muuttanut nopeasti ja kovalla kädellä niin ihmisten toimintaa kuin maailmaa ympärillämme ja lopettanut samalla paljon yritystoimintaa.

Haastattelujemme siirtyminen syksyyn nosti toimintaamme esille myös eräänlaisia viriäviä strategioita. Syksyllä 2020 Kymenlaaksossa päätettiin käynnistää Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen koordinoimana logistiikka-alalle sekä majoitus- ja ravitsemusalalle (MARA) tehtävä toimialakohtainen ennakointikäytäntö (kuva 4), joka pohjautuu Etiäinen-hankkeen toimialakohtaisista ennakointipiloteista tehtyyn suppeampaan haastattelulomakeversioon oppilaitosten henkilöstön työelämäkontaktien hyödyntämiseksi haastatteleamalla. Sovelletavan mallin lähtökohdina ovat toimialan työnantajahaastatteluiden suorittaminen ja tavoitteet yritysten akuuttien tarpeiden tunnistamisessa. Haastattelujen tekemiseen osallistuvat ELY:n ja TE-toimistojen lisäksi maakunnassa toimivat oppilaitokset Xamk, Ksao, Ekami ja Taitaja. Jokaisen tahon haastateltavana on kuusi yritystä eli kokonaisuudessaan toimialakohtainen ennakointihaastattelu tehdään kolmeenkymmeneen maakunnassa ja alalla toimivaan yritykseen.



**Kuva 4.** Toimialakohtaisen ennakoinnin keskeiset vaiheet. (Kuva: Myllylä 2020)

Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla –hankeen projektipäällikkö lupautui tekemään logistiikan toimialakohtaiset yrityshaastattelut Xamkin ja EKAMIn osalta osana osaamistarvekartoitusprosessiaan ja siten osaltaan osallistumaan Etiäinen-hankkeen juurrutustoimintaan. Näin osaamistarvekartoituksemme haastatteluun osallistuisi yhteensä 12 yritystä.

Toimialakohtaisen ennakkoinnin tullessa ohjelmaamme oli kolmesta keskeisestä osasta eli nykytilan analyysistä, toimintaympäristön muutoksesta sekä koulutus- ja osaamistarpeiden kartoittamisesta koostunutta osaamistarvekartoitusprosessia muokattava hieman viimeisen osan osalta, ja se paketoitiin sitten toimialakohtaisen ennakointihaastattelun muotoon. Meiltä tässä kohtaa vaadittu prosessin joustavuus ja ketteryys varmasti palkitsevat myöhemmin ja näin saamme lopulta aikaiseksi kaiken kaikkiaan paremman vaikuttavuuden Kymenlaakson kehityksen hyväksi.

## MONIKANSALLISET YRITYKSET KIINNOSTUKSEN KOHTEIKSI

Vaikka hankkeemme hakemusvaiheessa arvioitu yritysjakouma koon mukaan oli varsin moninainen ja pieniin yrityksiin painottuva (taulukko 1), olemme useamman tekijän summana halunneet löytää haastateltaviksi useampia monikansallisia yrityksiä, joissa logistiikka ei välttämättä ole päätoimiala, mutta yksi merkittävä toiminto yrityksen kokonaistoiminnan kannalta. Useamman saman tyyppisen yrityksen haastattelemisen mahdollistaa muun muassa paremman vertailun ja johtopäätösten tekemisen.

**Taulukko 1.** Hankehakemusvaiheessa ilmoitetut arviot hankkeeseen osallistuvista yrityksistä

Henkilöstömäärä	Yritysten lukumäärä
Mikroyritys	2
Pieni yritys	7
Keskisuuri yritys	3
Suuryritys	1
<b>Yhteensä</b>	<b>13</b>

Muut toimialakohtaisia ennakointihaastatteluja tekevät tahot ovat haastatelleet pienempiä yrityksiä, joten viestit haastattelujen tuloksista saavuttanevat ennakointiprosessien myötä oikeat tahot. Halumme painottaa omissa haastatteluissamme monikansallisia yrityksiä, liittyy merkittävästi vallitseviin megatrendeihin, joista Sitran näkemyksen löydät kuvasta 5. Digitalisaation eli teknologian sulautumisen myötä myös globalisaatio ja verkostomainen valta voimistuvat. Ne vaikuttanevat myös toimitusketjuihin ja sitä kautta myös logistiikka-alan pienempiin toimijoihin mm. hankintasopimusten kautta. Monikansalliset yritykset näyttävät siis näiltä osin kehityssuuntaa ja samalla niissä realisoituu ehkä helpommin enustettu toimialarajojen katoaminen sekä muun muassa maineen ja mielikuvatyön kautta yrityksille tärkeät ympäristöarvot.



**Kuva 5.** Megatrendit ja jännitteet. (Kuva: Sitra 2020)

Kuten ehkä olet artikkelia lukiessasi huomannut, vaatii tulevaisuuden ennakointi ja toimenpiteiden juurruttaminen yhteistyön lisäksi, monessa mukana paikassa vaikuttamista ja mukana olemista. Ennen kaikkea ennakointi vaatii monien eri näkökulmien huomioon ottamista ja myös kykyä tarkastella niitä eri tekijöiden ja toimijoiden näkökulmasta. Näin voimme ymmärtää toisiamme paremmin ja luoda myös entistä parempia ratkaisuja, palveluita ja liiketoimintaa, koulutusten kehittämistä unohtamatta.

## LÄHTEET

Godet, M. 1993. From anticipation to action. A handbook of strategic prospective. Paris: UNESCO.

Godet, M. 2012. To predict or build the future? Reflections on the field and differences between foresight and La Prospective. *The Futurist* 46 (3), 46–49.

Kymenlaakson liitto 2020. Kymenlaakso ennakoi. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://ennakointi.kymenlaakso.fi/> [viitattu 9.10.2020].

Myllylä, Y. 2020. YTT, Projektipäällikkö, Etiäinen-koulutustarpeiden ennakointi. Esitysmateriaali, Ennakointiryhmän kokous 19.2.2020, Kotka.

Myllylä, Y., Marttinen, J. & Kaivo-oja, J. 2012. Ennakointi demokratian vahvistajana. Esimerkkinä EU:n palkitsema TKTT-konsepti ja muut kansainvälisessä arvioinnissa esille nostetut suomalaiset ennakointikäytännöt. *Futura* 4/2012, 38–49.

Opetushallitus 2018. Liikenne ja logistiikka-alan osaamis- ja koulutustarpeiden kehitysnäkymiä. Valtakunnallinen aikuiskoulutuksen ennakointi -projektin Dynamo-mallin valtakunnallinen ja alueellinen pilotointi. Helsinki: Opetushallitus. Raportit ja selvitykset 2018:5. Saatavissa: <https://www.oph.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut/julkaisut/liikenne-ja-logistiikka-alan-osaamis-ja-koulutustarpeiden> [viitattu 9.10.2020].

SITRA 2015. Maa, jossa kaikki rakastavat oppimista. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/maa-jossa-kaikki-rakastavat-oppimista/> [viitattu 1.10.2020].

SITRA 2020. Megatrendit 2020. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2019/12/15143428/megatrendit-2020.pdf> [viitattu 9.10.2020].

Taponen, T. 2020. Peruskoulua ja lukiota suorittavien oppilaiden käsityksiä logistiikasta. AMK-opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Viljakainen 2020. Osaava Kymenlaakso 2030 – Tulevaisuusverstas 16.9.2020 Työpajan loppuraportti. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.xamk.fi/wp-content/uploads/2020/09/osaava-kymenlaakso-2030\\_tulevaisuusverstas\\_loppuraportti.pdf](https://www.xamk.fi/wp-content/uploads/2020/09/osaava-kymenlaakso-2030_tulevaisuusverstas_loppuraportti.pdf) [viitattu 9.10.2020].

Xamk 2020a. Tulevaisuuden osaajat logistiikka-alalla. Www-dokumentti. Saatavissa <https://www.Xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/tulevaisuuden-osaajat-logistiikka-alalla/> [viitattu 9.10.2020].

Xamk 2020b. Xamkiin uusi rautatiealan koulutus. WWW-dokumentti. Saatavissa <https://www.Xamk.fi/tiedotteet/Xamkiin-uusi-rautatiealan-koulutus/> [viitattu 9.10.2020].

Xamk 2020c. Etiäinen-koulutustarpeiden ennakointi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.Xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/etiainen-koulutustarpeiden-ennakointi/> [viitattu 9.10.2020].

# KOHDERYHMÄYMMÄRRYKSEN MERKITYS OSAAJIEN HOUKUTTELUSSA

Hannu-Pekka Pukema

Osaajapulaa ja osaavan työvoiman saantia on pidetty Kymenlaaksossa jo pidemmän aikaa yritysten kasvun esteenä. Se on kohonnut akuutiksi haasteeksi alueen yrityksissä useammalla toimialalla. Sopivan työvoiman löytäminen on yksi elinvoimaisten ja kasvua hakevien yritysten keskeisimmistä toimintaedellytyksistä. Kilpailu osaavasta työvoimasta kovenee ja vaikuttaa jopa maakunnalliseen menestykseen, sillä osaavan työvoiman saatavuus nousee tulevana vuosina yhä kriittisemmäksi yrityksen sijoittumispäätöksen osatekijäksi.

Kymenlaakson väki vähenee ja samalla työvoiman tarve, saatavuus, määrä ja laatu ovat muutoksessa, sillä väestön ikääntyminen, eläköityminen ja monimuotoisuus tulevat väistämättä vaikuttamaan kaikilla toimialoilla. Kuvassa 1 on Etiäinen – koulutustarpeiden ennakointi –hankkeen toimenpiteissä tehty Kymenlaakson SWOT-analyysi, josta edellä mainitut kehityskulut myös näyttäytyvät. Samaan aikaan tämän kehityksen kanssa, millenniaalien sukupolvi eli karkeasti rajattuna 1980-2000 -luvuilla syntyneet ovat tulvineet työpaikoille ja markkinoille. He ovat maailmanlaajuisesti kasvattaneet osuuttaan työvoimasta. Suomessa ikäluokan osuus työvoimasta on jo 50 prosenttia.

## SWOT

### VAHVUUDET

- Logistiikka 4,9
- Vientiteollisuus ja teollinen perinne 4,5
- Väljä ja edullinen asuinympäristö 4,2
- Sijainti (mm. Helsingin ja Pietarin välissä) 4,1
- Kehitysmuutoskyky 3,7
- Uudet alat ja kasvuyritykset, 3,5
- Varuskuntamaakunta erikoisaloineen, 3,5
- Koulutustarjonta, 3,4

### MAHDOLLISUUDET

- Logistiikan kehittäminen, 4,6
- Teollisuus, vienti, 4,6
- Uuden teknologian käyttöönotto ja impl., 4,1
- Uudet investoinnit alueelle, 4,1
- Oppilaitosten kumppan., 3,9
- Uudet datacenterit, 3,7
- Työn siirto (PKS ja VS), 3,6
- Venäjän läheisyyden hyödyntäminen, 3,6
- Tapahtumamarkkinointi ja aluemarkkinointi, 3,5

### HEIKKOUDET

- Väestökehitys, väestökato, 4,8
- Alueen heikko maine/vetovoimaisuus, 4,3
- Alueen vahvuksien markkinoinnin vähäisyys, 3,8
- Yliopiston puute, 3,7
- Negatiivinen asenneilmapiiri, 3,7
- Rajallinen työvoiman saatavuus, 3,6
- Kuntatalous, 3,6
- Yrittäjien ikärakenne, 3,5

### UHKAT

- Väestökehitys voi uhata investointeja ja joukkoliikennemuutoksia, 4,1
- Työvoiman saanti, 4,0
- Suurten teollisten työnantajien kaatumisen ja dominoimien, 3,9
- Maailmantalouden suhdannevaihtelut, 3,8

Kuva 1. Kymenlaakson SWOT-analyysi. (Kuva: Myllylä 2019)



## MAINEENHALLINTA YHTEISEKSI TAVOITTEEKSI

Maakunnan ja sen työnantajien maineenhallinta osaavan työvoiman saamiseksi on oltava alueen toimijoiden yhteinen tavoite, sillä alueellinen menestys on monen tekijän summa, kuten kuvan 2 avulla voimme huomata. Osaavan työvoiman varmistamiseksi on huomioitava ja oltava tietoinen globaalisti ja paikallisesti vaikuttavista trendeistä. Alueen työnantajilta, oppilaitoksilta ja muilta toimijoilta edellytetään puolestaan yhteistyötä ja yhteisen näkemyksen tuottamista ja toteuttamista tavoiteltavasta tulevaisuudesta ja sen vaatimista koulutus- ja muista toimenpiteistä, jotta alue olisi vetovoimainen ja huomioi työnhakijan elämän kokonaisuutena osaajapolun kaikissa vaiheissa.



**Kuva 2.** Osaavan työvoiman varmistaminen työvoiman laadun lähtökohdista. (Kuva: Viljakainen 2019)

## KYMENLAAKSON HAASTEET MILLENNIAALIEN HOUKUTTELEMISESSA

Viljakaisen (2019) mukaan Kymenlaaksolla on suuria haasteita milleniaalien huomion tavoittelussa sekä muualta muuttaneiden emotionaalisessa ja sosiaalisessa sitouttamisessa maakuntaan. Ilman potentiaalisten työnhakijoiden oikeanlaista huomiota, ei houkuttelevallakaan sisällöllä ole merkitystä. Kohderyhmäymmärrystä hyödyntämällä on haasteisiin mahdollista löytää yhteisiä, toimivia ratkaisuja. Kohderyhmäymmärryksen syventäminen mahdollistaa oikeanlaisen viestinnän ja auttaa tavoittamaan Kymenlaakson alueelle tärkeitä osaajia. Kuvassa 3 on yritetty havainnollistaa sitä prosessia, miksi ja mitä on tärkeä huomioida milleniaalien houkuttelemisessa.



**Kuva 3.** Millenniaalit haastavat ja vaikuttavat työelämään (Kuva: Hannu-Pekka Puke-ma)

Onnistunut viestintä ja palvelut syntyvät työnhakijan ekosysteemiä ymmärtämällä. Olemassa olevia, hyviä arjen kokemuksia voidaan hyödyntää alueellisia viestejä suunniteltaessa. Keskeistä on toimia oikeissa kanavissa ja toistaa viestiä systemaattisesti. On myös huomattava, ettei työnhakija aina ole työnhaun aktiivinen osapuoli. Viestin kohdentaminen vain aktiivisille työnhakijoille sulkee suuren joukon potentiaalisia osajia ulkopuolelle. Perinteistä rekrytointikampanjointia voidaankin ajatella vain yhtenä osana varsinaista työvoiman varmistamisen prosessia. (Viljakainen 2019.)

## TALENTTIMAGNEETTI-PROJEKTI HOUKUTTELEE OSAAJIA KOUVOLAAN

Kouvola Innovationin (Kinno) vetämän Talenttimagneetti -projektin (1.1.2020 – 31.12.2021) päätavoitteena on käynnistää osajien houkuttelu Kouvolaan ja edistää osaavan työvoiman löytämistä maakunnan yritysten tarpeisiin. Kohderyhmänä ovat osaava työvoima ja opiskelijat sekä kansainväliset kyvykkyydet. Kouvolan mainetta osajien keskuudessa parannetaan ja osajia houkutellaan uudella yhteistyöverkostolla, joka koostuu markkinoinnista, rekrytoinnista, osajien vastaanotosta ja integroinnista. Kinno toimii verkoston kokoajana ja toivottaa kaikki halukkaat toimijat tervetulleiksi verkostoon. (Kouvola Innovation 2020.)

Hanke järjesti yrityksille syyskuussa Kouvolaan 2,5 päivää kestäneen valmennuksen osajien houkuttelemiseksi. Työ- ja organisaatiopsykologi Juho Toivolan vetämä valmennus antoi eväitä työnantajakuvan ja työntekijäkokemuksen parantamiseen sekä tehokkuutta työnantajamarkkinointiin ja moderniin rekrytointiin.

## KRIITTISEN OSAAJATARPEEN TUNNISTAMINEN TYÖNANTAJAMIELIKUVATYÖN KEHITTÄMISESSÄ

Työnantajabrändin kaksi tärkeää tehtävää on houkuttella oikeat osajat yritykseen sekä sitouttaa nykyisiä työntekijöitä. Työntekijämielikuvastrategian rakentamisen kannalta keskeistä on organisaation pitkän tähtäimen osajatarpeen ymmärtäminen, ainakin 2-3 vuoden aikavälillä. Liiketoimintasuunnitelma ja erityisesti strategiset tavoitteet auttavat, koska työnantajamielikuvatyön on oltava linjassa yritysstrategian kanssa. Organisaation strategia kertoo toiminnan suunnan ja valinnat. On ymmärrettävä toimintaympäristö eli pelikenttä ja se, miten voitamme. Henkilöstö- tai osajastrategia puolestaan tarkentaa ylätasoa liiketoi-

ministaategiaa. Näiden avulla voidaan tunnistaa kriittiset osaajatarpeet ja ne osaajat, joiden tekemisellä on kaikkein suurin vaikuttavuus tavoitteiden saavuttamisen näkökulmasta. Mitä osaamista tai kyvykkyyttä tarvitaan, jotta strategiassa asetettuihin tavoitteisiin voidaan päästä? Mitä osaamista tai kyvykkyyttä pitää kasvattaa tulevaisuudessa? (Toivola 2020)

Teeceen mukaan (2007) kestävä kilpailuetu voidaan saavuttaa, kun organisaatiolla on kyky nähdä tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuudet ja kehittää omaa osaamistaan sekä oppimistaan vastaamaan näihin mahdollisuuksiin.

## **OSAAVA KYMENLAAKSO 2030 -TULEVAISUUSVERSTAS PURETUI MILLENNIAALINÄKÖKULMAAN**

Kymenlaaksossa oli 2,5 vuotta käynnissä Etiäinen – koulutustarpeiden ennakointi -hanke, joka päättyi syyskuun 2020 lopussa. Hankkeen tavoitteena oli luoda Kymenlaaksoon oppilaitosten prosesseihin kytkeytyvä ennakointimalli, joka auttaa oppilaitoksia reagoimaan riittävän nopealla syklillä yritysten ja työnantajien osaajatarpeisiin. (Xamk 2020.)

Hankkeen aikana järjestetyt tulevaisuusverstaat keräsivät hyvän määrän osallistujia. Viimeisin ja järjestyksessään kolmas, Osaava Kymenlaakso 2030 -tulevaisuusverstaas järjestettiin syyskuussa 2020 aikaisemmista tulevaisuusverstaaiden järjestelyistä poiketen ja valtakunnallisista etätyöskentelysuosituksista johtuen kokonaisuudessaan verkkovälitteisesti. Tapahduma kokosi noin 120 osallistujaa, jotka haastettiin näkökulman vaihtoon, sillä palvelujen tuottajista siirryttiin käyttäjien asemaan. Osallistujat nimittäin haastettiin astumaan millenniaalityönohjakijoiden ja -työntekijöiden ”saappaisiin”, palvelumuotoilulle tyypillisten kiteytysten ja profiilien avulla. Kymenlaakson eri klustereiden vetovoimaisuutta pohdittiin siis jo noin puolet työvoimasta muodostavien millenniaalien näkökulmasta. Samalla mahdollistui uudella tavalla tekeminen ja kokeileminen kehitysmuotoisessa ilmapiirissä, sillä niin työryhmän kuin osallistujatkin haastettiin oppimaan uutta sekä teknologian että vuorovaikutuksenkin näkökulmista. (Viljakainen 2020.)

Kolmesta kokonaisuudesta koostuneen tulevaisuusverstaan tarkoituksena oli syventää ymmärrystä työnhakija- ja työntekijälähtöisesti. Niinpä uutena asiana tulevaisuusverstaassa yhdistettiin niin menetelmien kuin tavoitteidenkin osalta paljon yhteistä omaavat palvelumuotoilu ja ennakointi toisiaan tukevaksi kokonaisuudeksi (kuva 4). (Viljakainen 2020)

## ENNAKOINTI

on **järjestelmällinen ja osallistava prosessi**, jossa **tulevaisuustietoon lisätään luova ajattelu ja mielikuvitus**.

Erilaisten tulevaisuuskuvioiden haluttavuus riippuu toimijan intresseistä ja ajatusmaailmasta. (Majavesi, 2010.)

## PALVELUMUOTOILU

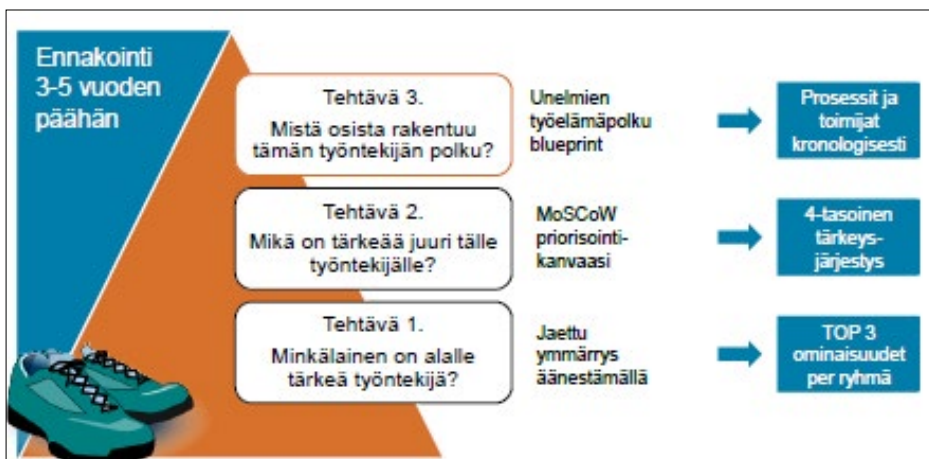
keskeinen ajatus on **osallistaa sidosryhmät yhteissuunnitteluun ja edesauttaa vuorovaikutuksen kehittymistä eri toimijoiden välille**.

Luovaa ajattelua tuetaan kartutetun käyttäjätuntemuksen ja siitä tehtyjen kiteytysten avulla. (ks. esim. Miettinen, 2016.)

**Kuva 4.** Ennakoinnilla ja palvelumuotoilulla on paljon yhteistä. (Kuva: Hannu-Pekka Pukema)

Verstaan ensimmäisessä osassa kuultiin puheenvuoroja ja tietoisuuksia ennakointiin liittyen. Viimeisessä osassa koottiin luonnollisesti verstaan näkemyksiä yhteen. Keskimääräinen sisälsi työpajatyöskentelyyn perehdyttämisen ja varsinaiset ryhmätyöosuudet. Kuljetus ja logistiikka oli yksi ryhmä yhteensä kymmenestä eri työpajaryhmästä ja tämän artikkelin kirjoittaja toimi ryhmän fasilitaattorina.

Tehtävien sisältö ja tavoitteet oli suunniteltu luomaan verstaassa työskentelylle luonnollisen ja loogisesti etenevän rungon. Tehtävät 1–3 oli suunniteltu toisiaan tukeviksi jatkumoksi siten, että tehtävissä saadut vastaukset muodostavat jatkumon yhteisen ymmärryksen kartuttamisprosessissa (kuva 5).



**Kuva 5.** Yhteisen ymmärryksen kartuttamisprosessi. Työpajan kolme tehtävää: ratkaistava ongelma ja toivotut tulokset. (Kuva: Viljakainen 2020)

Tehtävä 1: Mitä ominaisuuksia toivotaan millenniaalityönhakijalta? Ryhmä muodosti yhteistä näkemystä alalle tärkeimmistä työnhakijoiden ja työntekijöiden ominaisuuksista, kunkin ryhmän jäsenen tuottaessa ensin oman näkemyksensä asiasta. Kuvaan 2 on tiivistetty ryhmäläisten nimeämistä ominaisuuksista äänestämällä ja keskustelemalla saavutettu yhteisymmärrys. Tärkeimmiksi ominaisuuksiksi 3–5 vuoden päästä nähtiin vuorovaikutuksen, digitaidot sekä kokonaisuuksien hallinta. (Viljakainen 2020)



**Kuva 6.** Kuljetus- ja logistiikka-alan ryhmän yhteisesti määrittämät tulevaisuuden (millenniaali)työnhakijan TOP 3 -ominaisuudet. Kuvassa esitetään lisäksi kaikki ryhmän yksittäisten jäsenien ehdottamat ominaisuudet. (Kuva: Hannu-Pekka Pukema mukailen Viljakainen 2020)

Tehtävässä kaksi hyödynnettiin Viljakaisen opinnäytetyössä (2019) profiloituja kolmea millenniaali-ikäisiä osaajia kuvaavia arkkityyppejä. Itsevarma menestyjä Pete, realisti suorittaja Suski ja epävarma hapuilija Eppu. Ensiksi näistä osaavan työvoiman millenniaali-työnhakijaprofileista valittiin tehtävässä yksi muodostetun ymmärryksen perusteella osallistujien näkemyksen mukaan alalle parhaiten soveltuva tyyppi priorisointitehtävän näkökulmaksi. Tältä pohjalta Kymenlaaksoon työllistymisen ja siellä viihtymisen edellytyksiä tarkasteltiin neliportaisen MoSCoW-kanvaasin avulla. Se auttaa ymmärtämään tärkeysjärjestyksiä tarkastelemalla niitä eri näkökulmista ja tärkeiksi asioiksi voidaan määritellä useita vaatimuksia. Tehtävässä oli myös mahdollista eritellä ryhmän omalle toimialalleen erityisen merkittävänä pitämiä mahdollisia skenaarioita. Tehtävän tekemisen ja vastausten tulkitsemisen kannalta on keskeistä huomata, että yksi MoSCoW-kanvaasi kokoo vain yhden näkökulman. Kokonaiskäsityksen luomiseksi sama priorisointi-harjoitus olisi syytä toistaa myös muista näkökulmista ja vertailla tuloksia keskenään. (Viljakainen 2020)

**Suski**



Suski tietää osavansa ja pystyvän, mutta ennen muutosta on kartoitettava tilanne tarkkaan ja pohdittava sen vaikutuksia muuhun elämään. Suski onkin perhekeskeinen realisti, joka arvostaa työn lisäksi myös hyvää elämisen laatua. Taloudellinen turvallisuus on merkityksellistä, mutta myös muilla tekijöillä on vaikutusta valintoja tehtäessä. Esimerkiksi arjen sujuvuus, paikan tunnelma ja sosiaalinen ympäristö ovat tärkeitä. Arjen keskellä Suskin omat intressit, kuten harrastukset, saattavat jäädä vähemmälle huomiolle ja tällöin työssä on merkittävä rooli perheen ulkopuolisen kanssakäynnin osalta.

**realisti suorittaja**

**MERKITYS TYÖNANTAJALLE**  
Hyödyt: pitkäaikainen, luotettava työntekijä. Kehittää mielellään osaamistaan, jos se on mahdollista työn ohessa.  
Haasteet: Odottaa tunnustusta hyvin tehdystä työstä ja olettaa, että se huomataan automaattisesti. Huomiotta jäminen voi aiheuttaa tyytymättömyyttä ja laskee työtehoa. Saattaa myös tyytyä elämäntilanteensa vuoksi työhön, joka ei oikeasti miellytä.

**TYÖNHAKU JA REKRYTOINTI**  
Merkityksellisiä työnhakureittejä ovat oppilaitosten tarjoamat väylät, mol.fi, työnhakuneet verkossa ja paikallismedia.  
Mielenkintoisimmat työpaikat ovat oman verkoston suosittelemia tai tunnettuja kuittajabrändejä.

**TOP 3** →  
1. Ilmapirri ja kulttuuri  
2. Joustavuus  
3. Työkaverit

**ASUMINEN**  
Jää usein opiskelupaikkakunnalle tai muuttaa puolison perässä.  
Oma koti hankitaan mieleiseltä asuinalueelta pitkäaikaisista asumista ajatellen.

**persoonallisuus**

itsevarma

aktiivinen

lojaali

perhe – hyvinvointi – ennakoiminen – tunnelma – onni

"Kyllä koko paketin pitää olla kunnossa, että me muuteltais."

"En oo mikään uraohjus, mutta homman pitää pysyä mielekkäänä ja tuki kehitys sais sitten näkyä palkassakin."

**Kuva 7.** Logistiikka-alalle parhaiten soveltuva arkkityyppi oli työpajaan osallistuneiden näkemyksen mukaan suorittaja Suski. (Kuva: Viljakainen 2020)

Kuljetus ja logistiikka -ryhmän profiiliksi valikoitui realisti, suorittaja Suski (kuva 7). Sama profiili osoittautui suosituimmaksi myös kaikki ryhmät huomioitaessa. Kuvassa 8 esitetään ryhmän määrittelemä tärkeysjärjestys Suskin Kymenlaaksoon työllistymisen edellytyksistä. Voimistuva digitalisaatio oli priorisointiin erityisesti vaikuttava trendi. (Viljakainen 2020)

### Valitun profiilin työllistymisen ja Kymenlaaksossa elämisen kannalta

MUST HAVE	SHOULD HAVE	COULD HAVE	WON'T HAVE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Koulut, päiväkodit</li> <li>Palvelujen saatavuus</li> <li>Terveystenhoito</li> <li>Asuminen/ympäristöt</li> <li>Edullisuus</li> <li>Joustavat työntekomahdollisuudet</li> </ul> <p><b>PAKKO OLLA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jatko- ja lisäkoulutus ja – opiskelumahdollisuudet</li> <li>Monipuoliset, sujuvat, toimivat liikenneyhteydet</li> <li>Digitaaaliset ratkaisut</li> <li>Perheen harrastusmahdollisuudet</li> </ul> <p><b>PITÄISI OLLA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vireä yhdistystoiminta</li> <li>Luonto</li> </ul> <p><b>VOISI OLLA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vuokrakerrostalo ja lähiöt</li> <li>Yöelämän virikkeellisyys</li> </ul> <p><b>EI TARVITA</b></p>
	<p>merkittävät seikat, joiden puuttuminen ei kuitenkaan ole este työllistymiselle ja Kymenlaaksossa elämiselle.</p>	<p>voisivat mahdollisesti tuoda profiilin viihtymiselle lisäarvoa</p>	

**Kuva 8.** Työllistymisen ja viihtymisen edellytyksiä tarkasteltiin neliportaisen MoSCoW -kanvaasin avulla (Kuva: Viljakainen 2020)

Tehtävän kolme tavoitteena oli muodostaa 3-5 vuoden päähän sijoittuva ns. Unelmien polku. Polun luomisessa käytettiin apuna Blueprint-tyyppistä kanvaasia, jossa työnhakijan toimet Kymenlaaksoon hakeutumisen ja siellä elämisen aikana muodostivat kronologisesti etenevän prosessin. Kanvaasiin yritettiin koota niitä kontaktipisteitä, jotka vastaavat työnhakijan/-tekijän toimiin sekä niitä toimijoita/toimintoja, jotka vaikuttavat prosessiin, mutta eivät näy suoraan työnhakijalle/ tekijälle. (Viljakainen 2020)

## YHTEENVETO TULEVAISUUSVERSTAAN TYÖPAJOISTA

Osallistujilta kerättyjen palautteiden perusteella verstaan toteutus verkossa toimi hyvin. Yleisesti työpajoissa nousi millenniaalityönlakijan toivotuiksi ominaisuuksiksi erityisesti jatkuva oppiminen sekä halu henkilökohtaiseen kehittymiseen ja kehittämiseen, oikeanlainen asenne työtä kohtaan sekä muutoksen kohtaamisen taito. Nämä heijastavat niin yleisesti tunnistettua tarvetta elinikäiselle oppimiselle ja työelämän muutokselle kuin Etiäinen-hankkeessa Kymenlaaksolle merkittäviksi koettuja asioita. Vuorovaikutus, sosiaalinen pääoma sekä yhteistyökyky kuvastavat niitä kanssakäymisen taitoja, joita entistä vahvempi yhdessä tekeminen ja tiedon välittäminen vaativat. Digitaalisen osaamisen merkitys nousi erittäin vahvasti esille niin työskentelyyn osallistuneiden yksilövastauksissa kuin usealla TOP 3 -listallakin. (Viljakainen 2020)

Työpajojen priorisointitehtävässä pakollisiksi asioiksi luokitellut asiat kahden suosituimman profiilin eli suorittaja Suskin ja itsevarma menestyjä Peten näkökulmista on listattu kuvassa 9. Työssä viihtymisen kannalta tärkeiksi askeleiksi puolestaan nousi vat etenkin onnistunut kaksisuuntainen perehdytys sekä jatkuva mentorointi. Tiivis vuorovaikutus työntekijän ja työnantajan välillä nähdään muutenkin tärkeänä, sillä työnantajalta odotetaan myös tukea epävirallisempien verkostojen luomiseen. Myös paikallisten julkisyhteisöjen sosiaalisen median kanavat sekä urheiluseurojen ja muiden harrastustoimijoiden merkitys työnhakijan toimien tukijana nähtiin merkityksellisinä. (Viljakainen 2020)

### realisti suorittaja **Suski**

- Edullinen omistusasuminen
- Keskeiset elämän laatuun vaikuttavat palvelut lähellä (päiväkoti, koulu, terveydenhuolto, kauppa)
- Pysyvä työsuhde ja hyvä työyhteisö
- Oikeudenmukainen palkkaus ja edut
- Joustavat työntekomahdollisuudet ja kohtuullinen työnkuormitus
- Virkistys- ja kulttuuripalvelut
- Koulutusmahdollisuudet
- Turvallisuus
- Puolison työpaikka

### itsevarma menestyjä **Pete**

- Kiinnostava, haastava työ
- Korkean profiilin yritys
- Hyvin organisoitu yritys
- Urakehitysmahdollisuudet
- Henkilökohtainen kehittyminen ja arvostuksen saaminen
- Etätömahdollisuus
- Alueen elinvoima ja kiinnostavuus
- Harrastusmahdollisuudet ja virikkeet, konsertit
- Perheelle palvelut
- Puolison työ
- Laadukas asuminen, mielenkiintoinen ympäristö
- Kulkuyhteydet

**Kuva 9.** Must Have -teemoittelu. Priorisoinnissa pakollisiksi asioiksi luokitellut asiat kahden suosituimman profiilin näkökulmista. (Kuva: Viljakainen 2020)

## YHTEENVETO

Maakunnan ja sen työnantajien maineenhallinta osaavan työvoiman saamiseksi vaatii alueen toimijoiden yhteistä tavoitetta ja jatkuvaa yhteistyötä. Alueen työnantajien, oppilaitosten ja muiden toimijoiden on tuotettava yhteistä näkemystä tavoiteltavasta tulevaisuudesta, tiedostettava sen vaatimat toimenpiteet ja ruveta tekemään unelmaa todeksi.

Haasteiden selättämiseksi, tulevaisuuden ymmärtämiseksi ja kuvittelemiseksi, yhteiskunnan ja sen rakenteiden muuttamiseksi sekä uusien tulevaisuudessa tarvittavien järjestäytyneiden mallien toteuttamiseksi on

1. ymmärrettävä nettisukupolvea eli millenniaaleja
2. huomioitava yleinen työelämän muutos ja siitä syntyvät uudet osaamisvaatimukset
3. hahmotettava sekä maakunnan että toimialan lyhyen ja pitkän aikavälin kehitysmissuunnat, kuten megatrendit

Suunnitelmallisuus ja strategia antavat toiminnalle suunnan niin yksilön kuin yhteiskunnan kehittämiseen. Ne helpottavat valintojen tekemistä ja auttavat osaltaan ymmärtämään toimintaympäristöä eli pelikenttää ja toisaalta tunnettava ketkä peliä pelaavat, miten ja mistä lähtökohdista. Vaikka menestystä tulisikin nyt, on keskeistä selvittää, miten voitamme myös tulevaisuudessa, kaikkien edessä olevien muutosten jälkeenkin. On kyettävä reflektoimaan omaa toimintaa ja ymmärrettävä sen merkitystä suhteessa muihin.

Tarinoista ja historiasta löytyy paljon hyvää oppia, mutta paluuta entiseen ei ole, koska maailma on muuttunut niin paljon ja muuttuu edelleen nopeaa vauhtia. Tieto ja sen saaminen ei nykymaailmassa ole enää ongelma. Ratkaisevaa on löytää oikeaa tietoa sekä osattava käyttää ja hyödyntää sitä. Elämme uutta aikakautta, jossa on paljon potentiaalia, mutta vanhat mallit eivät ehkä enää toimi.

Toivola (2020) muistuttaakin, että työnantajamielikuvatyön näkökulmasta on keskeistä löytää menestystekijät sekä vaalia niitä ja viestiä niistä, sillä ne ovat varsin usein ihan samat asiat, jotka auttavat menestymään liiketoiminnassa, pitävät nykyiset työntekijät tyytyväisinä ja houkuttelevat uusia, oikeanlaisia työntekijöitä.



## LÄHTEET

Kouvola Innovation 2020. Talenttimagneetti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://kinno.fi/talenttimagneetti/> [viitattu 9.10.2020].

Majavesi, M. 2010. Ennakointimenetelmiä. Saatavissa: [http://www.pilkahdus.fi/sites/default/files/51\\_ennakointimenetelmia.pdf](http://www.pilkahdus.fi/sites/default/files/51_ennakointimenetelmia.pdf) [viitattu 16.10.2020].

Miettinen, S. (toim.). 2016. Palvelumuotoilu – uusia menetelmiä käyttäjätiedon hankintaan ja hyödyntämiseen. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Myllylä, Y. 2019. YTT, Projektipäällikkö. Etiäinen-koulutustarpeiden ennakointi. Ennakointiryhmän kokous 4.9.2019, Esitysmateriaali.

Tece DJ. 2007. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal* 28:1319–1350.

Toivola, J. 2020. Psykologian maisteri, työ- ja organisaatiopsykologian erikoispsykologi. Talenttimagneetti-työnantajamielikuvavalmennus, Valmennusluentomateriaalit.

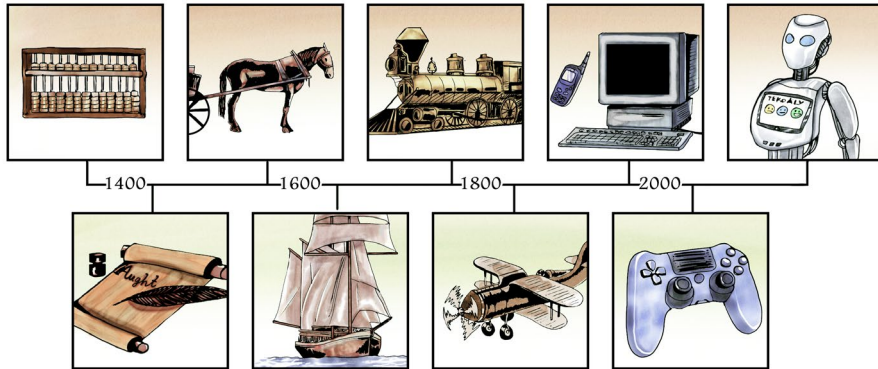
Viljakainen, K. 2019. Osaavan työvoiman varmistaminen Kymenlaaksossa. Millenni-aali-työnhakijan näkökulma esiin palvelumuotoilun avulla. YAMK-opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/264823> [viitattu 8.10.2020].

Viljakainen 2020. Osaava Kymenlaakso 2030 – Tulevaisuusverstaas 16.9.2020 Työpa-  
jan loppuraportti. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.xamk.fi/wp-content/uploads/2020/09/osaava-kymenlaakso-2030\\_-tulevaisuusverstaas\\_loppuraportti..pdf](https://www.xamk.fi/wp-content/uploads/2020/09/osaava-kymenlaakso-2030_-tulevaisuusverstaas_loppuraportti..pdf) [viitattu 9.10.2020].

Xamk 2020. Etiäinen-koulutustarpeiden ennakointi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.Xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/etiainen-koulutustarpeiden-ennakointi/> [viitattu 9.10.2020].

# LOGISTIIKKA: YKSI KÄSITE, MONTA MERKITYSTÄ

Terhi Halonen & Ronja Pölkki



Tässä artikkelissa pyritään avaamaan ensin monimerkityksellisen logistiikka-sanan merkitystä kerimällä auki sen historiallisista menneisyyttä sekä peilaamaan käsitteen merkityksiä ja sisältöjä 2020-luvun digitaaliseen oppimisalustaan Zero CO<sub>2</sub>-peliin. Pelin keskiössä on vihreä logistiikka, jolloin pelaajan pitää pystyä huomioimaan peliin liittyvät logististen toimintojen suunnittelu ja toteutus mahdollisimman kustannustehokkaasti ympäristöhaitat minimoiden, eli tavoitteena CO<sub>2</sub> päästöjen minimoiminen. Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) on yksi kasvihuonekaasuista, joka yhdessä metaanin (CH<sub>4</sub>) ja typpioksiduulin (N<sub>2</sub>O) vaikuttavat ilmaston lämpenemiseen maapallolla. Näiden edellä mainittujen kaasujen pitoisuudet ovat voimakkaasti kasvaneet esiteollisesta ajasta lähtien.

Logistiikka-sanan juuret löytyvät kreikan kielen termistä *logistikos*, jolla on tarkoitettu symbolista matemaattista logiikkaa, eli käytännön laskutaitoa (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 11). Myöhemmin sanan merkitys on laajentunut tarkoittamaan ajattelua ja päättelytaitoa, jolloin tarkastellaan asioiden syitä ja vaikutuksia, tunnistetaan erilaisia suhteita ja kyetään kriittiseen analyysiin (Kohlberg 1958).

Käsitteen toiminnallinen alkuperä löytyy antiikin Roomasta, jolloin sotilashallinnon virkamiehien *logistikas-upseerien* vastuulla oli huolehtia armeijan raha- ja huoltoasioista. Sanan historialliset juuret kytkeytyvät myös ranskan kielen kautta armeijaan, sillä verbi *loger* tarkoitti sotilasmajoitusta ja substantiivi *logis* tilapäistä majoituspaikkaa. Ranskassa 1600-luvulla sotilaiden majoituksesta ja joukkojen siirrosta vastanneita esikuntaupseereja kutsuttiin majoitusmestareiksi. Heidän toimenkuvaan sisältyi myös karttojen laatiminen ja muistioiden kirjaaminen, joiden perusteella armeijan joukkojen siirtely ja huoltotoimenpiteet toteutettiin. (Hokkanen ym. 2011, 11.)



**Kuva 1.** Käsitteen historia. (Kuva: Ronja Pölkki)

Henri Baron de Jomini oli Napoleonin ajan sotavoimien upseeri, joka kuvaa logistiikkaa armeijan liikuttelun taidoksi, joka sisältää esikuntatyön ja tiedustelun. Sen tarkoituksena on *”tuottaa logistinen – käytännöllinen – pääsy taisteluun ja saavuttaa näin strateginen ja taktinen liikkuvuus ja yllätysetu”*. Termin määrittely jatkui 1900-luvun alussa, jolloin amerikkalainen kapteeni Alfred Thayer Mahan määritteli sanan logistics tarkoittavan kansan teollista ja taloudellista mobilisoinnin tukea aseistetuille joukoille. Toisen maailmansodan jälkeen käsite *logistiikka* kuvaa huoltojoukkojen ja taisteluvälineosaston toimintaa: rakentamista, kuljetuksia, huoltoa ja lääkinnällisiä palveluja. (Hokkanen ym. 2011, 11.)

Armeijan piirissä ollut käsite laajentui yritystoiminnan puolelle jo vuonna 1915, mutta varsinaisesti käsite jalkautui siviilimaailmaan 1950-luvulla, kun asiakaspalvelusta tuli logistisen hallinnon tukipilari (Christopher 1986 ks. Hokkanen ym. 2010, 12). Käsite levisi laajempaan käyttöön 1990-luvulla ja siitä tuli muotisana, jota käytetään erilaisten informaatio- ja valuuttavirtojen ja materiaalien hallinnan kuvaamisessa. (Hokkanen ym. 2011, 11.)

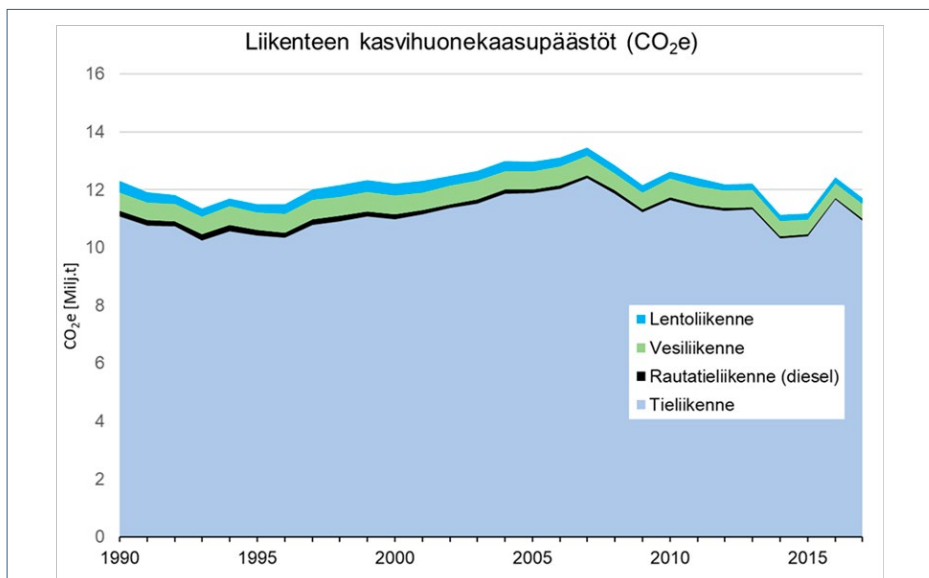
Sotilashallinnosta liiketoiminnan käyttöön siirtynyt käsite on monimerkityksellinen. Karuksen (2001, 13 mukaan sillä voidaan tarkoittaa seuraavia asioita,

"Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä"

Karruksen logistiikalle antamasta määrittelystä tulee hyvin esille, että logistiikka ei ole yksittäisten toisistaan erillisten toimintojen sarja, vaan se on erillisten toimintojen yhteenkietoutuma sekä ajatusmalli, joka luo toiminnalle tehokkaan kehyksen. Siten se muodostuu monitahoiseksi, laaja-alaiseksi sekä jatkuvaa oppimista edellyttäväksi osaamistehtäväksi (Karrus 2001, 13), jota Zero CO<sub>2</sub> -pelissä on ryhdytty ratkomaan vihreän logistiikan ja pelillisyyden avulla.

## VIHREÄ LOGISTIikka

Viimeisten 20-25 vuoden aikana on kiinnitetty huomioita logistiikan yhteiskunnalle ja ympäristölle aiheuttamiin vaikutuksiin. Fossiilisia polttoaineita käyttävät logistiset kuljetusjärjestelyt kuten tavaroiden kuljettaminen – maa-, ilma- ja vesiteitse – huonontavat ilmanlaatua, tuottavat melusaastetta ja tärähtelyä ympäristöönsä. Kahdeksan prosenttia maailman hiilidioksidipäästöistä on arvioitu syntyvän rahtitavaran kuljettamisesta ja kun tähän lisätään myös varastointi ja tavaroiden käsittely, nousee prosenttiosuus jo seuraavalle kymmenykselle (10–11 %). Nyt 2020-luvulla pelkästään Euroopassa tapahtuva rahdin liikuttamiseen kuluva energia ylittää henkilöautojen ja bussien päästöt, ja vuonna 2050 tavaroiden kuljettamisesta aiheutuvat päästöt vastaavat maailman hiilidioksidipäästöistä pahimmillaan jo kolmasosasta (15–30 %). (McKinnon, Browne, Piecyk & Whiteing. 2015, 3–5).



**Kuva 2.** Liikenteen kasvihuonepäästöjen kehitys vuosina 1990–2017<sup>1</sup> (Kuva: Ilmasto-opas.fi)

<sup>1</sup> Ilmasto-opas.fi <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/cd3c06f0-ddc2-4984-840f-c35a-98daf01e/liikkuminen-ja-yhdyskuntarakenne.html>

Vihreän logistiikan avulla yritetään vaikuttaa tavaroiden kuljettamisesta syntyneisiin päästöihin, ja Zero CO<sub>2</sub> -pelin idea perustuu vihreään logistiikkaan. Pelaaja huomaa, että kuljetusmuodon valinnalla on vaikutusta pelissä etenemiseen. Peli myös visualisoi päästöjen vaikutukset pelaajalle, sillä peliympäristön vihreys muuttuu päästöjen kasvaessa tai pienentyessä.

Vihreän logistiikan tavoitteena on pienentää yritysten toimintojen aiheuttamia ympäristövaikutuksia huomioimalla toimintojen suunnittelussa ja toteutuksessa logistisista ratkaisuista aiheutuvat ympäristöhaitat, mutta huomioiden myös toimintojen taloudellisuuteen ja tehokkuuteen liittyvät näkökulmat. Vaatimukset tuotteiden ja palvelujen ympäristöystävällisyydestä tulevat yhä enenevässä määrin asiakkailta ja tuotteiden sekä palveluiden loppukäyttäjiltä. Logistisen ympäristöystävällisyyden huomioiminen on kilpailuetu yritykselle ja se kertoo loppukäyttäjälle yrityksen asiakaslähtöisestä ajattelusta. (Mäkelä, Mäntynen & Vanhatalo 2005, 135).

Vihreän logistiikan määritelmänä voidaan käyttää Jonathan Weeks'n logistiikalle antamaa yleismääritelmää *“the movement of materials from the earth through production, distribution and consumption back to the earth”*, sillä se sisältää ympäristönäkökulman. Määritelmän mukaan tuote sisältää niin uudelleenkäytön, pakkaamisen kuin myös kierrätyksen ja tuotteen hävittämisen. Eli kaikki ne toiminnot, jotka nykyään liitetään vihreään logistiikkaan (ks. McKinnon ym. 2015, 13.)

Myös Zero CO<sub>2</sub> -peli rakentaminen tuottaa hiilidioksidipäästöjä, sillä pelin suunnitteluun ja tuottamiseen sisältyy erilaisia materiaali-, tieto- ja pääomavirtoja. Rahoituksen hakemiseen liittyy tieto- ja pääomavirtoja niin Euroopan aluekehitysrahastolta kuin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoululta. Hankehakemusten kirjoittaminen vaatii etukäteissuunnittelua, tutkimista ja kirjoittamista sekä ammattikorkeakoulun aluekehittämissuunnitteluun sisältyvien asiakassuhteiden rakentamista ja vaalimista. Vastaavasti pelin rakentamiseen tarvitaan tehokkaita tietokoneita ohjelmointiin ja piirtoalustoihin (raaka-aineita luonnosta), ja jotta pelin suunnittelu ja toteutus voi olla mahdollista vaatii se tiedollista ja taidollista pääomaa työntekijöiltä.

Kun peli on valmis elokuussa 2021, on sitä ennen toteutettu paljon logistisia toimintoja. Pelin testaamista eri kouluilla (kuljettaminen) ja testaamisessa esille tulleiden ohjelmointivirheiden korjaamista (tietotaitopääomaa). Peliä markkinoidaan kouluille ja eri käyttäjäryhmille, ja pelin ylläpidosta ja huollosta vastaa ammattikorkeakoulu. Kun pelin tekijöiden ja peliä pelaavien nuorten digitaaliset laitteet vanhenevat, päätyvät ne kierrätykseen ja uusien tuotteiden raaka-aineksi ja ei-kierrätettävät osat jätteeneksi. Mutta mitä itse Zero CO<sub>2</sub> -pelille käy, niin itse peli voidaan hävittää, mutta sen lataamisesta ja pelaamisesta jää aina digitaalinen sormenjälki. Alla on kuvituskuva pelin elinkaaresta, mutta mielenkiintoista olisi laskea millainen hiilijalanjälki muodostuu pelin suunnittelusta, rakentamisesta, markkinoinnista

ja myynnistä. Millaisia vaikutuksia digitaalisten laitteiden ja sisältöjen rakentaminen ja käyttö jättävät ympäristöön?



**Kuva 3.** Zero CO2 -pelin elinkaaren vaiheet. (Kuva: Markus Myllylä ja Ronja Pölkki)

Ympäristöpainotteinen logistiikka on nyt uuden murroksen edessä, sillä automaatio ja digitalisaatio ovat tulleet jäädäkseen. Niillä tarkoitetaan älykkäitä ratkaisuja ja eri toimialojen integroitumista teknologiaan, joka näkyy liiketoiminnassa ja siten myös ihmisten jokapäiväisessä elämässä. (Pöyskö, Hurskainen, Lapp & Vaarala 2016, 11.) Puhutaan älyliikenteestä, jossa sähköistyvä, automatisoituva ja palvelullistuva liikennejärjestelmä muuttaa kuljetusjärjestelmämme ja tapamme liikkua, sillä energia, liikenne ja data nivoutuvat yhteen (ITS Finland) ja ehkä näin pystymme tavoittamaan Sanna Marinin hallitusohjelmaan kirjatun tavoitteen Suomen hiilineutraalisuudesta vuonna 2035.

## LÄHTEET

Hokkanen, Simo, Karhunen, Jouni & Luukkainen, Martti. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä.

ITS Finland 2020. Älykäs ja päästötön liikenne. WWW-sivu. Saatavissa: <https://its-finland.fi/> [viitattu 10.9.2020].

Karrus, Kaij, E. 2005. Logistiikka. Juva: WSOY.

Kohlberg Lawrence. 1958. The Development of Modes of Moral Thinking in the years of ten to sixteen. Unpublished doctoral dissertation. Chigaco: Univeristy of Chicago.

McKinnon, Alan, Browne, Michael, Piecyk, Maja & Whiteing, Anthony. 2015. Green Logistics – Improving the Environmental Sustainability of Logistics. KoganPage.

Mäkelä, Tommi, Mäntynen, Jorma & Vanhatalo, Jaana. 2005. Logistiikka ja kuljetusjärjestelmät Tampere: Tampereen Teknillinen yliopisto, Liikenne ja kuljetustekniikan laitos: opetusmoniste 38.

Pöyskö, Tuomo, Hurskainen, Eira, Lapp, Tuomo & Vaarala, Harri. 2016. Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa. Kehitysnäkymiä Suomessa ja maailmalla. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2016. Helsinki: Liikennevirasto.

# ELÄMÄ PELISSÄ – ZERO CO2 – ON PELI ELÄMÄSTÄ

Terhi Halonen, Janne Raunila & Markus Myllylä

“Life is just like a game.  
First you have to learn rules of the game and then  
play it better than anyone else.”

Albert Einstein -sitaatti tiivistää, mistä elämässä on kyse, oppimisesta ja pelaamisesta. Kaakois-Suomen ammattikorkeakoulussa, logistiikan ja merenkulun tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnassa on ryhdytty rakentamaan innovatiivista digitaalista oppimisympäristöä, mobiilipeliä. Zero CO2 -pelin sisällöllisessä suunnittelussa käytetään ajantasaista tutkimustietoa logistiikasta, biotaloudesta ja kestävästä kehityksestä sekä perusopetuksen opetussuunnitelmaa 2014, jossa ihmisen ymmärretään oleva osa ja tuoda konkreettisesti esille, miten arkiset jokapäiväiset kulutusvalintamme ja niihin sisältyvät logistiset ratkaisut vaikuttavat ympäristöön ja hiilijalanjälkemme muodostumiseen.

Nyt 2020-luvulla meidän suomalaisten kulutustavoilla tarvitsemme 3,6 maapalloa täyttämään vuosittaisen luonnonvarojen kulutustarpeemme, ja viime vuonna 2019 meidän ekologinen jalanjälkemme tuli täyteen huhtikuun viidentenä päivänä. Suhteessa asukaslukuun me suomalaiset olemme yksi eniten ilmastoa kuormittava kansa ja meidän keskimääräinen hiilijalanjälkemme on noin 10 000 kg/CO<sub>2</sub>/vuosi. Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) on yhdessä metaanin (CH<sub>4</sub>) ja typpioksiduulin (N<sub>2</sub>O) kanssa kasvihuonekaasuja, joiden pitoisuudet ovat lisääntyneet merkittävästi 1750-luvulta lähtien. Hiilidioksidi 40 % ja metaani 150 % ja typpioksiduuli 20 % ja pitoisuuksien kasvu on vaikuttanut maapallon lämpötilaan. Se on kohonnut keskimäärin 0,85 astetta vuodesta 1880 lähtien ja lämpenemisen tahti on vain kiihtynyt, sillä hallitustenvälinen ilmastopaneeli IPCC on ennustanut maapallon lämpötilan nousevan vuosisadan loppuun mennessä jopa viidellä asteella. Puhutaan ilmastomuutoksesta, sillä lämpötilan nousu näkyy jäätiköiden sulamisena ja siten merenpinnan nousuna ja merien happamoitumisena. Muutokset ovat suurempia talvella, sillä lämpötilat kohoavat ja alhaiset lämpötilat harvinaistuvat. Vaikutukset näkyvät lisääntyvinä sateina ja voimakkaina tuulina ja pimeämpinä talvina.

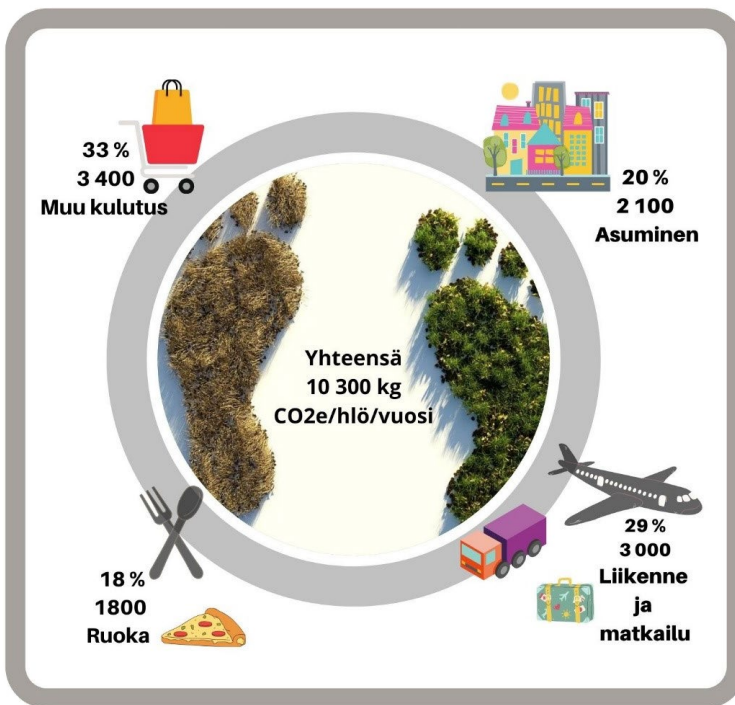
Kesällä kasvukausi pidentyy, mutta rankkasateet yleistyvät, sillä hellejaksot yleistyvät ja pidentyvät. (Ympäristöministeriö; Ilmasto-opas 2016b.)



Maapallon mittakaavassa hiilijalanjälkemme on suuri ja se koostuu kaikkien palveluiden, tapahtumien, tuotteiden tai toimintojen elinkaaresta aiheutuvasta vaikutuksesta ilmaston lämpenemiseen. Jalanjälkemme suuruutta selittää osiltaan pohjoinen sijaintimme sekä paljon luonnonvaroja kuluttava teollisuuden rakenteemme. (Häkkinen & Kangas 2012; WWF; Hoffren 2006.) Pelin idea perustuukin juuri tämän hiilijalanjäljen näkyväksi tekemiseen, sillä meidän kaikkien, niin yksilöiden kuin organisaatioiden valinnoilla on vaikutusta siihen, millaiseksi elämä maapallolla tulevaisuudessa muodostuu.

Zero CO<sub>2</sub> -hankkeen pelin tavoitteena on opettaa suomalaisia pienentämään massiivisen kokoiseksi muodostunutta hiilijalanjälkeä, sillä taloustieteilijä Kate Raworthin mukaan *”olemme viimeisiä, jotka voivat pelastaa planeettamme”*, sillä jos emme pysty hidastamaan ja kokonaan pysäyttämään ilmastonmuutosta ja kasvihuonekaasujen määrä vain jatkaa kasvuaan, niin samassa suhteessa kasvaa myös äärimmäisten ilmastomuutosten riski. Seuraukset ihmisille ja luonnolle voivat olla hirvittävät. (Ilmastopas.) Pelin sisällöllisen suunnittelun taustalla sovelletaan Raworthin kehittämää donitsimallia, joka perustuu maapallon ekologisten rajojen ja yhteiskunnan sosiaalisen perustan väliseen oikeudenmukaiseen kehätilaan donitsiin, jota Raworth kuvaa *”ihmiskunnan makeaksi pisteeksi.”* (Nissinen 2018.)

Alla olevassa kuvassa on avattu mistä kaikista asioista hiilijalanjälkemme muodostuu. Suurin osa jalanjäljestä muodostuu muusta kulutuksesta (33 %) ja toiseksi eniten muodostuu liikenteestä ja matkailusta (29 %) ja asuminen (20 %) muodostaa kolmanneksen jalanjäljestä ja loput tulee ruuasta (18 %).



**Kuva 1.** Keski-vertosuomalaisen hiilijalanjälki. (Kuva: Terhi Halonen mukaillen Sitra)

## ELÄMÄ PELISSÄ

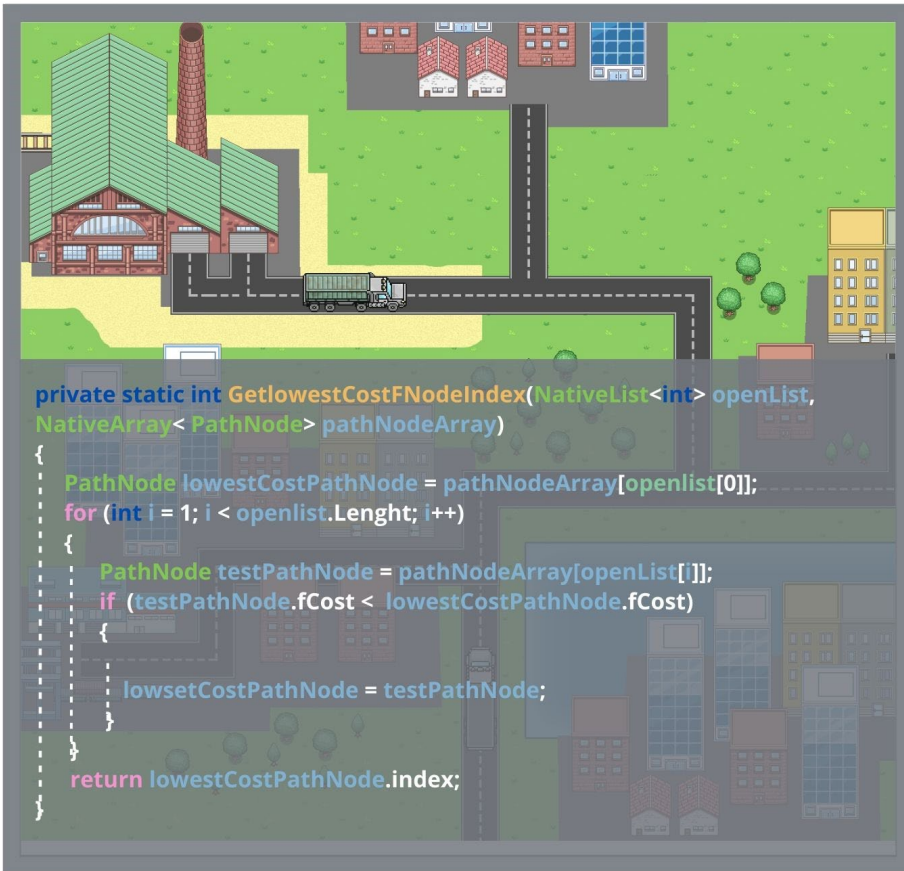
Pelin kautta tylsältä kuulostava kestävä kehitys hiilijalanjälkineen ja ekologisine velkoineen muuttuu erilaiseksi ja jopa ainutlaatuiseksi tavaksi oppia opetus suunnitelman erilaisia oppimissisältöjä. Pelin tiimellyksessä oppiminen tapahtuu salaa, tavallaan pelaamisen sivutuotteena ja näin ”varkain” tapahtuvasta oppimisesta puhutaan häiveoppimisena. Tässä oppimistavassa oppimistavoitteet on piilotettu esimerkiksi pelin sisälle, ja oppilaita kannustetaan pelaamaan peliä ja pitämään hauskaa, ja oppiminen tapahtuu peliä pelatessa. (Sharp 2012, 42.)

Koulumaailmassa olevan faktatiedon pelillistäminen on monitasoinen prosessi ja peleistä tuttu tarinallistaminen auttavat opetettavan tiedon opettelussa, kun se on vain yhdistetty oikeaan oppimiskontekstiin ja -ympäristöön. (Kapp 2012, 166-170.) Oppiminen ei kuitenkaan tapahdu tyhjiössä, vaan se vaatii tilan, oppimisympäristön. Oppimista tukeva tila voi olla tekninen, fyysinen, sosiaalinen, kulttuurillinen, kognitiivinen tai affektiivinen ympäristö, jossa oppiminen tapahtuu, ja se voidaan ymmärtää niin paikkana kuin tilana, jossa on oppimista tukevaa toimintaa, verkosto ja/tai yhteisö. (Kronqvist & Kumpulainen 2011, 45.)

Hyvin suunnitellut ja rakennetut pelit ovat teknisiä, fyysisiä (liikuntapelit), toiminnallisia ja yhteisöllisiä sekä affektiivisia oppimisympäristöjä, jotka tukevat ja ohjaavat pelaajaa/oppijaa yhä parempiin suorituksiin. Ne ovat ympäristönä visuaalisesti ja auditiivisesti hyvin toteutettuja. Pelin suunnitteluvaiheessa on huomioitu, miten opetettava tieto on siirretty pelimaailman ympäristöön siten, että se kannattelee ja motivoi oppijaa yhä parempiin suorituksiin.

Pelit ovat aina olleet olennainen osa ihmisen olemassaoloa ja siten ne ovat luonnollisia opetusvälineitä, kun halutaan opettaa uutta tai vähemmän mielenkiintoisia aihealueita (Crawford 1984). Opetuksessa digitaalisten pelien käyttöä voidaan lähestyä kahdesta näkökulmasta: konstruktivisesta ja instruktivisesta. Konstruktivisen lähestymistavan mukaan peleistä opitaan niitä tekemällä, jolloin oppilas suunnittelee pelin ja opettelee peliin liittyvää teknologiaa ja vastaavasti instruktivisessa lähestymistavassa pelien kautta opetellaan erilaisia taitoja ja tietoja. (Kafai & Burke 2015; Axen ym. 2004, 220.)

Alla olevassa Zero CO<sub>2</sub> -pelin konseptikuvassa havainnollistetaan, miltä pelikenttä näyttää. Pelaaja joutuu miettimään, miten saa kaikkein ympäristöystävällisimmin kuljetettua rahtia tehtaalta toiselle, miten eri kuljetusvälineet tuottavat päästöjä ilmakehään sekä miten päästöjen syntymiseen voi vaikuttaa. Itsestään kuorma-autot, rahtijunat ja laivat eivät pelissä liiku, vaan niiden taustalla on pelimoottori, joka ei näy pelaajalle. Jokainen kuva ja siirtymä on koodattu peliin, jotka yhdessä grafiikan kanssa muodostavat pelattavan pelin.



**Kuva 2.** Konseptikuva Zero CO2-pelikentästä. (Kuva: Markus Myllylä ja koodi: Janne Raunila)

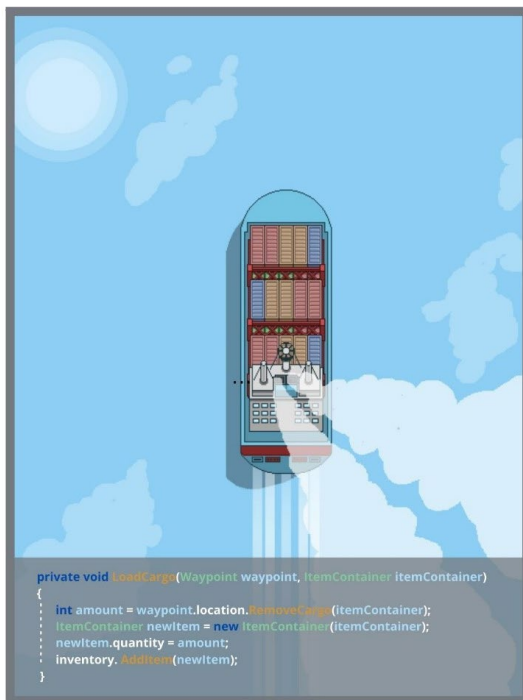
## PELI ELÄMÄSSÄ

Pelien kautta tai peleistä oppimisessa ei ole kyse uudesta asiasta, sillä pelit ja leikit ovat vanhempi asia kuin ihmisten rakentama kulttuuri, sillä myös eläimet pelaavat ja leikkivät. Taitona pelaaminen on vanhempi kuin kirjoitustaito. Yhteisöissä on kautta aikojen siirretty pelien avulla sääntöjä ja toimintatapoja sekä opetettu että opeteltu sosiaalisen vuorovaikutuksen perusteita. Siten pelit ja leikit ovat erottamaton osa kulttuuriamme. (Huizinga 1944.)

Pelit voivat avata pelaajalle toisen todellisuuden, jossa ulkopuolinen maailma katoaa ja onnistuessaan peli imaisee pelaajan mennessään uuteen maailmaan. (Huizinga 1967.) Digitaaliset pelit pystyvät luomaan interaktiivisia vaihtoehtotodellisuuksia ja siirtäessään pelaajan keskelle pelikenttää ne voivat synnyttää pelaajalle kokemuksen, jota ei normaali maailmassa olisi ehkä mahdollista kokea. Muun maailman sulkeuduttua ulkopuolelle ja pelaajan eläytyessä roolihahmoonsa sekä pelikentän tapahtumiin hän immersioi. Kyseessä

on voimakas psykologinen eläytyminen, tunne, jossa pelaaja kokee olevansa osa virtuaali-maailmaa (Salokoski 2006, 67.) Näin pelien kautta muodostuva kokemus pakottaa pelaajan avaamaan katsontakantojaan ja puntaroimaan valintoja eri näkökulmien välillä, sillä kuulemisen, näkemisen ja lukemisen lisäksi vaihtoehtotodellisuudet tulevat pelin kautta melkein autenttisesti koettavaksi. (Kuoriskoski 2018, 299.)

Pelien tarkoituksena on tuottaa pelaajalle nautinnollisia kokemuksia – flow-tiloja – jotka palkitsevat pelaajaa, ja imaisevat hänet pelikentälle, niin hyvässä kuin pahassa, hakemaan yhä parempia suorituksia. Zero CO2 -pelissä hyödynnetään informaatiomuotoilun periaatteita kehitettäessä uudenlaisia älykkäitä oppimisympäristöjä. Robert E. Hornin (2000) mukaan informaatiomuotoilu on mahdollisimman selkeää tiedon esitystavan suunnittelua, sillä hyvin suunniteltu ja muotoiltu visualisointi tukee niin nopeaa kuin hidastakin ajattelua. Peleihin sisältyvät kuvalliset elementit helpottavat pelaajaa hahmottamaan kuvattuna olevan tiedon rakennetta, ja näin opetettavasta monimutkaiselta vaikuttavasta ilmiöstä pystytään muodostamaan nopea intuitiivinen kokonaiskuva (Huovila 1996). Tällainen ajattelun järjestelmien rinnakkainen käyttö auttaa oppijaa/pelaajaa tiedon sisäistämisessä kuin myös sen muistiin painamisessa. Kuvat muistetaan yleensä paremmin kuin teksti ja parhaiten muistetaan saman tiedon kuvallinen ja sanallinen esitys (Atkinson ym. 1999), ja nämä kaksi elementtiä yhdistyvät pelissä. Alla olevassa pelin konseptikuvassa on rahtialus, joka kuljettaa rahtia ja pelin aikana pelaajalla alkaa hahmottumaan mistä kaikista asioista hiilijalanjälki muodostuu ja miten sitä voi yrittää pienentää.



**Kuva 3.** Konseptikuva Zero CO2-pelistä. (Kuva: Markus Myllylä ja koodi: Janne Raunila)

Paivio (1991) selittää muistamista kaksoiskoodusteorialla, eli kuvallinen informaatio tallentuu nonverbaaliseen aivojärjestelmään mielikuvina ja vastaavasti sanallinen käsiteinformaatio verbaaliseen järjestelmään. Tämän teorian pohjalta voidaan sanoa, että hyvin suunnitellut ja rakennetut oppimispelit tukevat oppimista, sillä kun opittava aines havainnoidaan kuvina ja sanoina se Paivion (1991) mukaan kaksoiskoodataan, eli opittava aines käsitellään molemmissa järjestelmissä, jolloin opittavasta aineksesta muodostuva muistijälki on vahvempi kuin vain yhdellä tavalla käsitelty.

Zero CO<sub>2</sub> -pelissä hyödynnetään informaatiomuotoilun periaatteita ja pelissä yhdistetään kuvallista ja sanallista tietoaineista. Tutkimustuloksia pelin vaikuttavuudesta saadaan hankkeen viimeisellä toimintakaudella, kun hankkeessa toteutetaan tutkimus pelistä ja pelin kautta tapahtuvasta oppimisesta.

Muinaisilla egyptiläisillä oli Senet-niminen peli, jota pelaamalla saatettiin ennustaa tulevaisuutta. Vastaavasti Zero CO<sub>2</sub> -hankkeessa rakennetaan peliä tulevaisuutta varten, peliä elämästä. Ehkä kun pelaamme Zero CO<sub>2</sub> -peliä, jossa pelikentän muodostaa oma elämämme, kulutustottumuksemme realisoituvat ja opimme tekemään parempia valintoja – ja kenties voittamme pelin elämästä.

## LÄHTEET

Atkinson, R.K., Levin, J.R., Kiewra, K., Meyers, T., Kim, S-I., Atkinson, L., A, Renandya, W., A & Hwang, Y. 1999. Matrix and mnemonic text-processing adjuncts. Comparing and combining their components. *Journal of Educational Psychology* 91 (2), 342–357.

Axén, J., Härkönen, R., Kankaanranta, M., Nousiainen, T., Oinonen, A., Riekkola, R., & Ukkonen, M. 2004. Talarius–Lasten pelinsuunnittelu ympäristöä kehittämässä. Teoksessa Kankaanranta, M., Neit-taanmäki, P. & Häkkinen, P. (toim.) *Digitaalisten pelien maailmoja*. Jyväskylän yliopisto, 219–238.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. 2011. From game design elements to gamefulness: defining gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envision-ing future media environments* (s. 9–15).

Crawford, C. 1984. *The art of computer game design: Reflections of a master game designer*. Berkeley, CA: McGraw-Hill Osborne Media.

Hoffren, J. 2006. Suomella on raskas ekologinen jalanjälki. Tilastokeskus. Saatavilla [https://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt\\_10\\_06\\_ekologinen\\_jalanjalki.html](https://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt_10_06_ekologinen_jalanjalki.html). [viitattu 16.5.2020].

Horn, R. E. 2000. *Information Design. Emergence of a new profession*. Teoksessa Jacobson, Robert (toim.) *Information design*. MIT Architectural Press.

Huizinga, J. 1967. *Leikkivä ihminen. Yritys kulttuurin leikkiaineeksi*. Porvoo: WSOY.

Huizinga, J. 1944. *Homo Ludens – A study of the play-element in culture*. Lontoo: Routledge. Saatavilla Wwv-muodossa: [http://art.yale.edu/file\\_columns/0000/1474/homo\\_ludens\\_johan\\_huizinga\\_routledge\\_1949.pdf](http://art.yale.edu/file_columns/0000/1474/homo_ludens_johan_huizinga_routledge_1949.pdf) [viitattu 16.5.2020].

Häkkinen, H. & Kangas, H-L. 2012. *Suomalaisten vaikuttavimmat ilmastoteot*. WWF Suomen selvitys.

Ilmasto-opas. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa. Saatavissa <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585e-c218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html> [viitattu 04.12.2020].

Ilmasto-opas. Maapallon ilmasto tulevaisuudessa. Saatavissa <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/6c5a9908-7033-47a8-9855-e745b4fa7604/maapallon-ilmasto-tulevaisuudessa.html> [viitattu 04.12.2020].

Kafai, Y. B. & Burke, Q. 2015. Constructionist gaming: Understanding the benefits of making games for learning. *Educational psychologist* 50 (4), 313–334.

Kapp, K. 2012. *The gamification Of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Somerset: Center for Creative Leadership.

Kronqvist, E-L., & Kumpulainen, K. 2011. *Lapsuuden oppimisympäristöt: Eheä polku varhaiskasvatuksesta kouluun*. Helsinki: WSOY.

Kuorikoski, J. 2018. *Pelitaiteen manifesti*. Gaudeamus.

Nissinen, T. 2018. Taloustieteilijä Kate Raworth: ”Olemme viimeisiä, jotka voivat pelastaa planeettamme”. *Maaailman kuvalehti*. <https://www.maaailmankuvalehti.fi/2018/4/lyhyet/taloustieteilija-kate-raworth-olemme-viimeisia-jotka-voivat-pelastaa-planeettamme> [viitattu 10.5.2020].

Paivio, A. 1991. Dual coding theory. Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology* 45 (3), 255–287.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet. 2014. [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf) [viitattu 11.5.2020].

Salokoski, T. 2006. *Pelinappulat*. Teoksessa Niinistö, H., Ruhala, A., Henriksson, A., & Pentikäinen, L. (toim.), *Mediametkaa! Mediakasvattajan käsikirja kaikilla mausteilla* Helsinki: BTJ, 67–77.

Sharp, L. A. 2012. Stealth learning: Unexpected learning opportunities through games. *Journal of Institutional Research*. Vol. (1) 42–48.

Sitra. Keski-vertosuomalaisen hiilijalanjälki. <https://www.sitra.fi/artikkelit/keski-vertosuomalaisen-hiilijalanjalki/> [viitattu 14.5.2020].

Ympäristöministeriö. IPCC:n uusi raportti: lämpötilan nousu pahimmillaan lähes viisi astetta. Saatavilla [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto\\_ja\\_ilma/IPCCn\\_uusi\\_raportti\\_lampotilan\\_nousu\\_pah\(26541\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/IPCCn_uusi_raportti_lampotilan_nousu_pah(26541)) [viitattu 4.12.2020].

WWF. Ylikulutus. <https://wwf.fi/uhat/ylikulutus/> [viitattu 12.5.2020].

# UHKA ON MYÖS MAHDOLLISUUS

Petri Kähärä

Vähääkään koronapandemian negatiivisia vaikutuksia väheksymättä juuri nyt on erityisen mielenkiintoista työskennellä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotehtävissä (TKI). Vuosi 2020 laittoi koko maailman sekaisin. Se on vaatinut kaikilta uudenlaista venymistä tilanteessa, jossa sekä kuluttajat, yritykset sekä valtiot eivät tarkkaan tiedä, miten toimia. Koronapandemia on työntänyt maailman uuteen aikaan ja se on vauhdittanut rakenteiden uudistumista vauhdilla, johon ennen koronaa edennyt tki-tyo tuskin olisi pystynyt. Kuten kaikki alat, myös logistiikka on kokenut koronan vaikutukset – sekä hyvässä että pahassa.

Tänä vuonna logistiikan monet riskit konkretisoituivat ja sekä toimitusketjut että matkatketjut ovat haavoittuneet tai osin jopa menneet poikki. Riskejä – mukaan lukien globaali terveysuhka – on jo aiemmin tunnistettu, mutta niihin varautuminen ei ole ollut tarpeeksi riittävää tai sitä ei ole tehty ollenkaan (Timmis & Brüssow, 2020; Freed et al., 2020). Toisaalta on mahdotonta sanoa, olisiko mikään varautuminen riittänyt vastaamaan koronapandemian aiheuttamiin ongelmiin. Ongelmia on esiintynyt niin laajasti ja monitahoisesti, että monilla tavanomaisilla yrityksillä ei käytännössä ole ollut mahdollisuuksia selvittää ilman vaikutuksia toimintaan. Vaikka vuosi on ollut vaikea yksityishenkilöille ja yrityksille, on yhteiskunnalla ja elinkeinoelämällä mahdollisuus uusiutua ja kasvaa vahvaksi kohtamaan uuden normaalin markkinat ja haasteet.

## VIALLISET TOIMITUSKETJUT HANKALOITTAVAT KAUPPAA

Kansainväliset toimitusketjuhaasteet ovat alkaneet jo vuoden alusta. Ensimmäiset tartunnat tapahtuivat Kiinassa, joka on lukemattomien toimitusketjujen aloitusmaa. Tehtaat sulkeutuivat kiinalaisen uudenvuoden viettoon eivätkä palanneet toimintaan normaalisti koronasta johtuvien rajoitusten ja sairastumisten vuoksi. Kun koronapandemia levisi, liikkumisrajoitukset myös muissa maissa tulivat voimaan. Tämä haittasi toimitusketjujen hoitoa, kun työpaikoilla ei ollut tarpeeksi ihmisiä huolehtimassa tavaroiden liikkumisesta. Kevään toimitusketjuongelmat johtuivat siis tuotteiden ja henkilöstön vähydestä. Seuraukset ilmenivät muun muassa pidentyneinä toimitusaikoina tavaroiden puuttuessa, viestintäongelmina, varastojen loppuun kulumisena ja toimitusketjujen katkeamisena, kun kuljetussuoritteita kaiken summana ei voitu toteuttaa.



Syksyllä toimitusketjuongelmat ovat edelleen osin ongelma, vaikka kesän aikana tilanne kohentui. Tehtaat ovat käynnistyneet ja työpaikoilla on onnistuttu kehittämään prosesseja siten, että altistumisriskiä työpaikoilla on voitu madaltaa. Yritykset ovat pystyneet tekemään tilauksia, saavat tuotteensa valmiiksi ja tieto kulkee, mutta kuljetuskapasiteetti ei enää ole riittävää. Kaikkea tuotettua tavaraa ei saada toimitettua käytössä olevalla kalustolla, ja toimitusketjut venyvät edelleen. Tämä on esimerkki siitä, kuinka piiskaliike toimii: varastojen ehtyessä tavaraa tilataan paljon ja pullonkaula siirtyy muualle, tässä tapauksessa tuotannon kapasiteetista kuljetuskalustoon. (Lee et al., 1997.)

## JOUKKOLIIKENTEEN OLEMASSAOLO ON UHATTUNA

Matkaketjut, yhtä lailla kuin toimitusketjut, ovat tyhjentyneet kuljetettavasta. Joukkoliikenteen käyttäjämäärät putosivat keväällä dramaattisesti. Ihmisiä kehoitettiin välttämään joukkoliikennettä, osa ehkä jopa pelkäsi käyttää sitä, ja suuri osa työssäkävijöistä jäi kotiin etätöihin. Joukkoliikenteelle, kuten nimi kertoo, nimenmukaisesti on tärkeää suuret, kuljetettavat joukot.

Junaliikenteen matkustajamäärät ovat vain noin puolet viime vuoden vastaavista määristä. Linja-autoalalla taas monet yritykset ovat menettäneet kaiken liiketoiminnan matkustajien kadotessa. Suuri määrä ajoneuvojen kuljettajia on lomautettuna tai jäänyt työttömäksi juuri joukkoliikenteen palveluksesta. Muun muassa vuorovälien tiheydet, vuorojen määrät, lippujen hinnat, ja uusien investointien tekeminen ovat kaikki tällä hetkellä vaihtoehtoja joukkoliikenteen selviytymiseksi. (Heima, 2020.)

Nykyisenlainen toimiva joukkoliikenne on ollut ihmisten vapaan liikkumisen selkäranka, joka on mahdollistanut edullisen ja vaivattoman matkustamisen kaikille. Nyt tämä järjestelmä on uhattuna ja sen ylläpito on todella kallista. Koronapandemian kustannukset joukkoliikenteelle tulevat olemaan satoja miljoonia – syyskuussa Traficom on myöntänyt kaupunkien joukkoliikenteelle 100 miljoonan tuen lipputulosten menetyksien paikkaamiseksi. Lisäapua joukkoliikenteelle Traficom tulee myöntämään kehittämiseen: palvelutasojen, digitalisaation ja ilmastoperusteisten kehittämistoimenpiteiden toteuttamiseksi. (Traficom, 2020).

## ONGELMAT LUOVAT PAINETTA UUSIUTUA

Huolimatta negatiivisen kautta havainnollistetuista koronapandemian vaikutuksista logistiikkaan eivät kaikki yritykset ole olleet ongelmissa. Monet kuljetusyrietykset elävät tällä hetkellä nousukautta tai niiden toiminnassa ei ole ollut muutoksia. Kuluttajien tarpeet eivät ole hävinneet, kaupat tarvitsevat myytävää, jätteiden pitää liikkua, ja huimaa kasvua tekevä verkkokauppa-ala tarvitsee tavaroilleen toimittajia. Samoin ihmisten tarve liikkua ja matkustaa ei ole hävinnyt, kuljetusmuodot ja -kohteet ovat vain vaihtuneet toisiin. Matkoja taitetaan omalla autolla, pyörällä ja kävellen, kotimaan matkakohteisiin ja luontoon.

Mitä pidempään poikkeuksellinen tilanne jatkuu, sitä normaalimpaa uusista tavoista tulee. Tätä artikkelia kirjoittaessani eri uutislähteet, kuten esimerkiksi YLE (2020) kertoo koronapandemiaan liittyvistä uusista rajoituksista ja mahdollisen toisen aallon saapumisesta, eikä kukaan tunnu tietävän milloin vanha normaali palautuu. Toisaalla valtiovarainministeriön ”Suomen kestävän kasvun ohjelma” – maakuntakierrosta Kouvolaan, jossa käytiin läpi korona-elvytykseen liittyvää ennen näkemättömän suurta elvytyspakettia. Elvytyspaketissa kehittämisen teemat ovat elinkeinorakenteen uudistaminen, digitalisaation vauhdittaminen, hiilineutraali ja kestävä yhteiskunta sekä saavutettavuuden parantaminen – näitä seuraten monta erilaista kokonaisuutta, tarkennusta ja suuntaa.

Vuosi 2020 on ollut monella tapaa poikkeuksellinen ja tämän hetken vaikeuksista huolimatta tulevaisuus voi olla valoisa. Vaikeuksia on kaikkialla ja kaikilla, tilanne on siten tasapuolinen, eikä ole syytä jäädä odottamaan vanhojen, parempien aikojen paluuta. Nopeat syövät taas hitaat, joten mitä muutakaan voi tehdä kuin uusiutua ja kehittyä? Ongelmia on ratkottavana huima määrä, kasvun suuntaviivat on annettu ja rahoitus on tulossa. On siis erinomainen aika työskennellä tki-tehtävissä, sillä uusi normaali ja kasvu luodaan tutkimalla, kehittämällä ja innovaatioilla.

## LÄHTEET

Freed, J. S., Kwon, S. Y., El, H. J., Gottlieb, M., & Roth, R., 2020. Which Country is Truly Developed? COVID-19 has Answered the Question. *Annals of global health*, 86(1).

Heima, T-P, 2020. Junat kulkevat puolityhjinä ja linja-autoissa tilanne on lähes yhtä karmea – Bussialan pomo pelkää jo koko liikennejärjestelmän puolesta. YLE. Uutinen. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11571507> [viitattu 9.10.2020].

Lee, H., Padmanabhan, V., Whang, S., 1997. The Bullwhip Effect in Supply Chains. *MIT Sloan Management Review*, 38(3), 92-102.

Timmis, K., & Brüssow, H., 2020. The COVID-19 pandemic: some lessons learned about crisis preparedness and management, and the need for international benchmarking to reduce deficits. *Environmental Microbiology*, 22(6), 1986-1996.

Traficom, 2020. Joukkoliikenteen koronatuella korvataan lipputulojen menetyksiä. Uutinen. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/joukkoliikenteen-koronatuella-korvataan-lipputulojen-menetyksia> [viitattu 9.10.2020].

YLE, 2020. Uusimmat tiedot koronaviruksesta: Suomessa 235 uutta tartuntaa – ei uusia kuolemia, Pohjanmaalla kielletään yli 10 hengen kokoontumiset. YLE. Päivittyvä uutisarikkeli. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11212596> [viitattu 9.10.2020].

# COVID-19 JA KÄYTÄNTEIDEN MUUTOS – ONKO TÄMÄ UUSI NORMAALI?

Olli-Pekka Brunila

## KORONA JA ALUN HANKALUUDET

Vuoden 2019 loppupuolella alkoi kantautua uutisia uudesta viruksesta Kiinan Wuhanista. Ensimmäinen mielipiteeni oli, että onhan näitä lintu- ja sikainfluensoja ollut aiemmin, eikä tämä uusin varmasti vaikuta normaaliarkeen juurikaan. Samaan mieltä oli moni muukin (esimerkiksi Terveyden- ja hyvinvoinnin laitos, THL). THL raportoi vuoden 2020 alkupuolella, että erityisesti Wuhanin alueelle ja manner-Kiinaan matkustamista on vältettävä. Korona levisi Suomeenkin tammikuun lopussa 2020 kiinalaisen matkailijan välityksellä. Keski-Euroopassa oli monia ns. koronalinkoja, jossa tartunnan sai kerralla todella monta, ja niin korona levisi todella nopeasti ja oltiinkin jo aivan uudessa ennen kokemattomassa tilanteessa. Maaliskuun 16. päivä Suomessa julistettiin poikkeustila, ja kaupoissa alkoi hamstraus ja hieman myöhemmin Uudenmaan rajat suljettiin ja maaliskuun puolen välin jälkeen Xamkissakin pääsääntöisesti siirryttiin etätöihin. Oli sopeuduttava uuteen muutokseen nopeasti. Vastaavaa tilannetta ei ole aiemmin koettu, vaikka erilaisia muita helposti leviäviä tauteja on kulkeutunut aiemminkin. Esimerkiksi Zikavirus oli vuosina 2014-2016 ja lintuinfluenssa vuonna 2018-2019 (THL, 2019a ja 2019b). Kuvassa 1 on esitetty maailman laajuinen karttakuva tämän hetkisistä eri pandemioida.



Kuva 1. Metabiota. (Kuva: Epidemic Tracker)

Miten tämä muutos näkyi käytännössä? Etätöihin ja opetukseen siirryttäessä etenkin alussa ohjelmistoissa oli hieman opettelua. Yhtäkkinen suuri käyttäjämäärien lisäys näkyi ohjelmien kaatumisena ja verkon kuormittumisena. Esimerkiksi yleisesti käytettyä Microsoft Teamsia ei ole suunniteltu massatapahtumien järjestämiseen, ainakaan siten, että kaikilla on ääni- ja videoyhteys kytkettynä päälle. Hankaluuksia aiheutti myös se, että eri organisaatiolla oli hieman erilaiset käytänteet ja ohjelmat. Kevään ja kesän edetessä Microsoft Teamsista on tullut yleisin työkalu, jolla palaverit ja myös luennotkin opiskelijoille järjestetään. Alun hankaluudet on voitettu, vaikka aina välillä pieniä kompastuskiviä löytyykin.

## HANKKEET JA MUUT TAPAHTUMAT

Tutkimus- kehitys ja innovointitoiminnassa (TKI) hankkeet ovat keskeinen osa toimintaa. Hankkeiden päätehtävä riippuen rahoitusmallista on kehittää esimerkiksi alueellista toimintaa, maakuntia, kansallisella ja kansainvälisellä tasolla. Merkittävä osa TKI-työtä on myös hankkeiden tulosten jalkauttaminen ja jatkuva vuorovaikutus eri sidosryhmien välillä sekä uuden tutkimuksen ja innovoinnin integroiminen opetukseen. EU ohjelma-kausi 2014–2020 loppuu tämän vuoden lopulla, mutta muuten logistiikan ja merenkulun TKI-vahvuusalalla on eletty ennätysvuotta monellakin indikaattorilla mitattuna eli kiireistä on ollut hankepuolella.

Koronan alkaessa ei vielä ollut tarkkaa tietoa vaikutuksen kestosta ja siitä, onko koko homma ohi kenties muutamassa viikossa vai kuukaudessa. Talven edetessä alettiin kalentereista vilkuilla maaliskuuhun kokouksia ja palavereita: perutaankohan ne vai ei? Monen hankkeen projekti- ja ohjausryhmänkokoukset oli suunniteltu järjestettävän Pietarissa. Osaan oli jo junaliput ja hotellit varattuna, mutta ohjeistuksien tullessa kaikki ulkomaan palaverit ensiksi joko siirrettiin tai peruttiin. Suomessa hankepalaverit siirtyivät nopeasti verkkoon eikä niitä tarvinnut peruuttaa. Esimerkiksi osa Venäjä-hankkeiden palavereista on vasta nyt syksyllä, eli siirtymiä on tullut noin puoli vuotta. Yhteyttä kuitenkin on eri hankekumppaneiden kanssa eri metodein pidetty säännöllisesti. Suurimmat haasteet iskivät alueellisen kehittämisen hankkeisiin, kuten esimerkiksi sairaalan pienjätelogistiikkahankkeeseen. Sairaalassa toimivan kuljetusrobotin pilotoinnin tuli käynnistyä alkutalvesta ja lopulla maaliskuussa, mutta valitettavasti kaikki suunnitellut pilotoinnit jouduttiin siirtämään. Hankkeessa tehtiin muita ratkaisuja, jotta pilotoinnit saatiin suoritettua ja syksyllä 2020 pilotit ovat käynnissä hieman mukautettuna.

Myös hankkeiden rahoittajat eli esimerkiksi Uudenmaan ja Kymenlaakson liitot reagoivat koronan vaikutuksiin nopeasti, ja heiltä tuli hankkeiden pääpartnereille kyselyjä siitä, miten korona vaikuttaa hankkeen toteutukseen ja kestoon ja siitä, tarvitseeko tehdä muutoksia aikataulutukseen. Pääsääntöisesti omien kokemusten mukaan isossa kuvassa korona ei merkittävästi vaikuttanut hankkeisiin ainakaan aluksi keväällä. Toisaalta erilaiset muut lieveilmiöt ovat vaikeuttaneet hankkeiden toteuttamista ainakin jossakin määrin. Etenkin

fyysistä läsnäoloa vaativissa tapauksissa kuten esimerkiksi pilotointien ja videokuvausten toteuttamisessa on ollut haasteita.

Keväälle ja kesälle oli suunniteltu erilaisia tapahtumia eri hankkeiden tiimoilta mm. Meripäiville kahden eri EU-Venäjä-Suomi-yhteistyöhankkeen seminaaria, työpajoja sekä paneelikeskustelua. Tapahtumat jouduttiin siirtämään loppusyöksyyn ja ne tullaan toteuttamaan tallenteena tai esimerkiksi videokonferenssina.

## MATKUSTAMINEN

Kevät 2020 oli erittäin vilkas kansainvälisten logistiikan ja merenkulun konferenssien osalta. Ensimmäistä kertaa Helsingissä olisi järjestetty Transport Research Arena 2020 (TRA2020), mutta se ja kaikki muutkin tapahtumat peruttiin. Tieteelliseen logistiikan supertapahtumaan odotettiin yli 3000 vierasta ympäri maailman. Xamk osallistui aktiivisesti tapahtumien suunnitteluun vuodesta 2018 alkaen ja kävimme useissa eri tapaamisissa aina Brysseliä myöten. Lisäksi Xamk oli mukana tapahtumassa yhteisellä Kymenlaakso-teemaisella osastolla. Valitettavaa tietysti on, että useat kansainväliset konferenssit ja seminaarit ja verkostoitumistapahtumat jäivät nyt väliin. Etenkin hankkeissa tarvitaan aina uusia partnereita, ja juuri erilaiset tapahtumat ovat paras paikka löytää niitä. Toisaalta osa kansainvälisistä tapahtumista on järjestetty verkossa, mutta arvatenkin tunnelma ei ole sama. Yleensä esittäjällä on kamera käynnissä ja muut osallistujat voivat tapahtumasta riippuen esittää kysymyksiä chatissa, twitterissä tai erilaisilla muilla alustoilla. Tietokoneen takana tulee tehtyä paljon muutakin, kuten vastailtua sähköposteihin eli seminaari usein voi jäädä hieman vaillinaiseksi, kun ollaan enemmän tai vähemmän anonyymeinä ruudun takana.

Jo ennen koronaa lentomatkustamista alettiin kritisoida paljonkin, juuri liikennemuodon tuottamien päästöjen suhteen matkaa kohden. Osittain tämä on totta, mutta suhteessa globaalisti lentoliikenteen päästöt ovat 2 % kaikista ihmisen tuottamista CO2 päästöistä. Seuraavassa Horizon Green Deal -rahoitusinstrumentissa on lento- ja laivaliikenteen päästöjen vähentäminen nostettu yhdeksi isoksi teemaksi. Tältä keväältä ja uskon että myös loppuvuodelta jää kaikki ulkomaan työmatkustaminen pois. Tämä tarkoittaakin sitä, että itse kullekin tulee suuri ilmastoteko. Vuonna 2019 kertyi itselleni paljon ulkomaanmatkoja niin työn puolesta kuin muutama siviilimatkakkin. Sitran hiilijalanjälkilaskurilla laskettuna hiilijalanjälkeni oli 12 500 kg, kun keskimäärin se oli noin 7 200 kg hiilidioksidia. Kun käytännössä myös kotimaan työmatkustaminen on loppunut tai hyvin vähäistä eli vain pakolliset, on se Xamkin kokoisessa ”talossa” todella merkittävä päästöjen vähennys. Toisesta näkökulmasta: ne ketkä liikkuvat, suosivat ehkä enemmän, jos mahdollista, oman auton käyttöä. Julkinen liikenne onkin pahasti kärsinyt koronan vaikutuksista ja meneekin tovi ennen kuin kansalaisten ”luottamus” on saatu takaisin julkisia matkaketjuja kohtaan.

## UUSI NORMAALI

Tuleeko tästä nykytilanteesta uusi normaali? Etenkin aluksi palaverit olivat hankalia, koska oli paljon tietoteknisiä yhteensopivuusongelmia. Xamk oli juuri siirtynyt Microsoft Teams -ohjelmaan, mutta monella sidosryhmällä oli Skype, Zoom tai joku muu ohjelma käytössä. Erilaiset ohjelmien lisäliitännäiset yms. tekivät käytöstä hankalaa, koska etenkin Xamkin tietokoneisiin ei voi itse asentaa mitään ylimääräisiä lisäohjelmia. Teams on kuitenkin tällä hetkellä käytetyin ohjelma yhteydenpidossa, palavereissa, opetuksessa ja se on ainakin muodostunut uudeksi normaaliksi. Lisäksi Teamsissä järjestetyt tapahtumat voidaan tallentaa, ja ne voi katsoa ja kuunnella myöhemminkin.

Nykyinen muodostunut etiketti on, että palaverissa puhujalla on mikrofoni auki ja mahdollisesti kamera, mutta muut osallistujat ovat pääsääntöisesti hiljaa. Ohjelman keskustelupalstassa kommunikoidaan tai pyydetään puheenvuoroa. Alussa hankaluuksia tuotti se, että kaikille palaveriin osallistujille oli erilaiset käytänteet ja uusien ohjelmien käyttö ei tuttua. Hämmennystä tuotti se, milloin voi kommentoida ja usein tosin vieläkin ihmiset puhuivat toistensa päälle. Mikrofonit saattoivat olla myös auki pidemmänkin ajan, jolloin syntyi ylimääräistä kiertoa ja kaikua. Välillä saattoi käydä niinkin, että joku oli pidemmän aikaa puhunut ja mikrofoni olikin kiinni. Kameraa ei edelleenkään haluta juurikaan käyttää, mutta välillä kamerat saattoivat jäädä päälle pidemmäksi aikaa tai takana vilahti ”kalsari-isä” askareissaan. Videopalavereista on kuitenkin tullut uusi normaali, ja tavat ovat tulleet tutuiksi.

Uudeksi normaaliksi on myös tullut se, että kun matkusteluun/siirtymiseen ei kulu aikaa, ehtii palavereita pitää monta peräkkäin yhden päivän aikana ja nopeallakin aikataululla voi järjestää pikapalaverin. Palaverit ovat sangen tehokkaita ja nopeita, lähes kaikki ylimääräinen on karsittu pois, jotta ehtii seuraavaan. Tämä on sinällään erittäin tehokasta, mutta aikataulutus on muuttunut täysin. Ennen korona-aikaa kalentereissa palaveria varten oli varattu siirtymisiin aikaa sekä lounastauko. Nyt lounastaukoa ei varsinaisesti enää ole, vaan syödään silloin kun ehditään tai syödään palaverin aikana, kun kamera ja mikrofoni ovat kiinni. Seminaarissa tai palaverissa aamulla oli yleensä varattu vielä puoli tuntia aikaa kahvitteluun ja verkostoitumiseen ennen aloitusta sekä lounas ja iltapäiväkahvit. Nyt näitä entisiä rutiineita ei enää tarvita ja tapahtumien kestot onkin kutistuneet lähes puoleen. Hyvä vai huono uusi normaali?

Etätöihin totuttomille tilanne oli varmasti aluksi hankala ja missä on paras ja rauhallinen paikka työskennellä? Kotitoimistona saattoi olla esimerkiksi ruokapöytä, sohva, sänky, työhuone, autotalli jne. Jokaisella on varmaan löytynyt oma paikka, jossa etätöiden teko on luontevinta. Kun yhtälöön lisätään mahdolliset lapset ja puolison etätöyskentely, niin tarvitaan todellista innovointia. Vaikka työnteke onnistuukin ketterästi kotona, on työergonomiasta monikin joutunut karsimaan, vaikkakin erilaisia toimistotarvikkeita ja

työpöytiä on koteihin ostettu aiempaa enemmän. Ehkäpä vielä tärkeämpää on ottaa huomioon työn tauotus. Helposti tietokoneen äärellä vierähtää koko päivä ja jossain vaiheessa koko kroppa voi olla jumissa.

Xamkissa on julkaistu parhaita käytäntöjä kotityöskentelyyn, mutta moni kaipaa sosiaalista kanssakäymistä, jota ainoastaan työpaikalla saattoi kokea. Kuulumisia vaihdellaan Teamsin ja puhelimen välillä, mutta ihminen tarvitsee sosiaalista kanssakäymistä myös muidenkin kanssa. Toivottavasti tästä ei tule uutta normaalia ja palataan jossain vaiheessa työpaikoille, vaikka aina osan aikaa etäitäläisiinkin. Uskon vahvasti, että korona muuttaa pysyvästi meidän normaaliarkeamme ja työelämää siten, että suurin osa tapaamisesta säilyy videopalaverina, koska se on ollut toimiva ja tehokas tapa toimia ja samalla säästetään aikaa ja luontoa. Ehkäpä yhteiset lounastauot ja kahvitauot saavat aivan uudenlaisen merkityksen tulevaisuudessa? Vuosi 2020 jää varmasti monen mieleen ja loppuvuosi jää nähtäväksi, miten tilanne koronan suhteen kehittyy, Auttavatko valtion myöntämät elvytyspaketit, ja tuleeko vielä toinen ja kolmas aalto ja miten ne vaikuttavat meihin?

## LÄHTEET

THL 2019a. Zikavirus. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/infektioaudit-ja-rokotukset/audit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/zikavirus> [viitattu 15.9.2020].

THL 2019b. Lintuinfluenssa. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/infektioaudit-ja-rokotukset/audit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/lintuinfluenssa> [viitattu 15.9.2020].



# ÖLJYNTORJUNNAN KEHITTÄMISESSÄ RANTA- TORJUNTAAN VARAUTUMINEN VÄLTÄMÄTÖNTÄ

Justiina Halonen

Öljyntorjunnan tavoitteena on minimoida öljyvahingon kokonaisvaikutukset. Alusöljyvahingon tapahtuessa tehokkain tapa on pysäyttää öljyn vuotaminen aluksesta, estää veteen vuotaneen öljyn leviäminen ja kulkeutuminen sekä öljyn rantautuminen. Mikäli näissä toimenpiteissä onnistutaan, on saavutettu merkittävää etua: vahingon torjunta ranta-alueella on kustannuksiltaan yli viisinkertainen merellä tapahtuviin torjuntatoimiin verrattuna (Jolma et al. 2018, 33). Arvio sisältää vain operatiivisesta toiminnasta aiheutuvat kalusto- ja henkilöstökulut, ei esimerkiksi kerätyn jätteen käsittelykustannuksia (Ympäristöministeriö 2011, 73–74; Jolma et al. 2018, 33–34), jotka nekin nousevat ranta-alueella huomattavasti merellä kerätyn öljyn käsittelyä korkeammiksi. Rantaan ajautunut öljy tuottaa moninkertaisen öljyisen jätteen määrän imeytyessään maa-ainekseen (Asikainen 2009, 37) ja tahriessaan kaiken eteen tulevan. Öljyn rantautuminen aiheuttaa lisäksi merkittäviä sosioekonomisia vaikutuksia sekä ympäristöhaittaa, jota ei välttämättä edes voida mitata euromääräisenä.

Edellä kuvatuista syistä Suomessa on – täysin perustellusti – panostettu avomeritorjunnan kehittämiseen. Suurimmat investoinnit ovat kohdistuneet valtion öljyntorjuntalaivastoon; alusten hankintaan ja niiden varusteluun (Jolma et al. 2018, 115–120). Seuraavaksi keskiöön tulee nostaa rannikon ja ranta-alueen torjuntakapasiteetin kehittäminen. Peruste tälle on yksiselitteisesti nähtävissä tarkastelemalla muualla tapahtuneita öljyvahinkoja – niissä öljyä on ajautunut rantaan noin yhdeksässä tapauksessa kymmenestä (SÖKÖ 2011, 6; Halonen 2018a, 361). Lisäksi vain erittäin harvassa tapauksessa vuotaneesta öljystä on saatu kerättyä vedestä yli kymmentä prosenttia, vaikka torjunta-alukset ovat olleet maksimaalisessa käytössä (ITOPF 2012, 11; IPIECA-IOGP 2015, 4 ja 14; Halonen 2018a, 361). Osittain tämä selittyy vahinkojen tapahtumapaikoilla ja niiden etäisyydellä rantaviivaan onnettomuusriskin ollessa korkeampi lähempänä rannikkoa: öljysäiliöalusten vuodoista noin 80 % on tapahtunut alle kymmenen merimailin päässä rannikosta (ITOPF 2020, 5). Suomenlahden pienen koon ja saariston rikkonaisuuden vuoksi etäisyydet ovat täällä maailman meriä huomattavasti lyhyempiä, jolloin rannan öljyyntyminen on erityisen todennäköistä. Matkaa lähimpään rantaan on Suomenlahden keskeltä suurimmillaankin vain noin 10–20 merimailia (Jolma et al. 2018, 129).

Lähtökohtaisesti öljyn voidaan siis olettaa ajautuvan rantaan – aina. Tästä huolimatta rantatorjuntaa ei useinkaan pidetä merkittävänä osana torjunnan suunnittelua eikä sitä harjoitella samalla intensiteetillä kuin merellisiä toimintoja. Myös vahingon sattuessa rantatorjuntaan valmistautuminen jää usein merellisen torjunnan johtamisen jalkoihin; käytännössä se kilpailee huomion lisäksi samoista resursseista. Tämä voidaan sanoa muualla tapahtuneiden öljyvahinkojen valossa, sillä Suomessa suurta alusöljyvahinkoa ei ole tapahtunut sitten 1980-luvun (Jolma et al. 2018, 133).



**Kuva 1.** Öljyn kerääminen rantaviivalta on työvoimavaltainen ja pitkäkestoinen operaatio. Lisäksi se on suuri logistinen haaste, sillä jätettä voi muodostua satoja tuhansia tonneja. Kuvassa säiliöalus Heibei Spiritin onnettomuudesta 2007 seuranneen öljyn rantakeräystä, joka satoi työvoimaa päivittäin 60 000 henkeä. (Kuva: ITOPFa)

Rantatorjuntaan varautumisen tekee haastavaksi huomioitavien tekijöiden runsaus. Torjuntastrategiaan vaikuttavat muun muassa öljyn määrä ja tyyppi, rannan topografia ja rantamateriaali sekä vahingon ajankohdan vaikutukset rannan herkkyteen eli suojattaviin lajeihin ja luontokohteisiin sekä sääolosuhteisiin. Yleensä rantatorjuntastrategiaa aletaan miettiä öljyn lähestyessä rantaviivaa tai vielä yleisemmin: toimenpiteiden pohtiminen aloitetaan öljyn jo ollessa rannalla. (Owens et al. 2015, 1–2.) Näin vaikutusmahdollisuudet, jotka olisivat olleet käytettävissä aktiivisen johtamisen kautta, jäävät hyödyntämättä. On todennäköistä, että tämä on osaltaan ollut vaikuttamassa rantatorjunnan ja keräystyön korkeaan kustannustasoon.



**Kuva 2.** Öljyn pysäyttäminen veteen välttämällä rantamateriaalin kontaminoitumista vähentää rantakeräyksen ja -puhdistuksen työmäärää, aikaa ja kustannuksia. (Kuvat: Sydöstra Skånes Räddningstjänst)

Rantatorjunta on sitä tehokkaampaa, mitä nopeammin toimenpiteisiin ryhdytään. Ratkaisevaa on rannan suojaaminen rantamateriaalin kontaminoitumisen välttämiseksi ja keräysalueiden muodostaminen öljyn kulkeutumisen pysäyttämiseksi ja öljyn poistamiseksi vedestä. Myös rantakeräys ja -puhdistus tuottavat parhaimman tuloksen heti öljyn rantauduttua ennen kuin öljy on ehtinyt imeytyä syvemmälle rantamateriaaliin, lähteä uudelleen liikkeelle tai säistyä sellaiseen muotoon, jonka poistaminen on erittäin työlästä (Owens et al. 2015, 1; Fingas 2013, 177; Halonen 2018a, 361). Nopeus ja suunnitelmallisuus tuottavat selkeää etua: rantamateriaali öljyyntyy vain pintakerroksistaan, herkkien lajien potentiaalinen altistumisaika vähenee sekä rantakeräykseen ja -puhdistukseen tarvittava työmäärä ja -aika kohtuullistuvat (Owens et al. 2015, 2). Toimiin ei kuitenkaan kannata ryhtyä ennen kuin on varmistettu, että kaikki öljy todella on rantautunut, ettei jo kertaalleen puhdistettuja alueita tarvitse puhdistaa toistamiseen (Halonen 2018a, 361). Näin kävi esimerkiksi Prestigen öljyvahingossa 2002 (ITOPFb).

Jotta rannan suojaaminen ehditään tehdä, tulee rantatorjunta käynnistää yhtä aikaa merioperaation kanssa, ei sen jälkeen (Halonen 2018b, 331). Jos rantatorjunta nähdään vain jatkovaiheena, johon päädytään merioperaation epäonnistuuessa, hukataan ne mahdollisuudet, jotka olisivat olleet hyödynnettävissä alkuvaiheessa. On käytännön tosiasia, että molemmat painopisteet kilpailevat samoista resursseista. Näin on etenkin rannikkoalueella: resursseja rantatorjuntaan alkaa vapautua vasta merellisen toiminnan laantuessa, mutta valitettavasti se saattaa olla parhaan hyödyn kannalta liian myöhäistä. (Owens et al. 2015, 2, 4 ja 6.)

Vahinkojen minimoinnin, mutta myös kustannusjohtamisen kannalta on mielekkäämpää tarkastella rantatorjuntaa kiinteänä osana kokonaisuoperaatiota. Kuten on aiemmin esitetty, öljyvahingon torjuntakustannuksista suurin osa muodostuu rantaoperaatioista (Jolma et al. 2018, 31). Koska öljyn rantautuminen on ennemmin sääntö kuin poikkeus (IMO 2005, 125; SÖKÖ 2011, 6), on syytä muuttaa ajattelumalli rantatorjunnasta epäonnistuneen torjunnan jälkivaiheena: rantatorjunnan ei tulisi olla seuraus, johon ajaudutaan, vaan tilanne, jota aktiivisesti johdetaan. Rantatorjunnan tehokkuuteen ja samalla kustannuksiin voidaan ja tulee vaikuttaa taktiikka- ja tekniikkavalinnoilla.

Rantatorjunta tulee nostaa öljyntorjunnan ykkösprioriteettien joukkoon, jotta sille myös allokoidaan riittävästi resursseja. Kehittämisen painopistettä tulisi siirtää merellisestä torjunnasta rantatorjuntaan, jotta osaamis- ja resurssitaso saadaan nostettua samalle tasolle – samalla ylläpitäen hyvää merellistä valmiutta. Painopisteiden ei tule olla kilpailevia vaan toisiaan tukevia.

Kansainvälisellä tasolla (mm. Yhdysvalloissa) arvioidaan, että rantatorjunnan osaamistasossa on viime vuosina tapahtunut vain vähän kehitystä (Owens et al. 2015, 2). Suomessa tästä on erotettu edukseen, ja tulee edelleenkin erottua jo merialueen poikkeuksellisen suuren liikennemäärän ja öljykuljetusten volyymin vuoksi. Kehittämistyö on kuitenkin ollut

pelastuslaitoslähtöistä, ei kansallisesti koordinoitua. Hyvinä esimerkkeinä rantatorjunnan kehittämisestä ympäristöministeriö (2011, 110), Valtiontalouden tarkastusvirasto (2014, 62) ja Jolma et al. (2018, 11 ja 32) nostavat pelastuslaitosten öljyntorjunnan SÖKÖ-toimintamallit. Malleissa kuvataan yksityiskohtaiset ja käytännönläheiset toimintaohjeet rantaan ajautuvan öljyvahingon torjuntaan (Valtiontalouden tarkastusvirasto 2014, 62). Huolenaiheena kuitenkin esitetään, ettei torjuntatoimia pääse konkreettisesti harjoittelemaan. Tähän tuo muutoksen pian käyttöön otettava öljyntorjunnan tutkimus- ja testausallas. Allas mahdollistaa öljyntorjunta- ja keräyslaitteiden testaamisen ja käytön eri öljytuotteiden hallintaan ja siten torjuntaosaamisen noston uudelle tasolle (Myrén 2020; Halonen 2020). Myös SÖKÖ-toimintamallien kehitystyö etenee. Kokonaisvaltainen rantatorjunnan kehittäminen edellyttää kuitenkin vielä voimakkaampaa panostusta ja yhteistoiminnan vahvistamista. Onnettomuuden tapahduttua järjestäytymiseen ja toimintojen yhteensovittamiseen ei enää ole aikaa.

## LÄHTEET

Asikainen, A. 2009. Merialueilla tapahtuvat öljyalusonnettomuudet. Raportti teoksessa Etelä- ja Länsi-Suomen jätesuunnitelma. Taustaraportti. Jätehuolto poikkeuksellisissa tilanteissa. Sivut 9–102. Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2009. Kouvola. ISBN (pdf) 978-952-11-3566-8.

Fingas, M. 2013. The Basics of Oil Spill Cleanup. CRS Press. ISBN 978-1-4398-6246-9.

Halonen, J. 2020. Tehokas öljyntorjunta vaatii toimintamallien ja kaluston tuntemista. Xamk READ 3/2020. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun verkkolehti. Saatavissa: <https://read.Xamk.fi/2020/logistiikka-ja-merenkulku/tehokas-oljyntorjunta-vaatii-toimintamallien-ja-kaluston-tuntemista/> [viitattu 8.10.2020].

Halonen, J. 2018a. Rantakeräystyö ja puhdistusmenetelmät Saimaan alueen öljyntorjuntaoperaatiossa. Teoksessa Öljyntorjunnan toimintamallin kehittäminen Saimaan syväväylälle. SÖKÖSaimaa-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Halonen, J. (toim.) Xamk kehittää 64. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Kotka. ISBN 978-952-344-137-8 (nid.), ISBN 978-952-344-138-5 (pdf). Sivut 361–425.

Halonen, J. 2018b. Öljyntorjunta sisävesillä – puomitustaktiikat ja -tekniikat. Teoksessa Öljyntorjunnan toimintamallin kehittäminen Saimaan syväväylälle. SÖKÖSaimaa-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Halonen, J. (toim.) Xamk kehittää 64. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Kotka. ISBN 978-952-344-137-8 (nid.), ISBN 978-952-344-138-5 (pdf). Sivut 319–360.

IMO 2005. Manual on Oil Pollution. Section IV. Combating Oil Spills. International Maritime Organisation, London. ISBN 92-801-4177-5.

IPIECA-IOGP 2015. At-sea containment and recovery. Good practice guidelines for incident management and emergency response personnel. OGP Report 522.

ITOPFa (ei vuosilukua). Image Library. Osoitteessa: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/library/image-library/> [viitattu 8.10.2020].

ITOPFb (ei vuosilukua). Case Studies. Verkkodokumentti osoitteessa: <https://www.itopf.org/in-action/case-studies/> [viitattu 8.10.2020].

ITOPF 2020. Oil Tanker Spill Statistics 2019. Special edition; 50 years of data, 1970–2019. Saatavissa: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/data-statistics/statistics/> [viitattu 21.9.2020].

ITOPF 2014. TIP 03: Use of booms in oil pollution response. Version 19 May 2014. Technical Information Paper 3. Saatavissa: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-03-use-of-booms-in-oil-pollution-response/> [viitattu 21.9.2020].

Jolma, K., Haapasaari, H., Häkkinen, J. & Pirttijärvi, J. 2018. Suomen ympäristövahinkojen torjunnan kokonaisselvitys 2017–2025. Valtakunnallisen torjuntavalmiuden tavoitteet, nykytila ja kehitystarpeet. Ympäristöministeriön raportteja 24/2018. Helsinki: Ympäristöministeriö. ISBN 978-952-11-4827-9.

Myrén, A, 2020. Öljyntorjunnan harjoittelu muuttuu todenmukaiseksi. Xamk READ 1/2020. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun verkkolehti. Saatavissa: <https://read.Xamk.fi/2020/logistiikka-ja-merenkulku/oljyntorjunnan-harjoittelu-muuttuu-todenmukaiseksi/> [viitattu 8.10.2020].

Owens, E. H., Santner, R., Castle, R.W. & Dubach, H. C. 2015. Rethinking shoreline response planning. Interspill 2015 Conference Proceedings, Amsterdam Saatavissa: <http://interspill.org/previous-events/2015/24-March/> [viitattu 21.9.2020].

Sydöstra Skånes Räddningstjänst 2006. Oljeplan för Sydöstra Skåne.

Valtiontalouden tarkastusvirasto 2014. Suomenlahden alusöljyvahinkojen hallinta ja vastuut. Valtiontalouden tarkastusviraston tuloksellisuustarkastuskertomus 2/2014. Edita Prima Oy, Helsinki. ISBN (pdf) 978-952-499-256-5.

Ympäristöministeriö 2011. Toiminta isoissa alusöljyvahingoissa. Torjunnan järjestäminen, johtaminen ja viestintä. Ympäristöministeriön raportteja 26/2011. Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto. Helsinki: Edita Prima Oy. ISBN 978-952-11-3922-2.

# SÖKÖSUOMENLAHTI-HANKE VARAUTUU SUUREEN ALUSÖLJYVAHINKOON

Justiina Halonen, Riitta Kajatkari, Joel Kauppinen, Sirpa Rahiala, Elias Altarriba, Tytti Seppänen, Petri Kähärä & Simo Norema

SÖKÖSuomenlahti-hankkeessa varaudutaan suureen alusöljyvahinkoon ja luodaan toimintaohjeet öljyntorjuntaoperaation koordinointiin. Toimintamalli keskittyy pelastuslaitosten vastuualueelle kuuluvaan öljyntorjuntaan rannikolla; saaristossa ja rannoilla. Ohjeissa kuvataan torjuntatoimia merellä öljyn leviämisen estämiseksi ja keräämiseksi vedestä, rantatorjuntaa rantaviivan suojaamiseksi ja öljyn rantakeräystä, rannan puhdistamista sekä näihin toimenpiteisiin liittyvää logistiikkaa. Lisäksi toimintamalli käsittelee öljyntorjuntaoperaation koordinointiin ja torjuntaorganisaation johtamiseen liittyviä osa-alueita, kuten henkilöstö- ja taloushallintoa sekä viestintää. (Xamk.)

Toimintamalli kuvataan öljyntorjuntamanuaalissa, joka tulee koostumaan yli kahdestakymmenestä osa-alueesta, vihkosta. Jokainen vihko kuvaa öljyntorjuntaoperaation ajallista vaihetta tai sisällöllistä kokonaisuutta. Kirjallisen manuaalin lisäksi toimintamalliin sisältyy paikkatietoaineistoa, joka viedään osaksi kansallista ympäristövahinkojen johtamisjärjestelmää. (Xamk.)

## JATKOA AIEMMALLE KEHITYSTYÖLLE

SÖKÖSuomenlahti-hanke on jatkoa Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa Xamkissa (ja sen edeltäjässä Kymkissa) toteutetuille öljyntorjunnan kehittämishankkeille, joita on tähän mennessä saatu päätökseen viisi: SÖKÖ I, SÖKÖ II, TerveSÖKÖ, TalviSÖKÖ ja SÖKÖSaimaa (Halonen 2020, 118). SÖKÖSuomenlahti-hankkeen tavoitteena päivittää vuosina 2007 ja 2011 valmistuneet öljyntorjunnan toimintamallit SÖKÖ I ja SÖKÖ II sekä kehittää toimintamallia vastaamaan uudistuneen lainsäädännön vaatimuksiin ja öljyntorjunnassa tapahtuneeseen kehitykseen (Xamk.)

Hanke käynnistyi Kymenlaakson pelastuslaitoksen aloitteesta, ja se myös ohjaa hankkeen ohjausryhmätyöskentelyä. Hankkeen toteuttavat Xamk, Kymenlaakson, Itä-Uudenmaan, Helsingin kaupungin ja Länsi-Uudenmaan pelastuslaitokset sekä Uudenmaan ja Kaakkois-Suomen ELY-keskukset Öljysuojarahaston ja pelastuslaitosten rahoituksella. Hankkeen ohjausryhmään kuuluvat lisäksi Rajavartiolaitos ja Suomen ympäristökeskus. (Xamk.)

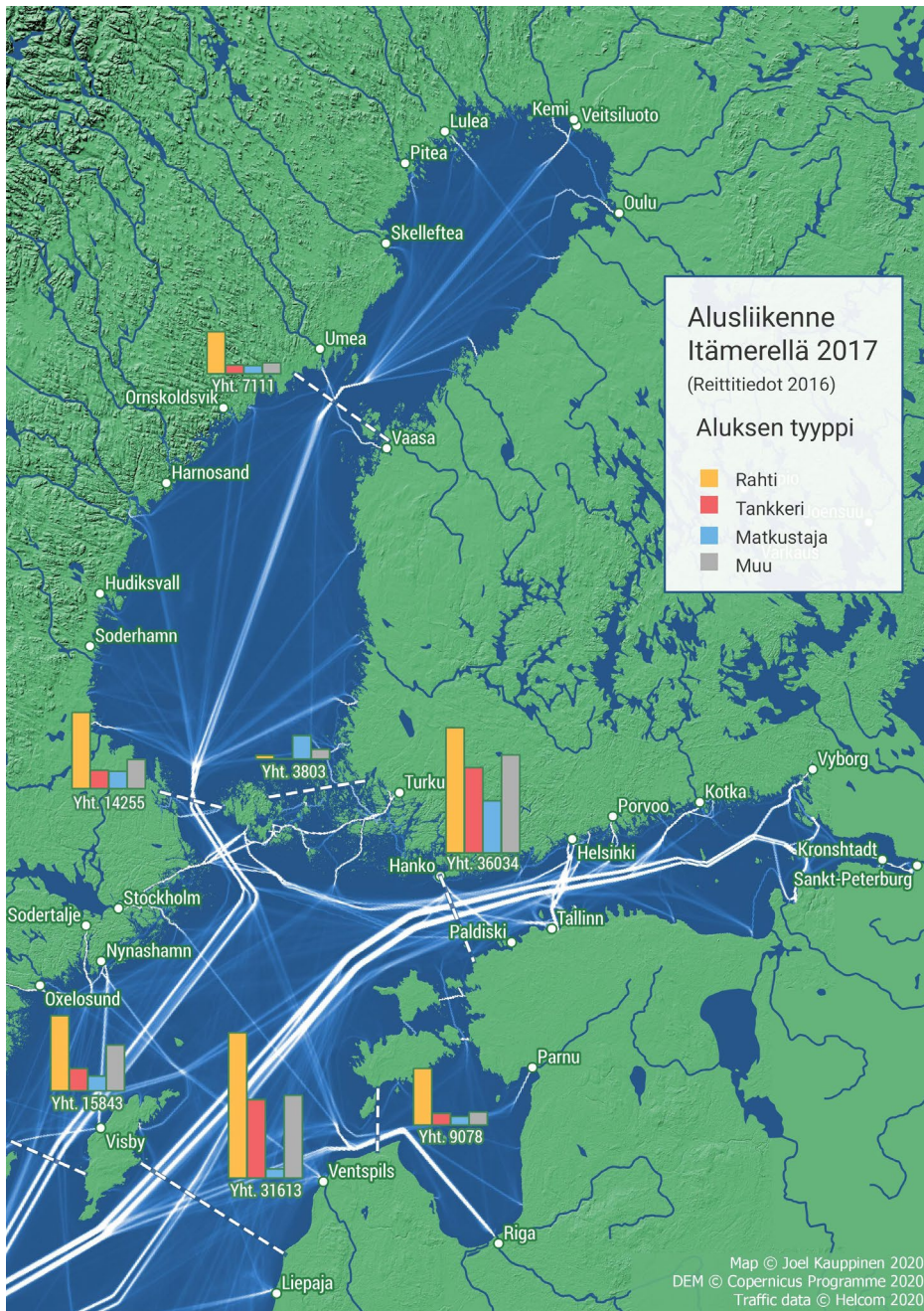


## VARAUTUMISEN TÄRKEYS

Suomenlahden meriliikenne samoin kuin öljykuljetusmäärät ovat kansainvälisessäkin mittapuussa merkittävät (kuva 1). Vuosittainen nesteliikenteen volyyymi nousee yli 180 miljoonaan tonniin, josta suurin osa kulkee Venäjän satamien kautta (Estonian Ports Association; HaminaKotka 2020; Helsingin satama 2020; Pietarin seudun satamahallinto 2020; Satamaliitto; Statistics Estonia; Tallinnan satama 2020.)

Suuri liikennetiheys yhdistettynä liikennealueen haastavuuteen kohottaa onnettomuusriskiä. Haastavaksi alueen tekee sen rikkonaisuus, mataluus ja karikkoisuus. Korkean riskin alueeksi on arvioitu Suomenlahden keskiosa, jossa vilkas etelä-pohjoissuuntainen matkustaja-alusliikenne risteää itä-länsisuuntaisen rahtiliikenteen kanssa. Suomenlahdella on tapahtunut noin 10–30 onnettomuutta vuosittain, kun tarkasteltavana ajanjaksona on 2000- ja 2010-luvut. Onnettomuudet ovat pääasiassa olleet vakavuudeltaan lieviä, eikä niistä ole aiheutunut erityistä vaaraa tai vakavaa haittaa ympäristölle. Vahinkoon varautuminen on kuitenkin ensiarvoista, sillä merialueen herkkyys, pieni vesitilavuus ja veden hidas vaihtuvuus aiheuttavat sen, että toipuminen öljyvahingon vaikutuksista voi viedä pitkään. (Helcom; Halonen & Kajatkari 2020.)

Vahinkoon varautumisessa pelastuslaitoksilla on merkittävä rooli. Pelastuslaitokset vastaavat öljyvahinkojen torjunnasta omalla alueellaan eli saaristossa ja rannoilla, ja rajavartiolaitos vastaa öljyntorjunnasta avomerellä (pelastuslaki 2011/379). Pelastuslaitokset ovat laatineet öljyntorjuntasuunnitelmat vastuutehtävänsä varten. Nyt päivitettävä SÖKÖ-manuaali toimii lakisääteisen torjuntasuunnitelman lisänä sitä täydentävänä yksityiskohtaisempaa ohjeena sekä koulutusmateriaalina. Hanketyön kautta pelastuslaitokset saavat laajasti koottua tutkimustietoa varautumisensa tueksi.



**Kuva 1.** Itämeren alusliikenne jaettuna alustyypeihin merialueittain. Säiliöalusliikenne suuntautuu pääsääntöisesti Suomenlahden itäpohjukkaan. (Kuva: Joel Kauppinen, DEM © Copernicus Programme 2020, Liikennedata © Helcom 2020)

## TILANNEKATSAUSTA

Hanke käynnistyi syksyllä 2018, ja se on edennyt viimeistelyvaiheeseen. Kuluneen vuoden aikana on tehty kenttäkartoituksia, luotu paikkatietoaineistoja ja laadittu kirjallisia selvityksiä. Käytännön harjoituksia on voitu toteuttaa suunniteltua vähemmän koronan vuoksi: loppusyksystä järjestimme kaksi harjoitusta jäte-logistiikan kehittämiseksi ja yhden työpajan öljyntorjuntaan linkittyvien vapaaehtoisjärjestöjen kanssa. Toiveena on, että harjoituksia ja työn jalkauttamista voitaisiin jatkaa mahdollisimman pian.

## KENTTÄKARTOITUKSET SAATU VALMIIKSI

Hankkeessa on toteutettu Suomenlahden rannikkoalueen logististen pisteiden kenttäkartoitukset. Logistisilla pisteillä tarkoitetaan niitä öljyisen jätteen kuljetusketjun solmukohtia, joiden kautta saariston ja mantereen rannoilta kerätty öljyjäte saadaan hallitusti jätteenkäsittelylaitokselle. SÖKÖ I ja II -hankkeissa oli kartoitettu alueelta noin tuhat logistista pistettä. Pisteiden tiedot olivat kuitenkin 10–15 vuotta vanhoja, joten päivitys nähtiin perustelluksi. Erityisesti Helsingin seudulla rantojen rakentaminen on kuluneen vuosikymmenen aikana ollut hyvin vilkasta ja se on muuttanut alueen infrastruktuuria osin merkittävästikin. Aiempien tietojen päivittämisen lisäksi täydennettiin logististen pisteiden verkkoa.

Kenttäkartoitukset aloitettiin Kymenlaakson pelastustoimialueella syksyllä 2018. Keväällä 2019 kartoitettiin Helsingin alue ja seuraavana syksynä Itä-Uusimaa. Keväällä 2020 jäljellä oli enää Länsi-Uudenmaan rannikkoalue. Rannikolla maantieyhteyden päässä sijaitseissa logistisissa pisteissä käytiin lähes jokaisessa. Sitä vastoin Helsingin pelastustoimialuetta lukuun ottamatta saarikohteita tiedusteltiin ainoastaan karttadataan ja ilmakuviin perustuen. Saarikohteiden tiedustelu oli tarkoitus toteuttaa keväällä 2020, mutta koronakriisi käytännössä esti saarikohteisiin pääsyn. Saarikohteiden tiedot saatiin päivitettyä tyydyttävällä tarkkuudella muihin tietolähteisiin perustuen, vaikka paikan päällä käynti olisikin tuonut arvokasta lisätietoa kohteesta ja sen ympäristöstä.

Nyt Suomenlahden rannikolta on kartoitettu yhteensä yli 1 400 logistista pistettä. Kartoituksen myötä pisteiden määrä lisääntyi jonkin verran aiemmasta, osa sai uuden sijainnin, ja kaikkien ominaisuustiedot päivitettiin ajan tasalle. Jokaisesta pisteestä muodostettiin myös erillinen kohdekortti. Sekä kohdekortti että pisteen muut tiedot viedään BORIS 2.0 -nimiseen, kansalliseen ympäristövahinkojen tilannekuva- ja johtamisjärjestelmään. Sieltä ne siirtyvät myöhemmin uuteen tilannejärjestelmään, kun sellainen lanseerataan BORIS-järjestelmän seuraajaksi lähivuosina.

## KARTTA-AINEISTOJEN LUOMINEN ETENEE

Hankkeessa luodaan öljyntorjuntatyön tueksi kaksi kartta-aineistoa: operatiiviset kartat ja ensisijaisesti suojattavat kohteet -kartta-aineisto. Operatiivisten karttojen käyttötarkoitus on öljyvahingon tiedustelu, vahingon vaikutusten dokumentointi sekä keräystyön ja jäte-logistiikan koordinointi. Kartat koostuvat rantalohkojaosta ja logistisista pisteistä. Aineistopakettiin liittyvät myös yhdessä puolustusvoimien kanssa laaditut ja testatut ranta-alueen öljyyntyneisyyden tiedustelulomakkeet.

Rantalohkojako-aineisto luotiin ensimmäisen kerran Kymenlaaksoon vuonna 2006 ja muualle Suomenlahdelle vuonna 2009. Alkuperäistä rantalohkojakoa verrattiin tuoreimpiin rantaviiva-aineistoihin ja todettiin, että aineistoissa on merkittäviä eroja useissa paikoissa. Samoin kuin logististen pisteiden kohdalla, rantaympäristö on muuttunut monin paikoin rakentamisen ja luonnossa tapahtuneiden muutosten myötä. Oletettavasti myös maasto-tietokanta-aineiston tarkkuus on parantunut. Tästä syystä hankkeessa päätettiin laskea ja nimetä koko aineisto uudelleen. Operatiivisten karttojen kilpailutus on tätä kirjoitettaessa juuri käynnistetty.

Ensisijaisesti suojattavien kohteiden kartaston tarkoitus on auttaa öljyntorjuntaa johtavaa viranomaista huomioimaan herkäät ja uhanalaiset luontokohteet torjuntatyön aikana. Kartastoissa luokitellaan ja kuvataan suojattavat kohteet kahdessa eri priorisointiluokassa: punaisella kuvatut kohteet ovat erittäin tärkeitä kohteita ja oranssit tärkeitä kohteita. Mikäli torjuntaresurssit eivät riitä suojaamaan kaikkia ranta-alueita, suojataan ensin punaiset ja sitten oranssit kohteet. (kts. Kauppinen 2017 ja Halonen, Sipilä & Puhakainen 2018.) Aineistot on koottu useista eri lähteistä, ja luokittelun ovat tehneet Suomen ympäristökeskuksen asiantuntijat. Suojattavien kohteiden kartaston avulla luontokohteita voidaan huomioida ja resursseja kohdistaa tehokkaasti, vaikka tilanteen alussa ei olisi saatavilla luontokohteiden erityisasiantuntijaa. Kartastot tehdään hankkeen omana työnä vuoden 2020 aikana.

Pelastuslaitosten varautumisen tueksi laadittiin lisäksi Helcom-paikkatietoaineistojen pohjalta liikennemäärä-, reitti- ja onnettomuuspaikkakarttoja, joissa on yhdistelty eri tilastotietoja ja paikkatietoaineistoja. Esimerkki liikennemääräkartasta on nähtävissä kuvassa 1. Karttojen avulla on mahdollista havainnollistaa tapahtuneita havereita ja arvioida mahdollisia riskipaikkoja ja niiden saavutettavuutta.

## TORJUNTAKALUSTON KÄYTTÖRAJOITTEIDEN SELVITYS

Hankkeessa käynnistyi myös selvitys torjuntaoperaation rajoitteista. Käyttörajoitteita selvitettiin pelastuslaitosten näkökulmasta kokemusten ja lähdeaineistojen perusteella. Selvityksen pohjalta voidaan todeta, että merkittävimmät rajoitukset tehokkaalle öljyntorjunnalle aiheuttaa sää. Lähdeaineistojen mukaan Suomenlahdella vain kymmenen prosenttia ajasta

sääolosuhteista ovat sellaisia, että puomikaluston selvitys onnistuu hyvin. Puolet ajasta selvittäminen on käytännössä mahdotonta. Kaluston toimintakyvyn suhteen on merkittävää se, missä torjuntaa ollaan tekemässä, sillä pelastuslaitosten kalusto soveltuu hyvin vain suojaisille vesille. Oman haasteensa tuovat matalat ja kivikkoiset rannat. Myös kaluston ja käytettävien resurssien määrä sekä torjuttavan aineen ominaisuudet aiheuttavat omat rajoitteensa tehokkaalle torjunta- ja keräystyölle.



**Kuva 2.** Öljyntorjuntatilanteen olosuhteet saattavat olla haastavat - toisinaan jopa niin vaikeat, että torjuntatyö estyy. (Kuva: Kymenlaakson pelastuslaitos)

## TYÖTURVALLISUUS JA TYÖTERVEYSHUOLTO -OHJEISTUKSEN PÄIVITYS

Työturvallisuus ja -terveys ovat peruslähtökohtia öljyntorjuntaan valmistautumisessa ja kaikissa torjuntatehtävän aikaisissa toimissa (Halonen & Altarriba 2018, 82). Pelastusviranomaisen on vastuussa öljyonnettomuuden puhdistusorganisaation työturvallisuuden varmistamisesta, työhön perehdyttämisestä ja opastamisesta sekä suojavarusteiden tarjoamisesta. Lisäksi onnettomuuden aikana työsuhteessa oleville työntekijöille on tarjottava lakisääteinen työterveyshuolto. Öljystä ja usein haastavastakin öljyntorjuntatyöstä ja työskentely-ympäristöstä voi työntekijöille aiheutua turvallisuusriskejä, jotka voivat vaarantaa myös työntekijöiden terveyttä. Puhdistustyömaan haitta- ja vaaratekijöiden selvittäminen ja riskienarviointi sekä niiden pohjalta laadittavat työmaakohtaiset turvallisuussuunnitelmat ovat merkittävä osa alkuvaiheen öljyntorjuntatyötä. (Halonen & Altarriba 2018, 82–85, 107 ja 111; Seppänen 2019; Seppänen 2020.)

Hankkeessa on päivitetty ja koottu yhteen öljyntorjuntatyön ja työympäristön haitta- ja vaaratekijöitä ja riskejä ja mietitty niiden terveydellistä merkitystä sekä selvitetty riskienhallintakeinoja (Seppänen 2019; Seppänen 2020). Hankkeen myötä on myös selvitetty työterveyshuollon järjestämisen mallia pelastusviranomaisen avuksi palkatuille työntekijöille ja mallinnettu öljyntorjuntatyöntekijöille sopivaa terveystarkastuspohjaa, työterveyshuollon kustannusrakennetta ja työntekijöiden terveysvaatimuksia. Hankkeessa on myös kartoitettu öljyisen eläinperäisen jätteen tartuntavaarallisuutta ja laadittu toimintaohjeet jätteen käsittelyyn.

## **HARJOITUKSET JÄTELOGISTIIKAN KEHITTÄMISEKSI**

Hankkeessa järjestettiin kaksi jätelegistiikkaan liittyvää harjoitusta, joiden tavoitteena oli arvioida, mitä etua sähköinen seurantajärjestelmä voisi tuoda jätelegistiikan hallintaan. Käytettävissä oleva järjestelmä perustui RFID-tekniikkaan (Radio Frequency Identification) eli radiotaajuustunnistamiseen. Järjestelmän hyötyjä tarkasteltiin jätelain asettaman selvilläolovelvollisuuden, kuljetusten koordinoinnin ja dokumentoinnin sekä järjestelmän käytettävyyden näkökulmista. Seurantajärjestelmästä saadun hyödyn arvioidaan korostuvan laajoissa vahingoissa, joissa sekä jätemäärä että jätelajien kirjo nousevat suuriksi ja joissa jäte-eriä siirretään kuljetusmuodosta toiseen tai jätettä joudutaan välivarastoimaan.

## **SELVITYKSIÄ SATAMIEN JA MERIKALUSTON KÄYTETTÄVYYDESTÄ**

Öljyntorjunnan jätelegistiikkaan liittyy oleellisesti myös mereltä ja saaristosta kerätyn jätteen vastaanotto mantereella. Tämän selvittämiseksi kartoitettiin kaupallisten satamien vastaanottomahdollisuuksia. Tulosten perusteella suurilla satamilla, kuten Neste Oyj Sköldvik, HaminaKotka Satama Oy, Helsingin Satama ja Hangon Satama, on hyvät edellytykset ottaa vastaan öljyistä jätettä. Kuivarahtisatamissa edellytetään kuitenkin laitureiden ja kenttien suojausta. Nestesatamilla, kuten Sköldvik, Kotka Mussalon nesteterminaali ja Haminan nestesatama, on parhaat edellytykset vastaanottaa öljyisiä vesipitoisia jätteitä, sillä laitureilla on valmiit suoja-altaat ja jätekaivot, jotka voidaan tarvittaessa tyhjentää ja puhdistaa. Nesteterminaalien käytöstä tullee sopia erikseen nesteoperaattoreiden kanssa.

Merikuljetuskalustoa selvitettiin sekä vahinkojätteen että torjuntahenkilöstön kuljettamistarpeeseen. Kalustoa kartoitettiin ruoppaus- ja hinausyrityksiltä, lauttayhtiöiltä sekä matkustaja-alusten osalta vesiliikenneryttäjiltä, ja osoittautui, että erikokoista kalustoa on melko hyvin saatavilla Suomenlahden alueella. Proomuissa on saatavilla yli 300 kuution lastitilaavuudella sekä itsekulkevia että hinattavia proomuja. Kokonaiskapasiteetti lastitilaavuudessa on 7 000 kuutiota. Hinaajia on myös hyvin saatavilla sekä ruoppausyrityksissä että varsinaisissa hinausyrityksissä. Ruoppaajat ovat lähinnä erikokoisia kauharuoppaajia, joita on saatavilla eri kokoluokan tarpeisiin ja vesisyvyksiin. Pientä imukalustoa on saatavilla,

mutta suuret imuruoppaajat tai imulaivat pitää tilata Keski-Euroopasta. Myös henkilökuljetuksiin on hyvin saatavilla kalustoa. Lautta-alusten, lossien ja yhteysalusten käytettävyyden sijaan on rajoitetumpaa, sillä ne ovat sidottuina lakisääteiseen tehtäväänsä.

## RAUTATIEKULJETUSTEN KÄYTTÖ

Hankkeessa selvitettiin junakuljetusten mahdollisuutta öljyjätteiden kuljettamiseksi. Työssä kartoitettiin kuljetuskalustoa, liikennepaikkoja, lainsäädäntöä, jätelaitosten vastaanottokykä ja laadittiin junakuljetusten alustava kustannusarvio. Selvityksen perusteella junakuljetusten hyödynnettävyydelle öljyvahinkojätteen kuljettamiseen havaittiin kaksi haastetta: junan suuri kuljetuskapasiteetti, jota yhden vastaanottajan voi olla hankala ottaa vastaan sekä vastaanottajien huono junien vastaanottokykä. Haasteiden kohtaamista voi vähentää ja junia voisi käyttää tekemällä juna-kuorma-auto -kuljetuksia ja jakamalla junan lasti useammalle vastaanottajalle. Yhdistetyillä kuljetuksilla tehtäisiin viimeinen siirtymä rautatieltä vastaanotto paikalle. Lastien jakamisella vastaanottajien käsittelypainetta voi alentaa. Junan käyttämistä puoltaa edullisuus, se on arviolta puolet halvempi kuin kumipyörävaihtoehto, sekä kaluston saatavuus, satamien sijainnit rannikolla keräysalueena, niiden infrastruktuuri, lastauskapasiteetti ja osaaminen.

## JÄTTEEN LOPPUKÄSITTELYPAIKKOJEN PÄIVITYS

Hankkeen tavoitteena on myös selvittää öljyisen jätteen vastaanottokapasiteetit lähialueen jätelaitoksissa. Työn aluksi selvitettiin kirjallisuuslähteistä öljyvahinkojätteen käsittelyyn teknisesti soveltuvat vaihtoehdot. Keväällä 2020 tehtiin vielä lisäselvitystä öljyisen jätteen vastaanottokapasiteetin suhteen. Selvityksessä aiemmin kartoitetuille laitoksille lähetettiin kysely, jossa pyydettiin arvioimaan, kuinka paljon laitos pystyisi vastaanottamaan öljyistä jätettä (orgaaninen/maa-aines). Kyselyitä lähetettiin 21 ja vastauksia saatiin kymmenen, ja näistä koostettiin erillinen tutkimusartikkeli. Lisäksi viideltä ELY-keskukselta kysyttiin tarkentavia tietoja liittyen esimerkiksi kaatopaikkasijoitukseen ja öljyisten vesien käsittelylaitoksiin.

Ympäristöministeriö asetti yhdeksi SÖKÖSuomenlahti-hankkeen tavoitteeksi tukea jäteyh-tiöitä vastaanottamaan öljyistä jätettä. Haasteeksi on kuitenkin noussut käytännön tiedon puute siitä, miten jäte sopii polttoprosessiin, jolloin jätelaitosten näkökulmasta riski koetaan liian suureksi. Keinoksi lisätiedon hankintaan käynnistettiin koepolttojen toteutus. Koepolttojen kattilatyyppiä valittiin leijupeti-tekniikka, sillä useissa rinnakkaispolttolaitoksissa on tämän tyyppinen kattila. Myös keväällä tehdyssä kyselyssä laitoksille vastauksissa nousi esiin epäily, ettei leijukerroskattilassa voi polttaa öljyistä jätettä esimerkiksi sintraantu-misvaaran (petimateriaalin partikkelien yhdistyminen, joka voi johtaa pedin leijunnan loppumiseen) takia. Koepolttojen tekemisestä järjestettiin avoin tarjouskilpailu, ja koepolttojen suorittajaksi valikoitui Savonia-ammattikorkeakoulu Oy. Ammattikorkeakoululla on

energiatekniikan tutkimuskeskuksessa leijukerros-pilotti, jolla voidaan testata esimerkiksi vaikeiden polttoaineiden käyttäytymistä pedissä. Koepoltot suoritetaan syys-lokakuussa 2020, ja niistä saadaan tulokset analysoitua vuoden loppuun mennessä. Testeissä seurataan etenkin syntyviä päästöjä sekä pedin käyttäytymistä erilaisilla jäteosuuksilla.

## VAPAAEHTOISTOIMINNAN INTEGROINTI

Suuressa öljyvahingossa työvoiman tarve saattaa nousta hyvin suureksi. Pelastusviranomaisen tueksi onkin kouluttautunut vapaaehtoisia. Esimerkiksi WWF Suomen vapaaehtoisissa öljyntorjuntajoukoissa on yli 9 000 rekisteröitynyttä. Puhdistustyön lisäksi vapaaehtoisista on suurta apua esimerkiksi liikenteenohjauksessa ja muonituksessa. Hankkeessa on kartoitettu, miten vapaaehtoistoimintaa on muulla maailmassa hyödynnetty mm. millaisissa tehtävissä vapaaehtoiset ovat toimineet osana öljyntorjuntaoperaatiota. Hankkeen aikana on yhteisten työpajojen kautta hahmoteltu toimintatapaa vapaaehtoisten kutsumiseksi ja toiminnan organisoimiseksi yhteistyössä.

## TULEVIA ASKELMERKKEJÄ

Hankkeen lähiaikojen tavoitteena on saada öljyntorjuntamanuaali viimeistelyä ja painatettua. Manuaalin valmistumisen jälkeen tavoitteena on jatkaa tulosten jalkauttamista. Pandemian kehittyminen määrittelee, voidaanko jalkauttaminen toteuttaa käytännön harjoitusten ja seminaarien muodossa vai laaditaanko kustakin aihealueesta esimerkiksi videotallenteet. Öljyntorjunnan kehitystyö ei kuitenkaan pääty manuaalin valmistumiseen tai hankkeen päättymiseen; toimintamallien harjoittelu ja edelleenkehitys jatkuvat pelastuslaitoksissa osana päivittäistä toimintaa.



## LÄHTEET

Estonian Ports Association 2020. Estonian ports volume of goods 2018-2019. Verkkodokumentti. Saatavissa: <https://www.estonianports.com/statistics/#tab-id-9> [viitattu 24.9.2020].

Halonen, J. 2020. Xamk tukena öljyvahinkoon varautumisessa. AMK-lehti/UAS Journal 1/2020. Saatavissa: <https://uasjournal.fi/1-2020/oljyvahinkoon-varautuminen/#1458134585005-b3f22396-5506> [viitattu 24.9.2020].

Halonen, J. 2019. Öljyntorjuntaosaamisen pitkä oppimäärä – kymmenen hanketta torjuntavalmiuden kehittämiseksi. Teoksessa Halonen, J. & Potinkara, P. (toim.) 2019. Työtä tulevaisuuteen. Katsaus Logistiikan ja merenkulun tutkimus- ja kehitystoimintaan 2019. Xamk kehittää 94. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Kotka. ISBN (pdf) 978-952-344-209-2. Sivut 118–138. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-209-2>. [viitattu 24.9.2020].

Halonen, J. & Altarriba, E. 2018. Työterveys ja -turvallisuus alusöljyvahingon torjunnassa Saimaalla. Teoksessa Öljyntorjunnan toimintamallin kehittäminen Saimaan syväväylälle. SÖKÖSaimaa-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Halonen, J. (toim.) Xamk kehittää 64. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Kotka. ISBN 978-952-344-137-8 (nid.), ISBN 978-952-344-138-5 (pdf). Sivut 81–121.

Halonen, J. & Kajatkari, R. 2020. Suomenlahti kuuluu maailman vilkkaimpiin merialueisiin. Xamk READ 3/2020. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun verkkolehti. Saatavissa <https://read.Xamk.fi/2020/logistiikka-ja-merenkulku/suomenlahti-kuuluu-maailman-vilkkaimpiin-merialueisiin/> [viitattu 7.10.2020].

Halonen, J., Sipilä, T. & Puhakainen, L. 2018. Öljyvahinko Saimaan syväväylällä – torjuntatyön priorisointi ja ensisijaisesti suojattavat kohteet. Artikkeliteoksessa Öljyntorjunnan toimintamallin kehittäminen Saimaan syväväylälle. SÖKÖSaimaa-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Halonen, J. (toim.) Xamk Kehittää 64. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Kotka. ISBN 978-952-344-137-8. Sivut 281–299.

HaminaKotka 2020. Liikennetilasto 10.1.2020. Verkkodokumentti. Saatavissa: <https://www.haminakotka.com/fi/tietoa-satamasta/haminakotka-satama-oy/liikennetilastot> [viitattu: 24.9.2020].

Helcom 2020. Helsinki Commission. Helcom Map and Data Service. Onnettomuustietokanta. Osoitteessa <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/data-maps/> [viitattu: 25.9.2020].

Helsingin satama 2020. Helsingin Sataman liikennetilastot. Julkaisut ja tilastot. Verkkodokumentti. Saatavissa: <https://www.portofhelsinki.fi/helsingin-satama/julkaisut-ja-tilastot> [viitattu 24.9.2020].

Kauppinen J. 2017. Asiantuntijaselvitys ensisijaisesti suojeltavien luontokohteiden kartoittamiseksi Saimaalla. Artikkeliteoksessa Öljyntorjunnan toimintamallin kehittäminen Saimaan syväväylälle. SÖKÖSaimaa-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Halonen, J. (toim.) Xamk Kehittää 64. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Kotka. ISBN 978-952-344-137-8. Sivut 300–318.

Pelastuslaki 2011/379. Saatavissa <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379/> [viitattu 7.10.2020].

Pietarin seudun satamahallinto 2020. Verkkodokumentti. [https://www.pasp.ru/dannye\\_po\\_gruzooborotu](https://www.pasp.ru/dannye_po_gruzooborotu) [viitattu 24.9.2020].

Satamaliitto 2020. Kuukausitilastot. Vuosi 2019. Verkkodokumentti <https://www.satamaliitto.fi/fin/tilastot/kuukausitilastot/?stats=monthly&T=0&year=2019> [viitattu 24.9.2020].

Seppänen, T. 2020. Työterveyden palveluprosessimalli muokkautuu askel askeleelta. Xamk READ 1/2020. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun verkkolehti. Saatavissa: <https://read.Xamk.fi/2020/logistiikka-ja-merenkulku/tyoterveyden-palveluprosessimalli-muokkautuu-askel-askeleelta/> [viitattu 25.9.2020].

Seppänen, T. 2019. Tavoitteena turvallinen öljyntorjuntatyö. Xamk READ 3/2019. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun verkkolehti. Saatavissa: <https://read.Xamk.fi/2019/logistiikka-ja-merenkulku/tavoitteena-turvallinen-oljyntorjuntatyo/> [viitattu 25.9.2020].

Statistics Estonia. TS175: Goods transport through main Estonian ports by cargo type (quarters). Tilastotietokanta osoitteessa <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=en#> [viitattu 24.9.2020].

Tallinnan satama 2020. AS Tallinna Sadam Group Annual Report 2019. Verkkodokumentti. Saatavissa <https://www.ts.ee/en/investor/annual-reports/> [viitattu 24.9.2020].

Xamk (ei vuosilukua). SÖKÖSuomenlahti – Öljyntorjunnan toimintamalli Suomenlahden rannikon pelastustoimialueille. Verkkodokumentti. Saatavissa: <https://www.Xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/sokosuomenlahti-oljyntorjunnan-toimintamalli-suomenlahden-rannikon-pelastustoimialueille/> [viitattu 24.9.2020].

# MONIPUOLISTA HARJOITTELUA ÖLJYNTORJUNTA-ALTAALLA

Antero Myrén

Öljyntorjunnan koulutukseen on pitkään kaivattu mahdollisuutta päästä harjoittelemaan todenmukaisemmissa olosuhteissa oikealla öljyllä. Tämä tulee pian mahdolliseksi öljyntorjunnan testaus- ja harjoitteluympäristön valmistuessa Kotkaan (Myrén 2020). Jo ennen altaan virallista käyttöönottoa on sille löytynyt käyttöä pelastustoimelle erityyppisten vesipelastustehtävien harjoitteluun.

## ALTAAN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

Valmistuvalla altaalla voidaan harjoitella öljyntorjuntatoimia vedessä ja rantaolosuhteissa. Harjoituksissa voidaan kokeilla esimerkiksi puomitusta, nuottausta puomeilla ja imeytys-tuotteilla sekä öljynkeräystä skimmereillä (Myrén 2020). Myös veneellä voidaan suorittaa öljynkeräystä; altaaseen soveltuu noin 4–5-metrinen alus. Vesisyvyys altaassa on kolme metriä ja altaan vesipinta-ala 660 neliometriä. Tämä mahdollistaa sen, että harjoitukset voidaan toteuttaa juuri sellaisella kalustolla, mitä pelastuslaitoksilla tai muilla toimijoilla on käytössään. Hankinnassa olevat pienemmät, siirreltävät lisäaltaat mahdollistavat monipuolisemmin erilaisten öljylaatujen käytön. Altailla voimme tarjota myös laitevalmistajille mahdollisuuden tehdä standardinmukaisia laitetestauksia.



**Kuva 1.** Betonialtaan suojaksi asennettu öljyntorjuntapuomi. (Kuva: A. Myrén 2020)

## ÖLJYNTORJUNTA RANNALLA

Öljyn keräys on mahdollista eri rantamateriaaleilla toimintaan mukautettavalla 75 neliön alueella. Tavoitteena on jakaa tasosta osioita eri rantatyypeille, jolloin tekniikoita on mahdollista kokeilla eri rantamateriaaleilla ja rantaprofileilla (hiekkä, kivikko ja ruohikoranta). Näin päästään kokeilemaan puhdistusta esimerkiksi harjakeräimillä, pesemällä ja imeytystuotteilla. (Myrén 2020.)



**Kuva 2.** Näkymä rakentuvasta ranta- ja testialueesta. (Kuvat: A. Myrén 2020)

## ERIKOISKALUSTON KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

Altaan suuri vesisyvyys mahdollistaa myös ilmasta operoitavien öljyn havainnointisensoreiden testaamisen ilman pohjaheijastuman aiheuttamaa haittaa. Tavoitteena on esimerkiksi yhteistyössä Vähähiiliset dronepalveluratkaisut -hankkeen kanssa testata öljyn havainnointia dronen lämpökameralla. Lisäksi sukellusdronella voidaan havainnoida esimerkiksi öljynkeräysskimmerien toimintaa veden alla.

## HARJOITTELUA TALVIOLOSUhteissa

Ulkona sijaitseva allas jäätyy talveksi. Jääolosuhteet tuovat myös monenlaisia mahdollisuuksia testaukseen ja harjoitteluun. Näitä ovat muun muassa öljyn havainnointi ja kerääminen jään alta, skimmerien toimivuus jääsohjon seassa, puomin käyttö jääolosuhteissa, railotusten tekeminen eri menetelmillä ja puomin kestävyys kiinni jäätyessä. Pienemmissä altaissa voidaan demonstroida eri öljylaatujen viskositeettimuutoksia ja käyttäytymistä lämpötilan ja sääolosuhteiden muuttuessa.

## ALTAAN YMPÄRISTÖTURVALLISUUS

Toiminta altaalla tapahtuu suljetussa ympäristössä, joka antaa mahdollisuuden toimia turvallisesti mutta monipuolisesti. Altaan vesi puhdistetaan tehokkaalla puhdistuslaitteistolla ja vedestä otetaan säännöllisesti näytteitä. Myös käytettävät kulkureitit altaan ympäristössä suojataan rannansuojamatoilla tai muilla suojamateriaaleilla. Erillisessä pesualtaassa suoritetaan öljyntyneen kaluston puhdistus.

## ÖLJYNTORJUNTA-ALTAASTA ON MUUHUNKIN

Öljyntorjunta-allasta voidaan hyödyntää muussakin pelastustoimen tehtäväkenttään kuuluvien asioiden harjoittelussa. Kymenlaakson pelastuslaitos testasi altaan käytettävyyttä pintapelastus- ja pelastussukellusharjoitteluun elokuussa ja syyskuussa 2020. Seuraavat ajatukset perustuvat altaasta saatuun käyttökokemukseen.



**Kuva 3.** Pelastussukeltaja valmiina sukellustehtävään. (Kuva: A. Myrén 2020)

Vesipelastus jaetaan pelastustoimessa vesisukellukseen ja pintapelastukseen. Pintapelastus on pinnalta ja välittömästi pinnan alta tapahtuvaa toimintaa. Harjoitusta johtaneen palomestari Simo Noreman (2020) mukaan *”Allas tarjoaa loistavan mahdollisuuden toiminnan harjoitteluun. Altaan syvyys on pintapelastuksen kannalta ihanteellinen. Tästä syystä allas tarjoaa hyvän toimintaympäristön etsintämenetelmien harjoitteluun. Pintapelastaja voi harjoitella etsintää ja ”uhrin” noutoa pinnan alta. Vesisukelluksen eri tekniikoiden harjoitteluun allas tarjoaa turvallisen ympäristön.”*

Vesipelastuksen lisäksi allasta ja siihen kuuluvia rakenteita voidaan käyttää alhaalta pelastamisen harjoitteluun. *”Altaan yhteydessä oleva kuilu tarjoaa hyvän ja turvallisen toimintaympäristön kuiluun pudonneen pelastamisen harjoitteluun. Itse allasta ja sen korkeaa reunaa on myös mahdollista käyttää harjoittelussa”*, toteaa Norema (2020) Kymenlaakson pelastuslaitokselta.



**Kuva 4.** Pelastuslaitoksen pintapelastaja valmiudessa. (kuva: A. Myrén 2020)

Harjoituksista saadun kokemusten perusteella allas soveltuisi myös ammattikorkeakoulun merenkulun opiskelijoiden pelastautumisharjoitusten pitopaikaksi, erityisesti henkilökoh-  
taisen pelastautumisen; pelastuspuvun ja -välineiden harjoitteluun.

## HARJOITTELMAHDOLLISUUKSISSA KUULTIIN SIDOSRYHMIÄ

Altaan käyttömahdollisuuksia tiedusteltiin jo hankkeen suunnittelu- ja hakemusvaiheissa (Halonen 2019). Tarpeita tarkennettiin kyselytutkimuksen (Kettunen 2020) avulla. Kyse-  
lyyn vastasi 45 henkilöä. Kettusen (2020, 18) mukaan ”*kommenteista ilmeni, että varsinkin pelastusviranomaiset haluaisivat olla mukana tuotekehityksessä yhdessä laitevalmistajien kanssa. Se on täysin loogista, koska pelastusviranomainen käyttää työssään paljon öljyntorjuntakalustoa. Ympäristö- ja muiden viranomaisten suurimman mielenkiinnon kohteena oli tutkimus ennen koulutusta ja harjoittelua.*” Altaalla on lisäksi vierailut jo useita toimijoita. Kehittämisehdotuksia ovat antaneet muun muassa Lamor Corporation ja Knorring Oy Ab. Näin voidaan sanoa, että valitut harjoittelumahdollisuudet perustuvat laajaan näkemykseen.

## YHTEENVETO

Harjoitusmahdollisuudet ovat jo nyt monipuoliset, mutta niitä kehitetään jatkuvasti tarpeiden ja mahdollisuuksien mukaan. Allas on rakennettu pääasiassa öljyntorjuntaharjoittelua varten, mutta se soveltuu hyvin myös muuhun toimintaan. Altaan vahvuutena nähdään harjoittelun turvallisuus toiminnan tapahtuessa kontrolloiduissa olosuhteissa.

Altaan on tarkoitus valmistua syksyyn 2021 mennessä. Kehittämistyötä rahoittavat Euroopan aluekehitysrahasto Kymenlaakson liiton kautta, Xamk, Kymenlaakson pelastuslaitos ja Merenkulun säätiö. Altaan kehittämistä tukee lisäksi Kymen Vesi Oy.

## LÄHTEET

Halonen, J. 2019. Öljyntorjunnan tutkimus- ja testausympäristö. Hankesuunnitelma. Hakemusnumero 306677. Kestävää kasvua ja työtä 2014–2020 Suomen rakennerahasto-ohjelma.

Kettunen, M. 2020. Öljyntorjunnan tutkimus- ja testausympäristön käyttäjien tarpeiden kartoitus. Opinnäytetyö, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Ympäristötekniikka, Insinööri.

Myrén, A. 2020. Öljyntorjunnan harjoittelu muuttuu todenmukaiseksi. Xamk READ 1/2020. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun verkkolehti. Saatavissa: <https://read.Xamk.fi/2020/logistiikka-ja-merenkulku/oljyntorjunnan-harjoittelu-muuttuu-todenmukaiseksi/> [viitattu 16.9.2020].

Norema, S. 2020. Kymenlaakson pelastuslaitos, palomestari. Tiedonanto A. Myrénille 15.9.2020.



# MEPTEK – MERENKULUN PÄÄSTÖ- VÄHENNYSTEKNIIKOIDEN VERTAILUHANKE KÄYNNISTYI KORONAN VARJOSSA

Elias Altarriba, Sirpa Rahiala & Marko Piispa

## JOHDANTO

Ilmastonmuutoksen edistyminen ja sen hidastaminen ovat olleet viime vuosina esillä mediassa. Muun muassa hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC:n julkaisemat raportit ilmastonmuutoksesta ovat olleet dramaattista luettavaa (Masson-Delmotte et al. 2018; Pörtner et al. 2019). Ilmasto tulee joka tapauksessa muuttumaan merkittävästi tulevista toimista riippumatta. Suuruusluokkaan vaikuttaminen on kuitenkin vielä mahdollista, samoin siihen, miten vakavia seurauksia ilmastonmuutos elinympäristöllemme aiheuttaa.

Ilmakehään syydettävien hiilidioksidipäästöjen määrää olisi siis leikattava tuntuvasti. Tämän johdosta myös merenkulusta aiheutuvat päästöt ovat viime vuosina olleet tapetilla. Vaikka rahtitonniin kuljettaminen meritse onkin suhteellisen vähäpäästöistä verrattuna moniin muihin kuljetusmuotoihin, vilkkaan meriliikenteen seurauksena absoluuttiset päästöt ovat kuitenkin huomattavat. Uusimman kesällä 2020 julkaistun IMO:n päästöinventaarion mukaan vuosittaisista globaaleista kasvihuonekaasupäästöistä laivaliikenteen osuus on 2,9 % (2018), mikä vastaa päästö määrältään 1,076 miljoonaa tonnia (IMO 2020).

Itämeri on yksi maailman liikennöidyimmistä merialueista ja monessa mielessä ainutlaatuinen meriympäristö, minkä johdosta laivaliikenteen päästöihin ja ylipäättään meren pilaantumiseen on täällä kiinnitetty suhteellisen aikaisessa vaiheessa huomiota. Esimerkiksi Itämeren suojelemisen koordinoitua varten on perustettu jo vuonna 1980 alueen rantavaltioiden hallitustenvälinen organisaatio Helsingin komissio (HELCOM). Lisäksi Itämeren laivaliikenteessä on polttoaineen rikkipitoisuusrajoitukset otettu käyttöön jo vuonna 2015. Muussa maailmassa rajoitukset ovat tiukentuneet vasta tänä vuonna, mutta ne ovat silti väljemmät verrattuna Itämeren rajoituksiin.

Merenkulusta syntyvät pakokaasupäästöt ovat kuitenkin moninaisia. Hiilidioksidipäästöt ovat suoraan verrannollisia kulutettuun polttoaineeseen, rikkipäästöt taas riippuvat käytetyn polttoaineen rikkipitoisuudesta. Usein laivaliikenteessä merkittävän päästökomponentin muodostavat typen oksidit, eli NOX-päästöt. Nämä ovat dieselmootoreille tyypillisiä

päästöjä, joita voidaan alentaa alentamalla polttoaineen palamislämpötilaa. Muita päästökomponentteja ovat muun muassa häikä, palamattomat hiilivedyt ja hiukkaspäästöt. Merenkulussa päästöjen haitallisuuteen vaikuttaa myös aluksen operointialue: Esimerkiksi avomerellä myrkkypäästöt usein laimentuvat tuulten mukana, siinä missä satamien lähetyvillä päästöjen vaikutusalueella asuu usein merkittävästi ihmisiä. Lisäksi satamahenkilöstölle ja laivaväelle päästöt ovat myös työterveysasia.

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulussa on keväällä 2020 alkanut uusi hanke, missä tutkitaan meriliikenteen päästövähennystekniikoiden tehokkuutta, ominaisuuksia, elinkaarta ja kustannuksia saavutettuun hyötyyn nähden. Hankkeen nimi on MEPTEK, ja se toteutetaan yhteistoiminnassa ammattikorkeakoulun kahden TKI-tutkimusryhmän kesken. Ryhmät kuuluvat Logistiikan ja merenkulun sekä Metsän, ympäristön ja energian vahvuusaloille. Myös päästömittauslaboratorio KymiLabs on mukana hankkeessa. Hankkeen rahoituksesta vastaa Euroopan aluekehitysrahasto.



**Kuva 1.** Rahtitonneihin verrattuna merikuljetukset ovat vähäpäästöinen kuljetusmuoto, mutta absoluuttisina päästöinä hiilidioksidimäärät ovat silti merkittävät.

## HANKKEEN TOTEUTUS

Tällä hetkellä käytössä on monenlaisia tekniikoita päästöjen vähentämiseksi. Edellisessä luvussa esitetty lainsäädännön velvoittama polttoaineratkaisu rikkipäästöjen vähentämiseksi on yksi niistä: Käyttämällä vähärikkistä polttoainetta vähennetään suoraan pakokaasujen sisältämiä rikkipäästöjä, tosin jalostusasteeltaan paremmat polttoaineet ovat hankintakustannuksiltaan kalliimpia. Mikäli korkearikkistä polttoainetta halutaan kuitenkin käyttää, vaihtoehtona on myös puhdistaa pakokaasut rikkiyhdisteistä. Rikkipesurit eli scrubberit ovat varustamolle miljoonainvestointi alusta kohden, mutta niitä käyttämällä voidaan aluksella operoida Itämeren alueella käyttämällä korkearikkistä polttoainetta. Rikkipesureita on toimintaperiaatteeltaan kahdenlaisia: Avoimen kierron pesurit laskevat pesuveden takaisin mereen, suljetun kierron pesureissa pesuvesi säilötään alukseen ja toimitetaan satamassa jätevedenkäsittelyyn.

Typen oksidit, eli NO<sub>x</sub>-päästöt ovat ihmiselle ja ympäristölle myrkyllisiä kaasuja. Typen oksidien vähentämiseksi helpoin menetelmä on palamislämpötilan alentaminen. Tämä voidaan toteuttaa muun muassa ruiskuttamalla polttoaineen sekaan vettä. Vesi ei osallistu palamista-  
pahtumaan, mutta sitoo huomattavasti palamisessa syntyvää lämpöenergiaa ja alentaa näin palamislämpötilaa, mikä rajoittaa typen oksidien muodostumista. Vastaava menetelmä on imuilman höyrynkostutus, eli HAM-tekniikka, missä vesihöyryn johtaminen imukanaviin laskee polttoaineen palamislämpötilaa vastaavin tuloksia. Palamisilman alentamiseen perustuvat menetelmät eivät kuitenkaan välttämättä rajoita NO<sub>x</sub>-päästöjä tiukimpien päästörajoitusten vaatimalle tasolle. Silloin voidaan tarvita pakokaasujen katalyyttistä jälkikäsittelyä.

Satamissa maasähkön käyttäminen vähentää erityisesti aluksen tuottamia lähipäästöjä, kun aluksen sähköistys tai hydrauliiikan toiminnan varmistaminen ei vaadi apukoneiden käyttöä. Kokonaispäästöjä tarkasteltaessa on tässä tilanteessa kuitenkin huomioitava, miten sähkö on tuotettu. Ison aluksen kytkeminen maaverkkoon vaatii kuitenkin muutoksia sekä laivan sähköjärjestelmiin että satamaan riittävän tehokasta sähkönsyöttöinfrastruktuuria. Ratkaisuilla voidaan kuitenkin rajoittaa lähipäästöjä tehokkaasti erityisesti tiheästi asutuilla alueilla, kuten esimerkiksi Helsingin keskustan tuntumassa olevissa satamissa.

Nesteytetty maakaasu eli LNG on polttoaineratkaisu, johon on viime vuosina asetettu paljon odotuksia. Puhtaasti palava kaasu vähentää erityisesti raskaan polttoöljyn käyttöön verrattuna monia päästökäsitteitä. Nesteytettynä maakaasu on tiheydeltään noin 600-kertainen verrattuna aineen kaasumaiseen olomuotoonsa normaalissa ilmanpaineessa, mutta kaasun pysyminen nesteinä vaatii noin -160 °C lämpötilan. Tämän vuoksi aluksen polttoainesäiliöiden on oltava hyvin eristettyjä ja mahdollistettava polttoaineen pysyminen kylmänä.

Myös muita menetelmiä löytyy: Viime vuosina julkisuutta ovat saaneet muun muassa roottoripurjeet tai vastaavat tuulta hyödyttävät ratkaisut. Lisäksi alusten aikataulutuksella tai lastauksen ja kulkuasennon eli trimmin optimoinnilla voidaan saavuttaa merkittäviäkin säästöjä polttoainekulutuksessa. Merkittävyystään huolimatta nämä tietotyömenetelmät ovat tästä tutkimuksesta kuitenkin rajattu pois, sillä kaikkea ei yhteen hankkeeseen voi sisällyttää.

MEPTEK-hanke toteutetaan vuosina 2020–2022, ja hankkeessa on tarkoitus tehdä päästömittauksia erityyppisillä aluksilla niiden operoimissa normaalisti. Laivaväen kokemuksia eri tekniikoista kartoitetaan haastatteluin, sillä erityisesti menetelmien tekninen kestävyys, huoltotarve ja toimivuus käytännössä vaikuttavat paljon tekniikan todelliseen tehokkuuteen. Mikäli menetelmä on usein rikki tai toimii teknisten ongelmien johdosta vain osateholla, voi tällä olla suurikin vaikutus menetelmän elinkaarta ajatellen. Myös investointikustannukset ovat tärkeässä roolissa: Investoinnit paitsi vaativat taloudellista satsausta, myös käytännössä sitovat aluksen ja laivayhtiön valittuun menetelmään tilanteesta riippuen hyvinkin pitkäksi aikaa. Kehittyvä tekniikka ja muuttuva toimintaympäristö voivat kuitenkin tuoda kuvioihin uusia, kenties parempiakin ratkaisuja. Myös asiakkaiden ja rahdinantajien ympäristötietoisuus kasvaa jatkuvasti, mikä voi tehdä toimintaympäristön kehittymisestä hyvinkin vaikeasti ennustettavan.

## KORONA HIDASTAA ALOITUSTA

Alkuperäisen suunnitelman mukaisesti päästömittaukset ja muu hankeyhteistyö laivayhtiöiden kanssa oli tarkoitus aloittaa jo kesällä 2020. Koronapandemia kuitenkin aiheutti näihin suunnitelmiin muutoksia. Monet laivayhtiöistä joutuivat vaikeuksiin asiakaskadon tai matkustusrajoitusten takia ja joutuivat keskeyttämään liikennöinnin useilla linjoilla. Monet laivayhtiöt ovat myös rajoittaneet laivaväen ja ulkopuolisten henkilöiden kontakteja ehkäistäkseen viruksen leviämistä miehistön keskuudessa. Lisäksi myös ammattikorkeakoulullamme on voimassa erityisesti ulkomaanmatkoja koskevia matkustusrajoituksia.

Koronapandemian aiheuttamien rajoitusten johdosta hankkeen alku painottuu selkeästi enemmän kirjallisuusselvityksiin ja muuhun taustatyöhön, mikä ei vaadi fyysistä läsnäoloa aluksilla. Monista tekniikoista ja merenkulun päästöistä ylipäätään on julkaistu paljon tutkimusta. Asia on kuitenkin esillä ympäri maailmaa, sillä IMO:n linjauksen mukaisesti merenkulun päästöjä tonnikipometriä kohden tulisi vähentää 40 prosenttia vuoteen 2030 mennessä ja 70 prosenttia vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 2008 tasoon. Lisäksi vuoteen 2050 mennessä myös absoluuttisten päästömäärien on tarkoitus olla 50 prosenttia pienempiä. Koska nämä rajoitukset koskevat koko meriliikennettä eivätkä vain uusia aluksia, etsitään parhaita ratkaisuja ympäri maailmaa nyt kuumeisesti.

MEPTEK-hanke on myös erinomainen mahdollisuus monille opiskelijoille tehdä opinnäytetyö asiakokonaisuudesta. Tällä hetkellä hankkeeseen osallistuu kolme opinnäytetyötä tekevää opiskelijaa, ja vapaita aiheita on tarjolla vielä koko joukko. Lisäksi hankkeen aihepiiri on sellainen, että opinnäytetöiksi laajuudeltaan ja sisällöltään soveltuvia asiakokonaisuuksia on suhteellisen helppo muodostaa. Ympäristöasioiden tuntemus on takuulla tärkeää ammatitaitoa tulevaisuudessa huomioiden edellä esitetyt päästövähennystavoitteet. Opinnäytetyöt tarjoavat opiskelijoille myös mahdollisuuden verkostoitua alan toimijoiden kanssa, mikä usein edesauttaa myös tulevaa työllistymistä opintojen päätyttyä.

## LÄHTEET

International Maritime Organization, 2020. Final report of the fourth IMO greenhouse gas study. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://webaccounts.imo.org/Common/weblogin.aspx> [viitattu 14.10.2020].

Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., Waterfield T. (eds.), 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneve: IPCC.

Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B., Weyer N., 2019. Summary for policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Geneve: IPCC.

# 5G – YMMÄRRÄMMEKÖ, MITÄ ERILAISET TAAJUUDET TARKOITTAVAT?

Minna Jukka & Tommy Ulmanen

Viidennen sukupolven (5G) mobiiliteknologioista ennustetaan uutta teknologista vallankumousta. Tämän artikkelin tarkoituksena on selvittää 5G-verkkoteknologioiden eri taajuusalueita ja kartoittaa 5G-teknologian käytettävyyttä ja toteutusaikatauluja. Tavoitteena on myös arvioida missä vaiheessa erilaisten erityisen nopeaa tiedonsiirtoa tarvitsevien palveluiden käyttöönotto olisi realistista myös laajemmassa mittakaavassa.

5G-teknologiamääritykset jaetaan huippunopeisiin langattomiin laajakaistoihin (eMBB), luotettavaan lyhyen viiveen kommunikaatioon (URLLC) ja massiiviseen koneiden väliseen kommunikaatioon (mMTC). Nämä teknologiat perustuvat eri taajuuksiin ja tukevat erilaisia käyttötapauksia. 5G-teknologian ensimmäiset kaupalliset operaattoripalvelut tähtäävät ensisijaisesti vain nopeamman langattoman laajakaistan tarjoamiseen. Vasta sen jälkeen, kun korkeammat taajuusalueet on otettu käyttöön, saavutetaan 5G-teknologian täysimittaiset hyödyt. Tämä edellyttäisi myös päätelaitteiden laajaa saatavuutta ja 5G-verkkojen riittävää kattavuutta.

Tällä hetkellä käytössä oleva 3.5 GHz:n verkkotaajuus on keskitaajuuden verkkoyhteys, joka on huutokaupalla myönnetty kolmelle eri teleoperaattorille. Taajuudelle on jo olemassa kuluttajille suunnattuja kaupallisia päätelaitteita. Sen sijaan 26 GHz -sensoriteknologia on vasta kehitteillä vuonna 2020. Korkeataajuisten 26 GHz -verkkoyhteyden pääasiallisia hyödyntäjiä tulevat olemaan yritykset, kunnat, satamat tai sairaalat, jolloin kyseessä ovat lähinnä yksityiset verkot. Korkeiden taajuuksien (25.1–27.5 GHz) käyttöoikeuksien myöntäminen alkaa vuoden 2020 aikana, ja vasta näiden taajuuksien käyttöönotto mahdollistaa tiedonsiirtokapasiteetin ja nopeuden merkittävän kasvattamisen. Myös ensimmäisten 26 GHz -taajuusalueen sovellusten ennustetaan toteutuvan vuoden 2020 aikana. Korkeammat taajuusalueet ovat haastavia signaalin kuuluvuudelle ja signaalin kantomatka on lyhyt. Nykytietämyksen mukaan tällaiset verkot palvelevatkin lähinnä erikoiskäyttäjiä, eivätkä palvelut näin ollen ole skaalattavissa laajalle alueelle.

## YLEISTÄ 5G-VERKKOTEKNOLOGIOISTA

5G-verkkoteknologiat tuovat Traficom (2019) mukaan suurempia muutoksia ja parannuksia yhteyksiin kuin yksikään aiempi matkaviestinsukupolvi. 5G mahdollistaa yli sadan Mbit/s keskimääräisen datan siirtonopeuden ja jopa 20 Gbit/s maksiminopeuden. Se myös

kasvattaa mobiiliverkon kapasiteetin eli kyvyn välittää tietoliikennettä ja mahdollistaa parhaimmillaan alle millisekunnin latenssin (viiveen) datansiirrossa.

Tulevaisuudessa data-, ääni- ja tv-markkinat eivät enää kasva, mikä voi aiheuttaa teleoperaattoreiden liiketoiminnalle haasteita (Uitto 2018). Pilvipalvelut saattavat tuoda pientä kasvua, mutta niiden markkinat eivät ole kovin suuria ja osa tästä markkinoiden kasvusta siirtyy muille kuin teleoperaattoreille. Teleoperaattorit voivat hyödyntää 5G-tietoliikennetekniikan rinnalla pilvilaskentaa, tekoälyä ja koneoppimista, jotka palvelevat erityisesti vertikaalisten alojen toimijoita. Vertikaalisilla aloilla tarkoitetaan teollisuutta, julkishallintoa, sosiaali- ja terveysalaa, logistiikkaa, satamia ja rakennustyömaita. Teleoperaattorien suurimmat mahdollisuudet kasvattaa liiketoimintaansa sijaitsevat nimenomaan vertikaalisilla aloilla liiketoimintaprosessien digitalisoimisessa. Tulevaisuudessa vertikaalisten alojen toimijat voisivat myös toimia Neutral host -operaattoreina tarjoamalla 5G-verkkopalveluja kuluttajille ja muille käyttäjärhyhmille.

Erilaisia käyttötapauksia sovellettaessa on olennaista tietää, millaisen verkkoympäristön käyttötapaus tarvitsee toimiakseen. 5G-teknologiamääritykset jaetaan kolmeen osaan: huippunopeisiin langattomiin laajakaistoihin, luotettavaan lyhyen viiveen kommunikaatioon ja massiiviseen koneiden väliseen kommunikaatioon. Nämä tukevat erilaisia käyttötapauksia ja mahdollistavat erilaisia uusia palveluinnovaatiota (Traficom 2019).

Traficom (2019) mukaan huippunopeat langattomat laajakaistat mahdollistavat jopa kymmenien Gbit/s yhteysnopeuden ja suuremman kapasiteetin mobiiliverkon yli. Luotettava lyhyen viiveen kommunikaatio sen sijaan mahdollistaa erittäin pieniviiveiset langattomat yhteydet korkeaa luotettavuutta ja lähes reaaliaikaisuutta vaativiin käyttötapauksiin (Traficom 2019). 5G on ensimmäinen langaton tekniikka, joka mahdollistaa valokuitua vastaavan luotettavuuden ja lyhyet viiveet (Väylävirasto 2019). Massiivinen koneiden välinen kommunikaatio taas tukee suurta energiatehokkuutta ja toimintakykyä vaativia IoT-käyttötapauksia, joissa edellytetään myös suurta määrää kytkettyjä laitteita (Traficom 2019).

## TILANNE VUONNA 2020

Vuoden 2020 alkuun mennessä verkko-operaattorit DNA, Elisa ja Telia ovat avanneet 3.5 GHz -taajuusalueen 5G-palveluita eri puolelle Suomea, lähinnä suurempiin kaupunkeihin. Esimerkiksi Elisa on avannut 5G-verkkoja 19.3.2020 mennessä Helsinkiin, Vantaalle, Espooseen, Tampereelle, Jyväskylään, Lahteen, Ouluun, Turkuun, Kuopioon, Poriin, Kouvolaan, Vaasaan, Seinäjoelle, Kuusamoon, Joensuuhun ja Raisioon. Myös Telian 5G-verkko toimi 2019 lopulla jo seitsemässä Suomen suurimmassa kaupungissa ja kevään 2020 mittaan se laajenee vielä entisestään. DNA:n 5G-palvelut ovat jo saatavilla Helsingissä, Vantaalla, Tampereella, Turussa ja Hyvinkäällä. Alkuvuoden 2020 aikana DNA:n 5G-verkko laajenee Espooseen, Ouluun, Jyväskylään, Lahteen, Kuopioon, Vaasaan, Hämeenlinnaan, Seinäjoelle, Raumalle, Poriin, Raisioon, Heinolaan, Nokialle, Pirkkalaan, Ylöjärvelle, Lempäälään, Sipooseen, Ruskoon ja Lietoon.

Nämä palvelevat ensisijaisesti tavallisten kuluttajien tarpeita, ja myös uusia tätä tekniikkaa hyödyntäviä mobiililaitteita on ilmestynyt markkinoille. 5G-mobiilitekniikka tullaan ottamaan laajemmin käyttöön 2020-luvulla nykyisten 3G- ja 4G-verkkojen rinnalla. Väyläviraston mukaan tulevaisuuden 5G-verkko tulee perustumaan kolmeen taajuusalueeseen, jotka täydentävät toisiaan. Matalilla taajuuksilla katetaan verkon peittoa ja korkeilla mahdollistetaan suuri tiedonsiirtokapasiteetti yksittäisiin kohteisiin. Myös IoT-sensorien tehokkaamman hyödyntämisen mahdollistavia NB-IoT ja LTE-M -verkkoja on jo otettu valtakunnalliseen käyttöön.

Luotettavaa lyhyen viiveen kommunikaatiota (URLLC) ja massiivista koneiden välinen kommunikaatiota (mMTC) tullaan todennäköisesti hyödyntämään vaativissa kohteissa, kuten teollisuudessa tai autonomisissa ajoneuvoissa. Korkeiden taajuuksien (25.1 – 27.5 GHz) käyttöoikeuksien myöntäminen alkaa vuoden 2020 aikana, ja vasta näiden taajuuksien käyttöönotto mahdollistaa tiedonsiirtokapasiteetin ja tiedonsiirtonopeuden merkittävän kasvattamisen. 26 Ghz:n taajuutta hyödyntäviä sensoritekniikkaa on kehitteillä jo vuonna 2020. Ensimmäisten 26 Ghz:n taajuusalueen sovellusten ennustetaan toteutuvan vuoden 2020 aikana.

## TÄYSIMITTAISET HYÖDYT KORKEILLA TAAJUUKSILLA

Traficom (2019) mukaan 5G-tekniikan ensimmäiset kaupalliset operaattoripalvelut tähtäävät ensisijaisesti nopeamman langattoman laajakaistan tarjoamiseen. Vasta sen jälkeen, kun korkeammat taajuusalueet on otettu käyttöön, saavutetaan 5G-tekniikan täysimittaiset hyödyt. Tämä edellyttää myös päätelaitteiden laajaa saatavuutta ja 5G-verkkojen riittävää kattavuutta. Tällä hetkellä käytössä oleva 3.5 GHz on keskitaajuuden verkkoyhteys, joka on huutokaupalla myönnetty kolmelle teleoperaattorille. Tälle taajuudelle on olemassa muutamilla valmistajilla jo kaupallisia päätelaitteita kuluttajille, mutta korkeampien taajuusalueiden tekniikka on vasta kehitteillä. Korkeataajuisten 26 GHz:n verkkoyhteyden pääasiallisia hyödyntäjiä tulevat olemaan kunnat, satamat tai sairaalat. Tällöin kyseessä ovat alhaisen latenssin yksityisverkot. Vasta tällä taajuudella toimivaa yhteyttä voidaan käyttää esimerkiksi autonomisten ajoneuvojen, korkeatasoisen ja reaaliaikaisen kuvavirran välittämisessä ja yhteydet mahdollistavat tiedonsiirronkapasiteetin ja -nopeuksien kasvattamisen (Väylävirasto 2019). 26 GHz:n taajuusalue on haastava signaalin kuuluvuudelle, ja siinä signaalin kantomatka on lyhyt. Nykytietämyksen mukaan tällaiset verkot palvelevatkin lähinnä erikoiskäyttäjiä eivätkä palvelut skaalautu laajalle alueelle.

5G FINLOG -hankkeen tavoitteena on kehittää 5G-testiverkon ympärille TripleHeliX-yhteistyömalli ja LivingLabs-malliin perustuva käyttäjälähtöinen testausmenetelmä, joihin liitetään mahdollisuuksien mukaan myös Xamkin virtuaalisen kyberturvallisuuslaboratorion testauspalvelut. Pyrimme tällä varmistamaan, että olemme eturintamassa kehittämässä uudenlaista yhteistyötä teknologiayrityksille, satamaoperaattori Stevecolle ja KotkaHaminan satamalle. Näillä edistetään sataman digitalisoitumista ja satamaa hyödyttäviä 5G-ratkaisujen syntyä.



## LÄHTEET

5G – kaikki mitä yrityspäätäjän pitää tietää. 2019. E-kirja. DNA Business. Saatavissa: <https://www.dna.fi/yrityksille/5g-kaikki-mita-yrityspaattajan-pitaa-tietaa-e-kirja> [viitattu 19.3.2020].

5G-opas yrityksille. 5G:n mahdollisuudet. 2019. Telia. Saatavissa: <https://cloud.yrityksille.telia.fi/5g-opas?intcmp=b2b-5g-hero-lataa-opas> [viitattu 19.3.2020].

5G-verkon rakentaminen etenee ripeästi – alkuvuoden aikana yli 20 paikkakuntaa pääsee 5G-vauhtiin! 2020. DNA Business. www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dna.fi/yrityksille/blogi/-/blogs/5g-verkon-rakentaminen-etenee-ripeasti-alkuvuoden-ai-kana-yli-20-paikkakuntaa-paasee-5g-vauhtiin> [viitattu 19.3.2020].

5G verkko laajenee nopeasti. 2020. Telia. www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.telia.fi/5g/5g-verkko-laajenee> [viitattu 19.3.2020].

5G vie tietomallien sujuvan pyörittelyn myös toimiston ulkopuolelle. 2020. DNA Business. www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dna.fi/yrityksille/blogi/-/blogs/5g-vie-tietomallien-sujuvan-pyorittelyn-myos-toimiston-ulkopuolelle> [viitattu 19.3.2020].

Elisa auttaa parantamaan kaupunkien ilmanlaatua 5G-tekniikalla. 2018. Elisa Oyj. www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.epressi.com/tiedotteet/teknologia/elisa-auttaa-parantamaan-kaupunkien-ilmanlaatua-5g-tekniikalla.html> [viitattu 19.3.2020].

Elisan 5G-verkko Varsinais-Suomessa saa vahvistusta: Nyt 5G avautui Raisioon. 2020. Elisa Oyj. www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.epressi.com/tiedotteet/telekommunikaatio/elisan-5g-verkko-varsinais-suomessa-saa-vahvistusta-nyt-5g-avautui-raisioon.html?block=5&customer=657> [viitattu 19.3.2020].

Jokinen, O., Piuva, J-P., Mäkipää, M & Riihentupa, L. 2019. 5G Väyläviraston toiminnassa – Väylävirasto nopeiden tietoliikenneyhteyksien hyödyntäjänä ja mahdollistajana. Väyläviraston julkaisu 52/2019. Helsinki: Väylävirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2019-52\\_5g\\_vaylaviraston\\_toiminnassa\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-52_5g_vaylaviraston_toiminnassa_web.pdf) [viitattu 19.3.2020].

Uitto, T. 2018. The operators' quest for new value. Nokia Oyj.

Selvitys 5G:n kyberturvallisuudesta: Yhteenveto. 2019. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Kyberturvallisuuskeskus. www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kyberturvallisuuskeskus.fi/sites/default/files/media/file/Selvitys%205Gn%20kyberturvallisuudesta%20yhteenveto.pdf> [viitattu 19.3.2020].

# PERINTEIKÄS SATAMAN TOIMINTAYMPÄRISTÖ UUDEN- AIKAISEN MOBIILIVERKKO- EKOSYSTEEMIN INNOVAATIO- ALUSTANA

Jonne Holmén & Vesa Vuorio

**5G NR (New Radio)** – 3GPP:n määrittelemä 5G-verkkostandardi, jonka taajuusalue on 600 MHz:n ja 50 GHz:n välillä.

**4G** – 4G on laajakaistaisen internet-yhteyden käyttöön suunniteltu neljännen sukupolven langaton tiedonsiirtoteknologia

**KPI** (Key Performance Indicator), ennalta määritetyt parametrit verkon suorituskyvyn ja laadun seuraamiseksi

**LTE-M** (LTE for Machine-Type Communications) - 4G-verkossa otettiin käyttöön LTE (Long-Term Evolution) -tekniikka, joka käyttää pakettikytkentäistä ja IP-pohjaista verkkoa. LTE-M sopii tiheädataisille sovelluksille, jotka vaativat ajoittaista korkeampaa kapasiteettia sekä pitkää akunkestoa. Sovelluksia ovat etäluentia, logistiikan ja terveydenhuollon palvelut sekä turvaratkaisut

**NB-IoT** (Narrowband Internet of Things) – Kuten LTE-M, LPWAN-radioverkkoteknologia, eli vähävirtaista laajaverkkoa hyödyntävä matalavirrankulutusellinen ja vaikeasti saavutettavien laitteiden yhdistämistä oleva teknologia.

**Uplink/Downlink** – signaali, joka tulee/lähtee päätelaitteeseen tai päätelaitteelta  
**3GPP** (The 3rd Generation Partnership Project) – Joukko standardiorganisaatioita, jotka kehittävät matkaviestinnän protokollia

Globaali matkaviestinteknologia on viimeisten 20 vuoden aikana kehittynyt puhekeskeisistä 1G/2G-palveluista 3G-datapalveluihin ja vuodesta 2010 alkaen 4G-mobiililaajakaistoihin. Tiedonsiirtonopeus on kasvanut vuoden 1993 2,4 kbps:sta 1,2 Gb/s:iin vuonna 2019. Tämä tarkoittaa 500 000 -kertaista kasvua tiedonsiirtonopeudessa neljännesvuosisadan aikana (Holma et.al., 2020).

Uuden sukupolven 5G-teknologia käynnistää seuraavan vaiheen, jota 5G Finlog -hanke pääsee etuoikeutetusti todistamaan rakentamalla 5G-testiverkon Suomen suurimpaan yleissatamaan. 5G-verkkoteknologia tukee monenlaisia käyttötapauksia huippunopeasta parannetusta mobiililaajakaistasta (eMBB), erittäin luotettavan matalan viiveen viestintään (URLLC) sekä massiiviseen konetyypiseen kommunikaatioon (mMTC).

5G FINLOG – 5G Future Innovation Platform for Logistics -hankkeessa rakennetaan toimiva 5G NR -verkkoteknologiaan perustuva testiverkko HaminaKotka Satama Oy:n satama- ja teollisuusalueelle tukemaan sataman digitalisaation kehitystä sekä pilotoidaan logistiikan ja teollisuuden tarpeisiin soveltuvia uusia teknologioita. Operatiivisia tavoitteita ovat logistiikka- ja satamatoimialan toiminnan tehostaminen, uusien digitaalisten innovaatioiden fyysinen testaaminen innovaatioalustalla ja pilotointien sekä niistä saatavien tulosten hyödyntäminen tulevaisuudessa.

5G vie perinteisen mobiililaajakaistan uusiin ulottuvuuksiin datanopeuksien, kapasiteetin ja liitettävyyden suhteen. Lisäksi 5G mahdollistaa kokonaan uusia palveluita, kuten teollisen internetin (IoT) -yhteydet ja kriittisen viestinnän. Tähän asti matkapuhelinverkot ovat pääasiassa tarjonneet yhteyksiä älypuhelimille, tableteille ja kannettaville tietokoneille kuluttajakäyttöön. Useita uusia käyttötapauksia ja sovelluksia voidaan ajaa 5G-matkapuhelinverkkojen päällä. Erityisinä käännepesteinä nähdään 5G:n uusi radiostandardi, pilvikonseptien leviäminen langattomissa verkoissa ja tekoälyn sekä koneoppimisen nopeasti lisääntyvä käyttö (Holma et.al., 2020).

## 5G-TESTIVERKON RAKENTAMINEN

Satama-alueella sijaitseva 5G-testiverkko otetaan käyttöön vuoden 2021 ensimmäisen vuosineljänneksen aikana. Jotta verkosta saataisiin mahdollisimman kattava ja ominaisuuksiltaan tarpeita vastaava systeemi, järjestettiin eri teknologiatoimittajien, asiantuntijoiden ja satamatoimijoiden kanssa yhteinen työpaja (5G satama – potentiaaliset käyttötapaukset, maalla, meressä ja ilmassa 3.3.2020). Työpajan tavoitteena oli yhteiskehittämisen avulla ideoida rakennutettavaan 5G-testiverkkoon käyttötapauksia, jotka hyödyntäisivät satamassa toimivia loppukäyttäjiä. Työpajaan osallistui yli kolmekymmentä osallistujaa, jotka edustivat laajasti eri toimialoja, kuten IT (21 % osallistujista), satama (15 %), koulutus (15 %), droneoperaattorit (10 %), julkisyhteisöt ja viranomaiset (10 %), mittalaitteet (10 %), turvallisuus (6 %), teleoperaattorit (6 %), konsultointi (6 %) ja energiateollisuus (1 %).

Työpajassa kehitettiin käyttötapausideoita, jotka liittyvän sataman, satamaoperaattorin tai varastojen fyysisiin liiketoimintaprosesseihin. Ideoinnin periaatteena pidettiin käyttötapauksien tuomaa hyötyä satamatoimijoille ja niiden soveltuvuutta 5G -testiverkkoympäristöön. Työpajan toteutuksessa hyödynnettiin Traficomien 5G Momentum -työpajoissa hyväksi todettua mallia, jossa alkuideoinnin jälkeen syntyneet ideat ryhmiteltiin teemoihin, ja osallistajat jakautuivat oman kiinnostuksensa mukaisesti teemaryhmiin jatkamaan ideointia.

Yhteenvetona satama yhdistää erilaiset liikennemuodot, lastinkäsittelyjärjestelmät ja työ-koneet, joiden toimintaan liittyy erilaisia digitaalisia ratkaisuja. Satamassa tilannekuvan saaminen koettiin tarpeelliseksi, mikä olisi mahdollista toteuttaa digitaalisen kaksosen avulla (Digital Twin). Digitaalinen kaksonen kokoo erilaisista toimintaprosesseista, koneista ja järjestelmistä sekä näiden tilasta dataa, josta muodostetaan käyttäjille informaatiota. Digital Twin mahdollistaa tilannekuvan koko sataman toiminnasta, millä on myös merkittävä vaikutus organisaation päätöksenteolle ja operatiiviselle tehokkuudelle. 5G-tekniologialle on epäilemättä tarvetta, mutta sen tuomia hyötyjä ei vielä osata tunnistaa. Siksi testiverkko ja siinä suoritettavien pilottien myötä toivotaan teknologian tuomien konkreettisten hyötyjen todentaminen showcase -periaatteella.

## **KÄYTTÖTAPAUKSET ASETTAVAT VAATIMUKSET TESTIVERKOLLE**

Työpajassa esille nousseiden käyttötapausideoiden pohjalta suunniteltiin testiverkon tekniset vaatimukset ja määriteltiin peittoalue käyttöönottettavia verkkoteknologioita varten. Tavoitteena käyttötapauksien suorittamisessa on jo olemassa tai kehitteillä olevan teknologian testaaminen, jotta piloteissa saatavat kokemukset ja tulokset olisivat todennettavissa hankkeen aikana. Lisäksi pilottien on hyödynnettävä satamatoimintoja tarvelähtöisesti. Kun lähtötiedot ja tekniset vaatimukset olivat selvillä, käytiin edelleen vuoropuhelua te-leoperaattoreiden kanssa niiden valmiuksista toteuttaa ennalta määritelty verkkopalvelu. Verkkopalvelu kilpailutetaan julkisen hankintailmoituksen kautta, joka noudattaa kuvassa 2 olevaa aikataulua.

## **TESTIVERKON SIJAINTI JA PEITTOALUE**

Satamaympäristö luo varsin haastavat olosuhteet 5G 3.5 GHz -testiverkon luotettavalle toiminnalle. Nopeasti muuttuvat sääolosuhteet, häiriötekijät sekä muuttuvat radiosignaalien etenemisreitit asettavat verkkosuunnittelulle erityisiä vaatimuksia. Satama toimintaympäristönä on monessakin suhteessa haastava ympäristö, mutta hyvällä verkkosuunnittelulla ja testiverkon laajamittaisella testaamisella ennen verkon käyttöönottoa pyritään varmistamaan 5G 3.5 GHz -testiverkon toimivuus kaikissa olosuhteissa. Hankkeessa suunniteltu 5G-testiverkon peittoalue satama-alueella on määritetty ennalta määritettyjen kriittisten käyttötapauksien testaamiseksi sekä hyödyntäen jo olemassa olevaa infraa parhaalla mahdollisella tavalla. Eri satamatoimijoiden kanssa on selvitetty infran valmius kuten käytettävissä olevat valokuituyhteyspisteet, rakennusten kattorakenteet, sähkönsyöttökeskukset ja valomastot. Kuva 3 havainnoi näkymää konttiterminalialueelle sekä tyypillistä esimerkkiä valvontakamerasta, jonka videodataa aiotaan lähettää 3.5 GHz testiverkon kautta.



**Kuva 1.** Esimerkki valvontakamerasta ja näkymä konttiterminalialueelle. (Lähde: Steveco Oy)

5G FINLOG -hankkeen testiverkon peittoalue tulee osaksi kattamaan konttiterminalialueen, joka on varsin haastava ympäristö; jatkuvasti muuttuva, radiosignaaleja heikentävät kontit, useita häiriötekijöitä (alusten tutkat ja muut radioverkot), ilma- ja sääolosuhteet sekä katvealueet. 5G NR -testiverkon peittoalue on kuvattu kuvassa 4. Peittoalue kattaa noin kolmasosan koko Mussalon satama- ja teollisuusalueesta.



**Kuva 2.** Suunniteltu 5G NR 3.5 GHz testiverkon peittoalue Mussalon satamassa. (Lähde: paikkatietoikkuna.fi)

## TESTIVERKON RAKENNE

Tulevaa 5G NR -testiverkkoa tukee olemassa oleva 4G-infrastruktuuria sataman alueella. Käytännössä 5G NR -testiverkon käyttöönotto 3.5 GHz (n78) perustuu 5G non-standalone -teknologiaan, joka tarkoittaa parannettuun mobiililaajakaistaan suuremman datakaistanleveyden ja luotettavan yhteyden tarjoamista.

Suomessa toimii kolme kaupallista matkapuhelinoperaattoria, joilla on omat infrastruktuurinsa. Operaattorit hyödyntävät maanlaajuisesti useita eri matkapuhelinverkkojen teknologioita, jotka ovat 2G, 3G, 4G ja viimeisimpänä 5G.

## TUETUT TEKNOLOGIAT

Hankkeessa tulemme hyödyntämään 4G-taajuusalueella toimivaa 5G NB-IoT/ LTE-M -teknologiaa sekä 3.5 GHz:n taajuusaluetta käyttävää 5G NR -verkkoteknologiaa.

5G NR -testiverkon 3.5 GHz:n taajuusalueella pääsemme vaatimuksissa (Taulukko 1) määriteltyihin nopeisiin Uplink/Downlink datanopeuksiin, sekä mahdollisimman pieneen viiveeseen datan siirrossa verkon yli laitteelta toiselle. Käytännössä tämä mahdollistaa lähes reaaliaikaisen tiedonsiirron laitteiden välillä tarpeen vaatiessa.

Myöhemmin voidaan uusi 5G NR -testiverkko tarvittaessa laajentaa kattamaan myös 26 GHz:n taajuusalue ja myöhemmin 3GPP:n julkaisemia teknisiä määrittelyjä tukemaan satama-alueen erilaisia käyttötapauksia, riippuen satama-alueen tulevaisuuden kehitystarpeista ja vaatimuksista uuden taajuusalueen käyttöönotossa.

## 5G NR -TESTIVERKON RAKENTAMISEN HAASTEET JA KÄYTTÖTAPAUKSET

Rakentamalla toimivan 5G NR -testiverkon voimme testata erilaisia käyttötapauksia oikeassa ympäristössä ja verrata saatuja mittaustuloksia simuloituihin tai ideaalisiin laboratoriotesteissä saattuihin tuloksiin. Erilaisten käyttötapauksien laajamittainen testaus haastavassa käyttöympäristössä antaa tietoa siitä, miten tulevaisuuden 5G verkkoa voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla ja kehittää sataman toimintaa käyttämällä 5G-teknologiaa.

## KÄYTTÖTAPAUKSET JA TEKNISET VAATIMUKSET

Käyttötapaukset voi jakaa kahteen eri kategoriaan, 5G NR 3.5 GHz -verkkoa hyödyntäviin sekä 4G:n päälle rakennettua NB-IoT /LTE-M:ää hyödyntäviin käyttötapauksiin.

Esimerkiksi satama-alueen teiden ja ajoväylien kunnossapitoa voidaan optimoida ja tehostaa asentamalla NB-IoT-antureita tien olosuhteiden lähes reaaliaikaiseen seurantaan. Datan perusteella voidaan ennakoida esimerkiksi tienpintojen jäätyminen ennakkoon. Narrowband IoT (NB-IoT) on verkkoteknologia, jonka avulla voidaan kytkeä mittava määrä laitteita verkkoon samanaikaisesti ja luotettavasti. Laitteiden lähettämän datan avulla on mahdollista reaaliajassa seurata esimerkiksi toiminta- ja tuotantoprosessia.

Satama-alue voidaan myös kattaa useilla langattomilla HD-kameroilla satama-alueen operaatioiden seurantaan ja ohjaamiseen sekä lisäämään satama-alueen turvallisuutta.

5G mahdollistaa laajojen alueiden kattamisen erilaisilla langattomilla antureilla, jolloin satama-alueen operatiivista toimintaa ja turvallisuutta voidaan merkittävästi parantaa. Testiverkko suunnitellaan palvelemaan 365/24/7 satama-alueen operatiivista toimintaa sekä erilaisia käyttötapauksia, parantamaan verkon suorituskykyä, luotettavuutta ja tietoturva, verrattuna jo alueella olemassa oleviin verkkoihin.

**Taulukko 1.** Testiverkon tekniset vaatimukset. (Lähde: Xamk)

5G NR	Data nopeus Uplink (UL)	Data nopeus Downlink (DL)	Viive	NB-IoT tuki	LTE-M tuki	Verkko viipalointi	26 GHz verkko
3.5 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Min. 4 Mbps/käyttäjä</li> <li>Max. 30 yhteyttä käytössä samaan aikaan</li> <li>Max. käyttäjämäärä 35 koko alue</li> </ul>	> 50 Mbps/käyttäjä	< 25ms /UL,DL	Kyllä	Kyllä	Optio 2021	Optio 2021/2022

## TESTAAMINEN

5G NR -testiverkon peittoalueen kattavuus ja laatu tullaan kartoittamaan erilaisissa käyttöolosuhteissa. Ennen testiverkon luovuttamista myös verkko toimittajan tulee varmistaa verkkomittauksin 5G NR -testiverkon toimivuus ja peittoalue ennen verkon luovuttamista testauskäyttöön. Myös testiverkon erilaiset käyttötapaukset testataan hankkeen aikana ja tarvittaessa testiverkon suorituskykyä optimoidaan kattamaan erilaisten käyttötapauksien vaatimat muutokset verkon suorituskykyyn.

Testiverkon optimoinnin haasteet:

- Radiotaajuuslaitteiden suorituskyky määrää osaksi myös verkon suurimman suorituskyvyn
- Monikaistaisten moniteknologiaverkkojen testauksen monimutkaisuus
- Vaihteleva päätelaitteiden suorituskyky
- Verkkoliikenteen kasvu merkittävässä määrin sisätiloissa, mikä asettaa verkkosuunnittelulle omia haasteita

Ennen 5G-tukiaseman käyttöönottoa selvitämme nykyisten radioverkkojen tilanteen ja mahdolliset häiriölähteen sataman alueella.

Suunnitelmissa on myös dronen hyödyntäminen satama-alueen langattomien verkkojen ja häiriöiden kartoittamiseksi. Radioverkkoskanneri kiinnitetään dronessa olevaan telineeseen ja ohjelmoidaan tekemään mittaukset tiettyjen mittaussparametrien mukaan. Dronea hyödyntämällä skannataan ja analysoidaan nopeasti käytössä olevat verkot sekä mahdolliset häiriölähteet laajalla alueella. Tarkoituksena on esimerkiksi selvittää laivojen tutkien mahdollisesti aiheuttamat häiriöt satama-alueen langattomissa verkoissa sekä 5G-testiverkon häiriönsietokyky erilaisissa olosuhteissa.



**Kuva 3.** Drone satama-alueen taajuus- ja radioverkkoskannaukseen. (Lähde: Aeria)

Määritämme myös verkon suorituskyvyn KPI-parametrit verkon laadun ja luotettavuuden mittaamiseksi. Suunniteltua verkon suorituskykyä vertaamme 5G-kenttätestauksessa saattuihin todellisiin arvoihin.

Suoritamme satama-alueella LTE/5G-testiverkon eritasoisia verkkomittauksia, jossa keskitymme radiorajapinnan suorituskykymittauksiin sekä verkossa lähetyn ja vastaanotetun datan laatuun, nopeuteen sekä testiverkon luotettavuuteen.

Mittaamme peittoalueen eri kohdista radioverkkoanalysointilaitteilla alla listattuna esitettyjä parametreja:

- RSRP (Reference Signal Received Power)
- RSRQ (Received Signal Received Quality)



- (RSSI Received Signal Strength Indicator)
- SINR (Signal to Interference-plus-Noise Ratio)
- Uplink/Downlink data speed and quality

NB-IoT- ja LTE-M-testauksessa keskitymme seuraaviin osa-alueisiin:

- RF-mittaukset NB-IoT-spesifisillä signaaleilla
- Häiriölähteiden kartoitus, taajuus skannaus ja peittoalue
- LTE:n signaloinnin ja spektrin samanaikainen analysointi
- NB-Iot/LTE-M anturien tehonkulutuksen optimointi ja luotettavuus

Kyberturvallisuus on yksi tärkeä osa-alue, johon on kiinnitettävä erityistä huomiota. Hankkeessa keskitymme seuraaviin alueisiin kyberturvallisuuden varmistamiseksi:

- datan monitorointi, ja epänormaalien tilanteiden havaitseminen
- verkkoelinten digitaalisen identiteetin hallinta
- päätelaitteiden ja verkon käyttöoikeuksien hallinta
- moniulotteinen verkon data analytiikka/koneoppiminen

## KOHTI ÄLYKÄSTÄ DIGISATAMAA

Yhteenvetona 5G-testiverkon rakentaminen on varsin laaja-alainen hanke, mikä sisältää testiverkon rakentamisen haastaviin sataman olosuhteisiin tietyssä aikataulussa, 5G-testiverkon optimointia verkon suorituskyvyn ja luotettavuuden parantamiseksi, kyberturvallisuuden parantamista, päätelaitteiden ja testiverkon yhteensopivuuden varmistamista sekä todellisten erilaisten käyttötapausten hyödyn todentamista.

Tarkoituksena on osoittaa yhteiskumppanien kanssa 5G:n tuomat hyödyt satama-alueen digitalisaation ja toiminnan parantamiseksi sekä määrittää seuraavat askeleet ja polku 5G:n hyödyntämiseen satama-alueen digitalisoinnissa tulevaisuudessa.

5G:n odotetaan vaikuttavan oleellisesti kaikkiin yhteiskunnan osiin parantamalla tehokkuutta, tuottavuutta ja turvallisuutta. 4G-verkot suunniteltiin ja kehitettiin noin 10 vuotta sitten pääasiassa teleoperaattoreiden ja älypuhelinien käyttöön liittyviin käyttötappauksiin. Nykyään teknologiasta ja 5G-verkoista ovat kiinnostuneet muutkin osapuolet kuten erilaiset teollisuudenalat ja yhteisöt; ne haluavat ymmärtää mihin 5G kykenee ja hyödyntää sitä täysimääräisesti. 4G oli ihmisten yhdistämistä – 5G on kaiken yhdistäminen (Holma et.al., 2020).

## LÄHTEET

Holma, H, Toskala, A, & Nakamura, T (eds) 2020, 5G Technology : 3GPP New Radio, John Wiley & Sons, Incorporated, Newark. Available from: ProQuest Ebook Central.

# NOPEILLA KOKEILUILLA UUSIA VÄHÄHIILISIÄ LOGISTISIA RATKAISUJA

Minna Jukka, Heidi Heinonen & Christina Sani

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Helsingin kaupungin kehitysyhtiö Forum Virium Helsinki, Helsingin kaupunki ja Posintra toteuttavat Vähähiilisyttä tukevat dronepalveluratkaisut Etelä-Suomessa -hankkeessa miehittämättömiin ilma-aluksiin perustuvia nopeita kokeiluja. Niiden avulla testataan uusia vähähiilisyttä edistäviä logistisia ratkaisuja. Kokeilut tukevat Uudenmaan ja Kymenlaakson alueiden hiilineutraalisuustavoitteita. Nopeat kokeilut mahdollistavat palvelukonseptin toimivuuden ketterän testauksen. Niiden ideana on se, että kaupunki tarjoaa ympäristön kokeiluille, joita yritykset tekevät yhdessä käyttäjien ja muiden sidosryhmien kanssa.

## NOPEAT KOKEILUT OVAT HYVÄ TAPA TESTATA IDEOIDEN TOIMIVUUTTA

Hankkeessa toteutetaan kokeiluja Uudellamaalla ja Kymenlaaksossa. Forum Virium Helsinki on nopeiden kokeilujen edelläkävijä Suomessa. Kehitysyhtiö loi alun perin nopeiden kokeilujen mallin Fiksu Kalasatama -hankkeessa pyrkimyksenä kiihdyttää ja konkretisoida älykaupunkikehitystä. Nopeiden kokeiluiden konseptin mukaisesti tuote- tai palveluaihiota testataan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa pyrkimyksenä tunnistaa mm. käyttäjäpalautteen avulla ne asiat, jotka eivät toimi ja joita ei kannata kehittää eteenpäin. Käyttäjälähtöisyys ja osallistava yhteiskehittäminen loppuasiakkaan kanssa ovatkin nopeiden kokeiluiden ytimessä. Vuosien 2016–17 aikana Forum Virium Helsinki toteutti 16 kokeilua yhdessä kymmenien startup-yritysten, isompien yritysten, Helsingin kaupungin, tutkijoiden ja asukkaiden kanssa (Mustonen, Spilling ja Bergström 2018). Forum Virium Helsinki on sittemmin toteuttanut Helsingissä yli 50 nopeaa kokeilua kokeilujen alustoina toimivissa kaupunginosissa, ns. urban labeissa. Kokeiluohjelmien teemoja ovat olleet muun muassa ilmastoystävälliset ratkaisut, opetus, älykäs liikkuminen ja hyvinvointi. Nopeat kokeilut ovat vakiintuneet Forum Virium Helsingin toimintaan. Nopeiden kokeilujen toimintamallia on ryhdytty hyödyntämään Helsingin lisäksi myös monissa kotimaisissa ja pohjoismaisissa kaupungeissa (Spilling ja Rinne 2020).

## DRONE-AS-A-SERVICE-PALVELU TESTISSÄ HELSINGISSÄ YMPÄRISTÖN HOIDOSSA JA PELASTUSLAITOKSEN APUNA

Syyskuussa käynnistyi Drone-as-a-service-koelento-ohjelma nopeiden kokeilujen mallin mukaisesti (kuva 1). Näiden palveluiden loppukäyttäjä on Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Stara. Koelentoilla testataan Elisan ja Vertical Hobbyin tuottamaa palvelua, joka hyödyntää 5G-verkkoa ja korkealaatuista 8K 360 -videokuva. Palvelu valittiin kesäkuussa Forum Viriumin Drone-as-a-service-koelento-ohjelmaan keväällä järjestettyjen yhteiskehittämistyöpajojen tulosten perusteella tehdyllä tarjouspyynnöllä. Kokeilun tavoitteena on sujuvoittaa ympäristönhoidon ja pelastuslaitoksen töitä ja samalla vähentää kaupungin CO<sub>2</sub>-päästöjä.



**Kuva 1.** Nopeat kokeilut käynnistyivät syyskuussa 2020. (Kuva: Elisa Oyj)

Dronella saatavan reaaliaikaisen kuvan avulla voidaan helposti muodostaa tilannekuva. Kokeilussa kartoitettiin myrskyn jälkeisiä tuhoja metsästä. Kun vain dronea kuljettavan kulkuneuvon tarvitsee lähteä paikan päälle, säästetään aikaa ja resursseja sekä pienennetään päästöjä. Nopeasti saatavan yleiskuvan perusteella voidaan optimoida toimenpiteiden kohdistamista ja tehdä paremmin päätöksiä esimerkiksi työjärjestyksestä tai ajoreitistä sekä henkilöresurssien ja kaluston käytöstä. Tilannekuvan avulla voidaan myös helpommin määritellä työnjako Helsingin pelastuslaitoksen ja Staran välillä.

Myrskytuhojen tilannekuvan lisäksi Drone-as-a-service-palvelua testattiin toiseen nopeaa ja reaaliaikaista tilannekuvaa vaativaan pelastuslaitoksen vastuulla olevaan tehtävään: kokeilussa testattiin öljyntorjuntapuomin laskemista dronella maahan. Vaikka testin dronen Walkera 1500 (kuva 2) hyötykuorma on 20 kg, ei sillä kuitenkaan kovin montaa puomia pystytä kuljettamaan yhdellä kertaa. Palvelu vaatii siis jatkokehittämistä, mikäli sillä halutaan korvata esimerkiksi helikopteri. Nopeat kokeilut ovatkin ainutlaatuinen tapa koota eri alojen asiantuntijoita arvioimaan palvelun todellista kyvykkyyttä ja mielekkyyttä.



**Kuva 2.** Vertical Hobby'n Walkera QL1500. (Kuva: Stephen Sutton, Flyby Guys)

Haitallista vieraslajia kurturuusua kartoitettiin dronella Helsingin saaristossa. Kun veneestä käsin tehtävän kartoituksen sijaan työ tehdään dronella, saadaan päästöjäkin vähennettyä. Kun vielä otetaan tekoäly käyttöön, 5G:n yli lähetettävä livekuva mahdollistaa kuvadatan suoran välittämisen tekoälylle. Tällöin kuvamateriaalia ei tarvitse erikseen toimittaa serverille jälkikäteen katsottavaksi ja analysoitavaksi.

## **PALVELUA KEHITETÄÄN KOKEMUKSEN JA ASIAKKAAN PALAUTTEEN PERUSTEELLA**

Palveluntarjoajat – Vertical Hobby ja Elisa – kehittävät palveluaan kokeilusta saadun kokemuksen ansiosta. Asiakas arvioi palvelun hyödyllisyyden ja toimivuuden, ja palautteen avulla kehitystyötä voidaan jatkaa PDSA (plan-do-study-act) -mallin mukaisesti. Palautteen perusteella palveluntarjoajat voivat myös arvioida lisäinvestointien mielekkyyttä. Esimerkinä mainittakoon, että vaikka ko. dronen kyvykkyys ei ole koetuksella sateessa tai alle 14 m/s -tuulessa, kokeilussa käytetty kamera ja modeemi eivät ole vesitiiviitä. Samoin kamera

ja modeemi kiinnitettiin väliaikaisesti kokeen ajaksi. Drone-as-a-service-palvelun vakiintuessa yhteistyökumppanit kehittävät pysyvät ratkaisut näihin väliaikaisiin kiinnityksiin.

Kokeilun aikana drone-as-a-service-palvelua testattiin bensakäyttöisen Walkera 1500:n lisäksi sähkökäyttöisellä Walkera Voyager 5:n (kuva 3) sekä Pilot eran viimeisimmän 8K 360 -kameramallin kanssa. 3-kiloisen kopterin 2 kg:n hyötykuorma oli riittävä kameran ja modeemin parin kilon kuljettamiseen. Yhteisteholtaan 300 Wh:n 3 akkua riittivät n. 20 minuutin lentoon, jolla saadaan katettua suhteellisen suurikin kuvausalue tilannekuvaa ajatellen. Sovittamalla dronen kokoluokka käyttötapauksen vaatimaan hyötykuormaan ja muihin mahdollisiin kriteereihin saadaan palvelun CO<sub>2</sub>-päästötkin minimoitua.



**Kuva 3.** Walkera Voyager 5 ja dronopilotti Antti Lipasti, Vertical Hobby. (Kuva: Heidi Heinonen)

## DRONE-AS-A-SERVICE LOGISTIIKAN APUNA?

Seuraavissa, vuoden 2021 aikana toteutettavissa Drone-as-a-service-kokeiluissa on tarkoitus testata näköyhteyden ulkopuolella suoritettavia dronelentoja logistiikan tarpeisiin harvaan asutuilla alueilla sekä pitkän matkan lentoja kaupungista toiseen Porvoon ja Helsingin välillä. Vähähiilisestä näkökulmasta katsottuna pakettikuljetukset harvaan asutuilla alueilla tai nopea pitkän matkan kuljetus soveltuvat parhaiten testattaviksi ideoiksi. Oppia otetaan 6Aika-hankkeessa Citylogistiikan uudet ratkaisut keväällä 2020 tehdyistä kuljetuskokeiluisista. Kokeilussa Tampereen ammattikorkeakoulu testasi yhdessä Lentola Logistics spin offin kanssa tämän kehittämän kiinteäsiipisen aluksen käyttöä paketin kuljetuksessa. Testissä oli niin modulaarinen rahtitila, varta vasten rakennetun postilaatikon ja laskeutumisalustan toiminta, nopea toimitus, pitkän matkan toimitus kuin kuljetus keskusta-alueen tuntumassa.

Forum Virium Helsingin toteuttamassa nopeiden kokeilujen koelento-ohjelmasta tehtyjen alustavien arvioiden mukaan erityisesti nopean tilannekuvan luominen palveluna voisi olla vartenotettava liiketoimintamalli. Niin Stara, Helsingin pelastuslaitos kuin kaupunkikin saivat hyödyllistä kokemusta Drone-as-a-service-palvelusta, ja sen perusteella voidaan arvioida mitä kannattaa hankkia ostopalveluna ja mitä toteuttaa itse.

## UUDET RATKAISUT KEHITTYVÄT NOPEILLA KOKEILUILLA

Ideaalitilanteessa kehitettävän palvelun versiota 2.0 testataan vielä alkuperäisen asiakasryhmän kanssa homogeenisen ryhmän kanssa. Olennaista on lupa epäonnistua ja oppia virheistä ja epäonnistumisista. Kun palvelua testataan ja hiotaan riittävän monta testikierrosta nopeiden kokeilujen oppien mukaisesti, matkan varrella karsiutuvat markkinoille sopimattomat palvelut, jolloin kehityksen lopputulos on kypsä skaalattavaksi. Molemmissa tapauksissa säästetään niin taloudellisia resursseja kuin aikaakin. Nopeat kokeilut edellyttävät toimijoilta kuitenkin avointa mieltä ja ketterää toimintakulttuuria. Nopeiden kokeilujen toimintamalli soveltuu erityisen hyvin täysin uusien ratkaisujen tai teknologioiden testaamiseen, jolloin aikaisempaa kokemusta ei ole olemassakaan.

## VAIHTOEHTOJA PERINTEISILLE PAKETTI-KULJETUKSILLE PORVOOSSA

Liikenne on yksi suurimmista kasvihuonekaasupäästöjen tuottajista, joten vähäpäästöisen liikkumisen kehittämiseen tulee panostaa. Porvoon kaupungin tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2030 mennessä, ja siksi vaaditaan uudenlaisia ratkaisuja mm. liikkumiseen ja logistiikkaan. Yksi askel vähäpäästöisempään liikenteeseen on hankkeen aikana tehtävä selvitys siitä, voisiko Porvooseen sijoittaa dronelogistiikka-hubin eli dronelogistiikkakeskuksen tuleville kuljetusvirroille. Selvityksessä pohditaan sijoittumisen vaihtoehtoja erilaisin

reunaehdoin unohtamatta vähähiilisyiden näkökulmaa. Hub voisi toteutuessaan vähentää autoliikennettä keskusta-alueella.

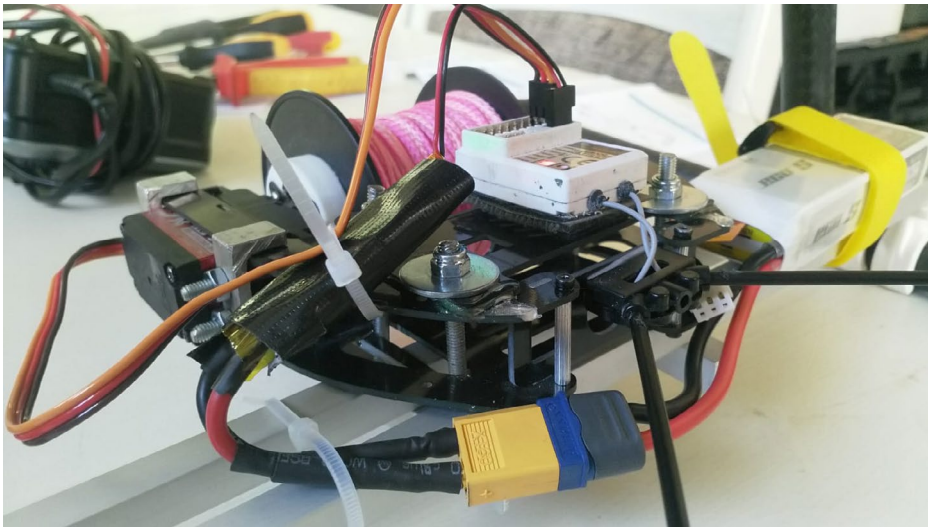
Porvoon strategian mukaan kaupunki edistää kokeilukulttuuria sekä hyödyntää uusien teknologioiden ja innovaatioiden tuomia mahdollisuuksia. Porvoon kaupunki ja kehitys-yhtiö Posintra haluavatkin olla mukana ketterissä ja rohkeissakin kokeiluissa. Dronet eivät ole vielä kovin tavallinen näky kaupunkiympäristössä, mutta kokeiluihin osallistumalla saamme arvokasta tietoa mm. palvelujen skaalautuvuudesta.

Porvoossa järjestettävissä yhteiskehittämistyöpajoissa porvoolaiset yritykset ja yrittäjät voivat syventää dronetietouttaan sekä toisaalta yritykset saavat tietoa siitä, miten dronet voisivat olla osana heidän liiketoimintaansa, esimerkiksi tavaroiden kuljetuksessa. Yhtenä työpa- ja-aiheena voisi esimerkiksi olla haja-asutusalueilla sijaitsevien kyläkauppojen kuljetusten kehittäminen muun muassa droneja hyödyntämällä.

## KYMENLAAKSON LOGISTIikkakokeilut

Kymenlaakson alueella toteuttavissa piloteissa on selvitetty ja vertailtu pakettikuljetuksiin käytettävien ajoneuvojen CO<sub>2</sub>-päästöjä ja testattu logistiikkakokeiluja varten suunnitellun vinssin prototyyppiä (kuva 4). Kokeilujen tulokset ovat olleet lupaavia. Dronet osoittautuivat polttomootorikäyttöisiä ajoneuvoja ympäristöystävällisemmiksi. Dieselkäyttöisen auton ja bensiinikäyttöisen mönkijän CO<sub>2</sub>-päästöt olivat selvästi korkeammat kuin ilmakuljetusten (Jukka 2020). Kopterien koon ja painon kasvaessa myös niiden sähkönkulutus ja päästöt lisääntyivät. Ilma-aluksen paino voi siis olla rajoittava tekijä suunniteltaessa vähäpäästöisiä kuljetuspalveluja laajemmassa mittakaavassa.

Vinssin prototyyppin testauksen tavoitteena oli arvioida vinssin käytettävyyttä ja toteuttaa testauksen tulosten perusteella parannuksia laitteeseen. Lisäksi tavoitteena oli kartoittaa keinoja laitteen turvallisuuden parantamiseksi ja vinssilaitteen tuotteistamisen edistämiseksi. Vinssi osoittautui käytettävyydeltään hyväksi. Sen ohjattavuus ja toimintavarmuus olivat erinomaisia. Vinssin toimiminen itsenäisesti ilman integrointia dronen hallintajärjestelmään todettiin erityisen hyväksi ratkaisuksi. Testaajien mielestä laitteen hallintalaitteiden käyttö oli helppo oppia, ja laitteen toiminta oli vakaa erilaisia kuormia nostettaessa, ilmakuljetuksen aikana sekä kuormia maahan laskettaessa. Näiden lupaavien tulosten rohkaisemana vinssiä tullaan hyödyntämään muun muassa myös tulevaisu logistiikkakokeiluissa mahdollisesti yhteistyössä Posintran kanssa.



**Kuva 4.** Logistiikkakokeiluja varten suunnitellun vinssin prototyyppi. (Kuva: laitteen rakentaja Jani Hellberg)

## **HYVÄÄ YHTEISTYÖTÄ POHJOISEN SISARHANKKEIDEN KANSSA**

Samanaikaisesti tämän Etelä-Suomen hankkeen kanssa toteutetaan sisarhankkeet Pohjois-Pohjanmaalla sekä Lapissa. Hankeperhe tekee tiivistä yhteistyötä koelentojen suunnittelussa, kokemusten vaihdannassa sekä yritysten verkostoitumisen ja kansainvälisyyden edistämiseksi. Yhteistyö pohjoisen hankkeiden kanssa on jo käynnistynyt ympäristövaikutusten arvioinneissa ja kuljetuksiin liittyvien laitteiden prototyyppien suunnittelussa. Hankeperheen yhteisenä tavoitteena on testata erilaisia käyttökohteita mahdollisimman laajalla paletilla, esimerkiksi saaristossa (kuva 5). Hankkeissa myös toteutetaan osittain samanlaiset kokeilut, jotka mahdollistavat tulosten vertailun ja paremman kokonaiskuvan droneteknologian hyödynnettävyydestä.





**Kuva 5.** Droneja voidaan hyödyntää saaristossa monin eri tavoin. (Kuva: Heidi Heino-nen)

Vähähiilisyttä tukevat dronepalveluratkaisut Etelä-Suomessa -hankkeesta tullaan laatimaan loppujulkaisu, johon kootaan koelentoista saadut tulokset, opit ja kokemukset. Tähänastisten kokemusten perusteella nopeita kokeiluja kannattaa soveltaa palvelukonseptien teknisen toimivuuden lisäksi myös laajemmin erilaiseen testaamiseen.

Vähähiilisyttä tukevat dronepalveluratkaisut Etelä-Suomessa -hanketta hallinnoi Forum Virium Helsinki Oy ja osatoteuttajat ovat Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu sekä Itä-Uusimaalla toimiva kehitysyritys Posintra Oy. Hanke toteutetaan 1.9.2019–31.12.2021 välisenä aikana.

Hanke tukee Uudenmaan ja Kymenlaakson alueiden hiilineutraalisuustavoitteita ja se kuuluu neljällä alueella (Uusimaa, Kymenlaakso, Pohjois-Pohjanmaa, Lappi) ja kolmena hankekokonaisuutena samanaikaisesti käynnistyvään dronetoimintaa kehittävään hankeperheeseen.

## LÄHTEET

Jukka, M. 2020. Hiilidioksidipäästöihin voidaan vaikuttaa tehokkaasti kuljetustavan valinnalla. Read 1:2020. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <https://read.Xamk.fi/2020/logistiikka-ja-merenkulku/hiilidioksidipaastoihin-voidaan-vaikuttaa-tehokkaasti-kuljetustavan-valinnalla/> [viitattu 6.10.2020].

Mustonen, V., Spilling, K. & Bergström, M. 2018. Cook Book: Nopeiden kokeilujen reseptit. Kaupunkiyhteisö mukaan fiksun kaupungin kehittämiseen. Forum Virium Helsinki / Fiksu Kalasatama. Saatavissa: <https://fiksukalasatama.fi/materiaalit/> [viitattu 8.10.2020].

Spilling, K. & Rinne, J. 2020. Pocket book for agile piloting. Forum Virium Helsinki. Saatavissa: <https://forumvirium.fi/pocketbook/> [viitattu 9.10.2020].

# VETY LENTOKONEIDEN POLTTO- AINEENA – MAHDOLLISUUKSIA JA HAASTEITA

Tomi Oravasaari

Päästöttömän sähköisen lentämisen markkinoilla huomio on keskittynyt akkukäyttöisiin sähkölentokoneisiin. Akkuteknologiaan liittyvien teknisten rajoitteiden johdosta huomio on alkanut hiljalleen kääntymään myös vedyn mahdollisuuksiin lentokoneiden polttoaineena. Lentoliikenteellä on muiden alojen tavoin tarve ensin pysäyttää päästöjen kasvu ja pidemmällä aikavälillä kääntää päästöjen määrä laskuun. Vetykäyttöiset lentokoneet voivat tarjota nopeamman reitin päästöttömiin lentokoneisiin kuin esimerkiksi akkuteknologia.

## LENTOLIIKENNE PALAUTUU KASVU-URALLE HILJALLEEN

Viimeisen 30 vuoden aikana ilmailun matkustajaa kohden lasketut päästöt ovat laskeneet noin 50 prosenttia myytyä henkilökilometriä (Revenue Passenger Kilometers) kohden. Muun muassa lentoreittejä optimoimalla ja maassa tapahtuvan rullauksen päästöjä vähentämällä on tulevaisuudessa mahdollista saavuttaa vielä lisää päästövähennyksiä. Lentoliikenteen merkittävä kasvu on kuitenkin johtanut siihen, että päästövähennyksistä huolimatta lentoliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet viimeisen viiden vuoden aikana 34 prosenttia. (FCH JU 2020, s. 15.)

Lentoliikenteen kokonaispäästöjen kasvu taittui jyrkästi vuoden 2020 aikana, sillä lentoliikenteen määrä romahti COVID-19 viruksesta seuranneiden matkustusrajoitusten johdosta. Kriisin alkuvaiheessa huhtikuussa 2020, myydyillä henkilökilometreillä mitattuna lentoliikenne supistui yli 90 prosenttia verrattuna edellisvuoteen. Huhtikuun jälkeen lentoliikenne on lähtenyt hiljalleen toipumaan, vaikkakin liikenneluvut ovat yhä erittäin alhaisia. Kasvu on lähtenyt liikkeelle kotimaan lennoista ja rajojen avautuessa myös kansainvälinen lentomatkustus on alkanut hitaasti lisääntymään. Kriisin pitkittyessä lentoliikenteen palautumisennusteita on kuitenkin jouduttu hiljalleen venyttämään. Kansainvälinen ilmakuljetusliitto IATA:n heinäkuussa julkaiseman arvion mukaan lyhyen matkan lentoliikenne tulee palautumaan COVID-19 edeltävälle tasolle vuonna 2023 ja pitkän matkan lentoliikenne vuonna 2024. Mikäli koronaviruksen leviämisen estämiseen löydetään lähitulevaisuudessa tehokkaat keinot, tulee toipuminen todennäköisesti olemaan nopeampaa. (IATA 2020.)

## LENTOLIIKENTEESSÄ TAVOITELLAAN PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISTÄ

EU:ssa aloitettiin lentoliikenteen päästökauppa vuonna 2012. Vuodesta 2013 lähtien päästökauppa on koskenut Euroopan talousalueella sijaitsevien lentoasemien välisiä lentoja, jollei niitä ole erityisin perustein rajattu päästökaupan ulkopuolelle. Päästöoikeuksien kokonaismäärä on ollut vuodesta 2013 lähtien 95 prosenttia vuosien 2004-2006 päästöjen keskiarvosta kutakin päästökauppavuotta kohden. Päästöoikeuksien kokonaismäärästä 85 prosenttia jaetaan lentoyhtiöille ilmaiseksi eri perustein ja loput 15 prosenttia huutokaupataan. Lentoyhtiöt voivat myös käydä keskenään kauppaa päästöoikeuksista. (Traficom 2019b.)

Ilmailu-alalla on vuonna 2016 päätetty ottaa käyttöön kansainvälinen lentoliikenteen hiilidioksidipäästöjen hyvittäminen velvoittava CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme) -järjestelmä. CORSIAN avulla pyritään jäädyttämään lentoliikenteen päästöt vuoden 2020 tasolle, jolloin lentoliikenteen kasvu olisi hiilineutraalia. Tähän tavoitteeseen pyritään ilma-alusten teknologiaa kehittämällä, vaihtoehtoisten kestävien polttoaineiden käyttöä lisäämällä sekä energiatehokkaan lentotoiminnan ja tehokkaan ilmatilan käytön avulla. CORSIAssa ilma-alusten käyttäjät hyvittävät päästöjen kasvun ostamalla pääosin muiden alojen päästövähennyshankkeista peräisin olevia päästöyksiköitä hiilimarkkinoilta. CORSIAN ja EU:n lentoliikenteen päästökaupan mahdollisesta yhteensovittamisesta päätetään EU:ssa vuoden 2023 loppuun mennessä. (Traficom 2019a.)

EU julkaisi heinäkuussa 2020 vetystrategian, jonka tarkoituksena on vähentää kasvihuonepäästöjä korvaamalla puhtaasti tuotetulla vedyllä muita polttoaineita. Tällä hetkellä vedyllä on vain pieni osuus käytetystä energiasta EU:n alueella. Ongelma on myös se, että nykyisin vety tuotetaan suurelta osin fossiilista polttoaineista, kuten maakaasusta tai hiilestä. Tämän seurauksena vedyn valmistaminen tuottaa 70 – 100 miljoonaa tonnia hiilidioksidipäästöjä EU:n alueella. Jotta vedyn käyttöä lisäämällä voitaisiin vähentää hiilidioksidipäästöjä, vetyä tulee tuottaa suuressa mittakaavassa hiilivapaasti. Arvion mukaan puhtaasti tuotetun vedyn laajamittainen käyttöönotto on keskeistä, jotta saavutetaan kustannustehokkaasti EU:n tavoite vähentää päästöjä vähintään 50% vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tasoon. Tällä hetkellä vedyn tuottaminen uusiutuvalla energialla ei kuitenkaan ole kustannustehokasta verrattuna fossiilista polttoaineista tuotettuun vetyyn. (European Commission 2020, s. 1-2.)

## VETYKÄYTTÖISET LENTOKONEET OVAT YKSI KEINO VÄHENTÄÄ ILMAILUN PÄÄSTÖJÄ

Tällä hetkellä ilmailualalla on käynnissä suuri määrä erilaisia kehityshankkeita, joissa tavalla tai toisella tavoitellaan päästötöntä tai vähäpäästöistä lentämistä. Operatiivisesta näkökulmasta kenties pisimmällä ovat lentoliikenteen biopolttoaineet ja sähköinen lentäminen.

Biopolttoaineilla viitataan lentopolttoaineisiin, jotka on valmistettu biologisista raaka-aineista, kuten kasvi- tai eläinperäisestä materiaalista. Biopolttoaineet ovat täysin yhteensopivia nykyisen lentokoneteknologian ja lentopolttoaineen jakelujärjestelmän kanssa. Biopolttoaineet vähentävät hiilidioksidipäästöjä kun tarkastellaan polttoaineen koko elinkaarta. Raaka-aineiksi kasvatetut kasvit sitovat hiilidioksidia kasvaessaan ja myöhemmin polttoaineen palaessa tämä sitoutunut hiilidioksidi vapautuu takaisin ilmakehään. Biopolttoaineiden käyttö voi vähentää hiilidioksidipäästöjä jopa 80 prosenttia verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin. (IATA 2020b.) Esimerkiksi Finnair on vastuullisuusstrategiassaan sitoutunut lisäämään uusiutuvien biopolttoaineiden käyttöä lentokoneissaan (Finnair 2020). Biopolttoaineiden ongelma on kuitenkin korkeampi hinta ja raaka-aineen saatavuus.

Sähkölentokoneiden kohdalla on käynnissä jopa yli 200 kehitysprojektiä. Näistä kehitysprojekteista 45 prosenttia on kaupunkiympäristöön suunniteltuja lentotakseja. Sähköisen yleisilmailuun suunnitellun lentokoneen kehitysprojekteja on noin 8 kappaletta. (Roland Berger 2020b.) Kehitystyön merkittävä virstanpylväs saavutettiin tänä vuonna, kun Euroopan ilmailuviranomainen EASA myönsi maailman ensimmäisen tyyppihyväksynnän sähkölentokoneelle kesäkuussa 2020 (EASA 2020). Sähkölentokoneiden merkittävä etu on, että niiden operointi ei tuota päästöjä. Sähkölentokoneiden ongelma on kuitenkin akkujen matala energiatiheys verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin. Nykyinen akkuteknologia rajoittaa sähkölentokoneen toiminta-aikaa ja koneen kokoa.

Vetykäyttöisten lentokoneiden kehittäminen on tähän asti jäänyt vähemmälle huomiolle verrattuna akkuteknologiaan pohjautuviin sähkölentokoneisiin. Vedyllä on kuitenkin useita etuja verrattuna biopolttoaineisiin ja akkuteknologiaan.

Kun vety muutetaan sähköksi polttokennossa, prosessin tuloksena syntyy vain vesihöyryä. Jos vety poltetaan moottorissa, prosessissa muodostuu typen oksideja ja vesihöyryä. Haitalliset hiilipäästöt kuitenkin vältetään. Vedyn käyttö on myös leviämässä laajemmin myös muille sektoreille, jolloin ilmailuala hyötyy samalla esimerkiksi polttokennojen ja vedyn varastointitekniikan kehityksestä. Vedyllä on myös korkea energiatiheys. Vaikka vedyn varastointiin vaaditaan painava varastointijärjestelmä, koko järjestelmän energiatiheys on yhä huomattavasti parempi kuin nykyisellä akkuteknologialla. Vedyn suurin haittapuoli on, että energian varastointi vaatii 4 – 5 kertaista tilaa verrattuna perinteisiin lentopolttoaineisiin. (Roland Berger 2020a, s. 13 -14.)

## **VEDYN TUOTTAMINEN JA VARASTOINTI**

Vetykäyttöisillä lentokoneilla on suurin päästöjen vähennyspotentiaali silloin, kun vety on tuotettu kestäväällä tavalla. Sähköpohjaisella vedyllä tarkoitetaan vetyä, joka on tuotettu elektrolyysin avulla vedestä. Uusiutuvalle vedyllä tarkoitetaan vetyä, jossa elektrolyysiin käytetty sähkö on tuotettu uusiutuvista energialähteistä. Uusiutuvaa vetyä on mahdollista

tuottaa myös biokaasusta ja biomassasta. (European Commission 2020, s. 3-4.) Elektrolyysissä vesi erotellaan sähkön avulla alkuaineikseen eli vedyksi ja hapeksi. Prosessi kuluttaa kuitenkin paljon sähköä, joten sen kannattavuus on riippuvainen edullisen sähkön saatavuudesta.

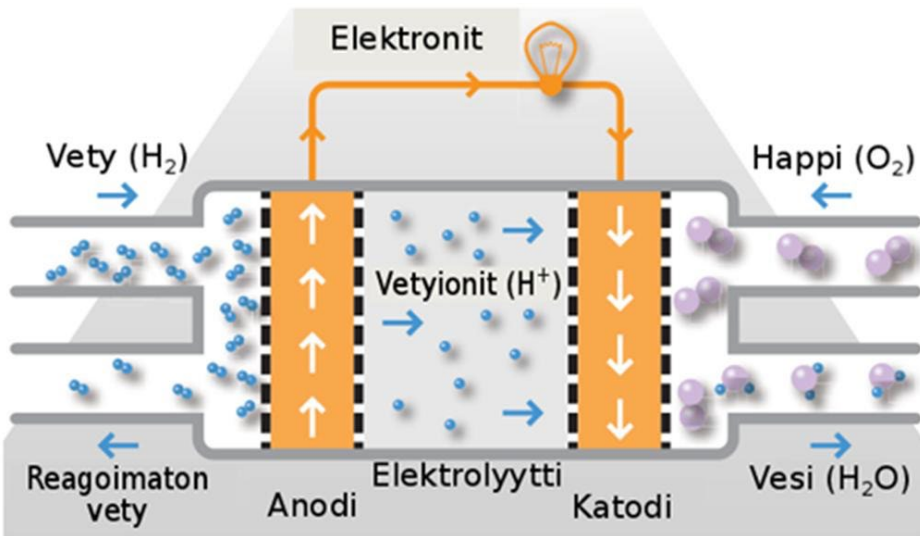
Kuten todettua, vedyllä on erittäin suuri energiasisältö suhteessa painoon, mutta pieni energiasisältö suhteessa tilavuuteen. Vedyn painoon suhteutettu energiasisältö on noin 33 kWh/kg, kun vastaavasti lentokerosiinin (JET A1) energiasisältö on noin 12 kWh/kg. Normaalissa ilmanpaineessa maanpinnalla, eli noin yhden baarin paineessa, vedyn energiasisältö on noin 0,003 kWh/litra, ja 700 baarin paineessa 1,4 kWh/litra. Nesteytetyn vedyn energiasisältö on noin 2,3 kWh/litra. Vedyn nesteyttäminen vie kuitenkin paljon energiaa. Perinteisellä teknologialla vedyn nesteyttäminen kuluttaa noin 12 kWh/kg, eli yli kolmanneksen vedyn energiasisällöstä. Uusimmalla teknologialla on nesteyttämisen energiankulutusta kuitenkin saatu vähennettyä jo noin 6 kWh/kg tasolle. (Idealhy 2013.)

Vedyn varastointi on haastavaa, koska sen tiheys on pieni ja sillä on kyky sekoittua useimpiin kaasujen varastoinnissa käytettyihin materiaaleihin. Lentokoneiden kohdalla huomioitavia varastointitapoja ovat vedyn varastointi paineistettuna kaasuna ja nesteenä. Vedyn varastoinnin kohdalla gravimetrisellä kapasiteetilla tarkoitetaan varastoidun vedyn massaa suhteessa varastoinnin kokonaismassaan. Volumetrisellä kapasiteetilla kuvataan kaasun määrää annetussa tilavuudessa (kg H<sub>2</sub>/l). Lentokoneiden kohdalla tärkein kriteeri on gravimetrinen kapasiteetti, sillä varastointiratkaisun tulee tarjota suurin mahdollinen energiamäärä suhteessa painoon. Lentokentällä sijaitsevilla varastointiratkaisuissa volumetrinen kapasiteetti on taas tärkein, koska varastoitavan kaasun kokonaismäärä on tärkeämpi kuin varastointiratkaisun kokonaismassa.

Vetyä voidaan varastoida kaasumaisessa muodossa painesäiliöissä, joiden paine voi olla jopa 700 baaria. Tämä on tällä hetkellä yleisin tapa säilyttää vetyä. Säilytystavan etuina ovat yksinkertainen tekniikka ja nopea täyttö- ja tyhjennysprosessi. Menetelmän suurin haittapuoli on, että paineen kasvaessa myös varastointisäiliön paino kasvaa, jolloin gravimetrinen kapasiteetti (kgH<sub>2</sub>/kg systeemi) pienenee. (Zhang et. al. 2016) Vetykaasusäiliöt jaotellaan niissä käytetyn materiaalin perusteella neljään eri tyyppiin. Tyypin I säiliöt koostuvat metallista, tyypillisesti teräksestä tai alumiinista. Tyypin II säiliöt koostuvat metallista ja komposiitilla päällystetystä lieriöosasta. Tyypin III säiliöt koostuvat kokonaan komposiittikerroksesta ja metallisesta sisäsäiliöstä. Tyypin IV säiliöt ovat muuten samanlaisia kuin tyypin III säiliöt, mutta sisältävät lisäksi polymeerivuorauksen. Komposiittimateriaaleilla saavutetaan noin 30–40 % pienempi massa verrattuna tyypin I säiliöihin. Ilmailusovelluksissa käytetään yleensä tyypin I säiliöitä. (Barthelemy 2017.)

## VETY MUUTETAAN SÄHKÖENERGIAXI POLTTOKENNOSSA

Jos vetykaasua ei polteta suoraan moottorissa, se muutetaan sähköksi polttokennossa, joka muuntaa kemiallisen reaktion kautta vetykaasun sisältämän energian tasasähköksi, lämmöksi ja vedeksi. Polttokenno toimii niin kauan kuin polttoainetta ja hapetinta syötetään kennoon. Kun polttoaineena käytetään vetyä, hapettimena toimii ilman sisältämä happi. Yksittäisen polttokennon kennojännite on hyvin pieni, joten käytännössä useita kennoja kytketään sarjaan jännitteen kasvattamiseksi. (Nissilä&Sarsama 2013.)



**Kuva 1.** Polttokennon toimintaperiaate. (Kuva: Nissilä&Sarsama 2013)

Polttokenno tuottaa tasajännitteen, joka muunnetaan vaihtosuuntaajan, eli invertterin avulla halutun suuruiseksi ja taajuiseksi vaihtojännitteeksi. Tehonsäädin kontrolloi moottorin kierrosnopeutta muuttamalla kolmivaiheisen vaihtojännitteen taajuutta. Mitä korkeampi taajuus, sitä suurempi on moottorin kierrosnopeus. Tehonsäädin voidaan säätää säilyttämään joko moottorin kierrosnopeus tai vääntömomentti. Kun kontrolloidaan kierrosnopeutta, sähkömoottorin toiminta muistuttaa vakiokierrosputkurin toimintaa, vaikka potkurin lapakulmaa ei säädetä. Jos taas kontrolloidaan vääntömomenttia, sähkömoottorin toiminta muistuttaa perinteistä suoraan moottorin vetoakseliin kytkettyä kiinteän lapakulman potkuria.

Lentokoneen voimanlähteeksi kehitetyt kolmivaiheiset sähkömoottorit ovat huomattavan pieniä ja keveitä verrattuna vastaavan tehoisiin polttomoottoreihin. Yleensä potkuri kytketään suoraan moottorin vetoakseliin, jolloin potkurin lapakulma on vakio. Potkurin

lavan kärkien nopeus ei kuitenkaan saisi ylittää äänennopeutta, joten kierrosnopeuden on rajoitettu. Useimmat potkurit on suunniteltu operoitavaksi nopeudella 2000 – 2500 kierrosta minuutissa. Sähkömoottorin selkeä etu verrattuna polttomoottoriin on, että se pystyy tuottamaan täyden vääntömomentin laajalti koko kierrosalueella ja pyydetty teho on välittömästi käytettävissä.

Sähkömoottorin teho ei ole myöskään riippuvainen lentokorkeudesta. Polttomoottoreiden teho on myös riippuvainen ilman tiheydestä, sillä happea tarvitaan palamisprosessiin. Ilman ahdinta toimivan polttomoottorin teho alkaa laskemaan nopeasti korkeuden kasvaessa, koska ilman tiheys laskee. Sähkömoottorin kohdalla täysi teho on käytettävissä eri lentokorkeuksilla, vaikkakin ilman tiheydestä johtuen lentokoneen käyttäytymiseen vaikuttavat samat aerodynaamiset lainalaisuudet. Sähkömoottori tarvitsee kuitenkin jäähdytystä samalla tavoin kuin polttomoottori. Tämä voidaan toteuttaa joko ilma- tai nestejäähdytyksenä.

Kuvassa 2 on kuvattu sähkölentokoneen moottoritila. Valkoisen spinnerrikartion perään liittyvä musta uritettu yksikkö on Emraxin 60 kW sähkömoottori. Moottorista lähtevät oranssit virtakaapelit liittyvät invertteriin, jonka taakse on tuliseinää vasten asennettu jäähdytysselementti. Oikealla etualalla näkyy muovinen jäähdytysnesteen ylivuotosäiliö.



**Kuva 2.** Pipistrel Alpha Electro -sähkölentokoneen moottoritila. (Kuva: Tomi Oravasari, 2020)



## KEHITTEILLÄ OLEVAT VETYÄ HYÖDYNTÄVÄT LENTOKONEET

ZeroAvia kehittää lentokoneiden vetykäyttöistä voimalinjaa, joka koostuu vetytankista, polttokennosta ja sähkömoottorista. Yrityksen voimalinja on koottu Piperin M-luokan kuusipaikkaiseen lentokoneeseen. Lentokone suoritti syyskuussa 2020 ensimmäisen onnistuneen koelennon. Yhtiön seuraavana tavoitteena on laajentaa koelennot noin 400 kilometrin mittaisiin matkalentoihin. Ensimmäiset kaupalliset sovellutukset tähtäävät 10–12 paikkaisiin koneisiin, joilla saavutettaisiin noin 800 kilometrin kantama. Yhtiön tavoitteena on käynnistää kaupalliset lento-operaatiot vuonna 2023. (Zeroavia 2020.) ZeroAvian voimalinja hyödyntää ruotsalaisen PowerCell-yrityksen polttokennotekniikkaa (Dagens Infrastruktur 2020).

Universal Hydrogen kehittää vetykäyttöistä voimalinjaa, joka voitaisiin asentaa jälkiasennuksena 56-paikkaiseen Dash 8Q-300 -konetyyppiin. Voimalinjassa käytetään moottoreina MagniX-yhtiön valmistamia 2 megawatin sähkömoottoreita, jotka korvaavat koneen kaksi alkuperäistä potkuriturbiinia. Tarvittava sähkö tuotetaan polttokennolla. Järjestelmän erikoisuutena on, että polttoaineeksi tarvittava vety lastataan koneeseen erikoisvalmisteisissa rahtikonteissa. Koneen tankkaaminen tapahtuu siis poistamalla koneesta tyhjät vetykontit ja lastaamalla tilalle täydet. Jotta vetykonteille saadaan riittävästi tilaa, koneesta poistetaan penkkirivejä ja alkuperäinen matkustajapaikkamäärä pienenee 40-matkustajapaikkaan. Valmistajan mukaan vetykäyttöiseksi muokatulla Dash-8 -koneella saavutetaan noin 400 merimailin (740 km) toimintamatka, jonka päälle tulee vielä tarvittava varmuusreservi. Tämä toimintamatka riittää kattamaan noin 75 prosenttia kyseisellä konetyypillä nykyisin operoitavista reiteistä. Maailmalla on noin 2200 Dash-8 -lentokonetta, joihin vetyvoimalinja voitaisiin jälkiasentaa. Yrityksen mukaan heidän tekniikkaansa hyödyntävä modifioitu kone voisi lentää ensimmäiset kaupalliset operaatiot vuonna 2024. (New Atlas 2020.)

Airbus julkaisi syyskuussa 2020 kolme vetykäyttöisen lentokoneen konseptia, joiden pohjalta on tavoitteena kehittää hiilidioksidivapaa lentokone vuoteen 2035 mennessä. Nämä kolme konseptia ovat 1) suihkurturbiinikone (120–200 matkustajaa), jonka kantama on yli 2000 merimailia (3700 km). Koneessa käytetään muokattua kaasurturbiinimoottoria, joka polttaa vetyä. Vety kuljetetaan nestemäisessä muodossa koneen peräosaan sijoitetuissa painetankeissa. Nykyisissä liikennelentokoneissa polttoaine kuljetetaan yleensä siivissä ja keskitalon rungon alaosassa. 2) Potkuriturbiinikone (enintään 100 matkustajaa), jonka kantama on yli 1000 merimailia (yli 1850 kilometriä). Myös tässä konseptissa vety hyödynnetään polttamalla se muokatussa turbiinimoottorissa. 3) Lentävä siipi (enintään 200 matkustajaa). Tässä konseptissa rungon muoto mahdollistaa useita eri vaihtoehtoja vedyn varastointiin. (Airbus 2020.) Nykyisin markkinoilla ei ole lentävä siipi -konseptiin perustuvia kaupalliseen liikenteeseen suunnattuja lentokoneita.



**Kuva 3.** Visualisointi AirbusZEROe vetykäyttöisestä potkuriturbiinikoneesta. (Kuva: Airbus 2020)

## VETYLENTOKONEILLA ON OMA PAIKKANSA OSANA TULEVAISUUDEN PÄÄSTÖTÖNTÄ ILMAILUA

Erilaiset ympäristöystävälliset energiamuodot kilpailevat fossiilisten polttoaineiden kanssa ja samalla myös keskenään. Kestävät lentopolttoaineet olisivat yksinkertainen ratkaisu, koska niitä voidaan hyödyntää nykyisessä moottoriteknologiassa. Nämä polttoaineet ovat kuitenkin kalliita, tuotantokapasiteetti on rajoitettu, ja niiden käyttö vain vähentää hiilidioksidipäästöjä. Akkuteknologian kohdalla pieni energiatiheys rajoittaa vielä teknologian sovelluksia lähinnä pienempiin, taksi- ja tilauslentoliikenteeseen soveltuviin lentokoneisiin.

Vetyteknologia tarjoaa mielenkiintoisia vaihtoehtoja päästöttömän tai vähäpäästöisen lentoliikenteen kehittämiseen. Vedyn suuri energiatiheys näyttäisi mahdollistavan fossiilisista polttoaineista luopumisen myös isommissa lentokoneissa lähitulevaisuudessa. Vedyn varastointiin vaadittavat tekniset ratkaisut näyttäisivät ohjaavat kehitystä siihen suuntaan, että valmistajien kannattaa kehittyä hieman isompiin lentokoneisiin. Vedyn tuottamiseen, siirtämiseen ja tankkaamiseen vaadittavat ratkaisut edellyttävät puolestaan uusia investointeja lentokenttien infrastruktuuriin. Tästä näkökulmasta vaikuttaa siltä, että ainakin yleisilmailun osalta akkuteknologiaan perustuvilla lentokoneilla on kilpailuetu. Vaikka toiminta-aika on vielä rajoitettu, niin latausinfrastruktuurin toteuttaminen lentokentälle on edullisempaa kuin vetytankkausinfrastruktuurin toteuttaminen. Myös lentokenttien infrastruktuuriin liittyvät vaatimukset vaikuttavat viittaavan siihen suuntaan, että vetylentokoneiden suurin potentiaali on hieman isommissa lentokoneissa (esimerkiksi yli 9-matkustajapaikkaa) ja isompien lentokenttien välisessä liikenteessä.

## LÄHTEET

Airbus 2020a. Airbus reveals new zero-emission concept aircraft. Saatavissa: <https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2020/09/airbus-reveals-new-zeroemission-concept-aircraft.html> [viitattu 12.10.2020].

Airbus 2020b. Is this the next “clean” energy to power aviation? How hydrogen could be a game-changer for future aircraft. Saatavissa: <https://www.airbus.com/newsroom/stories/Is-this-the-next-clean-energy-to-power-aviation.html> [viitattu 12.10.2020].

Barthelemy, H., Weber, M., Barbier, F. 2017. Hydrogen storage: Recent improvements and industrial perspectives. International Journal of Hydrogen Energy. Volume 42, Issue 11.

Berger, R. 2020a. Hydrogen – A Future Fuel for Aviation? Saatavissa: [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_hydrogen\\_the\\_future\\_fuel\\_for\\_aviation.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_hydrogen_the_future_fuel_for_aviation.pdf) [viitattu 16.10.2020].

Berger, R. 2020b. The number of electrically propelled aircraft developments grew by ~30% in 2019. Saatavissa: <https://www.rolandberger.com/it/Point-of-View/Electric-propulsion-is-finally-on-the-map.html> [viitattu 16.10.2020].

Dagens Infrastruktur 2020. Bränslecellssystem från PowerCell Sweden vid världens första vätgaselektriska flygning. Saatavissa: <https://www.dagensinfrastruktur.se/2020/09/28/branslecellssystem-fran-powercell-sweden-vid-varldens-forsta-vatgaselektriska-flygning/> [viitattu 12.10.2020].

EASA 2020. EASA certifies electric aircraft, first type certification for fully electric plane world-wide. Saatavissa: <https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-certifies-electric-aircraft-first-type-certification-fully> [viitattu 14.10.2020].

European Commission 2020. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. Saatavissa: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf) [viitattu 16.10.2020].

FCH JU 2020. Hydrogen-powered aviation. A fact-based study of hydrogen technology, economics, and climate impact by 2050. The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking. Saatavissa: [https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/FCH%20Docs/20200507\\_Hydrogen%20Powered%20Aviation%20report\\_FINAL%20web%20%28ID%208706035%29.pdf](https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/FCH%20Docs/20200507_Hydrogen%20Powered%20Aviation%20report_FINAL%20web%20%28ID%208706035%29.pdf) [viitattu 12.10.2020].

Finnair 2020. Finnair tähtää hiilineutraaliksi vuoteen 2045 mennessä. Saatavissa: <https://www.finnair.com/fi-fi/bluewings/vastuullisuus/finnair-t%C3%A4ht%C3%A4%C3%A4-hiilineutraaliksi-vuoteen-2045-meness%C3%A4-2053976> [viitattu 14.10.2020].

IATA 2020a. Recovery Delayed as International Travel Remains Locked Down. Saatavissa: <https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2020-07-28-02/> [viitattu 12.10.2020].

IATA 2020b. What is SAF? Saatavissa: <https://www.iata.org/contentassets/d13875e9ed-784f75bac90f000760e998/saf-what-is-saf.pdf> [viitattu 13.10.2020].

Idealhy 2013. Liquid Hydrogen Outline. Saatavissa: [https://www.idealhy.eu/index.php?page=lh2\\_outline](https://www.idealhy.eu/index.php?page=lh2_outline) [viitattu 12.10.2020].

New Atlas 2020. Universal Hydrogen and Magnix building world's largest hydrogen plane. Saatavissa: <https://newatlas.com/aircraft/universal-hydrogen-magnix-largest-hydrogen-plane/> [viitattu 12.10.2020].

Nissilä, M., Sarsama, J. 2013. Polttokennosovellusten ja vetytankkauksen turvallisuuden varmistaminen. Säädöksiä ja standardeja. VTT Technology 112. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2013/T112.pdf> [viitattu 16.10.2020].

Traficom 2019a. CORSIA - kansainvälisen lentoliikenteen päästöjärjestelmä. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/ilmailu/corsia> [viitattu 14.10.2020].

Traficom 2019b. EU:n lentoliikenteen päästökauppa. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/ilmailu/eun-lentoliikenteen-paastokauppa> [viitattu 14.10.2020].

Zeroavia 2020. ZeroAvia Completes World First Hydrogen-Electric Passenger Plane Flight. Saatavissa: <https://www.zeroavia.com/press-release-25-09-2020> [viitattu 12.10.2020].

Zhang, F., Zhao P., Niu M., Maddy J. 2016. The survey of key technologies in hydrogen energy storage. International Journal of Hydrogen Energy. Volume 41, Issue 33.

# ROBOTIT KORONAA KAMPITTAMASSA

Jonne Holmén, Olli-Pekka Brunila & Vappu Kunnaala-Hyrkki

Älykäs teknologia ja robotiikka tulevat muuttamaan pk-yritysten ja julkisorganisaatioiden sekä korkeakoulutoimijoiden toimintaympäristöjä ja toimintaa ratkaisevalla tavalla jo nyt sekä lähitulevaisuudessa. Robotit voivat toteuttaa tehtäviä paremmin, halvemmin ja nopeammin kuin ihmiset. Suurin pelko robotoimattomilla aloilla onkin työpaikkojen menetys, vaikka sinällään robotisoinnilla on pitkä historia mm. teollisuuden parissa. Toisaalta monotonisessa työssä robotit korvaavat ihmisen, mutta on huomioitava, että automaatio, robotit ja ohjelmistot luovat kuitenkin myös täysin uusia työpaikkoja niiden menettämisen sijaan. Kaikilla toimialoilla juuri henkilöstöllä on keskeinen rooli uusien toimintojen suunnittelussa ja käyttöönotossa. Digitalisaatio mahdollistaa ja sillä pystytään luomaan uusia toimintatapoja ja malleja, mutta se vaatii myös uuden opettelua sekä motivoituneisuutta itsensä kehittämiseen. Siksi uusien toimintamallien löytäminen työelämälle ovat erittäin tärkeä osa digitalisaatiota. On tehtävä paljon työtä, jotta ihmiset ymmärtävät, mitä digitalisaatio tarkoittaa laajemmassa kuvassa. Kun ymmärrystä on kertynyt riittävästi, voidaan ottaa seuraava askel ja sitten toinen.

Robotit eivät voi korvata ihmistä kaikissa tehtävissä, mutta robotit ovat erittäin tehokkaita rutiinitehtävissä, joissa on ennalta määritetyt toiminnot kuten kokoonpanolinjasto. Ihmisten vahvuudet liittyvät luovaan työhön, jossa asioita tarkastellaan aivan uudella tavalla tai kun tarvitaan kykyä ratkaista ongelmia tai asioista keskustellaan monimutkaisesti (Andersson et al. 2016). Robottien aikakaudella arvokkaita taitoja ovat ne, joita kone ei tunne hyvin. Eli tehtävissä, jotka ovat hyvin luovia, intuitiivisia ja emotionaalisia, työvoimaa on vaikea valjastaa robottien tehtäväksi tai automatisoida (Dahlin 2019). Siten voidaan olettaa, että myös tulevaisuudessa robotit toimivat yhdessä ihmisten kanssa. Osa vanhoista aktiviteeteista korvataan roboteilla, mutta samalla syntyy täysin uudenlaisia työpaikkoja.

## ROBOTIIKKA SAIRAALAYMPÄRISTÖSSÄ JA TERVEYDENHUOLLOSSA

Roboteilla on useita käyttömahdollisuuksia terveydenhuoltoalalla. Etenkin rutiinitehtäviä suorittaessa robotit vapauttavat tärkeitä henkilöstöresursseja kriittisimpiin toimintoihin. Robotteja on myös jo kauan käytetty esimerkiksi kirurgian apuvälineinä. Kun keskustellaan robotiikasta sairaalaympäristössä, kirurgiset robotit ovatkin usein pääosassa, mutta automaation mahdollisuudet terveydenhuoltoalalla ovat laajat, sisältäen myös esimerkiksi

fysioterapian, liikuntarajoitteisten avustamisen sekä kuljetukset sairaalan sisällä (Guntur et al. 2019; Katevas et al. 2001).

Kun robotteihin lisätään tekoälyä, se tuo aivan uusia mahdollisuuksia, jotka liittyvät terveydenhuoltoon, hoitohenkilökunnan työhön sekä moniin muihin toimintoihin sairaalaympäristössä, mukaan lukien pienjätelogistiikka. Nyt robotit voivat kuljettaa erittäin raskaita kuormia, suorittaa tehtäviä ja ne tekevät tietyt tehtävät paljon paremmin ja tarkemmin kuin ihmiset. Robotit eivät myöskään tarvitse säännöllisiä lepojaksia, mutta tarvitsevat akustoihin virtaa. Lataus voidaan kuitenkin suunnitella sopivana ajankohtana, kun työsuoritteita on vähän tai ei lainkaan esimerkiksi yöaikaan. Vaikka ihminen ohjaa robotteja, on ihmistenkin operointikyky rajallinen. Robottien avulla voidaan löytää ratkaisuja, joilla ihmiset voivat laajentaa rajoitettuja toimintojaan. Robotit tarjoavat tarkkoja liikkeitä, lisäävät tehoa ja kantokykyä, nopeutta ja tarkkuutta ja lisäävät monissa tapauksissa myös turvallisuutta. Sairaalarobotit ovat looginen askel eteenpäin, ja logististen robottien malli voidaan ottaa esimerkiksi teollisesta logistiikasta.

Robotit voisivat tehdä paljon erilaisia tehtäviä logistiikkasektorilla, mutta joissakin tapauksissa henkilöstön asenne robotisointiin ja uuteen teknologiaan on negatiivinen. Vaikka henkilöstön asennoituminen robotisointiin on myönteinen voi olla, että sairaaloiden infrastruktuuri on usein iäkäs ja tarvitsee niin paljon rakenteellisia päivityksiä, että robotit eivät voi toimia sairaalaympäristössä ennen mittavia korjauksia. Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että 20–30 prosenttia hoitohenkilökunnan työajasta vie muu toiminta kuin varsinainen potilaan hoito (Eskelinen, 2006). Osa näistä muista toiminnoista on jätelogistiikkaan liittyviä toimintoja. Logistiikan tehostamisen lisäksi robottien käyttö mahdollistaa sairaalajätteiden turvallisemman kuljetuksen, varastoinnin ja kierrätyksen sekä henkilöstön keskittymisen asiakkaisiinsa.

Kun COVID-19 alkoi levitä ja muuttui maailman laajuisesti pandemiaksi, muodosti se aivan uudenlaisen tilanteen terveydenhuoltojärjestelmille. Aiemmin 1900-luvun alussa, vuosina 1918–1920, riehui espanjantauti, mutta sen jälkeen maailmassa ei ole ollut vastaavanlaisia suuria epidemioita tai pandemioita (Keesara et al. 2020). Nyt kun robotiikan ja automaation ratkaisuja on jo olemassa, on kysyttävä, voisivatko robotit olla avainasemassa taistelussa pandemiaa vastaan? Robotteja testattiin aiemmin Ebola-tapauksissa, ja niistä saatujen kokemusten perusteella robotteja voidaan käyttää sairastuneiden ihmisten kliinisessä hoitotyössä, logistiikassa ja seurannassa (Guang-Zhong et al. 2020). Kiina on ottanut robotteja käyttöön ja testannut edellä mainittuja käytäntöjä koronavirusta vastaan. Robottien tehokkuus etenkin tautien ehkäisyssä on osoittautunut tehokkaaksi menetelmäksi. Robotit voivat esimerkiksi steriloida sairaalan pintoja ja alueita kustannustehokkaasti ja etäohjatuksi. Tällöin vältetään tai minimoidaan mahdolliset ihmiskontaktit, kun siivoushenkilöstö ei altistu pinnoille tai alueille, jossa koronavirusta voi olla.

Pandemian alkaessa monissa julkisissa tiloissa kuten eri matkustajaterminaaleissa mitattiin ihmisten lämpötiloja. Mittalaitteina käytetään pääsääntöisesti lämpökameroita. Robotit kykenevät tekemään saman ja ovat tehneetkin, mutta vielä laajemmalla mittakaavalla ja suuremmalla alueella. Entäpä, jos robotti käyttäisi kasvojen tunnistusta ja ilmoittaisi henkilölle ja esimerkiksi sairaalaan, että tällä on kuumetta ja mahdollinen sairastuminen. Sairaalaan tullessa henkilöstö jo tietäisi, että kyseisellä henkilöllä on kuumetta. Sen lisäksi robotti voisi tehdä myös pyyhkäisytestin ja lähettää tai kuljettaa näytteen eteenpäin (Guang-Zhong et al. 2020). Edellä mainituissa tapauksissa tietosuoja ja yksilönturva-asiat ovat toiminnan esteenä, mutta teoriassa teknologia kuitenkin mahdollistaa kyseisen toiminnan. Sairaalan henkilökunnalle jäisi paljon enemmän aikaa keskittyä muihin tehtäviin, ja samalla infektioriski pienenee. Nyt käytössä on erilaisia koronamobiilisovelluksia. Näiden ohjelmistojen päätarkoitus on seurata infektioketjuja ja sitä kautta estää taudin leviämistä sekä vähentää terveydenhuoltohenkilöstön työtaakkaa.

## ROBOTIIKKA LUO UUSIA TYÖPAIKKOJA

Työelämä muuttuu jatkuvasti. Robotiikka, robotit, tekoäly ja niihin liittyvät sovellukset määrittävät tulevaisuuden työelämäkuvaa. Työ- ja elinkeinoministeriön ammattibarometrin mukaan kaikilla ammattialoilla tullaan tarvitsemaan robotiikan perustietoja (Ammattibarometri 2020), ja siksi robotiikan opetusta on syytä vahvistaa tulevaisuudessa. Esimerkiksi, kun terveydenhuoltohenkilökunnan tarve kasvaa, pyritään palveluita henkilökunnan puutteen vuoksi enemmän digitoimaan samalla kun robotiikan käyttö kasvaa. Digitaalisten työkalujen ja robotiikan integroiminen tiiviimmin terveydenhuollon toimintaan on eräs vastaus tulevaisuuden terveydenhuoltohenkilökunnan vajaukselle. Robotit ja etäpalvelut toimivat hyvin samankaltaisissa pandemia- ja kriisitilanteissa. Kun kriisissä lisääntyy työttömyys, olisi kansantalouden kannalta hyvä saada vapautuvat resurssit vietyä aikaisempaa tuottavampaan toimintaan. Tuotannon kannattava palauttaminen Suomeen edellyttäisi arvion mukaan kriittisten teollisuusalojen kyvykkyyksien arviointia, automaatioasteen lisäämistä tekoälyn ja robotisaation avulla sekä 5G:n hyödyntämistä. Kehitystyön avulla tämä olisi kuitenkin mahdollista ja Suomessakin olisi ”varaa valmistaa” tulevaisuuden osaajia (Eduskunnan tulevaisuusvaliokunta 2020).

## OSAAMISEN KEHITTÄMINEN JA KOKEILUKULTTUURI

Osaamisen kehittämisen tarkoituksena on edistää sairaalahenkilöstön sitoutumista kokeilukulttuuriin ja sairaalahenkilöstön teknologiaosaamisen päivittämistä sekä ymmärryksen lisäämistä automaation ja robotisaation mahdollisuuksista. Tämä edesauttaa, helpottaa sekä tekee turvallisemmaksi hoitohenkilökunnan työtä. Logistiikan kustannustehokkaasti automatisoivat prosessit helpottavat sairaalahenkilökunnan päivittäistä työtä ja parantavat sairaalassa työskentelevien työturvallisuutta. Pienjätelogistiikka sairaalaympäristössä -hankkeessa on aktiivisesti haettu yhteistyömenetelmin sairaaloita palvelevia malleja ottaa käyttöön sekä hyödyntää kuljetusrobotteja. Pilottikokeilut on suunniteltu yhteistyössä eri sairaalatoimijoiden ja teknologiatoimittajien kanssa, jotta ollaan saatu mahdollisimman tarvelähtöinen ratkaisu.

## LÄHTEET

Baldwin, R. 2019. *The Globotics Upheaval: Globalisation, Robotics and the Future of Work*. Oxford University Press.

Guntur, S.R., Gorrepati, R.R. & Dirisala, V.R. (2019) Robotics in Healthcare: An Internet of Medical Robotic Things (IoMRT) Perspective. In: Dey, N., Borra, S., Ashour, A.S. & Shi, F. (ed.) 2019. *Machine Learning in Bio-Signal Analysis and Diagnostic Imaging*. Elsevier Inc. 2019.

Katevas, N., Harwin, W., Heck, H., Aldon, M.J., Borgolte, U., Lacey, G., Peruchon, E., Prentza, A. & Kontoulis, J. 2001. *Mobile Robotics and Automation in Healthcare and Rehabilitation*. In: Katevas, N. (ed.) 2001. *Mobile Robotics in Healthcare*. IOS Press 2001.

Keesera, S., Jonas, A. & Schulman, K. (2020). COVID-19 and Health Care's Digital Revolution. *The New England Journal of Medicine*. Saatavissa: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp2005835> [viitattu 11.10.2020].

Koronapandemian hyvät ja huonot seuraukset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. 2020. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2020. Saatavissa: [https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj\\_1+2020.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/naineduskuntatoimii/julkaisut/Documents/tuvj_1+2020.pdf) [viitattu 10.10.2020].

Suomen ammattibarometri. 2020. Työ- ja elinkeinoministeriö. Viitattu 13.10.2020. Saatavissa: <https://www.ammattibarometri.fi/> [viitattu 11.10.2020].

Yang, G.-Z., Nelson, B.,J., Murphy, R., R., Choset, H. Christensen, H., Collins, S., Dario, P., Goldberg, K., Ikuta, K., Jacobstein, N., Kragic, D., Taylor, R., H., ja McNutt, M. (2020). Combating COVID-19 – The role of robotics in managing public health and infectious diseases. *Science Robotics*, vol 5, issue 40, March 2020. DOI: 10.1126/scirobotics.abb5589.



# GETTING READY FOR THE CROSS-BORDER CHALLENGES – TOWARDS DIGITALIZATION

Vesa Tuomala, Olli-Pekka Brunila & Lotta Hannula

This report concludes the results from the year 2020 of Getting Ready for the cross-border challenges: Capacity building in sustainable shore use project on the Eastern Gulf of Finland (GET READY). The project creates attention and interest in increasing the environmental sustainable development awareness and readiness for the stakeholders in the vulnerable coastline. The main objective of the GET READY project is sustainable development in Finland and Russia, focusing on Port of Hamina-Kotka in Finland and all general cargo Russian harbors in the Eastern Gulf of Finland.

South-Eastern Finland University of Applied Sciences (Xamk) examines both current and future legislation and regulations related to the use of ports and the coast, searching the best practices for the development of digitalization of port owners and operators, as well as shipping companies. This framework is challenging of creating innovations for sustainable ports, protecting environment and mitigating climate change. The project is implementing capacity building in professional competencies via education and training, training content of digitalization of ports and cases of smart ports and managing environmental issues.

Project cooperation is done with Russian and Finnish academic, scientific and business partners. The project is coordinated and managed by Eco-Express-Service LLC and other Russian partners are the Russian State Hydrological Institute and the St. Petersburg State University. These partners provide a good starting point for cross-border cooperation. The Finnish partners in the project are Xamk, Kotka Maritime Research Centre (KMRC), the Finnish Environment Institute (SYKE) and the University of Turku, Centre for Maritime Studies (CMS).

## INTRODUCTION

Digitalization is a megatrend that dominates the direction of the future even more than industrial revolution. It has been forecasted that entire shipping and logistics industry will be revolutionized. The development of digital and electronic solutions is constantly growing and their use in ports will only increase. Digital innovations are needed to meet the ports' high demands such as productivity, sustainability, efficiency, safety but also environmental

issues. Level of digitalization varies between ports and economies of scale are an important factor when implementing new technologies in port operations. In the Baltic Sea area, the ports are searching for best solutions to improve their productivity, efficiency, cost-effectiveness and environmental best practices. Each port attempts to find a specialization to offset the competition with the other ports in their vicinity. (Saarikoski et al. 2019, Hannula 2020) At present, there are only roadmaps and strategies for digitalization. This means that it is volunteer to adopt digital tools and systems not requirement by government or EU.

The South-East Finland-Russia border is one of the European Union's external borders, where cross-border co-operation is pursued to improve business opportunities, environmental protection and climate change. The European Union's climate policy is guiding to reduce greenhouse gas emissions by at least 40% from the 1990 levels by the year 2030 and targets for European Union climate policy until year 2050 is to be climate neutral economy (World Economic Forum 2019). The share of maritime transport greenhouse gas (later GHG) emissions is 13.6 % according to the European Environment agency in the end of November 2018. Aviation represents 13.3 % and road transport 72.1 % shares GHG emissions. International Chamber of Shipping informs that ships carry 90 % of global trade according to their volume (ISC 2020). The aerial pollution from global shipping is relatively low comparing the total aviation and road traffic emissions measured by the cargo volumes.

The International Maritime Organization (IMO) launched a strategy for reducing GHG emissions from shipping in May 2019. GreenVoyage-2050 project aims to reduce emissions by testing technical solutions, enhancing knowledge and sharing information to GHG reduction strategy. (IMO 2019). According to the IMO Marine Environment Protection Committee (MEPC), the shipping sector will cut its overall CO<sub>2</sub> output by 50 percent by the year 2050. Emission reductions continues until it reaches zero carbon emissions (IMO 2018). Looking from a long-term perspective, the European Commission has a strategic vision to remain a prosperous, modern, competitive and climate-neutral economy by the year 2050. The European objective is to keep the global temperature increase below 2°C and decrease global temperature to 1.5°C (The European Commission 2018). IMO, with different environmental actions, is also trying to match EU's ambitious goals. There is a common understanding and commitment of the authorities to decrease emissions of shipping transport.

The United Nations has defined the Sustainable Development Goals for the year 2030. Sustainable Development Goals (SDG's) are to achieve a better and more sustainable future for all (United Nations 2015). Sustainable development is a continuous process for our society making changes for better life to living and future generations. International nations make agreements for these sustainable development commitments. Sustainable development in Finland is carried out together with the United Nations, the European Union, the Arctic Council and the Nordic Council of Ministers. These international commitments will be adapted into Finland's national policies. (Ministry of the environment in Finland 2015).

The most important United Nation's sustainable development goals for use on the shores of the Eastern Gulf of Finland (EGoF) are climate change, digitalization of the marine ecosystem, economic development and education. These objectives specify the definition for this project as 'Science – Business – Education'. These themes touch upon the footprint and emissions from port facilities, which are cut by collaborating between ports and stakeholders, such as port owners and operators, service providers, shipping companies, policy makers and authorities. The project attracts attention and interest in the vulnerable EGoF by increasing the environmentally sustainable development awareness and readiness to take action by the stakeholders.

Shipping industry has goals for the green economy and sustainable growth with shipping companies, ports and civil society. Goals for greener shipping are set by International Maritime Organization (IMO). IMO includes conventions as the Safety of Life at Sea (SOLAS), the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), the International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREG) and Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW). Sustainable shipping and sustainable maritime development are top priorities for IMO in the future. The framework for green and sustainable global maritime system will include energy efficiency, new technology and innovation, maritime education and training, maritime security, maritime traffic management and the development of the maritime infrastructure. The International Labour Organization (later ILO) has Maritime Labour Convention (MLC), which regulates port operations. This project will also take into account European Union laws as well the national laws of both Finland and Russia. International regulations for port safety and security also includes the International Ship and Port Facility Security (ISPS) code.

The port stakeholders have strong guidance of the national and international legislation. IMO's regulation and global standards for safety, security and environmental performance of international shipping and Maritime law covers in the United Nations Convention on the Law of the Sea. International regulations for ports include several directives and rules for safety and security, marine pollution and working conditions. Neither IMO nor European Union have not given any regulative rules for digitalization yet.

## **PURPOSE OF THE STUDY**

This report focuses partially on the best practices for digitalization in ports and takes a look at part of the GET READY project. Another aim of the study is also to conclude annual work in the project however, the main focus is on digitalization and in understanding how digitalization is affecting to coastal zones and port environments. The project attracts attention and interest in increasing the environmentally sustainable development awareness and readiness for the stakeholders along the vulnerable coastline. The empirical part of this study is based on Lotta Hannula's Bachelor Thesis where all writers participated in creating a questionnaire for Finnish and Russian ports. This roadmap will focus on best practices and methods of digitalization and how these are used in decision-making.

## ROADMAD TO DIGITALIZATION

Currently the logistics industry especially in Finland is operated mostly in the analogical world, where its operational models are underdeveloped and do not take into consideration the opportunities provided by digitalization. Finnish government has put a lot of effort in boosting different sector towards digitalization. The Finnish government's decision in principle concerning the logistics and transportation sectors as well as strengthening digitalization in ports, underscores that digitalization is projected to change freight logistics' operational models. However, the low rate of digitalization in Finland is an obstacle for the development of logistics. According to the decision in principle visions for 2022 and 2025, new operational models will be developed for freight logistics which will ensure better information flow throughout the supply chain. In addition to that, MaaS (Mobility as a Service) and digitalization development aim to meet the demands to reach climate goals, as it relates to logistics.

Ports are usually located close to local and regional communities. Ports face regulatory liabilities and responsibilities in those communities. This is the reason why harbors need to act for climate change, digitalization, mobility, migration and social integration. Current and future legislation and regulations related to the use of ports and the coast areas are the driving forces, but digitalization is voluntary for port organizations. To tackle environmental issues like decrease emissions to air level, ports must develop best practices or create other innovative solutions. This might be the moment when ports have to think how to implement digital solutions in their daily operations. This framework is challenging them to create innovations for sustainable ports, to protect the environment and to mitigate climate change.

## DIGITALIZATION LINKS TO SUSTAINABLE AND ENVIRONMENTAL PORT MANAGEMENT

The World Ports Sustainability Program includes several themes for sustainable ports, such as resilient infrastructure, climate and energy, community outreach and port-city dialogue, safety and security and governance and ethics. (WPSP 2017). Digitalization is strongly related to the sustainability theme. There have been lots of discussion on global megatrends lately, for example on Industrial Internet of Things (IIoT) devices, sensors, robotics, automation, autonomous systems, digital twins, 5G connection, Artificial Intelligence (AI) and machine learning (ML), Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), blockchain technology, autonomous vessels, automated and remote-controlled cranes, Automated Guided Vehicles (AGVs), automated yard planning and open data. (A Menon 2019, p. 10, 30; WPSP 2020).

To become a next generation harbor, a Smart Port, it would include sustainable development, intelligent infrastructure and automation, optimized operations and productivity, knowledge

development, coordination of new digital technical solutions and authorities sharing port community systems (PCS), enhanced resiliency, spatial constraint, cyber security, and safety and security risk activities. New technologies and business models need to innovate today to deliver connectivity, visibility and control improving supply chains to manage digital trade logistics. (Molavi, A., et. al. 2019, 7 and IAPH 2020)

Digitalization can be one of the top priorities to combine customers, shipping companies and ports to the functional supply, transport and logistic chain. Ports may use data gathered real-time from existing transport systems, use existing data or maybe find open data from the authorities. Better communication and coordination with all harbor stakeholders benefits the entire port supply chain.

## **CONCLUSIONS: IS DIGITALIZATION JUST AROUND THE CORNER?**

Answer is yes and no. Ports in Finland are taking digitalization seriously and some ports have even implemented digitalization strategies in their operations. Digitalization is seen very important but at this stage only small steps are taken. Open data is widely used in other sectors, but ports are not very willing to pass open data on to others for free, at least if it isn't benefiting both the sender and the receiver. In big European ports and in China automation and robotics are very well implemented, in Baltic Sea main reason for lack of investments are, that cargo volumes are relatively small compared to investments, so systems are automated gradually as the investment is justified. This may change in the future as automation becomes more common and prices fall or someone in Finland take the first step and invest to automated cargo handling techniques.

As a case example the port of Rotterdam in Netherland has fully automated port terminal already. The port digitizes a coastal area with sensors and host connected ships, through a centralized dashboard application which gathers multiple real-time data streams on tides, currents, temperature, wind speed and direction, water levels, berth availability and visibility. The Rotterdam Port authority makes decisions to reduce waiting times of the analyzed data made by an IoT platform. Platform defines docking time for ships, loading and unloading times, enabling more ships to be moored in the docks and finally predicts arrival and offloading times. The port has an open data, artificial intelligence laboratory in a floating decommissioned vessel. The companies, researchers and other players can use to innovate for automation around Rotterdam and in the Netherlands (Gurumurthy et al. 2019).

As in the case Port of Rotterdam can be seen numerous amounts of devices collect data (traffic flow, port infrastructure, cameras, weather) for ports or port operators, but here in Finland and smaller ports it is scattered across different systems. Portable or easy to install devices would be the great benefit to port and port operations in smaller ports

(Hannula 2020). One problem in Finland is the lack of Port Community System (PCS). A Port Community System (PCS) forms a neutral, reliable basis for the digital exchange of information within the port community. This applies both to business-to-government (B2G) communication and to communication between companies (B2B). Data ownership and control of who may use which data need to be arranged in such a way that it is always clear who which data belongs to and who it may be shared with. This may not get in the way of exchanging new data. A port authority can play a neutral part in this and so offer added value to the port community. (Posti ed. 2012). Ports in Finland have built their own systems between industry and port operators and port. At this moment there is no interest to invest PCS. (Brunila et al. 2012; Posti ed. 2012)

The whole maritime and logistics Industry will take large leaps towards digitalization in the next 5-10 years. Education and understanding of digitalization will come very important factor. As in environmental perspective; IoT, sensors and 5G-network will bring new opportunities to control and decrease emissions. In the future new environmental regulation are adopted to maritime sector. NOx regulation will become on 1 January 2021 all ships passing through these NOx Emission Control Areas (Baltic Sea and North Sea) must use defined mandatory engine standards or equivalent NOx emission reduction technologies to respect the stricter NOx emission levels. In the end of this decade will become regulations to Black Carbon. Today emissions from ports have partly measured and calculated from statistical data. Real time emission monitoring will become more and more popular in the future and it will also create new business opportunities. Before anything happens there must be regulation which involved ports and shipping companies to use real time emission monitoring. (Brunila et al. 2017.)

European Commission's stakeholders for inland waterway transport operators and ports has a vision of "Digitalization at Work" for green, smart and congestion-free transport and logistics by route, voyage and logistics planning. There needs to be also less red tape (meaning bureaucracy) to limit multiple reporting. Berth management information for available berths and facilities and booking of the berth need to be online. (European Commission 2018.). Even a half of the new port projects will be partially or fully automated in next five years. This means that open data should be smoothly transmit and bureaucracy should be in the minimum level between each stakeholders.

By the example of the port of Rotterdam, it shows that the trend of automation and sustainability of large ports is moving towards of more data orientated functions of shipping and cargo operations. Small ports are hopefully following the larger ones and to achieve sustainability development goals.

## REFERENCES

A Menon Economics and DNV GL. The Leading Maritime Capitals of the World. 2019. Page10, 30,. Available at <https://www.menon.no/wp-content/uploads/Maritime-cities-2019-Final.pdf> [Accessed 21st September 2020].

Brunila, O.-P., Posti, A. & Tapaninen, U. 2011. Sataman informaatiokeskuksen mahdollisuudet ympäristövaikutusten vähentämisessä. Publications from the Centre for Maritime Studies at University of Turku. B 183, 2011. ISBN 978-951-29-4795-9 (PDF).

Brunila, O.-P., Ala-Rämi, K., Inkinen, T. and Hämäläinen, E. 2017. Black Carbon measurements in the Arctic – Is there business potential? Final Report of the Work Package 3 in the Sea Effect Black Carbon Project. Publication of the centre for maritime studies at University of Turku. A 73, 2017. ISBN 978-951-29-6983-8 (PDF).

European Commission 2018. Commission staff working documentation digital inland navigation. Available at: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/legislation/swd20180427-digital-inland-navigation.pdf> [Accessed 5th October 2020].

Gurumurthy, A. and Bharthur, D. Impact of Digitalisation in the Ports Sector. Friedrich-Ebert-Stiftung. Available at: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/indien/15910-20200116.pdf> [Accessed 5th October 2020].

Hannula, L. 2020. The best practices for digitalization of cargo ports in Eastern Gulf of Finland. Bachelor's thesis Logistics engineer. Bachelor's thesis Logistics engineer. South-Eastern Finland Available at: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020051912228> [accessed 5th of October 2020].

International Chamber of Shipping (ICS). Review 2020. Available at <https://www.ics-shipping.org/wp-content/uploads/2020/11/annual-review-2020-final-compressed.pdf> [Accessed 8th October 2020].

International Maritime Organization, IMO. 2018. Initial Strategy on reduction of GHG emissions from ships. Available at [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250\\_IMO%20submission\\_Talanoa%20Dialogue\\_April%202018.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250_IMO%20submission_Talanoa%20Dialogue_April%202018.pdf) [Accessed 21st September 2020].

International Maritime Organization, IMO. 2019. UN agency launches new global project to tackle maritime GHG emissions. Available at <http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/08-green-voyage-2050.aspx> [Accessed 21st September 2020].

Ministry of the environment in Finland. 2015. Sustainable development. Available at <https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=29802> [Accessed 21st September 2020].

Ministry of the environment in Finland. 2020. The European Union's climate policy. Available at [https://www.ymp.fi/en-US/The\\_environment/Climate\\_and\\_air/Mitigation\\_of\\_climate\\_change/The\\_European\\_Unions\\_climate\\_policy](https://www.ymp.fi/en-US/The_environment/Climate_and_air/Mitigation_of_climate_change/The_European_Unions_climate_policy) [Accessed 21st September 2020].

Molavi, A., Lim, G.J., Race, B. A Framework for Building a Smart Port and Smart Port Index. 2019. Available at [https://www.researchgate.net/publication/332684618\\_A\\_Framework\\_for\\_Building\\_a\\_Smart\\_Port\\_and\\_Smart\\_Port\\_Index](https://www.researchgate.net/publication/332684618_A_Framework_for_Building_a_Smart_Port_and_Smart_Port_Index) [Accessed 21st September 2020].

Port of Rotterdam move forward: Step by step towards a digital port. White paper. 28-01-2019. (PDF). [Accessed 8th October 2020].

Posti, A. ed. (2012). E-PORT, Improving efficiency of Finnish port community by intelligent systems, Final report of the Mobile Port project. Publications from the Centre for Maritime Studies at University of Turku. A 58, 2012. ISBN 978-951-29-4884-0 (PDF).

Saarikoski, J. & Helminen, R. 2019. Satamien digitalisaation nykytila suomessa. Turun Yliopiston Brahea-keskus. PDF-document. Available at: [https://www.utu.fi/sites/default/files/media/MKK/Julkaisut/B210\\_Satamien\\_digitalisaation\\_nykytilaselitys.pdf](https://www.utu.fi/sites/default/files/media/MKK/Julkaisut/B210_Satamien_digitalisaation_nykytilaselitys.pdf) [Accessed 4 February 2020].

Tiedonhyödyntämisellä ja älykkäällä automaatiolla vauhtia logistiikan digitalisaatioon. 2018. Valtioneuvosto. Www document. Available at: [https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/tiedon-hyodyntamisella-ja-alykkaalla-automaatiolla-vauhtia-logistiikan-digitalisaatioon](https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/tiedon-hyodyntamisella-ja-alykkaalla-automaatiolla-vauhtia-logistiikan-digitalisaatioon) [Accessed 4 February 2020].

The European Commission 2050 long-term strategy. 2018. Available at [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en) [Accessed 21st September 2020].

The International Association of Ports and Harbors, IAPH. 2020. Port Community Cyber Security. Available at <https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/IAPH-Port-Community-Cyber-Security-Report-Q2-2020.pdf> [Accessed 21st September 2020].

The United Nations. Take Action for the Sustainable Development Goals. 2015. Available at <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> [Accessed 21st September 2020].



World Economic Forum. 2019. Banks launch green charter to help shipping reduce its carbon footprint. Available at <https://www.weforum.org/agenda/2019/06/how-banks-are-leading-shippings-green-transition/> [Accessed 21st September 2020].

World Ports Sustainability Program (WPSP). 2017. Available at declaration: <https://sustainableworldports.org> [Accessed 21st September 2020].

# SIMULOINNIT LUOVAT PERUSTAN SISÄVESIKULJETUSTEN TURVALLISELLE KASVULLE

Toomas Lybeck

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu (Xamk) on tutkinut sisävesikuljetuksien tavaravirtoja ja uusia kaupallisia mahdollisuuksia vuoden 2018 marraskuusta alkaen. Työtä on tehty ”Future Potential of Inland Waterways” -projektin (lyhyesti INFUTURE) kansainvälisessä yhteistyökonsortiossa. INFUTURE-hankekuvauksessa todetaan, että Xamk on velvollinen toteuttamaan asiantuntemustaan muun muassa seuraavissa teemoissa:

- Sisävesiliikenteen, merenkulun ja lastinkäsittelykoulutuksen kehittämiseen tarvittavat taidot sekä tiedot (päivitetyjä tietopaketteja tarjotaan sisävesiliikenteen harjoittajille ja projektin muille sidosryhmille) ja
- Online-pohjaisen tieto- ja viestintätekniikan järjestelmän kehittäminen liikenteen seurantaan, liikenteenohjausta ja lastikapasiteetin hallintaa varten

Xamkilla on mahdollisuus tarjota edellä mainittuihin haasteisiin yhteinen vastaus: laiva-simulointi. Simulaattorin avulla INFUTURE-projekti voi selvittää, millaisia haasteita entistä suuremmat laivakoot voivat aiheuttaa navigoinnille Saimaan syväväylällä erilaisissa sääolosuhteissa ja miten rahtialukset pystyvät hyödyntämään väylälle asetettujen älylaitteiden lähettämää tietoa parhaalla mahdollisella tavalla. Samalla projekti pystyy luomaan mallinnustyökalun, jota voidaan toistaa tarvittaessa muilla väylän osilla.

## SIMULAATIOT OVAT TULLEET JÄÄDÄKSEEN

Simulaation toistettavuus on erittäin merkittävä asia, kun sisävesiliikenteen taitoja opetetaan tuleville ammattilaisille – tai kun tavoitteena on kohottaa jo alalla toimivien ammattilaisten taitotasoa vaativissa tilanteissa.

Matti Hautaniemi ja Max Helleman toteavat tutkimustyössään (2011), että simulaation keinotekoinen oppimisympäristö soveltuu tietojen, taitojen ja asenteiden muokkaamiseen. Lisäksi harjoitus, jossa simuloidaan todellisuutta, motivoi oppijoita tehokkaasti. Motivaation merkitystä ei voi aliarvioida. Monissa tutkimuksissa se nimetään oppimisen yhdeksi peruspilariksi.

”Simulaattorilla opetetut henkilöt kertovat myös olevansa huomattavasti kiinnostuneempia opetuksen aiheesta verrattuna henkilöihin, joita opetettiin samasta aiheesta perinteisin

metodein. Simulaatio voi olla tehokkaampi keino kuin tavanomaiset ohjaamisen keinot positiivisen asennemuutoksen saavuttamiseksi aihetta ja sen tarkoituksia kohtaan”, toteavat Hautaniemi ja Helleman (2011).

Heidän tutkimusjulkaisunsa ottaa kantaa myös simulaatioiden tarjoamiin talousvaikutuksiin ja koulutuksen laatuun: ”Useat tutkimukset osoittavat, että opetus- ja koulutusjärjestelmien käyttö vähentää koulutuskustannuksia, lyhentää koulutusajaa, lisää oppijan osallistumista ja parantaa oppimistuloksia”.

Tietojärjestelmien tekninen kehitys mahdollistaa simulaatioiden hyödyntämisen yhä useammalla toimialalla. Siksi simulaatioita tehdään enemmän kuin koskaan. Aiemmin simulaatioita tekivät pääsääntöisesti ne organisaatiot, joiden toiminnan virheistä oli odotettavissa hyvin vakavia seurauksia. Nyt simulaatioista on tullut ”normaali” työkalu:

”Viime vuosikymmenen aikana simulaatiot ovat saaneet vauhtia oppimistyökaluina, ja niistä on tullut olennainen osa yritysten L&D -strategioita (learning and development) eri toimialoilla. Tämä johtuu 1) työyhteisöjen digitalisaatiosta ja uudesta teknologiasta, 2) vallan, auktoriteettien ja vaikuttavuuden muutoksesta työyhteisöissä, 3) suuresta määrästä simulaatioiden vaikutustutkimuksia”, kertoo kokeellisia yritysratkaisuja kehittelevä Knolskape verkkoartikkelissaan (2020).

## UUDET LAIVAT, UUSI TULEVAISUUS

Saimaan kanavan sulkuvälien pidennystä on valmisteltu jo pitkään. Vihdoin 16.9.2020 Yleisradio kertoi uutissähkeessään, että ”hallitus esittää vuodelle 2021 yhteensä noin 130 miljoonan euron valtuutta ja 13,5 miljoonan määrärahaa kolmelle uudelle väylähankkeelle, joista yksi on Saimaan kanavan sulkujen pidentäminen”. Kyseinen investointi tulee merkittävällä tavalla tekemään sisävesikuljetuksista entistä kustannustehokkaampia. Kuten INFUTURE-projekti toteaa ”WPI.1: future cargo flows between Russia and Finland” -julkaisussa, Saimaan kanavan läpi kulkevien lastimäärien voidaan odottaa jopa kolminkertaistuvan vuoteen 2030 mennessä jos uudet 93,2 m pituiset alukset voidaan tulevaisuudessa ottaa käyttöön. Yhden aluksen maksimilastimäärä pystyttäisiin nostamaan 2500 tonnista yli 3200 tonniin. (Pantina, Volkova & Lybeck 2019.)

Luonnollisesti uusi laivakoko tulee vaatimaan uusia navigointitaitoja Saimaan syväväylän kapeimmissa väyläkohdissa. Tämä puolestaan tarjoaa erinomaisen haasteen simulointeja valmisteleville ja toteuttaville merenkulun asiantuntijoille. Kun he luovat realistisen todellisuuden mallinnuksen, jolla pystytään merkittävällä tavalla vaikuttamaan sisävesikuljetusten nopeuteen ja turvallisuuteen, voidaan simulaatiokonseptin katsoa osallistuvan merkittävällä panoksella uusien tavaravirtojen generointiin. Uudenlainen simulaatiokonsepti olisi näin ollen merkittävä osa sisävesikuljetusten tulevaa kasvua. INFUTURE-projekti on ottanut ensimmäisen askeleen kyseisen tulevaisuuden toteuttamiseksi.

## TESTEJÄ, ANALYYSIJÄ JA SUUNNITTELUA

Wärtsilä on toimittanut Saksan Duisburgin kaupunkiin sisävesisimulaattorin, jota on ehditty ylistää Euroopan nykyaikaisimmaksi. Simulaattori koostuu seitsemästä komentosillasta kahdessa paikassa; kuusi Schiffer-Berufskolleg Rhein -oppilaitoksessa ja yksi DST-instituutissa (laivatekniikan ja liikennejärjestelmien kehittämiskeskus): ”Wärtsilän tekniikka mahdollistaa yhteyksien muodostamisen muihin simulaattoreihin. Sitä voidaan käyttää tutkimus- ja kehitystarkoituksiin. Sitä käytetään myös kehittyneisiin mallinnuksiin sekä suunnittelu- ja analysointitehtäviin”. (Wärtsilä 2020.)

Simulaattoriopetukseen realistisissa olosuhteissa kuuluu merenkulun apuvälineiden kuten VHF-järjestelmän, tutkan ja ECDIS:n (elektroninen karttanäyttö ja tietojärjestelmä). Näiden perustaitojen opetuksen lisäksi saksalaiset ovat suunnitelleet, että simulaattorilla toteutetaan erikoiskursseja, kuten toimintaa kriittisissä ja erityisen stressaavissa tilanteissa ja uusiin alustyypeihin tutustumista. Simulaatioilla voidaan vastata myös kestäväen kehityksen periaatteiden toteutumiseen esimerkiksi taloudellisen navigoinnin kurssilla. (DST 2020)

”Koska aluksia ja toiminta-alueita voidaan mallintaa tarpeen mukaan, simulaattorilla on mahdollista testata jo suunnittelussa tai suunnitteluvaiheessa olevien jokien, kanavien, satamien tai kanavasiltojen navigoitavuutta. Siksi voidaan esimerkiksi ennen rakentamisen aloittamista tarkistaa, mahdollistavatko suunnitellut vesialueet normaalin aluksen käytön aikana turvallisen sisävesiliikenteen”, kertoo DST-instituutti verkkosivullaan (2020). Simulaattori tarjoaa laajan valikoiman alustyyppisiä, jotka kattavat melkein kaikki Reinillä liikennöivät laivatyyppit.

## TAVOITTEISTA TOTTA YHTEISTYÖLLÄ

INFUTURE-projektin suunnittelemassa simulaatiossa on neljä päätavoitetta. 1) Luomme virtuaalisen yhteistyöfoorumin sisävesiliikenteen simulointiin, 2) simulaatiossa otetaan huomioon Saimaan kanavan tulevat mitat, jotka mahdollistavat suurempien tavaramäärien kuljettamisen syväväylällä, 3) keräämme väylälle asennettujen älylaitteiden käyttäjäkokemuksia ja 4) koostamme sellaisen mallinnustyökalun, joka soveltuu moniin erilaisiin testiajoihin ja on helposti toistettava.

Näiden tavoitteiden avulla INFUTURE-projekti voi parantaa nykyisten ja tulevien sisävesiliikenteen ammattilaisten taitoja merkittävästi. Lisäksi simulaatiossa havaitaan, tarjoavatko älylaitteet vaadittavan lisäarvon navigoinnin turvallisuudelle ja ovatko niiden sijainnit optimaalisia.

Kaikkien ohjelmistotäsmennysten jälkeen ensimmäinen simulointi tullaan järjestämään sellaisessa väylän osassa (noin 25–30 kilometriä), joka on erityisen haastava entistä pidemmälle laivatyyppille. Vaikeusastetta lisäävät matalat ja ahtaat kohdat, joissa on vaikea tehdä käännöksiä – erityisesti silloin, kun näkyvyys ja tuuli ohjelmoidaan, laittaa navigoijien taidot koetukselle.

## LÄHTEET

Development Centre for Ship Technology and Transport Systems (DST), 2020. Simulator SANDRA. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dst-org.de/en/services/simulator-sandra/> [viitattu 14.9.2020].

Hautaniemi M. & Helleman M., 2011, Kotka Maritime Centre simulaattorikeskuksen hyödyntäminen merenkulun perus- ja jatkokoulutuksessa. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://docplayer.fi/24811849-Kymenlaakson-ammattikorkeakoulu-merenkulku-ja-logistiikka-merenkulun-koulutusohjelma.html> [viitattu 11.9.2020].

Pantina, Volkova & Lybeck, 2019. Inland waterway transportation and its prospects in Russia and Finland. Www-dokumentti. Saatavissa: [https://www.merikotka.fi/wp-content/uploads/2019/10/WP1.1\\_Combination\\_FINAL-3.pdf](https://www.merikotka.fi/wp-content/uploads/2019/10/WP1.1_Combination_FINAL-3.pdf) [viitattu 11.9.2020].

Knolskape, 2020, Simulations – The answer for high impact immersive learning. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.knolskape.com/blog-simulations-the-answer-for-high-impact-immersive-learning/> [viitattu 11.9.2020].

Wärtsilä, 2020. Wärtsilä to supply Europe's most modern simulator for inland shipping training. Uutiskirje. Saatavissa: <https://www.wartsila.com/media/news/04-06-2020-wartsila-to-supply-europe-s-most-modern-simulator-for-inland-shipping-training-2722550> [viitattu 14.9.2020].

Yleisradio, 16.9.2020. Saimaan kanavan sulkujen pidentämisen tulossa jättisumma – mahdollistaa 90 000 rekkalastin siirtämisen vesille. Verkkouutinen. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11548089> [viitattu 17.9.2020].

# KATSAUS SISÄVESIEN RAHTIMARKKINOIHIN

Anna Kiviniitty

Vaikka Vuoksi virtaa Imatralla Etelä-Karjalassa, sen vesistöalue ulottuu Kainuuseen asti. Vuoksen vesistöön kuuluvat myös Suomen suurin järvi Suur-Saimaa ja Saimaan kanava. Vuoksen vesistön väylästää on yhteensä 3863 kilometriä. Suomessa on myös Kokemäenjoen vesistö ja Kymijoen vesistö, mutta tavaraliikenne on tällä hetkellä lähes pelkästään keskittynyt Vuoksen vesistöön. Ainoastaan Vuoksen vesistöstä on yhteys merelle Saimaan kanavan kautta.



**Kuva 1.** Suomen vesitiet. (Kuva: Liikennevirasto 2011)

## KOTIMAAN SISÄVESILIIKENNE

Sisävesiliikenteen kuljetukset rajoittuvat käytännössä Saimaan järviolueelle. Sisävesien käytön lisäämistä perustellaan muun muassa ilmastonmuutoksella ja tieliikenteen päästöjen ja onnettomuuksien vähentymisellä. Lisäksi se vähentää tie- ja rautatieverkon kuormitusta. Vesitie on sekä kustannustehokas että ympäristöystävällinen ja energiatehokas kuljetusmuoto. Kaikista vesiliikenteen eduista ja vesiväylien sijainnista huolimatta sisävesikuljetuksen osuus on hyvin pieni koko Suomen ulkomaankaupassa. Taulukossa 1 on kuvattu sisävesikuljetusten osuus ulkomaankaupassa maakuljetuksiin verrattuna.

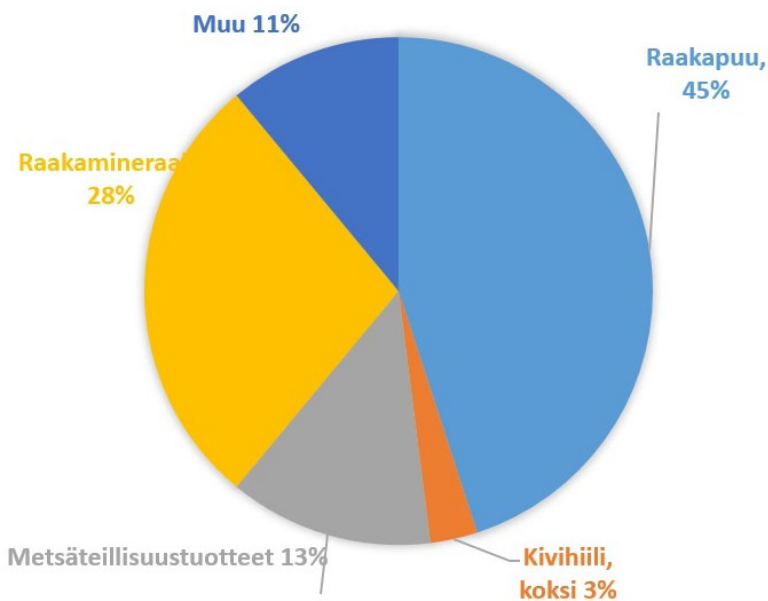
**Taulukko 1.** Ulkomaankauppa (tuonti + vienti) kuljetusmuodoittain 2018. (Kuva: Tulli.fi)

Kuljetusmuoto	1000 t	Osuus %
Merikuljetukset	90009	84
Sisävesikuljetukset	533	0,5
Maakuljetukset	14523	13,4
Lentokuljetukset	267	0,2
Muut	1943	1,8
Yhteensä	108176	100

INFUTURE-projektitutkimuksen tavoitteena oli selvittää sisävesien kaupallisen käytön nykytilaa ja tutkia tulevia tavaravirtoja Saimaan alueella – sekä Suomen että Venäjän puolella. Lisäksi tutkimuksessa pyrittiin löytämään selityksiä sisävesien pienelle osuudelle ulkomaankaupassa ja kuvaamaan löytyneiden asiointilojen syitä.

Saimaan vesistö on ollut historiallisesti tärkeä liikenneväylä Suomessa. Saimaalla on edelleen kaupallista liikennettä, joka kuljettaa sekä turisteja että tavaroita. Vesiliikenteeseen lukeutuvat matkustajaliikenne, uitto, sisäinen ja ulkomaille suuntautuva rahtiliikenne. Uitto on vanhin ja historiallisesti tärkeä tapa toimittaa puuta. Uittoa ei enää käytetä muualla kuin Suomessa. Vesitiet ovat mahdollistaneet Suomelle puunjalostusteollisuuden raaka-ainekuljetukset (Saimaan tarina, 2019). Saimaalle tuodaan pääasiassa puuta. Vuonna 2018 kuljetuksista 45 % oli raakapuuta (Kuva 2). Keski-Eurooppaan viedään lannoitteita, paperia, sellua ja terästä. (Traficom, 2018.)

## TAVARA LIIKENNE ALUKSILLA RYHMITTÄIN SAIMAAN KANAVAN KAUTTA, 2018



**Kuva 2.** Tavaraliikenne Saimaalla vuonna 2018. (Kuva: Väylä, 2018)

INFUTURE-projekti kokosi sisävesikuljetusten kannalta keskeisiä kysymyksiä ja toteutti joukon haastatteluja keskeisten sidosryhmäkumppaneiden kanssa. Kohdeyritykset valittiin ottaen huomioon yrityksen sijainti, yritysten tuotannon kasvu, mahdolliset suunnitelmat siirtää kuljetuksia vesireiteille maanteiltä ja rautateiltä, uusien tavararyhmien kuljetusten tarve ja toteutettavat suuret investointiprojektit. Tältä pohjalta haastatteluihin valikoituivat merkittävimmät kansainvälisen kaupan toimijat.

Sisävesisektorin kehittämiseksi INFUTURE-projektin oli tärkeä ymmärtää sisävesiliikenteen kasvupisteet ja paljastettava kasvun esteet. Haastatteluissa Saimaan ja Vuoksen alueen logistiset asiantuntijat, laivayhtiöiden edustajat ja teollisuusyritysten päätöksentekijät pääsivät kertomaan kuljetusten nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä. Tutkimukseen osallistui 12 teollisuusyritysten edustajaa, 8 kuljetusalan ja satamatoiminnan asiantuntijaa sekä varustamoiden edustajia.



## SAIMAAN KANAVAN SULKUVÄLIEN PIDENTÄMINEN

Saimaan laivaliikenteen toimijat ovat jo pitkään vaatineet kanavan sulkujen pidentämistä. Nykyiset sulut ovat yli 50 vuotta vanhoja. Saimaan kanavan kehityssuunnitelmaan kuuluu kanavasulkujen pidentäminen 11 metrillä sulkujen yläportteja siirtämällä ja kanavan vedenpinnan noston 10 cm:llä. Lisäksi Rättijärven ja Pällin nostosilta on uusittava. Hankkeen tavoitteena on turvata Saimaan kanavaliikenteen toiminta- ja kehittämisedellytykset mahdollistamalla entistä suurempien alusten kulku kanavan läpi. Alusten uudet maksimit, nk. Uusi Saimax -mitat, olisivat näin ollen 93,2 x 12,6 x 4,35 m. Näiden alusten maksimilasti olisi noin 3 100 tn (nykyisin 2 500 tn). (Väylä.fi, 2019.)

Kaikkien haastatteluun osallistuneiden mielestä olisi erittäin tärkeä saada myönteinen päätös Saimaan sulkuvälien pidennykseen. Saimaan liikenteen alukset ikääntyvät, eikä yksikään laivanomistaja tee uusia aluksia nykyisille Saimaan kanavan mitoille. Suomen hallitus on jo päättänyt myöntää 90 miljoonaa euroa Saimaan kanavan sulkujen pidennysprojektille, josta osa kohdennettiin valmistelutyöhön vuodelle 2021. Uudet sulkuvälit tuovat mukanaan uuden aluskokoon ja paremman kustannustehokkuuden. Siten laivayhtiöt tulevat houkuttelevaan myös muita aluksia Saimaan kuljetusväylille. Saimaan kehittämishankkeesta on keskusteltu monia vuosia. Loppupelissä kyse on rahasta, jota tarvitaan kahdeksan sulkuvälin pidentämiseen noin 68 miljoonaa euroa (Väylä, 2019).

Eräs haastateltu logistiikkapäällikkö huomautti, että kanavan sulkuvälien pidentäminen turvaa kuljetusketjun kannattavuuden ja se mahdollistaa kaluston kehittämisen. Nykyisin laivanrakentajilla on uusi IMO-säännöstö, joka vaatii parempaa energiatehokkuutta ja pienempiä rikkipäästöjä – tämä edellyttää koneiden uusintaa. Vanhenevien laivojen korjaaminen ja modifikaatio voi olla ongelmallisempaa kuin uusien laivojen rakentaminen.

Rakentamisen etunojasta toimii esimerkkinä metsäyhtiö UPM, joka tilasi seitsemän uutta LNG-laivaa. Yhtiö päätti, että niiden koon on oltava suurempi kuin mitä Saimaan kanavaan mahtuu. IMO on kehottanut valtioita ottamaan uudet energiatehokkuuden vaatimukset käyttöön mahdollisimman pian. Kansainvälisesti muutoksia aletaan soveltaa 1.1.2020 alkaen. (Navigator magazine, 2019.)

## YHTEISTOIMINNASSA KEHITETTÄVÄÄ

Monet koneteknologiayritykset (kuten Andritz Group ja Mantsinen Group Ltd) ovat kiinnostuneita vesiliikenteen projektikuljetuksista Suomesta Venäjälle. Konttikuljetusten suhteen ei haastateltavilla ollut kovinkaan optimistisia mielipiteitä, koska kontit eivät ole yleisin kuljetustapa sisävesiväylillä Suomessa. Joensuun sataman yrityksillä on paljon kokemusta konttipalveluista, mutta niitä ei tehdä kovin usein. Saimaan satamat ovat hyvin varusteltuja, ja konttien lastaamiseen sekä lähettämiseen löytyy mahdollisuuksia. Konttiliikenteelle saattaa tulevaisuudessa kuitenkin löytyä tarvetta etenkin Euroopan pitkille reiteille.

Satamaoperaattoreiden, laiva-agenttien ja laivayhtiöiden edustajien avulla muodostettiin luettelo suosituksista uudelle laivakonseptille. Se sisälsi muun muassa tietoja kuten jääluokka ja sivukeulapotkuri. Irtolastien ja konttikuljetusten toteutuksessa tulisi pystyä jakamaan aluksia usean toimijan kesken. Vastaajat näkevät myös energiankulutuksen ja biopolttoainesten käytön keskeisiksi sisävesiliikenteen tulevaisuudelle.

Teollisuuden ylimmät johtajat tekivät varovaisen arvion, että tuotannon volyymi pysyy vuonna 2020 samalla tasolla kuin vuonna 2019. Ainoan poikkeuksen tarjoaa teknologia-teollisuus, jolle ennustetaan asteittaista kasvua. Muutamalla konealayrityksellä ja suurilla metsäteollisuusyrityksillä oli merkittäviä investointeja, jotka saattavat johtaa rahtivirtojen kasvuun. Kuljetusmäärien kasvua oli mahdollista ennustaa vielä haastatteluhetkellä talvella 2019-2020, koska silloin kukaan ei vielä pystynyt ennustamaan globaalien pandemian vaikutusta logistiikkasektoriin. Koronavirus muuttaa epäilemättä kaikkia suunnitelmiamme ja vaikuttaa koko maailman talouteen.

## **KAHDEN SATAMAN JÄRJESTELMÄ**

Konttiliikenne Eurooppaan on koko Saimaan alueelle suuri mahdollisuus tulevaisuudessa. Suurin osa laivauksista Saimaan liikenteessä koostuu irtolastista. Monet konealan ja muidenkin alojen yritykset olisivat kiinnostuneita osalastikuljetuksista. Tällä hetkellä useilla Suomen sisävesikuljetusyrityksillä on lyhyitä sopimuksia teollisuuden kanssa. Niillä on suhteellisen pieni sisävesiliikenteen volyymi ja ne ovat vähemmän kiinnostuneita osittaisten lastien järjestämisestä ja koordinoimisesta, koska niitä on vaikea suorittaa.

Eräs kotimainen logistiikkayritys on ehdottanut kahden sataman järjestelmää, jonka avulla voisi palvella muitakin kuin suuria teollisuusyrityksiä. Satamapareina voisi olla esimerkiksi Joensuu-Hamina, tai Lappeenranta-Kotka. Yhteistoiminta hyödyntäisi sisävesiliikennettä ja lisäisi sen kilpailukykyä. Kahden sataman systeemi avaisi säännöllisen reittiliikenteen, jolla feeder-aluksille järjestettäisiin sopiva meno-paluu-reitti. Tavaraa olisi mahdollista kuljettaa Euroopan satamiin tai jopa sisävesireittien satamiin.

## **KEHITYSTÄ RAJOITAVIA TEKIJÖITÄ**

Tavaraliikenne Vuoksen (Saimaan) vesistön kautta oli 1 304 000 tonnia vuonna 2018. Sisäinen proomuliikenne oli 582 000 tonnia (48 000 tonnia enemmän kuin 2017). Uiton määrä oli 327 000 tonnia, (80 000 tonnia enemmän kuin vuonna 2017) (Traficom, 2018). Vuonna 2019 tavaraa kulki kanavan läpi hieman yli miljoona tonnia. Liikenne Saimaan kanavassa väheni vuonna 2019 edelliseen vuoteen verrattuna. Yksi syistä oli alporttien remontti ja lyhyempi liikennekausi. Seuraavaksi lyhyt lista sisävesiliikenteen kehittämistarpeista, jotka havaittiin haastattelututkimuksen aikana:

- alhainen liikkuvuus ja vesikuljetusten nopeus. Aluksen kulkunopeus tavarakuljetuksen aikana ei ylitä 9 km / h;
- kova tuuli ja jääolot haittaavat lastausta, purkua ja kuljetusta eli riippuvuus sääoloista sekä ilmastollisista tekijöistä;
- rajoitetut kuljetusalueet;
- terminaalien ja kaluston kehittämisen korkeat kustannukset;
- kausiluonteisuus

Yrityksiä on kannustettava huomioimaan sisävesikuljetusten mahdollisuudet taloussuunnitelmissaan. Ympäristökysymysten tiukentuva valvonta tulee siirtämään logistiikkaketjujen suunnittelun painopistettä vähähiilisempiin vaihtoehtoihin.

## POHDINTAA

Ilmastomuutos vaikuttaa kaikkeen yritystoimintaan globaalisti. Se vaatii nykyiseltä logistiikalta ja kuljetusketjuilta mahdollisimman ympäristöystävällistä toteutusta. Rautateiden kapasiteetti on rajoitettu ja se tulee saavuttamaan rajansa. Maantiet eivät ole yhtä ympäristöystävällisiä ja energiatehokkaita kuin vesiväylät. Lentorahti on myös mahdollinen vaihtoehto, mutta se saattaa olla liian kallis suhteessa rahdin arvoon ja kiireellisyyteen. Ekologisen logistiikan mallissa annetaan mahdollisuus siirtää tavaravirtoja rautateille ja vesiväylille. Sisävesiliikenteellä on kyky vähentää tie- ja rautatieverkon ylikuormitusta sekä tieliikenteen päästöjä ja onnettomuuksia. Olisi keskeisen tärkeää, että Suomen päätöksentekijät tunnistaisivat sisävesikuljetusten hyödyt ja mahdollisuudet ja aloittaisivat yritysten kanssa tiiviin dialogin tavaravirtojen kehittämisen yhteisistä askeleista.

## LÄHTEET

Liikennevirasto 2011. Map of The Finnish Waterways. Saatavissa <http://worldcanals.org/english/finland.html> [viitattu 1.12.2020].

Liikennevirasto 2017. Kanavaliikennemääräykset.PDF-dokumentti. Saatavissa [https://julkaisut.vayla.fi/pdf5/2017\\_kanavaliikennemaaraykset.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf5/2017_kanavaliikennemaaraykset.pdf) [viitattu 12.5.2020].

Saimaan tarina. WWW dokumentti. Saatavissa: <https://www.saimaageopark.fi/saimaan-tarina/> [viitattu 11.5.2020].

Sirkkiä E. Sisävesiliikenne ja –väylänäkymät ja mahdollisuudet. Merenkululaitos. Saatavissa: <http://www.sisavesi.fi/wp-content/uploads/2018/04/5.2-Sis%C3%A4vesiliikenne-ja-v%C3%A4yl%C3%A4t.pdf> [viitattu 13.4.2020].

Sjöblom, J., Sointu, A., Tsvetkova & A., Wikström, K. 2015. Mega-Unit-Konsepti mahdollistavana teknologiana sisävesien kuljetuksiin. Case: Vuoksen vesistö. PBI Research Institute. Saatavissa: <https://varustamosaatio.fi/wp-content/uploads/2020/10/20151020-Loppuraportti-Mega-Unit-konsepti-mahdollistavana-teknologiana-sisa%CC%88vesien-kuljetuksiin.pdf> [viitattu 11.5.2016].

Tanskanen, J. 2019. Saimaan kanavasta pääsee jatkossa läpi lähes ympäri vuoden – nyt jännätään, onnistuuko se myös entistä suuremmilla laivoilla. YLE 17.5.2019. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10787490> [viitattu 7.4.2020].

Traficom. 2019. Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. PDF document. Saatavissa: [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset\\_raportti.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset_raportti.pdf) [viitattu 13.5.2020].

Tulli. 2016. Ulkomaankaupankuljetukset. PDF dokumentti. Saatavissa: <https://tulli.fi/documents/2912305/3494771/Ulkomaankaupan+kuljetukset+vuonna+2018/d8977a13-f17c-5a89-001e-a3d2a3766f5b/Ulkomaankaupan+kuljetukset+vuonna+2018.pdf?version=1.0> [viitattu 12.3.2020].

Valtioneuvosto sinetöi IMO:ssa sovitut säännöt uusien ro-ro-aluksien energiatehokkuudesta.2019. WWW-dokumentti. Navigator magazine, 05.04.2019. Saatavissa: <https://navigatormagazine.fi/uutiset/hallitus-sinetoi-imossa-sovitut-saannot-uusien-ro-ro-aluksien-energiatehokkuudesta/> [viitattu 13.5.2020].

Väylä. 2018. Liikennöinti Saimaan kanavassa. WWW document. Saatavissa: <https://vayla.fi/vaylista/vesivaylat/kanavat/saimaan-kanava/liikennointi-saimaan-kanavassa> [viitattu 13.4.2020].

Väylä 2019. Saimaan kanavan kehittäminen. PDF dokumentti. Suunnittelukohde 6/2019. Saatavissa: <https://vayla.fi/documents/20473/582583/VESI+Saimaan+kanavan+kehitt%C3%A4minen.pdf/c7e71aa0-0ad9-40d3-92bf-ae86c4ec329a> [viitattu 14.5.2020].

# NASTA-HANKE RAKENTAA SILTAA KAAKKOIS-SUOMEN JA VENÄJÄN VÄLILLÄ LUONNONKIVEN AVULLA

Anna Kiviniitty

Luonnonkivi on ollut arvokas rakennusmateriaali siitä lähtien, kun ihminen alkoi rakentaa, ja se säilyttää asemansa, vaikka maailma on muuttunut ja kehittynyt kivikaudesta tietoyhteiskuntaan. Kaikkein tyylikkäämmät ja hienostuneimmat rakennukset sekä muistomerkit on aina valmistettu kivistä, joten kivessä olevaa kauneutta pidetään ikuisena.

Yhteiskunnan jatkuva kehitys ja korkea koulutustaso ovat tehneet Suomesta korkean teknologian ja tieteen maan. Tämän ansiosta suomalainen kivenjalostusteollisuus pystyi kehittymään, ja Suomesta on tullut yksi maailman johtavista graniittituottajamaista. Suomi on erittäin rikas kivivarannoissaan. Sen muinainen, lähes kolme miljardia vuotta vanha kivinen pohja tunnetaan kaikkialla maailmassa (Geologia.fi, 2020). Ainutlaatuista ja kestävää ensiluokkaista kiveä on viety maailman metropoleihin 1700-luvulta lähtien.

Pohjoismaissa on mielenkiintoinen valikoima luonnonkiviesiintymiä, joista osa on todella tunnettuja kansainvälisillä markkinoilla. Suomi liitetään yleensä ruskeaan, vihreään ja punaiseen graniittiin. Jokaisessa Suomessa sijaitsevassa louhintayrityksessä ruskea graniitti on yleensä valikoimassa.

Suurin osa tällä hetkellä aktiivisista louhoksista sijaitsee Etelä-Karjalassa ja Kymenlaaksossa lähellä Venäjän rajaa (Suomen ympäristö 5, 2014, 12). Voidaan sanoa, että tärkeimmät graniittisen luonnonkiven louhinta-alueet sijaitsevat Kaakkois-Suomen rapakivialueilla.

## RAPAKIVIGRANIITTI ON AINUTLAATUINEN LUONNONKIVI

Graniitti on maankuoren yleisin magmainen polymineraalikiivi. Suomen graniiteista suuri osa on 1 800–1 900 miljoonaa vuotta vanhoja varsinkin maan pohjoisosissa. Etelässä ne ovat hieman myöhemmin jähmettyneitä. Rapakivigraniittien ikä on noin 1 650 miljoonaa vuotta. (Rämö, T., Haapala, I. ja Laitakari, I. 1998)

Rapakivialueita on Etelä-Suomessa useita, mutta niistä selkeästi suurin on Viipurin rapakivialue, joka ulottuu Itä-Uudeltamaalta aina Venäjälle saakka. Tämä massiivinen 18 000 km<sup>3</sup>:n laajuinen rapakivibatoliitti (=suuri magmakivialue) koostuu useista eri vaiheissa muodostuneista rapakivilajeista. (Valkama M.2016)

Luonnon graniitilla on monia etuja kuten kestävyys, vahvuus, veden ja sään kestävyys sekä ekologisuus. Teknisesti graniitti on yhtä täydellinen kuin kivi voi olla, ja silti sen tärkein etu on sen ulkonäkö. Graniittien tärkeä ominaisuus mineraalikoostumuksen lisäksi on kuitenkin sen rakenne, joka määrää kiven muodostavien mineraalien sijainti ja suhteet. Rakenteen ansiosta yksi graniittilajikkeista sai nimekseen rapakivi. Se koostuu suurista (enintään 5 cm) pyöristetyistä tai munanmuotoisista vaaleanpunaisista sulkeutumista. Kaikissa rapakivissä ei välttämättä ole hyvin kehittyneitä rapakivitekstuuria, jolloin graniitissa on 1–5 cm:n läpimittaisia pyöreitä täpliä (kuva 1). Nämä täplät ylittävät kiven ja niihin sementoituvat kaikki mineraalit, mikä luo kivelle kauniin kuvion. (Rämö, T., Haapala, I. ja Laitakari, I. 1998)



**Kuva 1.** Mineraalit muodostavat ainutlaatuisen kuvion graniitissa. (Kuva: Anna Kiviniitty)

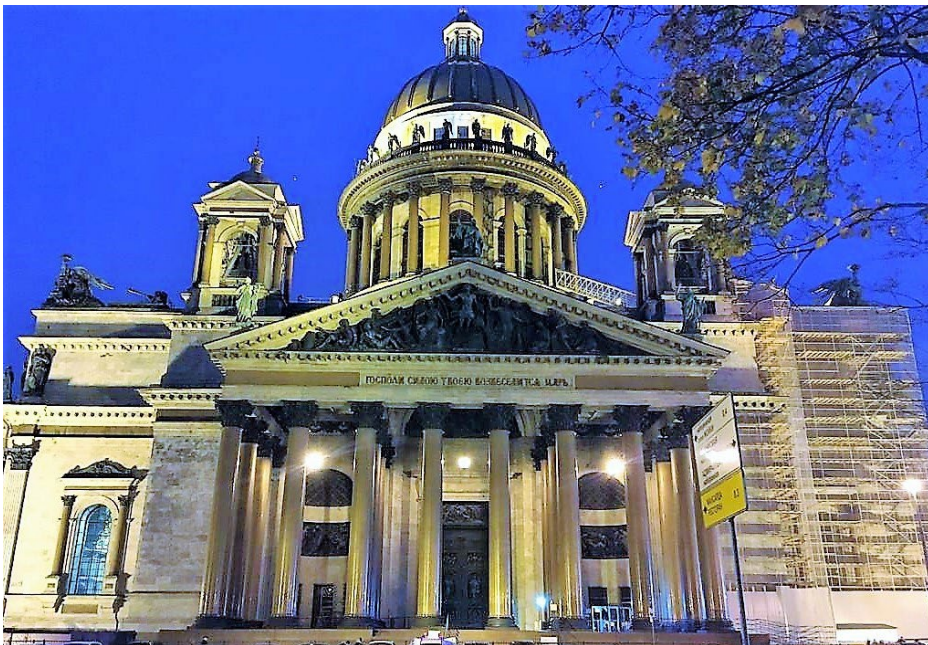
Rapakivi on arvostettu rakennuskivi juuri monipuolisuuden ja kestävyys sekä ekologisuuden ja kierrätettävyyden vuoksi. Kauniin värin ja tekstuurin ansiosta rapakiviä käytetään sekä ulkona että sisätiloissa, kuten keittiön pinnoissa ja portaissa. Rapakiveä käytetään usein myös erilaisissa monumenteissa, takoissa, ulkoportaissa ja hautakivissä. Kiven tunnettuja tuotemerkkejä ovat Carmen Red eli Karelia Red, Eagle Red eli Kotka Red, Baltic Brown, Monola Brown ja Baltic Green (Suomen ympäristö 5, 2014, 10). Suomalainen graniitti kestävä sekä ilmastonmuutosta että ympäristön pilaantumista. Näillä graniittilaaduilla on suurin kysyntä.

## SUOMEN TUNNETUIN GRANIITTIMUUTOS PIETARIN ARKKITEHTUURISSA

Pietari on yksi kauneimmista kaupungeista maailmassa. Rakennusliiketoiminnan kehitys mahdollisti kiven laajan käytön rakentamisessa, minkä vuoksi Pietari erottui kivikoristeellaan muista maailman kaupungeista. Jo 1800-luvulla Pietarin rakentamiseen käytettiin merkittäviä määriä suomalaista graniittia. Tunnetuimpia nähtävyyksiä ovat, Nevan pengerteet, lukuisat sillat ja tietysti rakennukset, jotka on rakennettu punaisesta rapakivi-graniitista.

Pietarissa graniitin käyttö ja kuviointi näkyy parhaiten Aleksanterin I:n pylväessä, Iisakin (Kuva 2) ja Kazanin katedraalien pylväissä ja muilla hyvin kiillotetuilla pinnoilla. Iisakinkirkon pylväsrivistö louhittiin Virolahden kallioperästä. Pylväitä Virolahdella louhittiin 1800-luvun alkupuoliskolla Pyterlahden louhoksessa, Carmen Red rapakivestä (Parkkinen, 2013).

Maailman neljänneksi korkeinta kupolirakennusta, 101,5-metristä Iisakinkirkkoa rakennettiin 40 vuoden ajan vuosina 1818–1858. (Parkkinen J. 6.11.2013) Seinien ikkunoiden lähellä olevat 112 ulkosarakea ja 8 puolipylvästä ovat leikattu monoliittisistä graniittilohkoista. Jokainen ulompi pylväs painaa 114 tonnia ja on 17 metriä korkea (kuva 2). Lisäksi pohja, jolle pylväät asennettiin, rakennettiin saman kiven lohkoista. Kivipylväät kuljetettiin louhokselta tasapohjaisilla proomuilla, joita kaksi höyrylaitetta hinattiin Pietarin laiturille. Siellä monoliitit purettiin ja kuljetettiin erityisellä kiskoradalla rakennustyömaalle lopullista käsittelyä varten. (Tutakova, 2019)



**Kuva 2.** Iisakinkirkon pylväät on valmistettu Pyterlahden rapakivestä. (Kuva: Natalia Falina)



Eräs arkkitehtoninen ihme ansaitsee erityisen maininnan: suuri Aleksandrian pylväs Palatsin aukion keskustassa on leikattu yhdestä rapakivi-lohkosta, joka tuotiin Suomesta 1800-luvun alussa. Tämän graniittifragmentti-monoliitin massa oli 3754 tonnia ja pituus 30,4 metriä. Aleksandrian pylvään lopulliset mitat ovat: pituus 27,9 metriä, alempi halkaisija 3,3, ylempi halkaisija 3,15 metriä ja paino 650 tonnia. (Tutakova, 2019)

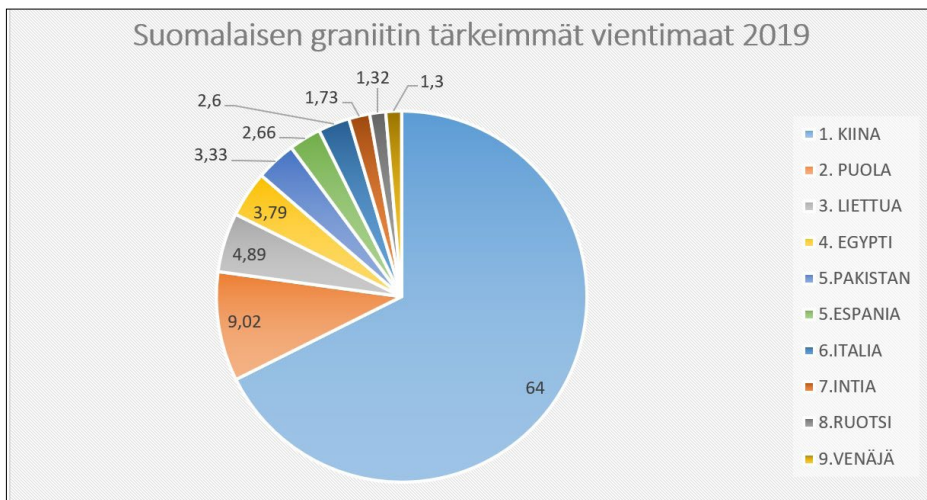
Kaikki Pietarin rakentamisessa käytetyt rapakivi-graniitit louhittiin Viipurin massiivisesta louhoksesta, joka on noin 18 000 km<sup>3</sup>:n kokoinen. Vanhoina aikoina Viipurin alueella louhittiin graniittia lähellä Haminan kaupunkia useissa louhoksissa, jotka sijaitsivat Suomenlahden rannikolla.

Punaista graniittia Virolahden ja Haminan kunnista käytettiin mm. siltojen, perustusten ja laiturien rakentamisessa ja katujen päällystyksessä. Siitä lähtien rapakivi on ollut tärkeä luonnonkiven lähde Suomessa. 1970-luvulla tuotanto kasvoi merkittävästi, kun Ylämaan kunnassa havaittiin ruskean graniitin potentiaali. (Härmä & Selonen 2018)

## KIVITEOLLISUUDEN TILA JA TÄRKEIMMÄT SUUNTAUKSET

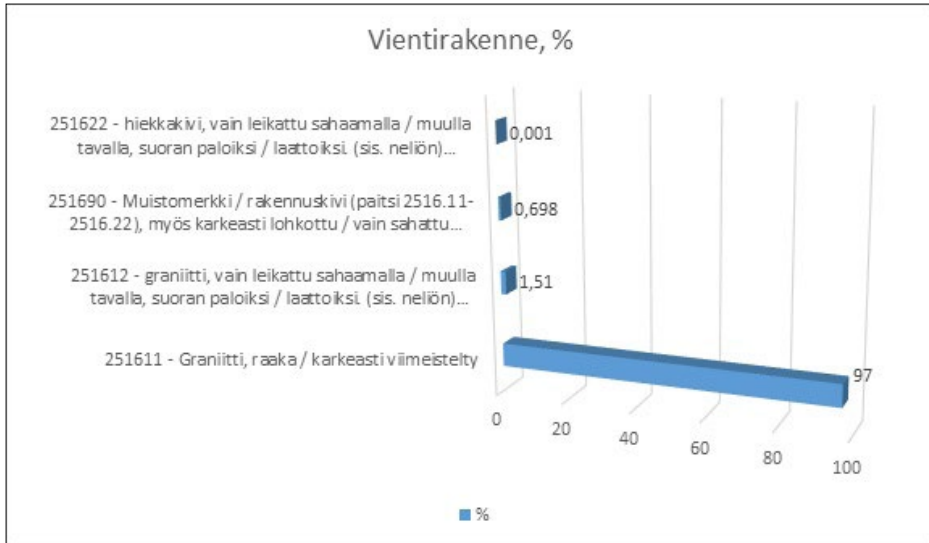
Suomen luonnonkiviliiton mukaan Suomessa on tällä hetkellä 200 yritystä, jotka louhivat ja jalostavat graniittia. Tänä päivänä Suomessa on 5 060 toimivaa graniittilouhosta. Luonnonkiven tuottajana Suomi on 15 suurimman maan joukossa ja graniitin viejänä 10 johtavan maan joukossa.

Viennillä on tärkeä merkitys luonnonkiviteollisuudelle. Luonnonkiveä viedään Suomesta noin 40 maahan. Graniitin viennin selvästi tärkein kohdema on Kiina. Muita merkittäviä maita ovat mm. Liettua, Puola ja Venäjä.



**Kuva 3.** Graniitin vienti Suomesta vuonna 2019. (Kuva: Annual International Trade Statistics by Country, 2019)

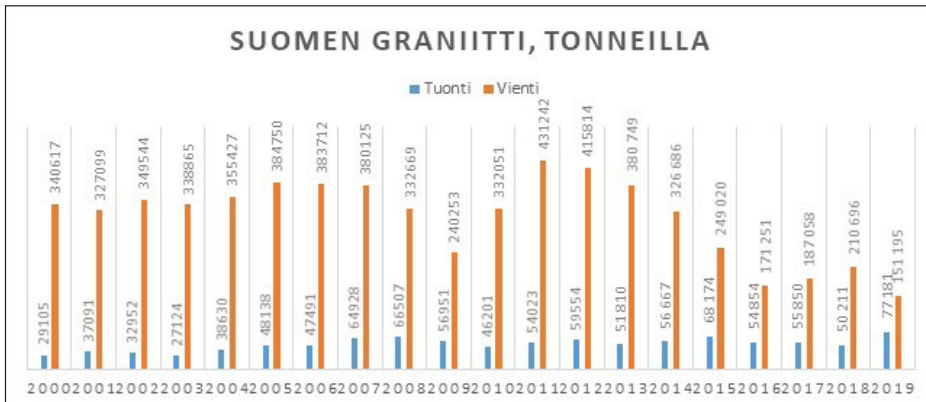
Nykyaikainen luonnonkiven louhintatekniikka sekä luotettava ja oikea-aikainen kivituo-  
teiden toimitusjärjestelmä takaavat suomalaisen luonnonkiven toimituksen. Kiveä viedään  
lohkojen, laattojen, päällystekivien ja kiillotettujen laattojen muodossa yli 40 maahan  
ympäri maailmaa. Suurin osa Suomessa louhitusta graniitista viedään muihin maihin  
jatkokäsittelyä varten.



**Kuva 4.** Luonnonkiven vientirakenne Suomesta hyödykeryhmittäin vuonna 2019. (Tullin tilastot)

Luonnonkivituotteita myös tuodaan Suomeen. Tuontimaista Kiina on selvästi merkittävin. Kiinasta Suomeen tuodaan mm. katukiviä. Vähäisemmässä määrin tuontia on myös mm. Italiasta, Ruotsista ja Intiasta.

Luonnonkiven kokonaisviennin arvo on laskenut viime vuosina. Viennin supistuminen johtui graniitin viennin vähenemisestä. Graniitin viennin määrä oli vuonna 2011 yhteensä yli 400 000 tonnia, vuonna 2015 oli noin 250 000 tonnia ja vuonna 2019 vain vähän yli 151 000 tonnia.



**Kuva 5.** Suomen graniitin tuonti ja vienti. (Tullin tilastot / Kivi Ry)

Viime vuosien vientitilastojen perusteella kivit tuotteiden vienti on supistunut ja tuonti on kasvanut. Vuonna 2019 vienti on ollut pienimmillään kyseisen tarkastelujakson aikana.

Kiviainesta tarvitaan Suomessa noin 100 miljoonaa tonnia infrarakentamiseen ja olemassa olevien rakenteiden ylläpitoon vuosittain. Kiviainesala on selvästi suurin kaivannaisteollisuuden aloista Suomessa sekä tuotanto- ja henkilöstömäärien että liikevaihdon perusteella mitattuna. Koko Suomen kiviainestoimialan vuotuinen liikevaihto kuljetuksineen on 550 miljoonaa euroa. (Härmä & Selonen 2018) Kiviainesteollisuuden työllistää noin 1 800 henkilöä.

Luonnonkiviteollisuus on hyvin pk-yritysvaltainen toimiala. Valtaosa yrityksistä on pieniä perheyriyksiä. Esimerkiksi Suomen Kiviteollisuus Oy juhli 100-vuotisjuhliiaan vuonna 2014. Palin Granit perustettiin vuonna 1921.



**Kuva 6.** Palin Graniitin louhimo. (kuva: Anna Kiviniitty)

## NASTA-HANKE EDISTÄÄ KIVIALAA

Monet maat toimittavat graniittia maailman graniittimarkkinoille, mutta suomalainen graniitti tunnetaan erityisestä vahvuudestaan, kauneudestaan ja kestävydestään. Graniitti ei ole täysin ikuinen kivi. Lukuisissa rapakivi-graniiteista valmistetuista Pietarin arkkitehtuurisissa rakenteissa näkyvät valitettavasti kulumisen jäljet.

Aleksanterin pylvään pintaan ilmestyi halkeamia vuonna 1862, jotka korjattiin sen aikaisella sementillä. Seuraavien vuosien aikana tehtiin kosmeettisia korjauksia. Monoliittipylvään tarkastus kesällä 2001 osoitti 27 halkeamaa, jossa kokonaispituus oli noin 8 metriä. (Morozov & Belov, 2016)

Restaurointirakentaminen kasvaa edelleen tasaisesti sekä Venäjällä että Suomessa. Pietarin pengerteiden, palatsien ja monumenttien historiallisen ulkonäön palauttaminen ja säilyttäminen on Pietarin hallituksen tehtävä. Suomen rapakivi voisi toimia siltana Kaakkois-Suomen ja Venäjän välillä restaurointirakentamisessa.

Vuonna 2019 kansainvälinen projekti ”Luonnonkivien historia ja tulevaisuus arkkitehtuurissa (NaStA)” käynnistyi. Hanke alkoi 01.10.2019 ja päättyi 31.07.2022. Suomalais-venäläisessä yhteistyöhanke Nastassa selvitetään Pietarin mahdollisia graniittikivitarpeita sekä Suomen ja Karjalan kannaksen kivivarantoja. Tavoitteena on myös edistää rajan yli tapahtuvaa kauppaa ja luoda yhteinen klusteri.

Xamkilla on vahva kokemus logistiikkakeskusten ja klustereiden operatiivisesta verkostoitumisesta. NaStA-projektissa Xamk luo rajat ylittävän logistiikkaklusterin ja tutkii liiketoimintamahdollisuuksia luonnonkiviliiketoiminnan edistämiseksi. Xamk tutkii myös logistista ketjua ja mahdollisia pullonkauloja. Hankkeen avulla luodaan rajat ylittävää yhteistyötä ja lisätä suomalaisten graniittien ja osaamisen käyttöä etenkin Pietarin alueen restaurointikohteissa.

## LÄHTEET

Finland | Imports and Exports | World | Granite, porphyry, basalt, sandstone and other monumental or building stone | Netweight (kg); Quantity and Value (US\$) | 2008 – 2019. Annual International Trade Statistics by Country. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://trendeconomy.com/data/h2/Finland/2516> [viitattu 25.9.2020].

Geologia.fi 2020. Geologia kertoo maasta, maankamarasta ja meistä. Www-dokumentti. Saatavissa: [www.geologia.fi](http://www.geologia.fi) [viitattu 1.12.2020].

Härmä P., Selonen O. Natural stone production in the Wiborg rapakivi granite batholith in southeastern Finland. 2018. Geotechnical report 10. E-kirja. Helsinki. Vastapaino. Saatavissa: <https://kivi.info/wp/wp-content/uploads/2019/10/Natural-stone-production-in-the-Wiborg-rapakivi-granite-batholith-in-southeastern-Finland.pdf> [viitattu 29.9.2020].

Kiviaines- ja luonnonkiviteollisuuden kehitysnäkymät PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://tem.fi/documents/1410877/2851374/Kiviaines-+ja+luonnonkiviteollisuuden+kehitysn%C3%A4kym%C3%A4t+2015.pdf/7134fc82-5f2d-4a0e-8621-141ea1fb5045/Kiviaines-+ja+luonnonkiviteollisuuden+kehitysn%C3%A4kym%C3%A4t+2015.pdf> [viitattu 5.10.2020].

Kivi ry: Toimintakertomus 2019. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://kivi.info/wp/wp-content/uploads/2020/04/Toimintakertomus-2019.pdf> [viitattu 24.9.2020].

Parkkinen J. Pyterlahden graniittilouhos. Virolahti. 6.11.2013. Saatavissa: <https://retki-paikka.fi/pyterlahden-graniittilouhos-virolahti/> [viitattu 29.9.2020].

Rämö, T., Haapala, I. ja Laitakari, I. 1998. Rapakivigraniitit – peruskallio repeää ja sen juuret sulavat. In: Lehtinen, M., Nurmi, R.A., Rämö, O.T. (Toim.), Suomen kallioperä – 3000 vuosimiljoonaa. Suomen geologinen seura. Gummerus kirjapaino, Jyväskylä. 257–283. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Rapakivi> [viitattu 5.9.2020].

Tulli, tilastotietokanta. Ulkomaankauppatilasto. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://uljas.tulli.fi/v3rti/db/0/cubes/19> [viitattu 3.10.2020].

Valkama M. Suomen graniiteista ratkaisu teknologiateollisuuden indium-pulaan? 24.10.2016. Elävä tiedettä. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://blogit.utu.fi/elavaa/2016/11/24/suomen-graniiteista-ratkaisu-teknologiateollisuuden-indium-pulaan/> [viitattu 2.10.2020].

Ympäristön-suojeluparhaat ympäristökäytännöt. Luonnonkivituotannossa suomen ympäristö 5. 2014 Parhaat ympäristökäytännöt (BEP) luonnonkivituotannossa. Ilona Romu (toim.) Www-dokumentti. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152750/SY\\_5\\_2014.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152750/SY_5_2014.pdf?sequence=1) [viitattu 2.10.2020].

Морозов В., Белов С. Петербургские беды гранита.15.11.2016. Национальный портал Природа России. Graniitin ongelmat Pietarissa. Venäjän luontoportaali. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=11544&sphrase\\_id=23700](http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=11544&sphrase_id=23700) [viitattu 26.9.2020].

Тутакова А. Граниты на Карельском перешейке и их использование в архитектуре Санкт-Петербурга. Graniitit Karjalan kannaksella ja niiden käyttö Pietarin arkkitehtuurissa. 15.7.2019. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://ecopeterburg.ru/2019/07/15/%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B-D%D0%B8%D1%82%D1%8B-%D0%BD%D0%B0-%D0%BA%D0%B0%-D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%BE%-D0%BC-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%B9%D0%BA%D0%B5-%D0%B8-%D0%B8%D1%85-%D0%B8/> [viitattu 5.9.2020].

# VESITIEPÄIVÄT 2020 – REFERAATTI SEMINAARIN ESITELMISTÄ

Elias Altarriba

## JOHDANTO

Suomen Vesitieyhdistys järjesti Lappeenrannassa 29.1.2020 perinteisen talviseminaarin, joka on vuodesta 2019 kantanut nimeä ”Vesitiepäivät”. Seminaariin kokoontuu henkilöstöä monelta alalta liittyen kuitenkin tavalla tai toisella vesireittien kehittämiseen tai muutoin merenkulkuun. Paikalla on viranomaisia, varustamoita, poliittisia päättäjiä ja monia muita tahoja. Vesitiepäivien teemana oli tänä vuonna kestävä kehitys, ilmastonmuutoksen rajoittaminen, päästökuormitus ja vesikuljetusten ympäristöystävällisyys. Kaikki nämä ovat tärkeitä ja ajankohtaisia teemoja, joilla osaltaan pyritään vastaamaan ilmastonmuutoksen tuottamiin haasteisiin. Tämä referaatti antaa yleiskuvan seminaarissa pidetyistä esitelmistä ja niissä käsitellyistä keskeisistä asioista.

## YMPÄRISTÖNÄKÖKULMAT VAHVASTI ESILLÄ VESITIEPÄIVILLÄ

Seminaarin ensimmäisenä puhujana oli kansanedustaja Suna Kymäläinen (Kymäläinen, 2020). Hän totesi Marinin hallituksen asettaneen kunnianhimoiset ympäristötavoitteet: Liikenteen päästöt on tarkoitus puolittaa vuoteen 2030 mennessä ja Suomesta on tarkoitus tehdä hiilineutraali vuoteen 2035. Tämä noudattaa eurooppalaista viitekehystä, sillä Euroopan unionista on tarkoitus saada hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä. Liikenteen päästöistä 71,7 % syntyy tieliikenteestä, vesiliikenteen osuus on 13,4 %. Tämä merkitsee sitä, että päästövähennyksiä tarvitaan toki kaikissa liikennemuodoissa, mutta yksi osaratkaisua voisi olla rahtiliikenteen siirtäminen kumipyöriltä vesille. Vesiteissä on tällä hetkellä paljon käytämättömää kapasiteettia ja ne tarjoavat ympäristöystävällisen vaihtoehdon rekkakuljetuksille.

Marinin hallitusohjelmaan on kirjattu erikseen sisävesiliikenteen kehittämissuunnitelma, jossa huomioidaan myös elinkeinoelämä ja vesiensuojelu. Esimerkiksi kanavahankkeita voidaan siis tehdä paitsi rahtiliikenteen edistämiseksi myös matkailunäkökulmaa ajatellen. Yksi tällainen valmistuva projekti on Kimolan kanava. Saimaan kanavan sulkujen pidennystä ei ole hallitusohjelmassa erikseen mainittu, mutta sisällöllisesti se mahtuu hallitusohjelman

raameihin ja sittemmin syksyllä 2020 hallitus päättikin esittää määrärahaa sulkujen pidennysprojektiin. Liikennejärjestelmää kehitetään painottaen liikennejärjestelmän kehitystyön 12-vuotissuunnitelmaa, mikä uudistetun lainsäädännön johdosta luodaan ensimmäistä kertaa vuonna 2020. Mikäli Saimaan kanavan sulkujen pidennys toteutuu hallituksen esityksen mukaisesti, tulee siitä Suomen merkittävin kanavainvestointi sitten 1960-luvun, jolloin nykyisen kanavan rakennusprojekti toteutettiin.

Merenkulkuala on muutoinkin lukuisten ympäristölainsäädäntöön liittyvien muutosten kourissa: Itämeri on yksi maailman liikenneväyistä merialueista. Esimerkiksi Suomessa meriteitse tapahtuvat vientikuljetukset olivat vuonna 2017 51,5 Mt ja tuonti 47,3 Mt sisältäen Saimaan kanavan kautta kulkevan rahdin. Vesitiet tarjoavat suoran yhteyden eurooppalaiseen TEN-T-liikenneverkkoon. Itämeren aluetta koskeva rikkidirektiivi astui voimaan vuonna 2015 rajoittaen käytettävän polttoaineen rikkipitoisuuden 0,1 %. Vaihtoehtoisesti alusten on käytettävä rikkipesureita. Ennen rikkidirektiivin voimaantulusta sen negatiivisia vaikutuksia Suomen vientiteollisuudelle pelättiin, mutta ne osoittautuivat huomattavasti arvioitua pienemmiksi. Seuraava merkittävä IMO:n hyväksymä, Itämeren ja Pohjanmeren koskeva NECA-sopimus rajoittaa typenoksidipäästöjä. Sopimuksen mukaan vuoden 2021 jälkeen rakennettuihin laivoihin on asennettava katalyysattori tai vaihtoehtoisesti siirryttävä käyttämään puhtaampia polttoaineratkaisuja, esimerkiksi LNG:tä.

Toisen esitelmän piti Jussi Kaurola Ilmatieteen laitokselta (Kaurola, 2020). Esitelmä käsitteli ilmastomuutokseen liittyviä ajankohtaisia asioita globaalista näkökulmasta, koska aihe on kuitenkin joka tapauksessa globaali. On hyvin selvää, että ihmisen vaikutus ilmastoon on ollut raju. CO<sub>2</sub>:n määrä ilmakehässä on ollut satoja tuhansia vuosia noin 250 ppm. Määrä on ollut jonkin verran koholla lämpiminä kausina ja vastaavasti alempana kylminä kausina. Kylmä merivesi sitoo tehokkaasti hiilidioksidia, mikä osaltaan selittää nämä vaihtelut. Tällä hetkellä hiilidioksidipitoisuus on selkeästi yli 400 ppm:ä kasvun jatkuessa edelleen, minkä seurauksena muutokset ilmastoon ovat rajuja.

Pariisin ilmastosopimus oli merkittävä edistysaskel, koska siinä pystyttiin sopimaan konkreettisista asioista, joita tullaan tekemään ilmastomuutoksen hillitsemiseksi siten, että maapallon keskilämpötila ei nouse yli kahta celsiusastetta. Valitettavasti poliittinen tahto ei kuitenkaan ole riittänyt ja sovittuja lupauksia ei ole noudatettu. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että ilmastotavoitteiden osalta Pariisin sopimus epäonnistui, mitä ei myöskään ole helpottanut muun muassa Yhdysvaltojen vetäytyminen virallisesti sopimuksesta. Voidaan siis sanoa, että maapallon keskilämpötila tulee nousemaan yli kaksi celsiusastetta vuosisadan loppuun mennessä. Myös Davosissa tehty analyysi osoittaa, että ilmastotoimien epäonnistuminen katsotaan sekä todennäköiseksi että vaikutuksiltaan dramaattiseksi uhaksi. Moni asia kuitenkin vaatii lisätutkimuksia: esimerkiksi metaanipäästöjen uhka sisältää tällä hetkellä suuria epävarmuuksia. Päästöjen suuruudesta ei ole selkeää käsitystä ja metaani säilyy ilmakehässä vain 10–15 vuotta siinä missä hiilidioksidi tuhansia vuosia. Kerrannaisvaikutuksia on siis haastavaa arvioida luotettavasti.



Ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät kuitenkin myös käytännön elämässä: erityisesti mantereilla lämpeneminen on ollut voimakasta esiteolliseen aikaan verrattuna. Pohjoisen pallonpuoliskon talvi on lämmennyt eniten. Lumeton maa ja merijään väheneminen kiihdyttävät lämpenemistä entisestään, kun lumen ja jään lämpösteilyn heijastusvaikutus vähenee. Suomessa lämpeneminen on ollut erityisen nopeaa, muutos on jo noin kaksi celsiusastetta verrattuna esiteolliseen aikaan. Eniten ovat lämmenneet joulukuun säät, myös maalishuhtikuussa lämpeneminen on ollut voimakasta. Esimerkiksi Lappeenrannan Lauritsalassa jäiden lähtö tapahtui vuonna 1885 keskimäärin 9. toukokuuta, siinä missä vuonna 2002 keskimääräinen jäidenlähtöpäivä oli 29.4. Myös pohjoisen jäämeren monivuotinen jää on vähentynyt dramaattisesti. Yli viisivuotisen jään määrä on vähentynyt yli 90 % 1970-luvulta lähtien. Ilmastonmuutoksen vaikutukset eivät kuitenkaan jakaudu tasaisesti: Lämpimät maat kärsivät todennäköisesti taloudellisesti eniten, kylmissä maissa bruttokansantuote voi ilmastotoimien seurauksena jopa kasvaakin. Myös lajisto tulee todennäköisesti joka tapauksessa muuttumaan merkittävästi.

Suomen ympäristökeskuksen professori Anna-Stiina Heiskanen kertoi omassa esitelmässään hiilineutraaliustavoitteista ja sinisestä taloudesta (Heiskanen, 2020). Sinisellä taloudella tarkoitetaan vesistöihin painottuvaa taloutta, mikä voi merkitä yhtä lailla vesireittien käyttöä tavaralogistiikkaan kuin vesiympäristössä tapahtuvaa matkailuakin. Erityisesti luontomatkailijoiden määrän kasvaessa myös vesistöjen tilaan on kiinnitettävä huomiota tarkasti: luontoarvot ovat näille matkailijoille tärkeitä ja saastuvat vesistöt karkottavat nämä matkailijaryhmät, jolloin menetetään myös heidän vaikutuksensa alueen matkailuelinkeinolle. Monilla alueilla ollaankin valmiita ottamaan käyttöön vapaaehtoiset vesistöjen hoitomaksut, joilla on tarkoitus pitää huolta ja kunnostaa alueen vesistöjä.

Ilmastonmuutos vaikuttaa kuitenkin myös sinisen talouden mahdollisuuksiin: sillä on vaikutuksia sademääriin, veden laatuun, veden lämpötilaan, pintavesien määrään, alueiden ekosysteemeihin, pohjavesiin, lumipeitteeseen ja moniin muihin seikkoihin. Talvitulvat tulevat todennäköisesti lisääntymään siinä missä kevättulvat mahdollisesti vähenevät. Jokien virtaamat vaihtelevat, minkä seurauksena myös järvien pinnanvaihtelut lisääntyvät. Asia koskee myös Saimaata, vaikka kyseessä onkin suuri vesiallas. Juoksutussääntöjä on todennäköisesti muutettava talvitulvien ehkäisemiseksi ja toisaalta loppukesän ja syksyn aiheuttaman kuivuuden vaikutusten kompensoimiseksi. Kuivuudella on vaikutusta myös vesiliikenteelle muun muassa kulkusyvyyssrajoituksina, toisaalta hyvin korkea vedenkorkeus aiheuttaa ongelmia alituskorkeuksien suhteen varsinaisten tulvien lisäksi. Mittaushistorian kuivin kausi on ollut toistaiseksi vuosina 1941–1942. Myös talvinen jääpeite ohenee jäidenlähdön aikaistuessa ja jäätyminen tapahtuessa entistä myöhemmin. Myös vieraslajit voivat aiheuttaa ongelmia myös Saimaalla: muun muassa hyytelösammaleläin on levinnyt Saimaalle todennäköisesti painolastivesien kautta. IMO:n painolastivesiyhteisö sopimus koskee myös Saimaan aluetta, mutta mikään sopimus ei kuitenkaan tarjoa aukotonta suojaa uhkia vastaan.

Antti Vehviläinen Etelä-Karjalan liitosta esitteli Saimaan vesireittien tarjoamaa potentiaalia leikkimielisellä esityksellä (Vehviläinen, 2020): Hän pyysi yleisöä kuvittelemaan olemaan vuodessa 2025 kuuntelemassa tätä esitelmää. Tämän jälkeen esitelmässä käytiin tulevaisuuden kuviteltu historia läpi vuosilta 2020-2025. Tilanne lähti siitä, että vuonna 2020 hallitus hyväksyi lisäbudjetin Saimaan kanavan sulkujen pidentämisestä. Vuonna 2021 sopimus saatiin ratifioitua Venäjälläkin, minkä jälkeen pidennyshanke toteutettiin vuosina 2022-2023. Uudistettu kanava oli toiminnassa ensimmäisen kokonaisen kauden vuonna 2024. Tämän seurauksena uitto, sisäinen alusliikenne ja aluskuljetukset ovat lisääntyneet merkittävästi. Laivauskausi on saatu pidennettyä 11 kuukauteen ja hiilidioksidipäästöt rahtitonnia kohden ovat pienentyneet rahdin siirtyessä kumipyöriltä vesille. Saimaan alueen satamat fuusioituivat ”Port of Saimaa” -nimen alle. Yhteenliittymä koordinoi satamatoimintojen kokonaistilannetta Saimaalla. Aiemmat satamat toimivat siis lähinnä paikallisterminaaleina. Tämä on osaltaan NaviSaimaa-hankkeen tuloksia, kuten myös samaa nimeä kantava uusi Saimaan alueen edunvalvontajärjestö. EU:n väylärahoitusta on saatu myös merkittävästi, kun väylästä on liitetty EU:n ScanMed/TEN-T -rahoitusohjelmaan. Kanavan pidentäminen on tuonut alueelle myös uutta aluskalustoa ja raakapuukuljetusten lisäksi myös konttiliikenne on käynnistymässä ensi kertaa. Esitelmä toi hyvin esille kerrannaisvaikutuksia, joihin Saimaan kanavan pidennyshanke mahdollisesti vaikuttaisi. Todellinen tulevaisuus tietysti näyttää, mitkä näistä sitten todella toteutuisivat.

Väyläviraston Harri Liikanen esitteli Saimaan kanavan sulkujen pidennyssuunnitelman (Liikanen, 2020). Selvitykset ja suunnitelmat ovat siis valmiina, projektin toteuttaminen oli seminaarin aikaan kuitenkin vielä poliittista päätöstä vailla (hallituksen esitys valmistui syyskuussa 2020). Hyötyjä väylävirasto näkee hankkeella merkittävästi. Yläporttien siirtäminen 11,5 metriä pidentäisi sulkuja siten, että pisin sulkuun mahtuva laiva olisi pituudeltaan 93 metriä. Tämän seurauksena kapasiteetti kasvaisi 2500 tonnista noin 3000–3200 tonniin. Tällä hetkellä Saimaalla liikkuva kalusto on hyvin vanhaa, johtuen osittain juuri kanavan pidennyssuunnitelmista. Varustamot eivät halua investoida aluksiin, kun on epäselvää, mitä muutoksia ja milloin kanavaan mahdollisesti tehdään. Ratkaisu on siis iso kynnyskysymys varustamoiden investointipäätöksille.

Saimaan kanavan yläporttirakenne on harvinainen. Muualla Suomessa näitä ei ole, Saksassa sitä vastoin rakennetta löytyy useistakin kanavista. Uusi porttirakenne tulisi olemaan samanlainen, porttikohtaisten kustannusten ollessa noin miljoonan euron luokkaa. Uppoavana porttina talviliikenne myös onnistuu, koska portti saadaan välillä veden alle sulamaan. Jokainen sulku on kuitenkin vähän erilainen kokonaisuus johtuen muun muassa sulun ympärillä olevista maalajeista. Tämän vuoksi jokaisen sulun muutokset on tehtävä erikseen. Sulkujen pidentäminen ja Saimaan kanavan vedenpinnan nostaminen ovat kaksi eri projektia, jotka voidaan toteuttaa joko yhdessä tai erikseen. Muita kanavassa tehtäviä muutoksia ovat muun muassa Särkijärven alatasaman purkaminen ja yläpuolen muurin uusiminen, Rättijärven yläpuolen väylän laajennus, ja Pällin alatasaman purkaminen. Kokonaiskustannusarvio on noin 80 miljoonaa euroa.

Kanavan laajennus on kuitenkin monessa mielessä erityislaatuinen rakennushanke. Kanavahankkeita toteutetaan Suomessa harvoin ja lisäksi Saimaan kanavalla vuokra-aluetyöskentely asettaa lukuisia rajoituksia: työntekijöiden on oltava Suomen kansalaisia, omattava erityiskulkuluvat, ajoneuvoilla on oltava omat kulkuluvat ja muutoinkin työskentely on rajoitettua. Tarvikkeiden kuljetukset, rajan ylitykset ja työvoiman saatavuus voivat siis tuottaa ongelmia. Lisäksi työn tekninen haastavuus ja ainutlaatuisuus (lyhyt toteutusaika, talvityöskentely, työntekijöiden rajoitettu määrä, kanavan tyhjennykset ja tulvapadotukset) tuottavat haasteita. Sulkujen pidentämistyö tehdään käytännössä 20x20x20 metrin kokoisella alueella ja aikaa työn tekemiseen on 6 kuukautta kerrallaan.

Jäänmurtotilanteesta Saimaalla kertoi väyläviraston Markus Karjalainen (Karjalainen, 2020). Syksyllä 2019 Saimaalle on saatu uusi irtokeularatkaisu, jolla jäätä on tarkoitus murtaa aiempaa tehokkaammin ja taloudellisemmin. Konsepti on täysin uudenlainen, mikä on tuonut myös jonkin verran teknisiä haasteita. Alun perin tavoitteena oli saada irtokeula operatiiviseen käyttöön jo tammikuussa 2020, mutta käytännössä irtokeulan testaus siirtyy kevääseen, siis huhtikuuhun 2020. Kanava on sulkeutunut 1.2, minkä jälkeen jäänmurtotarvetta ei ole ennen kevätiliikenteen käynnistymistä 31.3. Tekniset haasteet eivät kuitenkaan ole aiheuttaneet ongelmia liikenteelle, koska jäätalvi on ollut helppo ja liikennemäärät oletettuja vähäisempiä.

Asmo Huusko GTK:lta pohti mahdollisuuksia Saimaan kanavan liikennekauden pidentämiselle geologian näkökulmasta (Huusko, 2020). Geologia liitetään usein kaivostoimintaan, mutta käytännössä sovellukset ovat kuitenkin paljon laajempia. Ne liittyvät yleisesti maanalaisen maailman tutkimiseen. Geologiaa tarvitaan muun muassa aluesuunnitteluun ja kaavoituksen laadintaan, maan rakennettavuuden arviointiin, ydinjätteen loppusijoitusratkaisujen tekemiseen sekä maa- ja kallioperän energian hyödyntämiseen. GTK tuottaakin tutkimuspalveluina muun muassa kartta-aineistoja, paikkakuntokohtaisia mittauksia energiakaivoissa, energiakaivokenttien mitoitusta ja mallinnusta, geoenergiapotentiaali-kartoituksia kaava-alueilla ja selvittää geotermisen energian hyödyntämismahdollisuuksia.

Suomen kylmä ja kova kallioperä sisältää merkittävästi lämpöä ja Kaakkois-Suomen rapakivigraniitti on erinomainen geolämmön lähde. Saimaan kanavan veden lämmittäminen geotermistä energiaa käyttämällä voisi olla yksi vaihtoehto. Geotermisellä energialla tarkoitetaan syvällä kallioperässä olevaa lämpöä, mitä voidaan hyödyntää erilaisiin tarkoituksiin. Pienkaivot ovat yleensä 200–300 metriä syviä, mutta kaivon syvyyden ylittäessä kilometrin parane sen tehokkuus huomattavasti. Suomessa syvin kaivo on porattu St1:n toimesta Espoossa kuuden kilometrin syvyyteen, jolloin sieltä saadaan 100-asteista vettä. Kaakkois-Suomen rapakivialueella kyseisen kaivon energiatehokkuus olisi todennäköisesti selkeästi parempi. Esimerkiksi kanavan linjausta seurattessa sama kivilajivyöhyke jatkuu Viipuriin asti ja veden lämpökapasiteetista johtuen lämpö kulkeutuu veden mukana hyvin. Geoenergian hyödyntämismahdollisuuksista on keskusteltu muun muassa GTK:n, Väylän ja NaviSaimaan kesken.

## UUDENTYYPPISET ALUKSET KANSAINVÄLISEN KIINNOSTUKSEN KOHTEENA

Saimaan kanavan sulkujen mahdollinen pidentäminen avaa investointi-ikkunan myös varustamoille. Tällä hetkellä aluskalusto Saimaalla on vanhaa, joten investointitarpeet ovat selkeät. Myös Venäjällä kaluston uusiminen jokiliikenteessä on tarpeen. Toimitusjohtaja Albert Vygovskii Pola Rise LC:stä kertoi jokialusten suunnittelutrendeistä (Vygovskii, 2020). Esitelmässä esiteltiin alustyyppit RSD49 ja RSD59, jotka molemmat ovat jokiliikenteeseen soveltuvia kuivarautialuksia. Aluksista RSD49:n runko perustuu Armada-luokan tankkeriin, siinä missä RSD59 on suunniteltu mukaillen RST27-luokan tankkeria. RSD49-aluksia on rakennettu 12 kappaletta vuosina 2012-17, lisäksi kaksi alusta on parhaillaan tilauksessa. RSD59-tyyppisiä aluksia on rakennettu vuosina 2018-2019 14, minkä lisäksi 11 tullaan rakentamaan lisää vielä vuonna 2020. Lisäksi 20 uudesta aluksesta on tehty sopimukset.

Molemmat alukset ovat Volgo-Don-max-luokan aluksia. Niiden vetoisuus on 4700–5500 t 3,6 metrin syvyydellä. Maksimisyväys on 4,7 metriä, jolloin DWT on 7000–8000 t. Venäjän sisävesillä tämä luokka on selkeästi yleisin. Alustyyppin maksimipituus on tuolloin 141 metriä ja leveys 16,4. Molemmat alustyyppit ovat rungoltaan erittäin täyteläisiä, bulbikeulalla varustettuja aluksia. Tasapohja päättyy puolitunneloituun ahteriin, minne on sijoitettu kaksi ruoripotkuriä. Aluksessa on myös keulapotkuri. Propulsioratkaisu tekee aluksesta hyvin ketterän käsiteltävän muun muassa satamissa, suluissa ja muissa ahtaissa paikoissa. Jääluokitus aluksilla on 1C.

INFUTURE-hankkeen tiimoilta seminaarissa oli kaksikin esitelmää. Ensimmäisen piti Anatoly Burkov Admiral Makarovin valtioniopistosta, Pietarista (Burkov, 2020). Esitelmässä käsiteltiin INFUTURE-hankkeen tavoitteita parantaa kuljetusyhteyksiä Saimaan kanavan ja Volgo-Balt-vesireittien välillä. On todettu, että kehittäminen vaatii niin uutta infrastruktuuria, väyläteknologiaa ja uudentyyppisiä aluksia. Kokonaisuus liittyy myös vahvasti Saimaan kanavan sulkujen pidentämisen toteutumiseen. Myös byrokratiaa on sujuvoitettava paljon, jotta etenkin ulkomaille liputettujen alusten toiminta Venäjän sisävesillä käytännössä mahdollistuisi. Käytännössä Meriauran aluksella testataan kokonaisuutta suorittamalla koekuljetus Ääniseltä Suomenlahdelle.

Saimaan kanavassa kansainväliset kuljetukset ovat dominoivassa asemassa. Tuotteet ovat pääasiassa puutuotteita, mutta myös mineraaleja, hiiltä, sellua ja kemikaaleja kuljetetaan merkittävästi. Kuljetukset suuntautuvat pääasiassa Imatran, Lappeenrannan ja Kaukaan satamiin. Lastialukset ovat iäkkäitä, vanhin on rakennettu vuonna 1949, uusin 1995. Pääosin kalusto on 50-60-luvuilta, ja lastimäärät ovat 700-1300 tonnia. Venäjällä Volgo-Balt-reitillä kuljetusmäärät ovat huomattavasti suurempia, rahti on pääasiassa rakennusmateriaaleja, öljyä, puuta, metallia ja muita tuotteita. Sitä vastoin Ääniseltä Vienanmerelle kuljetusmäärät pienenevät selkeästi, mutta ovat silti suuria verrattuna Suomen sisävesiliikenteeseen.

Venäjän sisävesiverkosto on suuri. Reittien pituus on yhteensä 101 000 km. Sisävesisatamista on kuitenkin vain 40 sellaisia, minne ulkomaiset alukset voivat mennä. Näistä neljä on Suomen lähialueilla (Petroskoi, Koskenala, Tserepovets ja Pietarin matkustajasatama). Tällä hetkellä byrokratia asettaa paljon rajoitteita, kuten esimerkiksi vaatimus luvasta, mikä on toimitettava viranomaisille vähintään 60 päivää ennen aiottua matkaa. Tämän vuoksi on tultu tulokseen, että Venäjän sisävesillä liikennöivän aluksen olisi hyvä olla liputettu Venäjälle, tyypiltään joko yleisrahtialus, kuivarahtialus, konttialus tai vaarallisten aineiden alus. Potentiaalia raja-alueen rahtiliikenteen kehittämiseksi on kuitenkin paljon.

INFUTURE-projektissa on tehty myös konseptisuunnittelua mahdollisista alustyypeistä, joita voitaisiin hyödyntää Saimaan ja Venäjän sisävesiliikenteessä. Fang Li Allostalla piti esitelmän näistä suunnitelmista (Li, 2020). Suunnittelun lähtökohtana Saimaan ja Volgo-Balt-reitille soveltuva rahtialustyyppi. Vesitiekuljetukset ovat turvallisempia ja puhtaampia, uudet voimalaiteratkaisut kuten LNG ja hybridikoneistot tarjoavat uusia mahdollisuuksia. Tekniikan hinta halpenee koko ajan ja järjestelmät muuttuvat vuosi vuodelta ”älykkäämmiksi”. Muita alukselle asetettavia vaatimuksia ovat riittävä lastikapasiteetti, kyky toimia jäisissä olosuhteissa (jääloukka vähintään IA tai IB) ja lastitilan hyödynnettävyys erilaisia rahteja kuljettaessa. Puutuotteiden ja mineraalien kuljetukseen soveltuvat kuivarahtialukset ovat tärkeimpiä. Kontit tarjoavat tehokkuutta kuljetukseen, mutta toistaiseksi Saimaan alueella ei ole konttien käsittelyyn soveltuvaa satamainfraa. Lisäksi koneiden ja metallituotteiden kuljetustarpeet on myös hyvä huomioida. Mikäli alus kykenee ottamaan useamman tyyppisiä rahteja, on se monikäyttöisempi ja näin myös kilpailukykyisempi. Saimaan kanavan pidennyssuunnitelmat kuitenkin asettavat näillekin suunnitelmille raamit, sillä investointeja ei kannata tehdä, ennen kuin kanavan mahdolliset muutokset ja niiden ajankohta tiedetään.

## KANAVAVALTUUTETTUJEN TIEDOTUSTILAISUUS

Liikenne- ja viestintäministeriön kansliapäällikkö ja Saimaan kanavavaltuutettu Harri Pursiainen aloitti tiedotustilaisuuden omalla puheenvuorollaan (Pursiainen, 2020). Hän totesi Marinin hallituksen ykkösteeman olevan ilmastonmuutos. Liikennepuolelle on asetettu todella haasteelliset tavoitteet päästöjen vähentämiseksi. Tämä merkitsee ennennäkemättömän tiivistä valmisteluprosessia. Haasteena on nimenomaan aikataulu, kun Suomen liikenteen päästöt on tarkoitus puolittaa vuoteen 2030 mennessä ja tehdä liikenteestä hiilineutraali vuoteen 2045 mennessä. Verouudistuksen valmistelu on valtiovarainministeriön vastuulla. Hallituksen tehtävänä ei ole kurittaa tai lopettaa liikennettä, ainoastaan lopettaa fossiilisten polttoaineiden laajamittainen käyttö. Päätösehdotukset on tarkoitus valmistella syksyyn 2020 mennessä osana 12-vuotista liikennejärjestelmäsuunnitelmaa.

Sisävesiliikenteen osuus vesiliikenteen päästöistä on noin 4 %, eli ei juuri mitään. Tästä näkökulmasta katsottuna sisävesiliikenteellä olisi siis paljon enemmän annettavaa, kuin mitä päästöjen aiheuttamat haitat kokonaisuudessaan ovat. Vesitiekuljetukset ovat siis tässä

mielessä maantiekuljetuksia ympäristöystävällisempiä. Monia kehityshankkeita Saimaankin alueella on tehty, muun muassa Laitaatsalmen väylälinjauksen muutos Savonlinnassa, uusi jäänmurtoa tehostava irtokeularatkaisu ja Saimaan kanavan alaporttien uusiminen pari vuotta sitten. Kanavan pidennyshanke on kuitenkin niin iso, että se on käsiteltävä osana 12-vuotista liikennejärjestelmäsuunnitelmaa ja sille on osoitettava erillinen investointiraha. Maininta hallitusohjelmassa antaa kuitenkin toivoa, että asia myös myöhemmin muistetaan päätöksinä tehtäessä.

Venäjän kanavavaltuutettu, varaministeri Juri Aleksandrovits Tsvetkov piti pitkän puheen Venäjän sisävesireittien kehittämistä ja niiden merkityksestä maan logistiikalle (Tsvetkov, 2020). Venäjän sisävesikuljetusreitit ovat Suomeen verrattuna valtavia. Väyliä on yhteensä 101 000 km, joista 50 000 on varmistettuja ja 38 400 km on ympärivuotisessa käytössä. Esimerkiksi Venäjän halki kulkeva vesiväylästä Itämereltä Vienanmerelle, Kaspianmerelle ja Mustalle merelle on pituudeltaan 6500 km. Kanavia Venäjällä on 108, ja monilla alueilla sisävesikuljetukset ovat ainoa keino huoltokuljetusten järjestämiselle. Hänen mukaansa 78 % vesiväylistä on sellaisia, joita ei järkevästi voi korvata millään muulla kuljetusmuodolla. Näin on etenkin pohjoisessa, missä tieverkko on huono eikä rautatieyhteyksiä välttämättä ole lainkaan.

Rahtimäärät ovat suuria: esimerkiksi 2019 vesiteitse kuljetettiin 105 miljoonaa tonnia rahtia. Näistä 70 miljoonaa kuljetettiin Venäjän Euroopan puoleisilla sisävesiväylillä. Pääosan sisävesireittien kulkusyvyyden on 4 metriä, tosin yksittäisiä pullonkaulojakin löytyy. Niznij Novgorodin alueella on kulkusyvyyden paikoin vain 3,1 metriä, tosin juoksutuksia ohjaamalla voidaan vedenpintaa keinotekoisesti nostaa tarpeen vaatiessa. Väylää aiotaan parantaa lähitulevaisuudessa, tällä hetkellä projekti on rakennuslupavaiheessa. Toinen vastaava paikka on Donin alajuoksulla Bataiskin alueella, missä tehdään mittavia maanrakennustöitä parhaillaan. Töiden on tarkoitus valmistua vuonna 2023, jolloin kulkusyvyysongelmat saadaan ratkaistua ja samalla parannetaan muun muassa maatalouden kasteluvesien saantia. Nämä hankkeet kuuluvat osana Venäjän sisävesiväylät-kehittämishankkeeseen, minkä kokonaisbudjetti on 200 miljardia ruplaa ja hanke toteutetaan vuosina 2018-2024. Hankkeen tiimoilta myös muita ruoppauksia tehdään, sulkuja ja vesirakenteita uusitaan, liikenteen ohjausta parannetaan ja monia muita toimenpiteitä tehdään. Infrastruktuuri on monilta osin vanhaa ja kunnostustarpeita on paljon. Yhtenä tavoitteena on, että 2024 sisävesiväylillä olisi kauttaaltaan neljän metrin kulkusyvyyden. Selvää kuitenkin on, että mitkään rahamäärät eivät ole riittäviä kunnostukseen, vaan kehitettävää riittää.

Venäjällä kokemukset sisävesiliikenteestä ovat hyviä. Kuljetusten siirtyminen maanteiltä vesille vähentää myös maanteiden kulumista, jolloin tienpitoon tarvittavat rahat säästyvät. Esimerkiksi yhdellä alueella paikallishallinto kielsi raskaan maantieliikenteen valituilta maanteiltä, jolloin kuljetukset siirtyivät vesille, ja jo valmiiksi huonokuntoinen tieverkko ei huonontunut entisestään. Usein merkittävät vesiväylien infrahankkeet ovat olleet tärkeitä

paikallistasolla. Kerrannaisvaikutukset ovat olleet positiivisia monella mittarilla mitattuina, ja ne ovat vaikuttaneet myös muun muassa turismiin ja laivanrakennusteollisuuteenkin. Osittain johtuen juuri vesiväylien infrahakkeista on Venäjällä otettu käyttöön 101 uutta sisävesialusta viime vuosina. Myös teknistä apukalustoa muun muassa ruoppaustarpeisiin on valmistettu paljon.

Valtio ei kuitenkaan itse voi ratkaista kaikkia ongelmia. Kehittämisessä tarvitaan myös liike-elämän apua. Tämän vuoksi onkin perustettu 22 alueellista työryhmää tuottamaan esityksiä, millä tavalla sisävesiväyliä voidaan kehittää mahdollisimman taloudellisesti ja tehokkaasti. Kiinnostuksen kohteina on erityisesti, kuinka paljon kuljetetut tavara- tai matkustajaliikennemäärät nousevat, jos tehdään esimerkiksi tietty ruoppaushanke määrättyssä paikassa. Myös työnjakoa tehdään suunnitteleamalla esimerkiksi mitä investointeja liike-elämä voisi tehdä alueen kehittämiseksi. Esimerkiksi Leningradin ja Novgorodin alueilla tehtiin tuloksekasta yhteistyötä, missä valtio toteutti ruoppaushankkeita, liike-elämä rakensi laiturirakenteet ja paikallishallinto kunnosti alueelle johtavat maantiet. Seurauksena risteilymatkustaminen lisääntyi huomattavasti. Ruoppauksia rahoitetaan myös laivojen leasing-sopimuksilla yksityisille yhtiöille, jolloin aluskalusto uusituu ja toiminta tehostuu. Myös matkustaja-alusten rakentaminen on Venäjällä kehittymässä, aiemminhan matkustaja-alustuotanto toteutettiin muualla SEV-talousyhteisön maissa. Asiat kuitenkin hiljalleen ovat muuttumassa tämänkin suhteen.

## LOPPUSANAT

Vesitiepäivät antavat joka vuosi ajankohtaisen ja mielenkiintoisen katsauksen vesiliikenteen haasteisiin, mahdollisuuksiin ja muihin asiaan liittyviin ilmiöihin. Tänäkin vuonna seminaari oli sisällöltään laadukas, esitelmöijät valittu huolellisesti ja kokonaisuus muutoinkin erinomainen. Pääpaino oli tälläkin kertaa Saimaan kanavassa ja sen uudistussuunnitelmissa, mutta paljon muitakin aihealueita käsiteltiin. Mielenkiintoista oli myös kuunnella Venäjän kanavavaltuutetun puheenvuoroa Venäjän sisävesiliikenteen hankkeista, haasteista ja mahdollisuuksista.

## LÄHTEET

Burkov, A., 2020. Cargo transport potential including regulation of foreign flag vessels admission between Russia and Finland. Seminar presentation in Vesitiepäivät 2020, Lappeenranta 29 January 2020.

Heiskanen, A-S., 2020. Suuntana kestävä sininen talous ja hiilineutraalisuus – onko vesitiet vaihtoehto? Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Huusko, A., 2020. Mahdollisuudet liikennekauden pidentämiselle. Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Karjalainen, M., 2020. Jäänmurto Saimaalla – tilannekatsaus. Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Kaurola, J., 2020. Ilmastonmuutos – missä mennään? Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Kymäläinen, S., 2020. Merenkulun ja vesiliikenteen ympäristöasiat. Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Li, F., 2020. New cargo vessel type for Saimaa – INFUTURE project. Seminar presentation in Vesitiepäivät 2020, Lappeenranta 29 January 2020.

Liikanen, H., 2020. Saimaan kanavan sulkujen pidennys – selvitykset valmiina. Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Pursiainen, H., 2020. Liikenne- ja viestintäministeriön linjaukset. Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Tsvetkov, J.A., 2020. Sisävesiväylien kehitys Venäjällä. Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Vehviläinen, A., 2020. Saimaa 2025 – Saimaan vesiliikenteen ja Saimaan satamien tulevaisuus. Esitelmä Vesitiepäivät 2020-seminaarissa Lappeenrannassa 29.1.2020.

Vygovskii, A., 2020. Inland waterway development. Seminar presentation in Vesitiepäivät 2020, Lappeenranta 29 January 2020.



# MT2020 (8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MARITIME TRANSPORT 2020) – BARCELONAN VÄLIMERELLINEN VALO MUUTTUI RUUTUJEN LOISTEEKSI

Elias Altarriba

## JOHDANTO

MT2020 on Barcelonassa kahden vuoden välein järjestettävä merenkulkualan konferenssi. Konferenssi on tarkoitettu alan tutkijoille, viranomaisille, talouselämän edustajille ja muille merenkulkualalla työskenteleville tai siihen tavalla tai toisella liittyville asiantuntijoille. Vuoden 2020 konferenssi oli järjestysnumeroltaan kahdeksas, ja pääjärjestysvastuun kantoi Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)-yliopiston merenkulun koulutus- ja tutkimusosasto. Konferenssiin hyväksyttävät teemat käsittelevät merenkulun aihealueita laajasti: mukana ovat sekä satamatoiminnot ja ylipäätään satama-alan logistiikka kokonaisuudessaan, laivaliikenteen ja merikuljetusten tuleva kehitys, ympäristönsuojelu merenkulkualalla, ihmisen tekijän vaikutus meriliikenteessä, merenkulkualan koulutustoiminnan kehitys että yleisesti merenkulku- ja laivateknologian tutkimus.

Vuoden 2020 konferenssi oli tarkoitus alun perin järjestää Barcelonassa 25.–26. kesäkuuta. Koronapandemia kuitenkin muutti suunnitelmia jo keväällä, jolloin konferenssin uudeksi ajankohdaksi määriteltiin 17. ja 18. syyskuuta. Koska Välimeren alueelle koronapandemia iski varsin rajusti, tarjottiin heinäkuussa osallistujille mahdollisuutta osallistua konferenssiin myös ainoastaan sähköisesti. Tarjoukseen ilmeisesti tartuttiin sangen hanakasti, sillä elokuussa järjestäjä ilmoitti konferenssin järjestämisestä ainoastaan online. Vallitsevan tilanteen huomioiden ratkaisu oli varmasti järkevä ja hyvä, jotta konferenssi saatiin kaikista vastoinkäymisistä huolimatta järjestettyä. Tästä tuli myös tämän kirjoittajalle ensimmäinen online-konferenssi. Saa nähdä, tuleeko näitä tulevaisuudessa lisää. Koronapandemia varmasti tai ainakin todennäköisesti vaikutti tämän vuoden esitelmöitsijäkokoonpanoonkin, sillä aiempiin vuosiin verrattuna konferenssissa kuultiin poikkeuksellisen paljon järjestäjäyliopiston henkilöstön ja opiskelijoiden esitelmiä. Etenkin keväällä, jolloin pandemian eteneminen oli rajua ja tilanne kaikille uusi, huomio monilla kiinnittyi varmasti muihin asioihin kuin konferenssipapereiden valmisteluun.

Tämä artikkeli on lyhyt referaatti konferenssissa käsitellyistä aiheista. Rajat ylittävä yhteistyö tutkimusmaailmassa on tärkeää erityisesti ratkaistaessa rajat ylittäviä ongelmia. Näitä on maailmassa enenevässä määrin, ilmastonmuutoksen ollessa yksi suurimpia ratkaisua odottavista haasteista. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun merenkulun TKI:ssa tämä on tiedostettu ja tämän vuoksi vahvuusalan tutkijat pyrkivätkin muiden töidensä ohessa osallistumaan aktiivisesti myös alan kansainvälisiin konferensseihin.

## TORSTAIN TEEMAT – MERENKULKUTEKNOLOGIAA JA UUSIA TYÖKALUJA

Ensimmäinen konferenssipäivä alkoi lyhyen avausseremonian jälkeen satamien kehitykseen painottuvilla teemoilla. Avausesitelmänä toimi Helena Ukićin (Ukić et al. 2020) ”*Overview of status and priorities for sustainable management of European seaport*” ja aiheen piirissä jatkoi Arnaud Serry (Serry & Kerbiriou 2020) esitelmällään ”*Spanish container ports integration in the maritime network*”. Kolmantena puhujana Dong Huang (Huang et al. 2020) käsittelee Jangtse-joen rahtiliikenteen organisointia esitelmässään ”*Traffic analysis of Yangtse river delta multi-port system using hierarchical clustering*”. Mauro Catalanin (Catalani et al. 2020) paperin ”*Stochastic regression models on the safety perception on board cruise ships*” esittäminen ei onnistunut teknisistä ongelmista johtuen, mutta Elisenda Ventura Jarid (Ventura-Jarid & Martínez de Osés 2020) sai esitelmänsä ”*The role of the Malacca strait in the one belt, one road initiative*” pidettyä ongelmitta.

Vaikka ensimmäisten esitelmien aiheet sijoituivatkin ympäri maailmaa, oli niissä myös paljon yhteisiä piirteitä. Ympäristönäkökulma on ajankohtainen monessa mielessä. Sitä käsiteltiin erityisesti avausesitelmässä, jossa puhuttiin satamatoimintojen ympäristövaikutuksista, niiden monitoroinnista ja ympäristönäkökulman kehityksestä kuluneiden vuosien aikana eurooppalaisissa satamissa. Maailmantalouden globalisoituminen ja sen seurauksena merikuljetustarpeen kasvaminen oli punaisena lankana niin Espanjan konttisatamien kansainvälisiin merireitteihin integroitumista käsitelleessä esitelmässä kuin Jangtse-joen suiston satamien rahtiliikenteen organisoinnissakin. Erityisesti Jangtsen satamien kuljetusmäärät ovat Kiinan voimakkaan taloudellisen kasvun seurauksena hyvin suuria ja kuljetustarpeiden täyttäminen on vaatinut niin infrastruktuuri-investointeja kuin toimivaa logistista työnjakoakin eri satamien välillä. Tähän teemaan liittyy läheisesti myös Malakan salmen roolia Kiinan hallituksen ”*Vyö ja tie*”-investointihankkeessa (tunnetaan myös nimellä OBOR) käsitellyt esitelmä. Toistaiseksi alue on maailman tärkeimpiä merenkulun kauttakulkureittejä. Muutoksia tähän voi kuitenkin tulla, mikäli Malakan niemimaan läpi suunniteltu ”*Kra*”-kanava joskus toteutuu tai ilmaston lämpenemisen seurauksena arktiset merireitit aukeavat ympärivuotiselle liikenteelle.

Ensimmäisen konferenssipäivän toinen sessio oli esitelmöitsijöiden osalta huomattavan suomalaispainotteinen. Satakunnan ammattikorkeakoulusta esitelmöivät Peter Sandell

(Sandell & Roos 2020) aiheesta *”Risk management, marine insurance and charterparties - Formulating the research needs for autonomous vessels in maritime universities”* ja Ninna Roos (Roos & Sandell 2020) aiheesta *”STCW-Convention and future of joint curriculums for autonomous and remotely operated vessels in maritime education and training (MET)”*. Sébastien Lafond Åbo Akademi-yliopistosta käsitteli teemaa *”A survey of machine learning approaches for surface maritime navigation”* (Azimi et al. 2020). Nexhat Kapidanin (Bauk et al. 2020) esitelmä *”Advantages and disadvantages of some air autonomous vehicles deployed in maritime surveillance, COMPASS2020 project”* oli session ainoa, joka ei liittynyt millään tavoin suomalaisiin korkeakouluinstituutioihin.

Alusautomaation ja autonomisten alusten kehittyminen vaatii paitsi uutta teknologiaa myös paljon uusia käytäntöjä niin koulutusten, vastuukysymysten, miehitysvaatimusten ja monien muiden teemojen saralla. Kehitys on kuitenkin erityisesti Pohjoismaissa nopeaa, sillä alueella on paljon merenkulun teknologiaosaamista, korkeat palkkakustannukset ja lukuisia vesialueita, joissa teknologiaa ja uusia käytänteitä voidaan pilotoida. Muun muassa RAAS-tutkimusallianssi on hyvä esimerkki eri instituutioiden yhteistyöstä, missä tavoitellaan autonomisten järjestelmien kehittymistä kypsäksi, kaupalliseen toimintaan soveltuvaksi teknologiaksi ja käytännöiksi. Tällä hetkellä kehitystyötä tarvitaan kuitenkin vielä paljon tavoitteen saavuttamiseksi, vaikka hyvin merkittäviä edistysaskeleita onkin viime vuosina asian tiimoilta otettu. Kapidanin esitelmässä autonomiset ja etäohjattavat järjestelmät olivat myös tärkeässä asemassa hänen käsitellessään merirajavalvonnan kehittämiseen keskittynyttä COMPASS2020-projektia. Merivalvonnassa oleellista on yhdistää ilmavalvonta, merialuevalvonta sekä pinnan alainen valvonta siten, että toiminnan koordinointi on mahdollisimman sujuvaa ja valvonta kattavaa. Käytännössä asia on vaikea ratkaista huomioiden lisäksi valvontavastuiden jakautuminen usean valtion kontolle, mutta autonomiset valvontajärjestelmät tarjoavat tähänkin kehitysalueeseen paljon ratkaisuja.

Torstain kolmas sessio käsitteli aluksia ja navigointia. Esitelminä olivat Anna Mujal-Colillesin (Mujal-Colilles 2020) *”AIS data analysis: decoding messages and typical errors”*, Jordi Moncunillin (Moncunill-Marimon et al. 2020) *”Compass adjustment by GPS and two leading edges”*, Seyma Bayazitin (Bayazit & Kuleli 2020) *”Cruise port identity mapping by using multi criteria evaluation with geographic information systems”*, Juan Ignacio Alcaiden (Alcaide 2020) *”Modelling the relationship between performance and ship-handling”* ja viimeisenä Toni Llullin (Llull et al. 2020) *”Manoeuvre analysis and simulation to prevent seabed scour due to ship propellers”*.

Nykyään massadatan analysoinnista ja näiden tulosten hyödyntämisestä on tulossa yhä tärkeämpää niin merenkulkualalla kuin yhteiskunnassa ylipäätään. Alun perin merenkulun turvallisuuden parantamiseksi toteutettu AIS-järjestelmä antaa hyvät mahdollisuudet seurata merenkulkua myös tutkimuksellisesta näkökulmasta. Mujal-Colillesin esitelmässä käsiteltiin UPC:n toteuttamaa hanketta, jossa Barcelonan edustalla liikkuvia laivoja seu-

rataan yliopiston omalla AIS-antennilla tavoitteena selvittää jatkuvasti käytettävissä olevan AIS-raakadatan laatua ja datapurskeiden sisältämiä virheitä. Tämän jälkeen sessio jatkui Moncunillin merenkulkukompassien säätämistä ja prosessin taustalla olevaa fysikaalista teoriaa käsittelevällä esitelmällä, ja jatkui Bayazitin esitelmällä, jossa tutkittiin risteilyalus-satamien ympäristöä hyödyntäen GIS-paikkatietomenetelmiä. Tutkimuksen tavoitteena oli muodostaa päätöksentekijöille ja muille aluetta kehittäville tahoille paikkatietoaineistoon perustuva päätöstyökalu, millä sataman ympäristön mahdollisia turistikohteita ja muita matkailun kannalta oleellisia ominaisuuksia voidaan havainnollistaa. Tällä hetkellä erilaiset päätöstyökalut näyttävät olevan monien projektien tavoite tai ainakin osatavoite.

Session kaksi viimeistä esitelmää olivat luonteeltaan erityyppisiä. Ignacio Alcaiden esitelmä perustui meripäällystön simulaatiokoulutukseen. Inhimilliset erehdykset ovat EMSA:n mukaan kaikesta teknologian kehityksestä huolimatta edelleen merkittävä vaaratilanteita ja onnettomuuksia aiheuttava tekijä, ja harjoittelulla voidaan näitä tehokkaasti ehkäistä. Yksi tällainen ehkäisykeino on työkuorman sopiva jakautuminen, sillä liian vähäinen työkuorma saa huomion herpaantumaan itse asiasta siinä missä liiallinen työkuorma aiheuttaa stressiä ja ylikuormittumista johtaen helposti virhearviointeihin. Llullin esitelmässä perehdyttiin alusten potkurivirtausten simulointiin satama-altaissa tavoitteena selvittää virtausten satamarakenteisiin kohdistama kuluttava vaikutus. Monissa vilkkaissa satamissa altaiden ja satamarakenteiden eroosio on todellinen ongelma ja parhaimmillaan tarpeetonta kulutusta voidaan vähentää optimoidulla ajotavalla merkittävästikin.

Torstain viimeinen sessio käsitteli merenkulun insinöörialan teemoja. Esitelminä olivat Rodrigo Pérezin (Pérez-Fernandez 2020) *“How the industry 4.0 could affect the shipbuilding world”*, Inma Ortigosan (Ortigosa et al. 2020) *“Adapting the existing coastal patí a vela fleet for scientific purposes”*, Reza Ziatarin (Ziatari et al. 2020) *“Digital twin of an internal combustion engine, C4FF”*, Nelson Díazin (Díaz-Delgado et al.) *“Open loop exhaust gas cleaning system, a deep analysis of effects produced by its residual waters”*, sekä viimeisenä tämän kirjoittajan *“Analysis of ship voyage data based on Chow-Liu-tree augmented Naïve Bayes-method to support biofouling management”* (Altarriba & Halonen 2020).

Pérezin esitelmässä pohdittiin tietoverkkojen, teollisen internetin ja kyberavaruusjärjestelmien vaikutusta laivasuunnitteluun. Uudet teknologiat muuttavat aina tapaamme toimia, ja digitaalisuus sisältäen monet palvelut, tekoälyratkaisut, niiden vaikutukset muun muassa teollisiin prosesseihin ja eri osa-alueiden digitaalinen integroituminen toisiinsa muuttavat parhaillaan myös merenkulkualaa monilla tavoin. Ortigosan esitelmässä käsiteltiin Katalonian rannikolla varsin yleisen katamaraanirunkoisen venetyypin, Patín a velan, hyödyntämistä merentutkimuksessa. Kyseessä on yhden hengen pieni purjevenetyyppi, jota käytetään laajasti, ja tämän vuoksi sellaisiin integroiduilla tutkimuslaitteistoilla voidaan saada laajastikin tietoa rannikon olosuhteista. Ziatarin esitelmässä käsiteltiin merimoottorista tehtyä digitaalista kaksosta, minkä avulla voidaan suunnitella moottorin elinkaarenaikaista kunnossapitoa ja

kehittämistä tavoitteena parantaa kokonaishyötysuhdetta ja vähentää tarpeettomia päästöjä. Päästöaiheiden parissa jatkoi Díaz avoimen kierron rikkipesureita ja niiden veteen johtamia päästöjä tutkivalla esitelmällään. Joissain maissa, kuten muun muassa Saksassa, nämä järjestelmät ovat kiellettyjä, mutta niitä käytetään muualla Itämeren liikenteessä. Tämän vuoksi aihe liittyy läheisesti Xamkissa työstämäämme MEPTEK – Merenkulun päästövähennystekniikat -hankkeeseen. Maailmanlaajuisten rikkirajoitusten astuessa voimaan asian tutkiminen on hyvinkin ajankohtaista. Session viimeisenä esitelmänä oli tämän kirjoittajan COMPLETE-hankkeen tuloksia esitellyt tutkimus ”*Analysis of ship voyage data based on Chow-Liu-tree augmented Naïve Bayes-method to support biofouling management*”.

## PERJANTAINA KÄSITELTIIN YMPÄRISTÖASIOITA, IHMISEN TOIMINTAA JA BISNESTÄ

Perjantain sessiot alkoivat merenkulun liiketoimintaa ja logistiikkaa käsittelevillä teemoilla. Esitelmöitsijöinä olivat Ricardo Henríquez (Henríquez et al. 2020) esitelmällään ”*A defi-based model for maritime trade finance*”, Sanja Bauk (Bauk & Džankić 2020) aiheenaan ”*Tracking radioactive materials in sea transportation via RFID technology*”, minkä jälkeen sessiota jatkoi Andrés Ortega (Ortega-Piris et al.) ”*Implementation of a RFID system on ships for passenger and crew location*”. Kaksi viimeistä esitelmöitsijää olivat África Uyà Juncadella (Uyà-Juncadella et al. 2020) aiheella ”*New international guidelines for vessel traffic services. Revision of IMO resolution A.857(20)*” ja viimeisenä oli vuorossa Sergio Velásquezin (Velásquez 2020) ”*Digital twin and the ports 4.0, beyond the concept of smart ports*”. Ohjelmassa ollut Radmilovićin esitelmä (Radmilović et al. 2020) ”*The Danube waterway transport as “extended leg” of maritime transport across ship locks-case study: ship lock Iron Gate*” oli peruuntunut.

Henríquezin esitelmässä käsiteltiin merenkulkualan rahoitusinstrumentteja ja niiden kehittymissuuntaa, missä perinteisten pankkien rooli on heikentymässä ja vaihtoehtoisten rahoituslähteiden rooli asteittain nousemassa. RFID-teknologian hyödyntämistä käsittelee kaksi seuraavaa esitelmää. Baukin esitelmässä käsiteltiin radioaktiivisten materiaalien merikuljetusten turvallisuutta ja RFID-teknologian tarjoamia ratkaisuja asian suhteen. Ortegan esitelmässä pohdittiin risteilyalusten matkustajien jäljittämistä RFID-rannekkeiden avulla aluksella. Parhaimmillaan järjestelmästä voi olla hyvinkin paljon apua yksittäisen asiakkaan paikallistamiseen aluksella, oli tarve sitten selvittää vain hänen olinpaikkansa tai vaikkapa varmistua siitä, että evakuointitilanteessa alus saadaan varmasti tyhjäksi. Toisaalta, esimerkiksi tietosuojakysymykset ovat vaikeita ratkaista. África Uyà Juncadellan esitelmässä käsiteltiin VTS-palveluiden uusia kansainvälisesti hyväksytyjä linjauksia ja session viimeisessä esitelmässä taas digitaalista kaksoisteknologiaa, tosin tällä kertaa hyödyntämiskohteenä oli satamatoimintojen kehittäminen.

Perjantain toisen session teemana oli inhimillinen tekijä. Esitelminä olivat Rosa de la Campa (De la Campa et al. 2020; Costa et al. 2020) esitelmät ”*Heat stress on board: risk and*

*prevention*” ja *“Fatigue due to onboard work conditions in merchant vessels”*, Xavier Martínez de Osésin (Torné et al. 2020) *“Evolution of maritime accidents in Spanish fishing”*, Christian Estevan (Teege et al. 2020) *“Skills beyond the seas project”*, sekä Gustavo Carron (Carro et al., 2020) *“A new approach to make indoor air quality in the accommodation of ships understandable and actionable for seafaring staff”*.

Erityisesti konehuoneessa työskentelevät joutuvat usein toimimaan kuumissa olosuhteissa, millä on ihmiseen monenlaisia haittavaikutuksia. Lämpöuupuminen, krampit tai muut vakavat terveysvaikutukset kertovat liiallisesta lämpörasituksesta, mutta paljon näitä aiemmin kuumissa olosuhteissa työskentely heikentää työsuoritusta, havainnointi-, ratkaisu- ja päätöksentekokykyä. Lainsäädäntö ei aseta toistaiseksi kovinkaan tiukkoja rajoja merenkulkijoiden lämpörasitukselle, joten kehittämistyötä asian tiimoilta tarvitaan vielä paljon. Toinen esitelmistä käsiteli miehistön väsymistä, mikä voi muuttua merkittäväksi turvallisuusriskiksi. Väsyminen voi ilmetä fyysisen tai mentaalisen kuormituksen seurauksena, se voi olla vuorokaudenaikariippuvaista tai olla seurausta psykososiaalisesta työskentely-ympäristöstä. Usein laivoilla huomio painottuu lähinnä työvuorolistaan, jolloin nämä muut tekijät jäävät yksilön omiksi ongelmiksi.

Martínez de Osésin esitelmässä käsiteltiin espanjalaisille kalastusaluksille tapahtuneita onnettomuuksia vuosina 2000–2019. Kalastusaluksilla sattui suhteellisen paljon vakavia onnettomuuksia, sillä CIAIM:n onnettomuusraporttien mukaan vuosina 2000–2016 tapahtui 197 onnettomuutta. Ne johtivat 59 kuolonuhriin ja 21 kadonneeseen henkilöön. Todennäköisin onnettomuustyyppi on aluksen kaatuminen tai törmäys, mikä yleensä tapahtuu hyvissä olosuhteissa lähellä rantaa. Estevan esitelmässä tutkittiin merenkulkualalla vaadittavaa osaamista ja osaamisprofiilin kehittymistä tulevaisuudessa. Taustalla on huoli merenkulkualan henkilöstön eläköitymisestä, minkä vuoksi nuoria osajia alalle tarvitaan paljon. Toisaalta esitelmässä tuotiin myös esiin, että työnäkymät voivat usein olla pätkittäiset ja hajanaiset, mikä vastaavasti heikentää alan vetovoimaa. Carron esitelmässä käsiteltiin ilmanlaatua aluksen sisällä ja vaikutusta merenkulkijoiden terveyteen. Useissa aluksissa ilmanvaihto voi edelleen olla vähän mitä sattuu, jolloin myrkyllisten kaasujen hengittäminen on monille arkipäivää. Dataa keräämällä tavoitteena on kuitenkin saada varsin kattava analyysi toistuvista riskikohdista, minkä jälkeen niihin vaikuttaminen on helpompaa.

Viimeisessä sessiossa oli kolme esitelmää. Näitä olivat Sahar Azarkamandin (Azarkamand et al. 2020) *“Development of a standardized tool to calculate carbon footprint in ports”*, Marcelo Moran (Moreira & De Melo 2020) *“Economic profitability and environmental impact for the installation of a cogeneration system in an Aframax oil tanker”* ja Mariano Morellin (Morell et al. 2020) *“New strategies on environmental management in harbours: the case of the Tarragona port monobuoy”*.

Azarkamandin esitelmässä todettiin satamilla olevan tärkeä merkitys kuljetusketjussa ja koko ympäröivän alueen talouskehityksessä. Päästöjä satamista tulee myös merkittävästi, minkä

vuoksi niiden hiilijalanjalan pienentäminen on otettava vakavasti. Erilaisille optimointityökaluille nähtiin myös tarve: standardoimalla laskentamenetelmiä voidaan saada eri satamista vertailukelpoista dataa, mikä auttaa huomattavasti myös säädösten laatimisessa. Suomessa tässä kehityksessä ollaankin jo varsin pitkällä Portensys-ohjelman ja raportointivelvoitteen ansiosta. Moran esitelmässä perehdyttiin laivojen pakokaasun hukkaenergian hyödyntämisen taloudellisiin vaikutuksiin. Pakokaasuissa on usein merkittävästi energiaa, jonka hyödyntäminen riippuu vahvasti aluksesta ja alustyyppistä. Jatkuvasti liikenteessä olevalla aluksella pienikin muutos kokonaishyötysuhteeseen voi kuitenkin tuoda merkittävät säästöt vuositasona. Viimeisenä esitelmänä oli Morellin tutkimus Tarragonan sataman edustalla olevan tutkimuspoijun antamista tuloksista. Poijun avulla on havainnoitu sataman edustalla vallitsevia virtauksia ja muita olosuhteita, joita voidaan hyödyntää ympäristömyrkkujen ja esimerkiksi öljypäästöjen leviämismalleissa. Simulointityökaluja maailmasta tunnetusti löytyy paljonkin, mutta riittävän laadukkaiden lähtöarvojen puuttuminen on usein esteenä sinänsä tehokkaan ja toimivan mallin hyödyntämiselle.

## ONLINE-KONFERENSSIT – TULEVAISUUTTA?

Online-konferensseja ei toistaiseksi ole juurikaan ollut, mutta tulevaisuudessa niitä saatetaan nähdä lisääkin. Etuina näillä on tehokas ajankäyttö: Esimerkiksi kahden päivän läsnäoloa vaativaan konferenssiin osallistuminen vaatii käytännössä kaksi matkapäivää, jolloin koko projektiin kuluu helposti neljä työpäivää. Mikäli konferenssi on maantieteellisesti kaukana, tämä ei todennäköisesti riitä huomioiden jetlag ja muu matkaväsymys. Sitä vastoin online-konferenssissa allekirjoittanut saattoi juoda leppoisasti kahvia työpöytänsä ääressä vielä viisi minuuttia ennen konferenssin alkua siinä missä ”normaalisti” tässä vaiheessa takana olisi jo vähintään yksi matkustuspäivä, hotelliyö, siirtyminen konferenssitiloihin ja kaikki muu pakollinen sijaintiin sidottu toiminta aloitusta odottaen. Myös kustannukset työnantajalle putoavat murto-osaan ja ”ylimääräisten” päästöjen syyttäminen ilmakehäänkin jää käytännössä pois. Tarvittaessa osallistuminen konferenssitapahtumaan vain osittain myös mahdollistuu aivan eri tavalla matkojen jäädessä pois.

Maailma ei kuitenkaan ole mustavalkoinen, mikä näkyy myös tässä asiassa. Konferensseissa solmitaan paljon henkilökohtaisia kontakteja ja verkostoidutaan, mikä ei ainakaan tällä hetkellä tapahdu kovinkaan tehokkaasti verkon välityksellä. On toki mahdollista, että online-konferenssikonsepti kehittyy tulevaisuudessa paremmin myös tämän mahdollistamiseksi, mutta toistaiseksi ainakin tämä konferenssi oli vahvasti asiapitoinen ja sosiaalinen kanssakäymisen jäi marginaaliin. Usein kuitenkin verkostoitumisessa muun muassa konferensseihin liittyvät illallistapahtumat ovat hyvinkin tärkeitä. Myös online-tapaamiset mahdollistavat ohjelmistovaluutat ovat kehityksestä huolimatta edelleen käyttöliittymältään varsin kankeita osallistujille erityisesti, mikäli jostain syystä ilmenee ongelmia. Tässäkin konferenssissa ajoittain jouduttiin painimaan kuuluvuusongelmien tai muiden teknisten häiriöiden kanssa, vaikka suurin osa esityksistä onnistuikin ilman erityisiä kommervenkkejä. Tulevaisuus kuitenkin näyttää, mihin suuntaan tällaiset tapahtumat kehittyvät, ja millaista roolia niille tulevaisuudessa sovitetaan.

## LÄHTEET

Alcaide, J.I., 2020. Modelling the relationship between performance and ship-handling simulator. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Altarriba, E., Halonen, J., 2020. Analysis of ship voyage data based on Chow-Liu-tree augmented Naïve Bayes-method to support biofouling management. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Azarkamand, S., Ferré, G., Darbra, R.M., 2020. Development of a standardized tool to calculate carbon footprint in ports. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Azimi, S., Salokannel, J., Lafond, S., Lilius, J., Salokorpi, M., Porres, I., 2020. A survey of machine learning approaches for surface maritime navigation. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Bauk, S., Džankić, R., 2020. Tracking radioactive materials in sea transportation by RFID technology. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Bauk, S., Kapidani, N., Sousa, L., Lukšić, Ž., Spuža, A., 2020. Advantages and disadvantages of some air autonomous vehicles deployed in maritime surveillance, COMPASS2020 project. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Bayazit, S., Kuleli, T., 2020. Cruise port identity mapping by using multi criteria evaluation with geographic information systems. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

De la Campa, R., Bouza, A., Louro, J., 2020. Heat stress on board: Risk and prevention. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.



Carro, G., Jacobs, W., Storme, P., Cabal, A., Demeyer, S., Schalm, O., 2020. A new approach to make indoor air quality in the accommodation of ships understandable and actionable for seafaring staff. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Costa, Á.M., Bouzón, R., Orosa, J.A., De la Campa, R. 2020. Fatigue due to on board work conditions in merchant vessels. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Catalani, M., Zamparelli, S., Horvath, E., 2020. Stochastic regression models on the safety perception on board cruise ships. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Díaz-Delgado, N.G., Martínez de Osés, F.J., Del Valle Mendoza, L.J., 2020. Open loop exhaust gas cleaning system, a deep analysis of effects produced by its residual waters. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Henriquez, R., Martínez, F.X., Martínez, J., Tomás, C., 2020. A defi-based model for maritime trade finance. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Huang, D., Grifoll, M., Zheng, P., Feng, H., 2020. Spanish container ports integration in the maritime network. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Llull, T., Mujal-Colilles, A., Castells-Sanabra, M., Gironella, X., 2020. Manoeuvre analysis and simulation to prevent seabed scour due to ship propellers. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Moncunill-Marimon, J., Martínez-Lozares, A., Martín-Mallofré, A., González la Flor, J.F., Martínez de Osés, F.J., 2020. Compass adjustment by GPS and two leading edges. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Moreira, M., De Melo, G., 2020. Economic profitability and environmental impact for the installation of a cogeneration system in an Aframax oil tanker. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Morell, M., Espino, M., Grifoll, M., Mestres, M., 2020. New strategies for environmental management in harbours: The case of the Tarragona port monobuoy. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Mujal-Colilles, A., 2020. AIS data analysis: decoding messages and typical errors. Presentation in 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Ortega-Piris, A., Díaz-Ruiz, E., Pérez-Labajos, C., Navarro-Morales, A., 2020. Implementation of a RFID system on ships for passenger and crew location. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Ortigosa, I., Castells-Sanabra, M., Mateu, J., Bardaji, R., Hoareu, N., Simon, C., Pelegrí, J.L., Vallès-Casanova, I., 2020. Adapting the existing coastal patí a vela fleet for scientific purposes. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Pérez-Fernandez, R., 2020. How the industry 4.0 could affect the shipbuilding world. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Radmilović, Z., Tomić-Petrović, N., Ambruš, D., 2020. The Danube waterway transport as “extended leg” of maritime transport across ship locks. Case study: Ship lock Iron Gate 1. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Roos, N., Sandell, P., 2020. STCW-Convention and future of joint curriculums for autonomous and remotely operated vessels in Maritime Education and Training (MET). In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Sandell, P., Roos, N., 2020. Risk management, marine insurance and charterparties - Formulating the research needs for autonomous vessels in Maritime Universities. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Serry, A., Kerbiriou, R., 2020. Spanish container ports integration in the maritime network. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Teege, S., Burgos, C.E., De Melo, G., 2020. Skills beyond the seas project. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Torné, A., Isalgué, A., Martínez, F.X., 2020. Evolution of maritime accidents in Spanish fishing. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Ukić, H., Slišković, M., Balić, K., 2020. Overview of status and priorities for sustainable management of European Seaport. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Uyà-Juncadella, A., Martínez de Osés, F.X., 2020. New international guidelines for vessel traffic services. Revision of IMO resolution A.857(20). In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Velásquez, S., 2020. Digital twin and the ports 4.0, beyond the concept of smart port. Presentation in 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Ventura-Jarrod, E., Martínez de Osés, F.X., 2020. The role of the Malacca Strait in the One Belt, One Road Initiative. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Ziatari, R., De Melo Rodrigues G., Singh, L., 2020. Digital twin of an internal combustion engine, C4FF. In Martínez de Osés et al. (editors), 8th international conference on maritime transport: Technology, innovation and research: Maritime transport '20. Universitat politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.



