

MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUKSEN JULKAISUJA
TURUN YLIOPISTON BRAHEA-KESKUS

PUBLICATIONS OF THE CENTRE FOR MARITIME STUDIES
BRAHEA CENTRE AT THE UNIVERSITY OF TURKU

B 211
2019

SATAMIEN DIGITALISAATION TULEVAISUUDEN SKENAARIOT

Reima Helminen

Janne Saarikoski



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUKSEN JULKAISUJA
TURUN YLIOPISTON BRAHEA-KESKUS

PUBLIKATIONER AV SJÖFARTSBRANSCHENS UTBILDNINGS- OCH
FORSKNINGSCENTRAL
BRAHEA CENTRUM VID ÅBO UNIVERSITET

PUBLICATIONS OF THE CENTRE FOR MARITIME STUDIES
BRAHEA CENTRE AT THE UNIVERSITY OF TURKU

B 211
2019

SATAMIEN DIGITALISAATION TULEVAISUUDEN SKENAARIOT

Reima Helminen & Janne Saarikoski

Turku 2019

JULKAISIJA / PUBLISHER:

Turun yliopiston Brahea-keskus / Brahea Centre at the University of Turku
MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUS
CENTRE FOR MARITIME STUDIES

Käyntiosoite / Visiting address:
ICT-talo, Joukahaisenkatu 3-5 B, 5.krs, Turku

Postiosoite / Postal address:
FI-20014 TURUN YLIOPISTO

Puh. / Tel. +358 (0)2 333 51
<http://mkk.utu.fi>

ISBN 978-951-29-7787-1 (Verkkojulkaisu)
ISSN 2342-1436 (Verkkojulkaisu)

ESIPUHE

Sipilän hallituksen (2015-2019) yhtenä painopistealueena oli digitalisaatio, kokeilut ja normien purkaminen, jota mm. uusi liikennepalvelulaki toteutti. LVM:n tulevaisuuskatsauksessa kesältä 2018 korostetaan tiedon saatavuutta digitaalitalouden kriittisenä tekijänä. Automaattiliikenteen kehittämisessä satamat, terminnaalit ja pääväylät mainitaan kohteina, joissa kehitys käynnistyy alkuvaiheessa.

LVM:n virkamiesnäkemyksessä *Liikenne- ja viestintäpolitiikka hallitusohjelmassa 2019–2023* ennakoidaan kasvun liittyvän jatkossa digitaalitalouteen. Kriittisenä tekijänä tälle kehitykselle on tiedon saatavuus. Käytännön toimenpiteenä ehdotetaan mm. datan käyttöoikeuksien lisäämistä velvoittavalla lainsäädännöllä. Tähän on satamatoimijoidenkin varauduttava aktiivisella kehittämisasenteella mm. osallistumalla kokeiluhankkeisiin ja datan standardisointipyrkimyksiin. Toistaiseksi datatalouden kehitystä ovat hidastaneet puutteet datan avoimuudessa, laadussa ja yhteentoimivuudessa¹.

Tämä satamien digitalisaation tulevaisuutta luotaava raportti on tuotettu osana DigiPort-hanketta. Hankkeen tarkoituksena on tuottaa satamille uutta tietoa digitalisaatioon liittyvän päätöksenteon tueksi ja edistää avoimen datan toimintamallin omaksumista satamissa. Tämän selvityksen tarkoituksena tukea satamia arvioimaan sitä, miten ne voisivat hyötyä jatkossa datan ja digiteknologioiden lisääntyvistä käyttömahdollisuuksista.

DigiPort-hankkeen toteutusajaksi oli lokakuu 2017 – syyskuu 2019. Selvityksen ovat toteuttaneet erikoistutkija Reima Helminen Turun yliopiston Brahea-keskuksen Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksesta sekä projektitutkija Janne Saarikoski Meriturvallisuuden ja -liikenteen tutkimuskeskus Merikotkasta muun hanketiimin tukemana. Tutkimusryhmä lausuu parhaimmat kiitoksensa rahoittajille (Euroopan Aluekehitysrahasto, HaminaKotkan ja Turun satamat) sekä hankkeessa haastatetuille asiantuntijoille.

Helsingissä 25.9.2019

Kirsti Tarnanen-Sariola

Apulaisjohtaja, Satamaliitto

Digiport-hankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja

TIIVISTELMÄ

Selvityksen tavoitteena oli tuottaa näkemys Suomen satamien digitalisaation tulevaisuuskuvista vuoteen 2030 mennessä. Tutkimus toteutettiin osana DigiPort-hanketta (1.10.2017-30.9.2019). Raportti on jatkoa aiemmin toteutetulle satamien digitalisaation nykytilaa kuvaavalle selvitykselle.

Digitalisaatio käsitteenä on noussut 2010-luvun puolesta välistä lähtien keskeiseen asemaan. Liikenteen ja satamien digitalisaatiota edistämään on viime vuosina käynnistetty erilaisia hallinnon ja toimialan kehittämisohjelmia, joiden tulevaisuushorisontti on asetettu yleensä vuosiin 2025 tai 2030. Merenkulussa huomio on ollut autonomisen meriliikenteen kehittämisessä, joka edellyttää valmistautumista myös satamilta. Satamayhteisössä tiedonvaihdon tarve ja tätä kautta yhteisen tilannekuvan muodostaminen on selkeästi nostettu esille. Liikenne- ja viestintäministeriön hiljattain teettämässä älysatamaselvityksessä korostettiin ekosysteemistä lähestymistapaa jatkossa ja toisaalta digitalisaation edistämistä asteittain kokeiluhankkeiden muodossa.

Satamien näkemyksen mukaan digitalisaation avainteknologioiden (massadata-analyysi, automaatio, esineiden internet, kyberturvallisuus, pilvipalvelut, mobiilipalvelut, sosiaalinen media) merkitys tulee kasvamaan erityisesti 2020-luvun loppua kohti verrattuna lähivuosiin. Tärkeimmiksi arvioitiin mobiilipalvelut ja kyberturvallisuus.

Tulevaisuuskuvien työstämiseksi eriteltiin erilaisia muutosvoimia, joilla on merkitystä satamien digitalisaatiokehityksessä tulevan noin 10 vuoden aikana. Avainmuuttujia tuotettiin erinäkökulmista (poliittinen, taloudellinen, sosiologinen, ympäristöllinen ja tekninen). Satamien digitalisaation ajureina käsiteltiin datan standardisointipyrkimyksiä, logistiikan markkinapaikkoja ja toimitusketjun ohjausta, satamien yhteiskunnallista asemaa, satamien hiilineutraaliustavoitetta ja muuta ympäristösäätelyä sekä erilaisia teknologisia muutosvoimia. Teknologisia ajureita pidettiin digitalisaation kehittymiselle erityisen tärkeitä, joten niitä käsiteltiin laajemmin kuin muita tekijöitä.

Muutosvoimien mahdollisista kehityskuluista tuotettiin tulevaisuustaulukko, jonka perusteella laadittiin satamien digitalisaatiosta 2030 mennessä kolme eri skenaariota: normiura, digiräjähdykseen ja digipannukakku.

Normiuralla Suomen merikuljetusvolyymit eivät merkittävästi kasva. Satamat ovat onnistuneet tehostamaan toimintaansa digiteknologioiden avulla, joten fyysiset laajenemistarpeet ovat vähäisiä. Massadatan analyysi ohjaa pientenkin satamien toimintaa. Satamien infranhallinta- ja tilannekuvajärjestelmät perustuvat laserkeilauksella tuotettuihin 3D-malleihin, joita on rikastettu ominaisuustiedoilla. 5G-verkot ovat mahdollistaneet autonomisen liikenteen ja lastinkäsittelyn kokeilut satama-alueilla. Kyberturvallisuus säilyy edelleen haasteena.

Digiräjähdyksen skenaariossa kehitystä on edesauttanut myönteinen talouden ja kansainvälisen yhteistyön kehitys. Aiemmin kehitystä hidastanut standardien puute on ratkaistu. Satamista on muodostunut datahubejia, joita satamanpitäjät hallinnoivat. Datasta ja niihin liittyvistä palveluista on tullut uusi osa sataman liiketoimintaa. 5G-mobiiliverkot ovat laajalti käytössä ja niitä hyödynnetään satama-automaation ohjauksessa. Lohkoketjuteknologia on omaksuttu laajalti sujuvoittamaan toimitusketjuja. Sataman staattisia infratietoja on yhdistetty dynaamiseen lasti- ja liikennevirtadataan ja päästy näin luomaan satamasta digitaalinen kaksonen. Tätä käytetään sataman suunnittelussa, markkinoinnissa, YVA-arvioinnissa ja maankäytön ja liikenteen optimoinnissa.

Digipannukakku-skenaariossa digitalisaation vauhti on hidastunut 2020-luvulla osittain kauppasotien ja muiden kriisien seurauksena. Luottamus ja yhteistyö on heikentynyt ja mm. tiedonvaihdon järjestelmien standardointi on hidastunut merkittävästi. Globaalit logistiikkatoimijat ovat luoneet omia "standardejaan", joilla ne pyrkivät optimoimaan toimitusketjuja. Osoptimointi ruuhkauttaa satamia. Uudet teknologiat ovat osoittautuneet epäluotettaviksi ja kyberriskit ovat kasvaneet. Autonominen meriliikenne on jäänyt kokeilujen asteelle ja joidenkin lyhyen matkan satamaparien kuriositeetiksi.

Luoduilla skenaarioilla ja eri muutosvoimien kehitysnäkymillä satamat voivat arvioida omia kehityspainoksiaan digitalisaatioon. Aktiivisella kehittämisotteella on joka tapauksessa saatavissa kilpailuetua ja mahdollisesti jopa täysin uutta liiketoimintaa. Ulkomaisten suursatamien digitalisaatiokehityksen ja eurooppalaisten kehittämishankkeiden tulosten soveltamista kannattaa seurata myös Suomen satamissa.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	7
1.1 Tutkimuksen tausta.....	7
1.2 Tutkimuksen tavoite	7
1.3 Tutkimuksen toteutus	8
1.4 Raportin rakenne	8
2 LIIKENTEEN JA SATAMIEN DIGITALISAATIOTA EDISTÄVÄT OHJELMAT JA TIEKARTAT	9
2.1 Hallinnon kehittämissuunnitelmia	9
2.2 Toimialavetoiset kehittämisohjelmat	13
2.3 Yhteenveto satamien digitalisaatioon liittyvistä ohjelmista	19
3 SATAMIEN KÄSITYS ERI DIGITAALITEKNOLOGIOIDEN MERKITYKSEN KASVAMISESTA	21
3.1 Kysely digitaalteknologioiden merkityksestä tulevaisuudessa	21
3.2 Avoimet vastaukset.....	24
3.3 Työpaja satamayhteisölle	26
4 TOIMINTAYMPÄRISTÖN MUUTOSVOIMAT	27
4.1 Eri liikennemuotojen tiedonvaihdon tarve ja tiedon standardointi	27
4.1.1 Tiedonvaihdon standardoinnin taustalla oleva viranomaistoiminta ja toimialayhteistyö ..	28
4.1.2 PortCDM.....	30
4.1.3 International Taskforce Port Call Optimisation (ITCPO)	31
4.1.4 Maritime Connectivity Platform Consortium (MCP).....	32
4.2 Logistiikan markkinapaikat ja koko kuljetusketjun kattava ohjaus.....	33
4.3 Satamien yhteiskunnallinen asema ja oikeutus olemassaololle	33
4.4 Hiilineutraaliustavoite ja muu ympäristösääntely	34
4.5 Teknologiset muutosvoimat	35
4.5.1 3D-tulostus.....	36
4.5.2 Tekoäly, Big data –analytiikka/massadatan analysointi	37
4.5.3 Lohkoketju.....	38
4.5.4 Esineiden internet (IoT), edulliset anturiteknologiat ja 5G.....	39
4.5.5 Robotiikka ja automaatio, autonominen (meri)liikenne ja dronet.....	42
4.5.6 Laserkeilaus (lidar), Digitaalinen kaksonen.....	44
4.5.7 Kyberturvallisuus.....	44
5 SATAMIEN DIGITALISAATION SKENAARIOT	47
5.1 Normiura	47
5.2 Digiräjähdytys.....	48

5.3 Digipannukakku.....	49
6 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT.....	52
LÄHDELUETTELO	54
LIITTEET	60

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Digitalisaatio muokkaa yhteiskuntaa ja elinkeinoelämää kiihtyvällä vauhdilla. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisussa *Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037* arvioidaan, miten uudet teknologiat vaikuttavat 20 eri arvonluontiverkoston 20 vuoden aikana. Henkilö- ja tavaraliikenne arvioitiin nopeimmin kehittyviksi aloiksi¹. Satamilla liikenteen ja toimitusketjun solmukohtina on tärkeä rooli datan ja uusien teknologioiden hyödyntäjänä. Keskeisenä haasteena ei ole niinkään uusien teknologioiden hyväksyminen ja käyttöönotto vaan toiminnasta kertyvän datan/tiedon jakaminen eri osapuolten kesken. Tiedon jakaminen voi tarjota esimerkiksi satamanpitäjille uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

DigiPort-hankkeen tarkoituksena oli tuottaa uutta tietoa satamien digitalisaatiota koskevan päätöksenteon tueksi ja edistää avoimen datan toimintamallin omaksumista satamissa². Hankkeen toteutus-aika oli lokakuu 2017 – syyskuu 2019.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa satamien digitalisaatiota luotaavia skenaarioita vuoteen 2030 ulottuen. Raportti on jatkoa DigiPort-hankkeen *Satamien digitalisaation nykytila* –julkaisulle. Tätä aiempaa raporttia on hyödyllistä silmäillä, sillä se kuvailee digitalisaation tilaa satamissa ja liikennejärjestelmässä. Nykytila-raportissa kuvataan myös satamien digitalisaatioon liittyviä aiempia selvityksiä ja kehittämishankkeita³.

Satamien digitalisaatiolla ymmärretään tässä yhteydessä dataa ja digitaalitekologioita, jotka mahdollistavat toimintatapojen ja –prosessien muutoksen satamatoiminnassa. Data ja teknologia ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Teknologiat tarvitsevat dataa toimiakseen, mutta toisaalta ne taas tuottavat dataa jatkoprosessointia varten. Kun dataa on eri lähteissä, keskeisessä roolissa ovat rajapinnat (API), jotta dataa voitaisiin hyödyntää. Laajemmin tarkasteltuna digitalisaatioon voidaan sisällyttää myös vaikuttavuus. Hannu Tikan määritelmän⁴ mukaan ”Digitalisaatio ei tarkoita palveluiden sähköistämistä, vaan sitä, että kun yksi asia digitalisoituu, koko ekosysteemi ja arvoverkosto sen ympärillä muuttuu”.

¹ Linturi, R., Kuusi, O. (2018). Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. s.17.

² DigiPort-hanke. <<https://www.merikotka.fi/projects/digiport/>>, haettu 1.8.2019.

³ Liikenne- ja viestintäministeriö (2014). Satamatoiminnan kilpailukyky ja kehittämistarpeet. Julkaisuja 17/2014.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2016). Digitaalinen Itämeri – Toteutettavuusselvitys. Julkaisuja 6/2016.

Liikennevirasto (2016). Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa, kehitysnäkymiä Suomessa ja maailmalla. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2016.

⁴ Suomi nousuun! Turvallisuus & Riskienhallinta -lehti (2015), nro 3/2015, s. 15.

Tulevaisuuden hahmottamisessa tarkastellaan pääasiassa, miten datan ja digitaalisten teknologioiden käyttöönotto itse satamissa etenee ja muuttaa toimintaa. Tarkastelujen pääpaino on itse satamassa ja satamien ja merikuljetuksen vuorovaikutuksessa. Toisaalta arvioidaan myös digitalisaation etene-
misen vaikutuksia myös muissa toimitusketjun osissa ja tavaratuotannossa sikäli kun sillä on vaikutuk-
sia satamatoimintaan.

1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin ensisijaisesti kirjallisiin lähteisiin perustuen. Keskeisessä roolissa olivat liikenteen ja logistiikan tulevaisuuteen liittyvien hankkeiden ja kehittämisohjelmien luomat suuntaviivat ja niiden yhteydet satamien digitalisaatioon. Uusimpia kehitteillä olevia ratkaisuja kerättiin toimialan uutissivustoilta. Satamien näkemykset uusien teknologioiden merkityksestä tulevaisuudessa perustuvat kyselyyn. Tämän lisäksi suoritettiin asiantuntijahaastatteluja keskeisten muutosvoimien ja skenaarioluonnosten täsmentämiseksi.

Skenaariotyön lähtökohtana oli satamien digitalisaatioon (datan ja teknologioiden hyödyntämiseen) vaikuttavien muutosvoimien erittely PESTE-menetelmällä⁵. Avainmuuttajat kerättiin tulevaisuustaulukkoon, jossa muuttujien eri arvojen perusteella muodostettiin skenaarioluonnokset, joita täsmennettiin asiantuntijahaastattelujen perusteella.

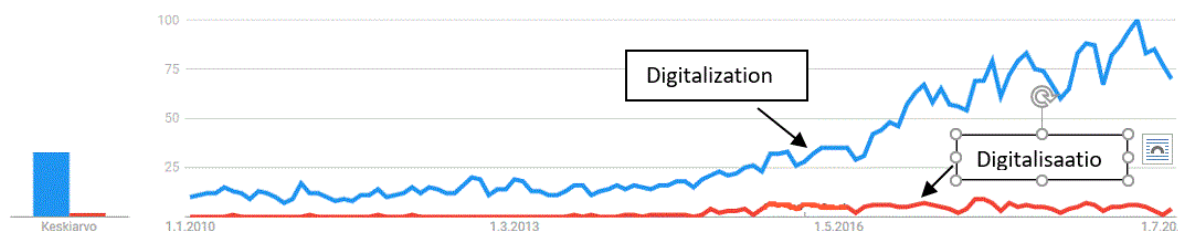
1.4 Raportin rakenne

Johdannon jälkeen kappaleessa 2 käsitellään ajankohtaisia liikenteen ja satamien digitalisaatiota edistävien ohjelmien ja tiekarttoja. Kappaleessa 3 eritellään satamien omia käsityksiä digitalisaation kehitymisestä satamissa seuraavan 10 vuoden aikana. Tämän jälkeen kappaleessa 4 siirrytään tarkastelemaan satamien digitalisaatioon vaikuttavia muutosvoimia. Muutosvoimien eri kehityssuuntien perusteella on muodostettu kolme eri skenaariota (kappale 5). Viimeisessä kappaleessa tuloksia on vedetty yhteen ja kirjattu johtopäätökset.

⁵ PESTE (Political, Economic, Social, Technological ja Environmental). Kehitykseen vaikuttavien muutosvoimien erittely eri näkökulmista.

2 LIIKENTEEN JA SATAMIEN DIGITALISAATIOTA EDISTÄVÄT OHJELMAT JA TIEKARTAT

Digitalisaatiosta on tullut viime vuosina varsin käytetty käsite kuvaamaan datan ja digitaaliteknologian moninaisia sovelluskohteita. Google-hakujen perusteella uuden termin lanseeraus ja kiinnostus siihen näyttää kasvaneen voimakkaasti vuoden 2015 paikkeilla.



Kuva 1.1. Hakutermien ”Digitalization” ja ”digitalisaatio” määrä Google-haussa 2010-luvulla (lähde: Google Trends 8.8.2019).

Digitalisaatio on noussut 2010-luvulla myös eri toimialojen ja hallinnon kehittämisraportteihin. Meriliikenteen ja satamien digitalisaation tulevaisuutta on hahmoteltu erilaisissa hallinnon ja toimialan ohjelmissa, joiden sisältöä ja etenemisvaiheita on tiivistetty erilaisiin aikatauluihin ja tiekarttoihin. Seuraavissa kappaleissa ohjelmat on jaettu karkeasti julkisen hallinnon ja toimialan tuottamiin ohjelmiin, vaikka osa ohjelmista onkin tuotettu eriasteisella yhteistyöllä.

2.1 Hallinnon kehittämissuunnitelmia

Hallinnon toimijoista keskeisiä toimijoita meriliikenteen digitalisaation suuntaviivojen hahmottajina ovat Suomessa olleet Valtioneuvoston kanslia (VNK), Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) ja Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM). Osa näiden tuottamista ohjelmista ja strategioista sisältää vaiheistettuja päämäärät, toisissa taas annetaan yksittäinen vuosiluku tai tietty aikajänne yhden vuoden tarkkuudella. Tarkastelun kohteeksi on valittu dokumentteja, joissa tulevaisuushorisontti on suunnilleen vuodessa 2030. Lainsäädäntöprosessin liikennekaaren kolmannessa vaiheessa keskityttiin erityisesti liikenteen digitalisaation edistämiseen⁶. Sen rinnalla tuotettiin VNK:n periaatepäätös ja toimeenpanosuunnitelma, jossa on myös satamia koskevia osioita⁷. Tärkein satamien tulevaisuutta visioiva suunnitelma on Smart Port 2030 -selvitys⁸, jossa tavoitetilana vuodelle 2030 on ”Suomi edelläkävijänä pienempien tavaravirtojen logistiikan suorituskyvyssä ja teknologiassa”. Selvitys suosittaa kuuden toimenpiteen

⁶ Valtioneuvosto (2019). Hallituksen esitys liikenteen palveluista annetun lain muuttamiseksi, III vaihe. <<https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM004:00/2018>>, haettu 2.4.2019.

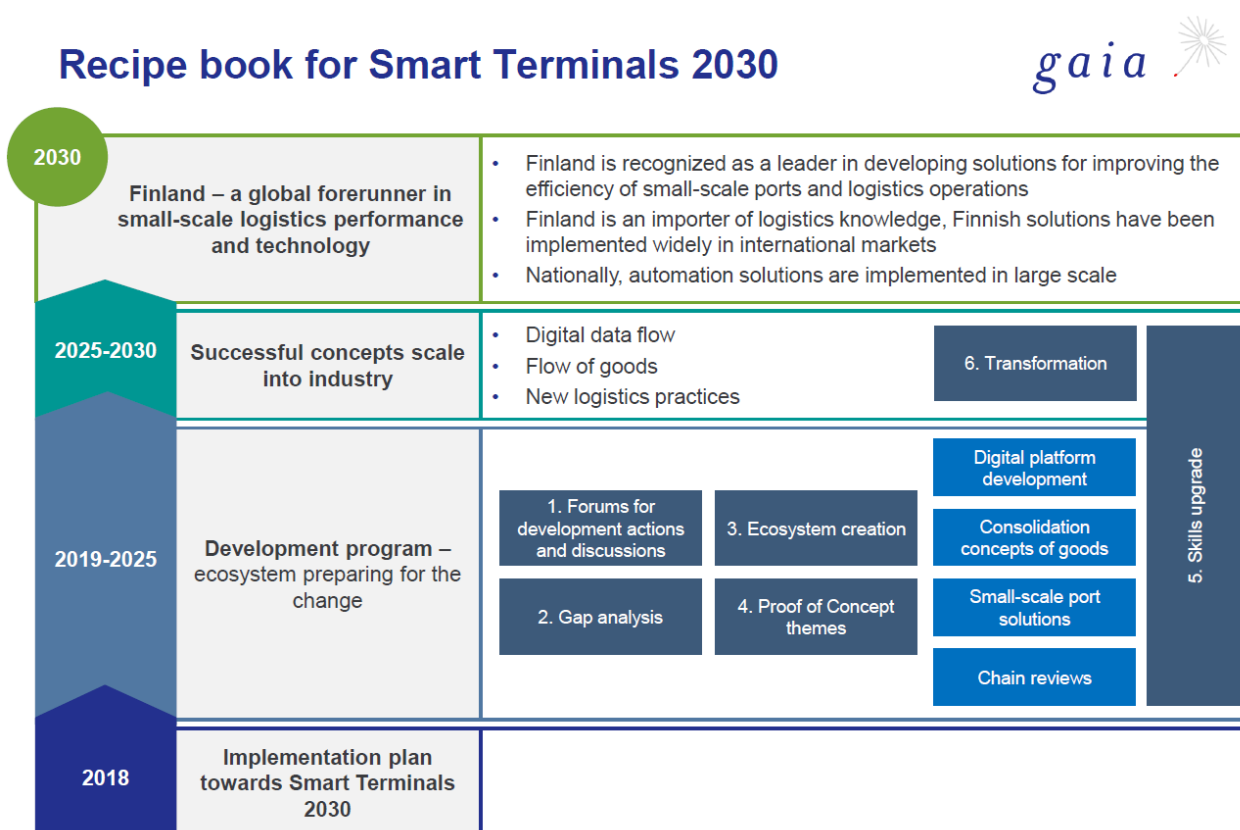
⁷ Valtioneuvoston periaatepäätös kehittämissuunnitelmaksi logistiikan ja kuljetussektorin sekä satamien digitalisaation vahvistamisesta. <<https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f8059df65>> ja <<https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=9706>>, haettu 2.4.2019.

⁸ Gaia (2018). From ports to smart terminals 2030. <<https://www.liikennelabra.fi/julkaisut>>, haettu 2.5.2019.

kehittämishjelmaa vuosiksi 2019-2030 (*Recipe Book for Smart Terminals 2030*, ks. kuva 2.1). Yksittäisten satamien ja koko sektorin osalta olennaisia ovat erityisesti vuosille 2019-2025 kaavaillut erilaiset kokeiluhankkeet (toimenpide 4), joilla pyritään ideoiden toimivuuden osoittamiseen (proof-of-concept). Näitä kokeiluhankkeita ovat:

- digitaalisten alustojen luominen toimitusketjun datan- ja tiedonvaihtoon
- tavaravirtojen yhdistämiskokeilut muutaman teollisen toimijan kesken
- pienempien satamien tavara- ja tietovirtojen optimointikokeilut
- yksittäisen teollisuusyrityksen koko toimitusketjun kokonaistarkastelu ja kehittäminen.

Näissä kokeiluissa satamatoimijoilla on keskeinen rooli. Kokeilujen lopullisena tavoitteena on menestykselliseksi osoittautuneiden toimintatapojen skaalaaminen koko Suomen satamasektoria koskevaksi vuosina 2025-2030.



Kuva 2.1. Satamien digitalisaation kehittämisohjelma 2019-2030 (*Recipe book for Smart Terminals 2030*). Lähde: Gaia (2018).

LVM:n *Liikenteen automaation ja robotiikan kehittämistoimenpiteiden tiekartassa 2017-2019* mainitaan tavoitteena ”...olla digitaalisen merenkulun johtava maa, jossa datalla luodaan kilpailuetua ja uusia liiketoimintakonsepteja merenkulun tarpeisiin.” Samoin LVM:n *Suomi tietoverkkojen kärkimaaksi - Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025*⁹ tuo esille autonomisen meriliikenteen ja satamien au-

⁹ Wiren et al. (2018). Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi – Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025 <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9>>, haettu 2.4.2019.

tomaatiokehityksen tavoitteet vuodelle 2025, sekä tähän liittyen tarpeet tehokkaille tietoliikenneyhteyksille. Satamat, muut liikenteen solmukohdat ja pääväylät nähdään keskeisinä alueina autonomisen liikenteen alkuvaiheessa.

VNK:n *Periaatepäätös Suomen meripolitiikan linjauksista*¹⁰ käsittelee merilogistiikkaa ja meriklusteria yhtenä osa-alueena, mutta se ei varsinaisesti tuo uutta meriliikenteen tai satamien kehittämiseen, vaan integroi käynnissä olevat kehittämissuunnitelmat ja -politiikat osaksi kestävän sinisen kasvun teemoja. Meripolitiikka toteuttaa Suomen linjauksia YK:n kestävän kehityksen globaalista toimintaohjelmasta ”Agenda 2030”.

TEM:n julkaisemassa *Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua*¹¹ -tutkimuksessa käsiteltiin satamatoimintoja yhtenä kolmesta meriklusterin osa-alueesta. Kyselyn perusteella satamayhtiöt ja -operaattorit näkivät lähitulevaisuudessa (5 v.) tarvetta muutoksille. Uusien asiakkaiden saamista ja tuotteiden/palvelujen tarjonnan lisäämistä pidettiin tärkeänä. Digitalisaation nähtiin osaltaan mahdollistavan lisäarvo- ja palvelujen tarjoamista. Tutkimushankkeessa muodostettiin myös koko meriklusterin tulevaisuuskuvia 10 vuoden aikajänteelle. Erilaisia muutosvoimia tunnistettiin yhteensä 130, joista merkittävimmät otettiin mukaan tulevaisuuskuvien työstämiseen. Tulevaisuuskuvat perustuivat neljään eri muuttujan, joista muodostettiin ns. skenaarioakselit, joiden perusteella tehtiin neljä tulevaisuuskuvaa (kuva 2.2.). Skenaarioakseleita olivat:

- uusiutuvat hiilineutraalit energiamuodot – rajalliset fossiiliset energian lähteet
- proaktiivinen – reaktiivinen toimintatapa/suhtautuminen kansainväliseen sääntelyyn
- hidas ja inkrementaalinen teknologinen kehitys – nopea hyppäyksellinen kehitys yhdistettynä digitalisaatioon
- globaali yhteenkietoutuminen ja suuruuden ekonomia – paikalliset yksilöllisyyttä ja erityisyyttä korostavat liiketoimintamalli

¹⁰ VNK (2019). Periaatepäätös Suomen meripolitiikan linjauksista. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-689-8>>

¹¹ TEM (2016). Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-127-2>>, haettu 1.3.2019.



Kuva 2.2. Suomen meriklusterin 4 skenaarioakselia ja niihin perustuvat tulevaisuuskuvat (Lähde: Karvonen, T. et.al (2016)).

Neljä eri tulevaisuuskuvaa näkyvät kuvan 2.2 nelikentässä. Tulevaisuuskuvat koskevat siis koko meriklusteria ja meriteollisuuden painoarvo visioissa on suuri. Tulevaisuuskuvat ovat luonteeltaan melko yleisiä. Digitalisaatio nousee esiin merikuljetusten ja satamien yhteydessä ”tehdään tulosta kovalla sykkeellä” -tulevaisuuskuvassa, jossa ”...digitalisaatioon perustuvaa radikaalia innovaatiota pyritään edistämään”. Lisäksi siinä ennakoidaan 3D-tuotantoteknologian kehitystä ja vaikutusta kuljetus- ja valmistusprosesseihin. Kaikki neljä tulevaisuuskuvaa tarjoavat aineksia satamatoimijoille oman toimintansa visioimiseen ja suunnitteluun kuvattujen tulevaisuuksien toteutuessa.

EU:n komissio julkaisi toisen strategisen liikenteen tutkimus ja innovaatio –toimintaohjelman (STRIA) 2019¹². Raportissa on kattava kuvaus eri kuljetusmuotojen verkottuneen ja autonomisen liikenteen kehityksen nykytilasta. Vesiliikenteen teknologisia kehityksen ajureina mainitaan:

- turvallisuuden tavoite
- digitalisaatio tehokkuuden lisäämiseksi ja vuorovaikutus teknologisten järjestelmien liiketoimintamallien kesken
- ympäristön huomioiminen.

Neljäntenä ajurina on ihmisen käyttäytymisen/toiminnan (human factor) huomioiminen. Vesiliikenteen osalta ensimmäisinä automaatiojärjestelminä, jotka tulevat markkinoille, mainitaan tilannekuvajärjestelmät, joissa hyödynnetään sensorifuusiota, laivan kiinnitysjärjestelmät (automooring) ja autonomiset alukset lyhyille väleille. Tutkimusaiheet on jaettu lyhyen (2023 mennessä), keskipitkän (2030 mennessä) ja pitkän (yli 2030) aikajanoille. Vastuita on jaettu aihekohtaisesti EU:lle, jäsenvaltioille ja

¹² EU Commission (2019). STRIA Roadmap on Connected and Automated Transport: Road, Rail and Waterborne.

toimialalle. Tutkimusagenda antaa kattavan kuvan, mitä tarpeita liikenteen automaatiokehityksessä on näkyvissä ja mihin mennessä niihin odotetaan ratkaisuja ainakin sovellettavuuden osalta.

2.2 Toimialavetoiset kehittämisohjelmat

Alun perin hankkeen pohjalta syntynyt Suomen meriklusteri tuotti *Suomen meriklusterin tutkimusagendan vuosille 2017-2025*¹³. Ohjelma määrittelee kolme pääteemaa ja näissä viisi alateemaa:

- kilpailukyky ja osaamisen kehittäminen
- poikkileikkaavat teknologiset segmentit:
 - energia, ympäristö ja kestävyys
 - älykäs laiva, systeemit ja ratkaisut
- spesifit tuotesegmentit:
 - risteilyalukset ja autolautat
 - arktinen teknologia
 - offshore.

Ohjelma on meriteollisuuspainotteinen eikä juurikaan huomioi satamasektoria. Satamien kannalta kiinnostavimpia ovat segmentit: älykäs laiva, systeemit ja ratkaisut sekä jossain määrin: risteilyalukset ja autolautat. Segmenttien tutkimusaihiot on jäsennellyt 10 vuoden aikajaksolle. Tutkimusagendassa kuvattujen tulosten käyttöönotto meriliikenteessä edellyttää myös satamien kehittämistä ”älysataman” konseptin suuntaan.

DIMECC:n D4V-ohjelman (*Design for Value*, 2017-2019) tavoitteena oli kehittää ovelta-ovelle –toimitusketjuja¹⁴, joista luodaan automaattisia järjestelmien ekosysteemejä. Painopiste oli autonomisen merikuljetuksen puolella. Teollisuuden digitalisaatiohankkeiden kytkentä kuljetuksiin ja satamiin jäi vähäiseksi. D4V-ohjelma kuitenkin edisti niin ikään DIMECC:n puitteissa käynnistettyä OneSea-ekosysteemin luomista ja tavoitteita. OneSea -ekosysteemissä toimivat Suomen keskeisimmät autonomisen merenkulun kehittäjät. OneSea on tuottanut aikajanan autonomisen aluksen kehittämiseksi (kuva 2.3). Suunnitelmassa autonominen alus olisi kaupallisessa liikenteessä vuonna 2025. Tämän lisäksi OneSea on tuottanut erillisiä tiekarttoja kuuteen autonomisen meriliikenteen ulottuvuuteen liittyen (operaationaalinen, tekninen, turvallisuus, regulaatio, liikenteen hallinta ja eettisyys) ajalle 2017-2025 (liite 1). Tiekartat tuovat esille soveltuvien osien lisäksi satamien automatisointiin liittyvää tematiikkaa.

¹³ Meriteollisuus (2016). A strategic research agenda for the Finnish maritime cluster 2017–2025. <https://www.finnishmaritimecluster.fi/wp-content/uploads/2018/05/SRA2016_raportti_final_pages_0.pdf>, haettu 1.3.2019.

¹⁴ D4V-ohjelma. <<http://d4value.dimecc.com/about/>>, haettu 1.8.2019.

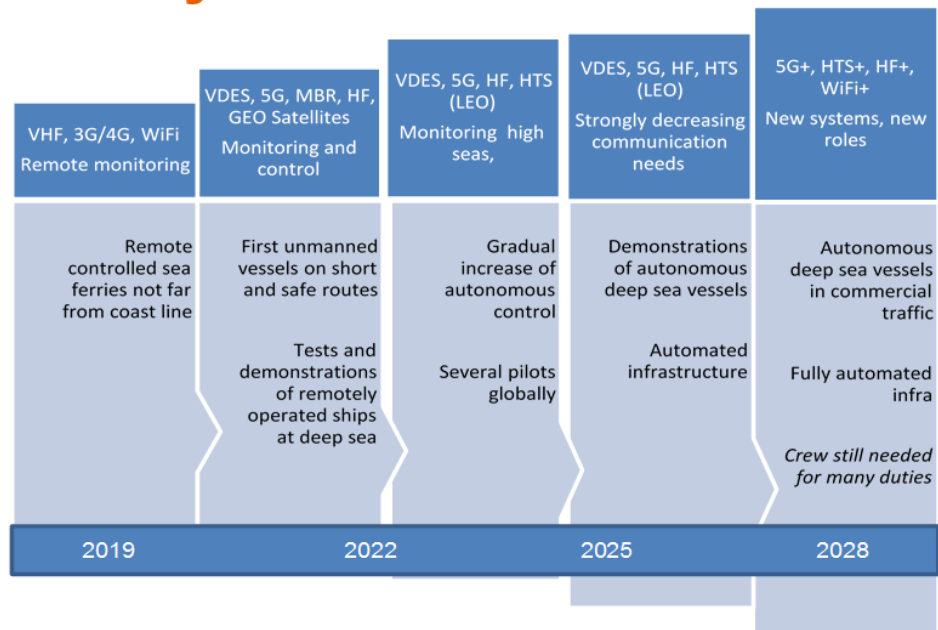


Kuva 2.3. DIMECC OneSea: Timeline for autonomous ship.

Edellä mainittuun LVM:n digitaalisen infrastruktuurin strategiaan liittyen etäohjatuille ja autonomisille aluksille on luotu oma verkottumisen tiekarttansa (kuva 2.4.), joka ulottuu vuodelle 2028. Tiekartta on tehty osana Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien koordinoiman 5G Momentum-ekosysteemin¹⁵ toimintaa, jossa merenkululla ja satamilla on merkittävä osuus. Ekosysteemin tarkoitus on kehittää ja testata 5G-teknologiaan perustuvia teknisiä ratkaisuja ja palveluja. Aikajana ennakoi ensimmäisten miehittämättömien alusten käyttöönottoa lyhyillä reiteillä jo 2022.

¹⁵ 5G Momentum -ekosysteemi. <<https://www.traficom.fi/fi/viestinta/viestintaverkot/5g-momentum-ekosysteemi-vie-suomea-karkimaaksi>>, haettu 1.8.2019.

Connectivity timeline



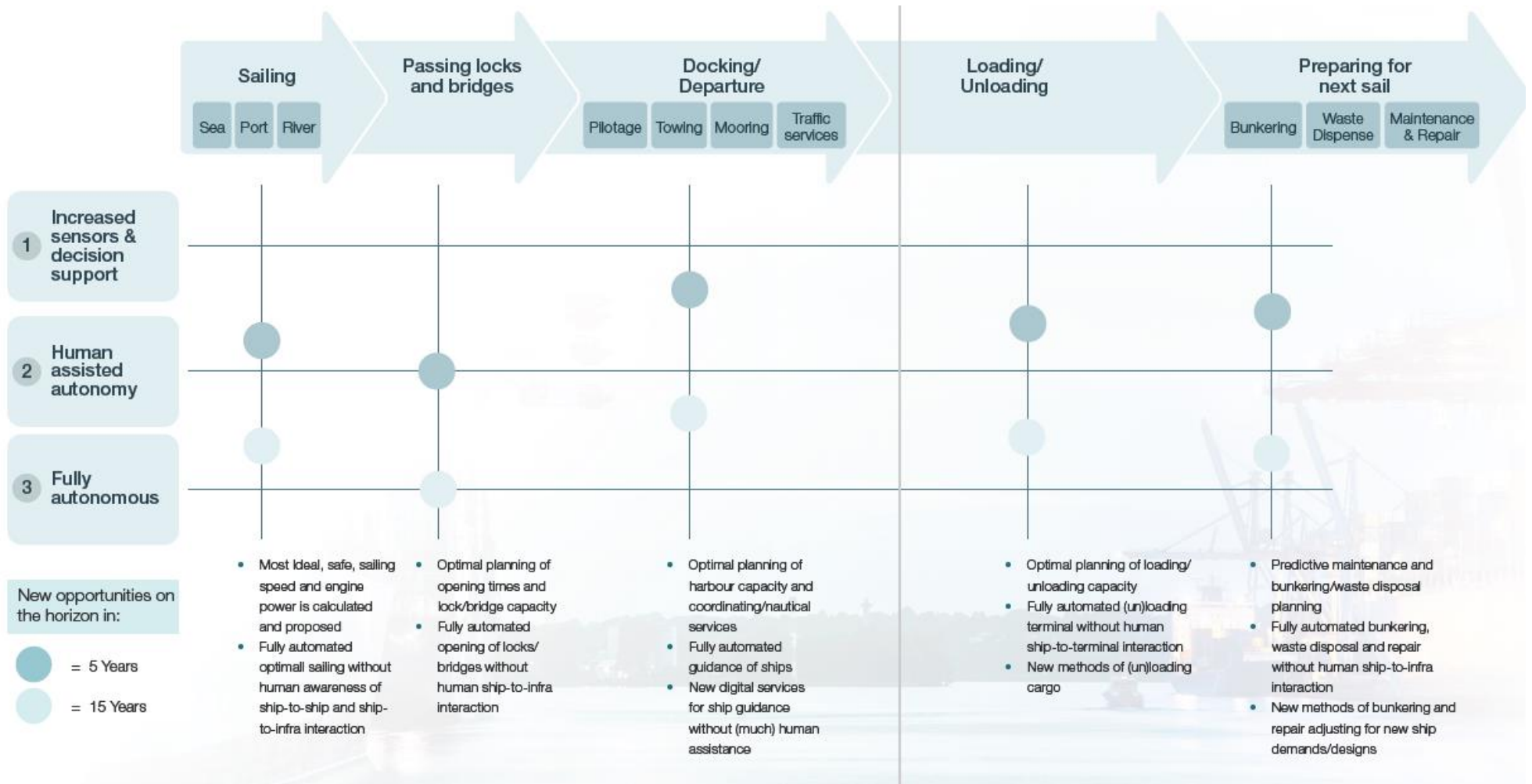
Kuva 2.4. Autonomisen meriliikenteen yhteysteknologioiden aikajana (Lähde: Hyväri, H. (2019). Verkottumisen tiekartta etäohjatuille ja autonomisille laivoille).

VTT ja Tampereen ammattikorkeakoulu toteuttivat 2017 skenaariohankkeen *Liikenneinfrastrukturi 2040*. Neljän eri skenaarion tavoitteena oli kuvata eri tulevaisuuksia liikenneinfran rahoitustarpeen arvioimiseksi. Raportissa sivutaan myös älykkään liikenteen ja autonomisen meriliikenteen toteutusta. Tämän skenaarioreportin jatkona tehty ”Liikenteen infrastrukturi tulevaisuuden mahdollistajana –raportti¹⁶” asettaa aikarajaksi vuoden 2030. Tuotos kirjaa muutokset toimintaympäristössä ja perustelee eri liikennemuotojen infran kehittämistarpeet ilman kustannusarvioita. Raportti keskittyy kattavasti perinteisen liikenneinfran tarpeisiin digitalisaatiota tukevan infran jäädessä vähemmälle huomiolle.

Hyvänä esimerkkinä ulkomaisista älykkään meriliikenteen näkemyksistä on SmartPort-yhteisön julkaisu *Smart ships and the changing maritime ecosystem*¹⁷. SmartPort on Rotterdamin sataman ja tutkimuslaitosten muodostama yhteisö, jonka tarkoitus on tuottaa innovaatioita sataman käyttöön. SmartPort on eritellyt autonomisen meriliikenteen vaikutuksia eri osiin kuljetusketjua. Sataman näkökulmasta tärkeimpiä ovat aluksen saapuminen/lähtö sekä purku/lastaus (kuva 2.5.)

¹⁶ WSP (2017). Liikenteen infrastrukturi tulevaisuuden mahdollistajana. <<https://www.sttk.fi/wp-content/uploads/2017/03/Liikenteen-infrastrukturi-tulevaisuuden-mahdollistajana.pdf>>, haettu 4.4.2019.

¹⁷ SmartPort (2018). Smart ships and the changing maritime ecosystem. <<http://www.smart-port.nl/wp-content/uploads/2018/09/SmartPort-whitepaper-SmartShipping.pdf>>, haettu 20.3.2019.



Kuva 2.5. Meriliikenteen automaation aste ja vaikutus kuljetusketjun eri osiin (lähde: SmartPort 2019).

SmartPort on rajannut meriliikenteen autonomian asteita kolmeen eri luokkaan ja sen toteutumista on jaoteltu 5 vuoden (2023) ja 15 vuoden (2033) päähän. Täyttä autonomiaa ei ole satamatoimintoihin ennakoitu jakson loppuun mennessä vaan autonomian asteen on arvioitu jäävän jonnekin välille ”human assisted” ja ”fully autonomous”.

Markkinatutkija Gartner on julkaissut jo pitkään uusien teknologioiden käyttöönottoa ennakoivia ns. hype-käyriä. Autonomisen liikenteen ja satamien kannalta kiinnostavia ovat mm. *Emerging technologies*, *Supply chain strategies* ja *Block chain business*. Taulukkoon 2.1 on valittu käyriltä joitakin teknologioita ja aikajänne, jolloin niiden on arvioitu olevan laajemmassa käytössä (kaaviot ovat kokonaisuudessaan liitteissä 3, 4 ja 5).

Taulukko 2.1. Arvioita eräiden logistiikkaan vaikuttavien teknologioiden omaksumisnäkyistä (Lähde: Gartner 2017-2018).

Emerging technologies 2018	käytössä (v)	Supply chain strategies 2017	käytössä (v)	Block chain business 2018	käytössä (v)
Smart robots	5-10	Block chain in supply chain	> 10	Block chain in supply chain	> 10
Autonomous mobile robots	5-10	Machine learning	5-10	Block chain in Logistics and transportation	5-10
Digital twin	5-10	Prescriptive analytics	5-10		
IoT platform	5-10	3D printing in supply chain	5-10		
Block chain	5-10	Internet of things	5-10		
Autonomous driving level 4	> 10	Big Data	2-5		
		Supply chain visibility	2-5		
		Descriptive analytics	< 2		

Useimpien teknologioiden arvioidaan olevan laajemmassa käytössä 5-10 vuoden kuluttua. Lohkoketjun täysimittainen omaksuminen toimitusketjuissa ja korkean tason automaatio autoissa (taso 4) ovat Gartnerin mukaan vielä yli 10 vuoden päässä.

Wärtsilä käynnisti 2018 Oceanic Awakening -aloitteeksi tai SEA20-verkostoksi nimeämänsä merikaupunkien verkoston, jonka tarkoitus on olla edelläkävijänä merellisen liiketoiminnan, ympäristöystävällisyyden ja digitalisaation hyödyntämisessä. Käynnistysvaiheessa lanseerattiin kolme erilaista pitkän aikavälin satamavisiota¹⁸:

- Ecotone on urbaani alue, jossa meren ja mantereen ekosysteemit kohtaavat toisensa. Vision mukaan SEA20-kaupunkien satama-alueista tulisi innovaatiokeskuksia, joissa testataan uusia, esimerkiksi logistiikkaan tai turismiin liittyviä toimintamalleja kaikkien verkoston satamakaupunkien hyödyksi.
- Mangrove on uusi tapa ajatella rannikon palveluja. Se tarjoaa omavaraisen, uusiutuvalle energialla toimivan maamerkin lisäksi viheralueita kaupungin asukkaille ja vierailijoille. Mangrove yhdistyy mantereeseen pienillä liitännäisillä sekä vedenalaisella tunnelilla.
- Blue Belt ehdottaa älykkään sataman siirtämistä ulommas merelle, ja kaupungin rannikko puhdistetaan uintikelpoisen veden vyöhykkeeksi. Vision mukaan tulevaisuuden rannikot vapautuvat kaupunkilaisten käyttöön, kun rahtiliikenne väistyy niistä¹⁹.

¹⁸ SEA20 (2018). Transforming the marine industry will transform society. <<https://www.sea20.org/look/transforming-the-marine-industry-will-transform-society>>, haettu 6.6.2019

¹⁹ Navigator Magazine (2018). Oceanic Awakening -aloite ja SEA20-verkosto herättävät kaupungit hyödyntämään valtamerten potentiaalin. <<https://navigatormagazine.fi/uutiset/oceanic-awakening-aloite-ja-sea20-verkosto-herattavat-kaupungit-hyodyntamaan-valtamerten-potentiaalin/>>, haettu 4.5.2019.

EU:n Horizon2020 -tutkimusohjelmassa on käynnissä neljä hanketta Port of the Future -teeman alla. Pixel, Corealis, PortForward ja DocksTheFuture -hankkeissa tutkitaan ja pilotoidaan uusia digiteknologioita satamaympäristössä. Hankkeiden yhteisenä piirteenä on mm. tiedonvaihdon kehittäminen sataman toimijoiden kesken. Hankkeet ovat vasta käynnistyneet, joten tuloksia voidaan odottaa vasta lähivuosina. Hankkeiden tapahtumatiedot ja raportit ovat saatavissa hankkeiden verkkosivuilta²⁰.

²⁰ ks. <https://pixel-ports.eu/?page_id=26>

2.3 Yhteenveto satamien digitalisaatioon liittyvistä ohjelmista

Taulukkoon 2.2 on koottu edellä esitellyjä satamien digitalisaatiota sivuavia ohjelmia ja tiekarttoja määrävuosineen. Useimmissa käsitellään liikenteen digitalisaatiota tai autonomisen merenkulun kehittämistä. Satamien digitalisaatio eri ulottuvuuksineen on verrattain vähän käsitelty alue suomalaisissa kehittämisdokumenteissa. Digitalisaatioon liittyvillä toimenpiteillä on kuitenkin vaikutuksia satamiin, joten niiden toteutumista on syytä seurata satamissa. Varsinaisesti satamiin liittyvää digitalisaatiota, *From ports to Smart Terminals 2030* -ohjelmaa, on taulukossa eritelty tarkemmin.

Taulukko 2.2. Satamien digitalisaatioon kytkeytyviä ohjelmia ja tiekarttoja määrävuosineen.

Tekijä/Tilaaja	Valmistusvuosi	Ohjelma	Määrävuosi
LVM	2017	Liikenteen automaation ja robotiikan kehittämistoimenpiteiden tiekartta 2017-2019	2019
LVM	2018	Suomi tietoverkkojen kärkimaaksi - Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025	2025
VTT	2019	Autonomisen meriliikenteen yhteysteknologiat	2028
VNK	2019	Periaatepäättös Suomen meripolitiikan linjauksista	2030
Meriteollisuus ry	2016	Suomen meriklusterin tutkimusagenda 2017-2025	2025
TEM	2016	Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua	2026
EU Komissio	2019	STRIA Roadmap on Connected and Automated Transport: Road, Rail and Waterborne	2023,2030 ja >2030
DIMECC /OneSea	2017	Autonomiset alukset	2025
Rotterdam satama	2018	Smart ships and the changing maritime ecosystem	2023 ja 2033
LVM	2018	From ports to Smart Terminals 2030	2025 ja 2030
		Kehittämisfoorumi	2025
		Puuteanalyysi	2025
		Ekosysteemin rakentaminen	2025
		Soveltuvuusselvitykset	2025
		<i>Digitaalinen kehitysalusta</i>	2025
		<i>Tavaravirtojen konsolidointi</i>	2025
		<i>PK-satamien materiaali- ja infovirtojen optimointi</i>	2025
		<i>Logistiikkaketjujen end to end -analyysi</i>	2025
		Osaamisen nosto	2030
		Onnistuneiden hankkeiden skaalaus ja jalkautus koko satamakenttään	2030

Ohjelmien toimenpiteiden toteutumisajat on määritetty useimmiten vuosille 2025-2030. Liikenteen digitalisaatio käsitteenä on noussut kehittämisagendalle vasta viime vuosina. Esimerkiksi Suomen meriliikenteen skenaariot 2030 (2013)²¹ ja Suomen meriliikennestrategia 2014-2022 (2014)²² eivät sisällä

²¹ Kallionpää E., Pöllänen, M., Mäkelä, T, Liimatainen, H. (2013). Suomen meriliikenteen skenaariot 2030.

²² LVM (2014). Suomen meriliikennestrategia 2014-2022. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-388-6>>, haettu 5.5.2019.

yhtään mainintaa digitalisaatiosta. Liikenteen automaatio tosin mainitaan muutamassa yhteydessä. Käynnissä olevat liikenteen ja satamien digitalisaatioon keskittyvien ohjelmien määrä ennakoi muutosta 2020-luvulla. Samalla tulee huomata, että edistyneimmät ulkomaiset satamat eivät ole vielä vakiinnuttaneet ”älysatamastatustaan”. Kehityksen voidaan katsoa olevan vielä alkuvaiheessa. Rotterdamin sataman ja Britannian satamaliiton julkaisussa²³ satamien digitalisaatio jaettiin neljään kypsyystasoon:

1. 1. taso – yksittäisten satamatoimijoiden toiminnan digitalisaatio: toimijat digitalisoivat ja kehittävät omia prosessejaan.
2. 2. taso – satamayhteisön eri toimijoiden ja toimintojen integroituminen: toimijoiden tiedonvaihto keskeinen osa digitalisaatioprosessia.
3. 3. taso – logistiikkaketjun integroituminen sataman ulkopuolisten toimijoiden kanssa: tiedonvaihto laajentunut satamayhteisöstä sataman ulkopuolisiin toimijoihin.
4. 4. taso – globaali satamien tiedonvaihto osana globaaleja logistiikkaketjuja: satamat ovat keskenään verkottuneita muodostaen digitaalisen ovelta-ovelle -logistiikkaketjun.

Tässä luokittelussa Suomen satamat ovat päässeet osin 2. tasolle. Ylemmille tasoille siirtyminen ja hyötyjen realisoiminen edellyttävät kehitysaskelia datan ja tiedon jakamisessa. Datanvaihtoa ei nähdä suomalaisissa yrityksissä kilpailuetuna. Sitran teettämässä neljän maan tutkimuksessa²⁴ Suomi on selvästi perässä verrokkimaitaan (Saksa, Alankomaat, Ranska).

²³ Buck, W., Gardeitchik, J., van der Deijl, A. (2019). Move forward: step by step towards a digital port. White paper. Port of Rotterdam, British port Association.

²⁴ Sitra (2019). < <https://www.sitra.fi/uutiset/suomalaisyriykset-ovat-datatalouden-pessimisteja/> >, haettu 6.9.2019.

3 SATAMIEN KÄSITYS ERI DIGITAALITEKNOLOGIOIDEN MERKITYKSEN KASVAMISESTA

Digitalisaatio voidaan yleisesti ymmärtää maailmanlaajuisena megatrendinä ja kulttuurisena muutoksena, jossa ihmiskunta pyrkii hyödyntämään digitaalisessa muodossa olevaa tietoa (eli dataa) ja digitaalisia teknologioita aiempaa laajemmin. Satamissa käsitellään suuret määrät tietoa, jolloin tiedonkulun kehittäminen paremman datan jakamisen avulla nähdään yleisesti tärkeänä. Myös digitalisaation toinen osa-alue, digitaalitekniikat, sisältää ulkopuolelta tarkasteltuna suurta potentiaalia satamissa. Tässä luvussa esitellään, mitä satamayhtiöt ja -toimijat ovat itse mieltä teknologisista kehitysnäkymistä.

3.1 Kysely digitaalitekniikoiden merkityksestä tulevaisuudessa

DigiPort-hankkeessa julkaistiin 2019 alussa Suomen satamien digitalisaation nykytilaa kuvaava tutkimus. Yhtenä osana tutkimusaineiston keruuta toteutettiin suomalaisille satamapitäjille eli satamayhtiöille suunnattu kysely kevään ja kesän 2018 aikana. Strukturoituja sekä avoimia kysymyksiä sisältänyt kysely toteutettiin Webropol-ohjelmalla ja vastauslinkki lähetettiin sähköpostitse 22 Suomen tärkeimmälle ulkomaankaupan merisatamalle, jotka kattoivat 98,6 % rannikon satamien ulkomaanliikenteestä. Vastaus saatiin 19 satamalta, jotka kattoivat 97,3 % rannikkosatamien ulkomaankaupasta vuonna 2017²⁵. Vastaajista kolmannes oli satamajohtajia. Muina vastaajina oli monipuolinen joukko sataman ylempää johtoa ja asiantuntijoita kuten teknisiä/ICT-päälliköitä, talousjohtajia sekä liikennejohtajia/satamakapteenia. Vastaajien voidaan katsoa edustavan joukkoa, joka on hyvin selvillä sataman digitaalisten teknologioiden käytöstä ja niihin liittyvistä kehittämisnäkymistä.

Vastaajilta kysyttiin mielipiteitä mm. digitalisaation merkityksestä, sen mahdollistamien ratkaisujen hyödyntämisestä satamassa, uuden tiedon tarpeesta digitalisaation teemoihin liittyen sekä avoimesta datasta käsitteenä. Kyselyn keskeisiä tavoitteita oli myös luoda satamien käsityksiä digitalisaation kehityksestä keskipitkällä aikavälillä. Digitalisaation hyödyntämistä voidaan eritellä monin tavoin. Tässä selvityksessä otettiin lähtökohdaksi Euroopan Komission jo muutamina vuosina toteuttama *Digital Transformation Scoreboard*²⁶. Siinä digitalisaation kehitystä lähestytään seitsemän eri avainteknologian omaksumisen kautta. Kyselytutkimus teknologioiden omaksumisesta on suunnattu muutamille tärkeimmille teollisuudenaloille (teknologiateollisuus, terveysala, autoteollisuus).

Digital Transformation Scoreboardin seitsemän digitalisaation avainteknologiaa ovat:

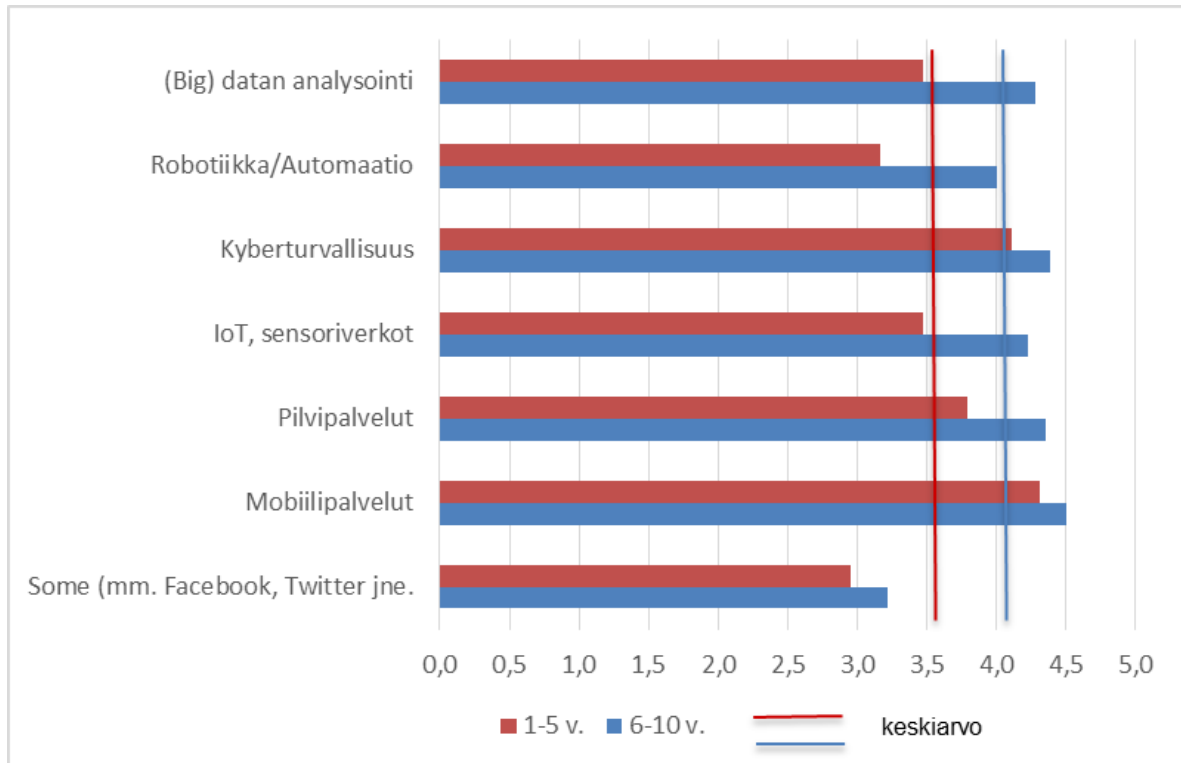
1. **(Big) datan analysointi.** Datan määrä kaksinkertaistuu parin vuoden välein. Tämän ns. Mooren lain arvioidaan vaikuttavan ainakin 2030-40-luvuille. Ihmisvoimin ei voida analysoida suuria datamassoja, mutta analyysitekniikoiden ja tekoälyn kehittymisen myötä päätöksentekijät saavat käyttöönsä yhä syvällisempiä analyysejä ja voivat tehdä yhä osuvampia päätöksiä. Samalla myös siirtymä datasta viisaudeksi nopeutuu.

²⁵ Liikennevirasto (2018). Ulkomaan meriliikenteen tilastot. <<https://www.liikennevirasto.fi/tilastot/vesiliikennetilastot/ulkomaan-meriliikenne#.W6DCEvloSpo>>, haettu 27.8.2018.

²⁶ European Commission (2017). Digital transformation scoreboard 2017. <https://ec.europa.eu/growth/content/digital-transformation-scoreboard-2017_en>, haettu 25.2.2018.

2. **Automaatio ja robotiikka.** Antamalla ihmisten tehtäviä koneiden tehtäviksi tavoitellaan esimerkiksi teollisuudessa tuotteiden parempaa laatua ja alhaisempia valmistuskustannuksia. Automaatio on toisteista työtä, mutta robotti osaa mukautua toimintaympäristön muutoksiin. Tavaraliikenteessä keskustelussa ovat lastinkäsittelyautomaatio sekä autonomiset robottikuorma-autot, -junat ja -laivat. Automaation ja robotiikan ongelmina ovat erittäin korkeat investointikustannukset sekä pelko ihmistyövoiman tarpeen alenemisesta. Ihmisten luottamus robotiikkaan voidaan saavuttaa arvioiden mukaan nopeastikin kokeilujen kautta.
3. **Kyberturvallisuus,** jolla tarkoitetaan yleisesti digitalisaation turvallisuutta. Internetissä ei ole maantieteellisiä rajoja, ja siksi uhka voi tulla mistä päin maailmaa hyvänsä. Yritysten tuotannon tekijät ovat yhä digitaalisempia ja niiden arvo on korkeampi kuin aiemmin, joten tietoturva on tärkeämpää kuin koskaan. Tiedot sijaitsevat usein pilvipalveluissa, joihin työntekijät pääsevät käsiksi mobiililaitteillaan. Organisaation tietohallinto joutuu siis hallinnoimaan yhä useampien laitteiden tietoturvaa.
4. **IoT ja anturiverkot.** Esineiden internet (Internet of Things, IoT) tarkoittaa, että sähkölaitteet ovat yhteydessä toisiinsa ja niillä on omat IP-osoitteet. Näin mahdollistuu laitteiden, ajoneuvojen, rakennusten ja muiden kohteiden etähallinta ja niiden välinen kommunikaatio. On mahdollista, että jokainen uusi sähkölaite on IoT-laite 2020-luvulla, koska teknologia halpenee ja mahtuu jatkossa yhä pienempään tilaan. Laitevalmistajia IoT kiehtoo, sillä ne voivat saada laitteista suoraan dataa niiden sijainnista ja käytöstä vaikkapa markkinoinnin tarkoituksiin. Älykäs komponentti voi myös tilata itse itselleen huollon.
5. **Pilvipalvelut.** Aiemmin tietojärjestelmät oli asennettu ja tiedostot tallennettu tietylle työasemalle tai yhteiselle palvelimelle. Nykyinen trendi on kulkenut kohti keskitetysti hallintoituja sovelluksia, joita voidaan käyttää millä laitteella vain. Järjestelmät ja tiedostot ovat ”pilvessä” ja niihin pääsee käsiksi mistä ja milloin vain. Kuten jo edellä mainittiin, pilvipalveluihin kytkeytyvien päätelaitteiden kirjavuus aiheuttaa tietoturvausriskejä.
6. **Mobiilipalvelut.** Tietotekniikan käyttäminen on kulkenut keskustietokoneista työasemien ja kannettavien tietokoneiden kautta yhä pienempiin kannettaviin ja puettaviin laitteisiin. Kuluttajat tuntuvat haluavan käyttää palveluja mahdollisimman paljon älypuhelimilla ja -kelloilla. Mobiililaitteita varten ohjelmoidaan usein mobiiliapplikaatioita, jotka ovat palvelumuotoiltu toimiviksi ja houkutteleviksi käyttää.
7. **Sosiaalinen media.** Vapaa-ajalla käytettävät sosiaalisen median sovellukset siirtyvät myös työelämän puolelle. Somen kautta työntekijät ja koko yritys on mukana globaalissa keskustelussa. Sosiaalisen median kautta voidaan myös saada tietoa asiakkaiden käyttäytymisestä ja tyytyväisyydestä.

Tässä satamille suunnatussa kyselyssä pyydettiin arviota siitä, mikä merkitys (asteikolla 1-5) näillä seitsemällä avainteknologialla tulee olemaan ko. satamalle 1-5 vuoden ja 6-10 vuoden aikajän-teillä (kuva 3.1).



Kuva 3.1. Satamayhtiöiden arviot eri teknologioiden merkityksestä satamalleen seuraavan 10 vuoden ajanjaksolla.

Kaiken kaikkiaan satamat arvioivat kaikkien listattujen teknologioiden merkityksen kasvavan lähivuosisista (1-5 v.) siirryttäessä 6-10 vuoden päähän. Tästä voidaan päätellä, että satamat uskovat teknologiseen kehitykseen ajan myötä.

Lähivuosisien tärkeimmiksi teknologioiksi arvioitiin mobiilipalvelut ja kyberturvallisuus. Näissä nähtiin myös olevan vähiten ”kasvuvaraa”, sillä merkityksen ei arvioitu merkittävästi kasvavan siirryttäessä 6-10 vuoden päähän. Molemmat teknologiat ovat jo nyt käytössä ja ajankohtaisia satamissa. Mobiiliratkaisut ovat jo pitkälti teknisessä mielessä saavuttaneet hyödynnettävyyden lakipisteensä, koska kaikki satamissa vaikuttavat ihmiset voidaan varustaa mobiililaitteilla, joilla on pääsy verkon kautta kaikkiin internetissä oleviin laitteisiin ja tietovarantoihin. Tulevaisuudessa tultaneen keksimään uusia käyttökohteita mitä mobiililaitteilla voidaan tehdä satamassa (esim. älyvaateratkaisut). Kyberturvallisuuteen liittyvät teknologiat ovat jo nyt tärkeitä, mutta sitä millaisia tekniset ratkaisut tulevat olemaan 10 vuoden aikajaksolla, ei voi tietää kukaan. Teknologiat kehittyvät kilpajuoksussa kyberuhkia tuottavien tahojen kanssa, joten näissä teknologioissa on kypsymisvaraa. Toisaalta on muistettava, että ihmisen toiminta on merkittävä riski, joten teknologia ei yksin ratkaise kyberturvallisuuden haastetta. Vähiten merkitystä satamille arvioitiin olevan sosiaalisella medialla, jota ei etenkään pelkkää rahtia käsittelevissä satamissa koeta tärkeänä viestintäkanavana.

Suurimmat kehitysodotukset 6-10 vuoden jaksolla on luotu massadatan analysoinnille (sis. tekoälyn hyödyntämisen), robotiikalle/automaatiolle, IoT/anturiverkoille ja pilvipalveluille. Kuten todettua, satamissa liikkuu paljon tietoa, jonka käsittely, hyödyntäminen ja jakaminen tulevat oletettavasti helpottumaan teknologisen kehityksen myötä. Kaikkea tietoa ei voida käsitellä nykyisin menetelmin, ja

vastausten perusteella satamilla vaikuttaisi olevan suuret odotukset tiedon hyödyntämismahdollisuuksien parantumisen suhteen. Robotiikan ja automaation osalta kehitysodotukset liittynevät pääosin autonomisiin ajoneuvoihin ja lastinkäsittelylaitteisiin. Nykyisin suomalaisissa satamissa näiden käyttö on vähäistä ja operointi on työvoimavaltaista. Suomen satamien pienillä lastimäärillä eivät investoinnit näihin teknologioihin ole vielä kannattavia, mutta vastausten perusteella satamat uskovat teknologisen kehityksen mahdollistavan yhä laajemman robotiikan ja automaation käytön myös maailman mittakaavassa pienissä suomalaisissa satamissa. Pilvipalvelujen osalta kehitysodotusten voidaan arvioida liittyvän esimerkiksi erilaisten satamayhteisön tietojärjestelmien ja -varantojen muuttumisesta työasemakohtaisista ratkaisuihin verkon yli käytettäväksi.

Kaiken kaikkiaan huomioitavaa on, että kuuden avainteknologian merkitys 6-10 vuoden päähän on arvioitu korkeaksi ja suurin piirtein samalla painoarvolla (4-4,5). Ainoastaan sosiaalisen median merkitys arvioidaan selvästi vähäisemmäksi (keskiarvo 3,2).

3.2 Avoimet vastaukset

Kyselyssä oli myös mahdollista antaa kommentteja myös avoimeen kysymykseen, joka oli otsikoitu:

Muita ajatuksia ja kommentteja digitalisaatiosta ja satamatoimintojen kehittämisestä. Miten satamassa koetaan eri liikennemuotojen automaatiokehitys? Onko ja miten sataman rooli digitalisaation myötä muuttumassa?

Liikennemuotojen automaatiokehitystä ja satamien roolin muutosta digitalisaation edetessä kommentoi 11 satamaa. Automaation satamissa uskottiin lisääntyvän jatkossa. Muutamassa kommentissa arvioitiin satamanpitäjän roolin muuttuvan enemmän operatiiviseen suuntaan digipalveluja tarjoavaksi toimijaksi ("tavaraliikenteen solmukohdasta tietoliikenteen solmukohdaksi"). Yleisesti digitalisaatiokehitykseen suhtauduttiin enimmäkseen positiivisesti. Kehitystä mahdollisesti hidastavina tekijöinä esitettiin Suomen satamien ohuet tavaravirrat ja turvallisuuteen liittyvät rajoitteet. Automaatio-ratkaisujen kustannustehokkuus ohjaa teknologian käyttöönottoa, mutta satamissa ollaan varautumassa lisääntyvään automaatioon ja seurataan autonomisen liikenteen kehitysaskleita.

Kommenttien sävyä analysoitiin ja ne jaoteltiin positiivisiin/neutraaleihin ja epäileviin. Epäileväksi luokiteltiin neljä kommenttia:

"Suomalaisissa satamissa, johtuen liiketoiminnan pienuudesta, ei taideta olla vielä koettu suurta tarvetta digitalisaatioon. Jokaisella sataman sisällä toimivalla taholla lisäksi omat järjestelmät, joiden välillä tieto ei juuri liiku - potentiaalia?"

"Paljon puhutaan autonomisista aluksista ja testataan niitä, mutta ennen kuin niitä voi satamiin tuoda on myös sataman rakennettava infraa, joka soveltuu tällaisten alusten vastaanottamiseen mm. auto-mooring (tällä hetkellä erittäin kallis). En toistaiseksi näe, että sataman rooli digitalisaation vuoksi muuttuisi."

"Autonominen laivojen ohjaus? Herättää paljon ajatuksia mm. turvallisuusnäkökulmien takia."

"Miten yhdistetään avoin data ja satamia koskevat säädökset, esim. ISPS? Osa sataman kautta kuljetavista asiakkaista ei halua heidän tavaroidensa näkyvän mitenkään. Miten näitä hallitaan tulevaisuudessa?"

Positiivisiksi tai neutraaleiksi luokiteltiin seitsemän kommenttia:

*"Erityisen tärkeinä näemme tavaravirtoihin liittyvän tiedon vapaan liikkumisen ja hyödyntämisen logistiikkaketjun eri osapuolten välillä käyttöoikeuksien rajoissa ilman keskitettyjä tietokantoja. Lohko-
ketjuteknologian hyödyntäminen tässä saattaa parantaa tiedon luotettavuutta ja liikkuvuutta. Pidämme tärkeänä myös konkreettisten ratkaisujen ehdottamista ja pilotoimista mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tiedot erilaisista pilottiratkaisuista tulisi saattaa eri osapuolten tietoon, jotta niiden tuloksia voitaisiin alalla yhteisesti hyödyntää."*

"Automaattioratkaisujen kustannustehokkuus ohjaavat teknologian käyttöönottoa. Digitalisoinnin kehittyessä tavaraliikenteen solmukohtana satamasta tulee myös tietoliikenteen solmukohta. Satamanpitäjän rooli tiedonhallinnassa/jakamisessa tulee korostumaan tulevaisuudessa."

"Liikennemuotojen automaatiokehitys on sellainen mitä halutaan seurata läheisesti, sillä uskomme autonomisten alusten toteutuvan tulevaisuudessa ja haluamme olla valmiita tällaisten alusten vastaanottoon ja palveluun. Digitalisaation myötä sataman pitää muuttaa omia toimintatapojaan ja mahdollistaa lisääntyvä digitalisaatio koko satama-alueella."

"Digitalisaation avulla saadaan varmasti tehokkaimpia ja puhtaampia (green) satamia. Logistiikka ja kuljettaminen maksaa - varsinkin Suomessa. Tämä digikehitys on siksi ehdoton tällä alalla. Sataman rooli meidän kohdallamme muuttuu satamanpitäjistä enemmän operatiiviseksi toimijaksi. Kehitämme satamatoimintoja mm. digitalisaation kautta paremmin toimiviksi. Tulemme toimimaan aktiivisesti satamaoperaattoreiden ja asiakkaiden kanssa kehittäessämme digitaalisia järjestelmiä satamapalveluiden parantamiseksi. Otetaan myös huomioon kuljetusliikkeet ja varustamot. Miehittämättömien aluksien tulolle on edellytyksenä, että satama toimii digitalisesti."

"Satamamme laajentuessa me satamayhtiönä tarjoamme jatkossa fyysisen infran lisäksi myös digitaalista infraa alueen toimijoille ja vierailijoille. Eli roolimme on muuttumassa ja palvelutarjontaa laajennetaan digitaalisten palveluiden suuntaan. Haluamme olla satama-alan digitalisaation kehityksessä vahvasti mukana siten, että eri liikennemuotojen autonomian toteutuessa meillä satamassa on teknologinen infra kohdillaan ottaaksemme moderneimmatkin kulkuvälineet satamaan vastaan."

"Satamissa lastinkäsittely tulee varmasti seuraavien vuosien aikana muuttumaan oleellisesti. Koneisiin tulee automaatiota, itseohjautuvuutta jne."

"Aluevalvontaa voi siirtää osittain etävalvonnaksi. Automaatio/digitalisaatio vaikuttaneet enemmän tavarankäsittelyyn ja satamaoperaattoreihin kuin satamanpitäjään."

3.3 Työpaja satamayhteisölle

Satama on monitoimijaympäristö – satamayhteisö – jossa toiminta muodostuu lukuisten organisaatioiden suorittamista tehtävistä. DigiPort-hanke järjesti maaliskuussa 2018 kaksi työpajatilaisuutta satamayhteisön jäsenille, yhden Kotkassa ja toisen Turussa. Työpajan otsikkona oli ”Mikä satamassa tökkii? Auttaisiko digi ja data?”. Tavoitteena oli kerätä satamissa toimivien organisaatioiden edustajilta kokemuksia sataman toiminnallisista ongelmista sekä digitalisaation ja avoimen datan mahdollisuuksista niiden ratkaisemisessa. Osallistujia oli yhteensä yli 50 henkilöä monipuolisesti eri satamasidonnaisista organisaatioista.

Suurin osa työpajahuomioista liittyy tietoon ja vain pieni osa digitaalitekniikoiden mahdollisuuksiin. Kaiken kaikkiaan työpajoista välittyy näkemys siitä, että satamayhteisössä olisi suuri tarve paremmalle tiedonkululle eri toimijoiden välillä ja tätä kautta yhteiselle tilannekuvalle. Jaettu tilannekuva puolestaan voisi parantaa sataman sujuvuutta, tehokkuutta, turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Samalla vältetään epäselvyyksiltä ja väärinkäsityksiltä. Tiedon tulee olla ajantasaista eikä epäoleellinen tai vanhentunut tieto saa kuormittaa käyttäjiä. Laajempi tiedon jakaminen edellyttää toimijoiden asennemuutosta avoimemmaksi. Työpajan tulokset tukevat käsitystä, jonka mukaan digitalisaation eräs tärkeimmistä sovelluskohteista satamissa on tiedonkulun parantaminen.

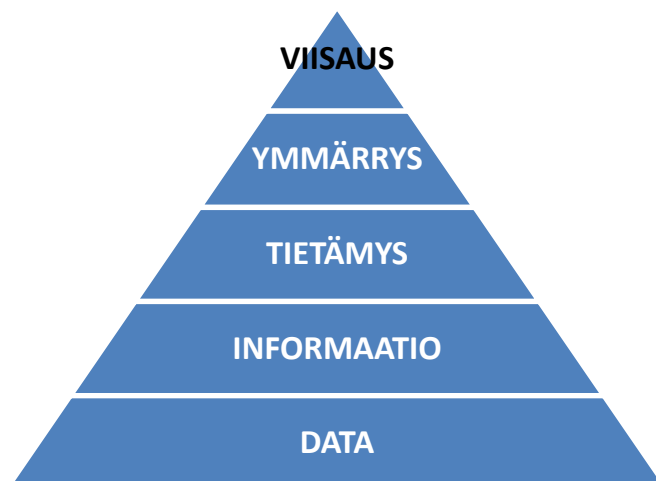
4 TOIMINTAYMPÄRISTÖN MUUTOSVOIMAT

Satamien toimintaympäristön muuttumista tulevaisuudessa analysoitiin PESTE-logiikalla. PESTE on lyhenne analyysimenetelmän englanninkielisistä alkukirjaimista: poliittiset (P), taloudelliset (E), sosiaaliset (S), teknologiset (T) ja ympäristölliset (E) vaikutukset. Toimintaympäristön muuttumista ei haluttu tarkastella yleisten globaalien megatrendien, kuten kaupungistumisen ja väestön ikääntymisen kautta. Sen sijaan haluttiin keskittyä rajatusti digitalisaation – joka sekin on toki yksi megatrendeistä – aiheuttamiin muutoksiin satamien toimintakentässä. Näin ollen PESTE-analyysissä pyrittiin löytämään digitalisaatioon tiiviisti liittyviä muutosvoimia, joiden vaikutukset ovat olennaisia satamien kannalta.

PESTE-analyysityön aluksi erilaisia muutosvoimia kerättiin useista eri lähteistä, joissa käsitellään logistiikan digitalisaatiota ja sen näkymiä. Analyysin aluksi kerätyn, noin 80 muutosvoiman listausta supistettiin nostamalla esiin niitä muutosvoimia, jotka ovat digitalisaation kautta tarkasteltuna olennaisimpia, ja joiden nähtiin vaikuttavan erityisesti satamiin seuraavan 10 vuoden aikana. Lopuksi päädyttiin 11 muutosvoimaan, jotka on luokiteltu PESTE-näkökulmasta. Aineistojen painopiste on selkeästi teknologian kehitysnäkymissä, sillä teknologisia muutosvoimia on koko joukosta seitsemän. Määrä on suuri, koska arvioitiin, että teknologisen kehityksen tarjoamat mahdollisuudet tulevat selvimmin vaikuttamaan satamien digitalisaatioon tarkasteltavalla aikajaksolla.

4.1 Eri liikennemuotojen tiedonvaihdon tarve ja tiedon standardointi

Tiedolla tarkoitetaan asiayhteyden mukaan joko merkkijonoa, viestiä, tosiasiaa, havaintoa, tulkintaa tai käsitystä. Tiedolla katsotaan olevan eri jalostusasteita pyramidikuvion (kuva 4.1) mukaisesti²⁷.



Kuva 4.1. Tiedon jalostusasteet.

²⁷ mukaillen: Ackoff, R. (1989). From Data to Wisdom. Journal of Applied Systems Analysis, 16, 3-9.

Alimman jalostusasteen tietoa on data. Se on tietoa, joka on koneellisesti käsiteltävissä (eli tyypillisesti digitaalisessa) muodossa. Dataa ei aina voida tulkita, mutta jalostamalla siitä voidaan saada informaatiota. Informaatio on tulkittavissa olevaa tietoa, josta voidaan jalostaa tietämystä. Tietämys puolestaan on vastaanottajan omien tulkintojensa tuloksena hyväksymää ja sisäistämää tietoa, josta voidaan jalostaa ymmärrystä. Ymmärrys on asioiden syy-yhteyksiä selittävää tietoa, josta voidaan jalostaa viisautta. Viisaus on laaja-alaiseen kokemukseen ja siitä oppimiseen perustuvaa tietoa, jonka avulla voidaan arvioida, käsitellä ja ratkaista monimutkaisia tilanteita todennäköiset seuraukset ja epävarmuustekijät huomioiden²⁸.

Satamassa kulkee paljon tietoa. Osaa tiedosta käsitellään satamassa konkreettisesti, kun taas osa kulkee lähettäjän ja vastaanottajan välillä siten, ettei satamayhteisöllä ole siihen pääsyä. Logistiikan tiedoista osa on sensitiivisiä sisältäen esimerkiksi liikesalaisuuksia tai yleisen turvallisuuden kannalta arkaluonteisia asioita. Sensitiivisiä tietoja ovat esimerkiksi toimitusehdot, kuljetussopimuksen arvo, tarkka lastitieto (esim. kontin sisältö), kuormatilan täyttöaste ja vaarallisten aineiden sijainti. On myös ei-sensitiivisiä tietoja, kuten perustiedot liikenneinfrastrukturalta, varsinkin valtion väylien osalta. Osa tiedoista sijoittuu välimaastoon: esimerkiksi yksittäisen kontin sijainti (ilman tietoa sisällöstä) sekä kuljetusvälineen sijainti ja aikataulu (alus, juna, kuorma-auto) saattavat jo olla julkista tietoa. Silti näitä analysoidessa kilpailijat voivat tehdä erilaisia analyyskejä kilpailutilanteesta. Esimerkiksi alusten AIS-tietoja voidaan käyttää alusten reittien ja täyttöasteiden analyysissä.

Tiedon pitäisi kulkea nopeasti ja esteettömästi, jotta toimitusketju olisi sujuva. Tällöin tiedonkulun automatisoinnissa keskeistä on dataformaattien standardisointi. Dataformaatti ei siis saisi olla toimitusketjukohtainen. IMO:n 2007 julkaisema E-navigation-strategia loi perustan nykyisten ja tulevien merenkulun järjestelmien yhteentoimivuudelle (interoperability). Seuraavassa on käsitelty käynnissä olevia hankkeita, joiden keskeisenä sisältönä ja tiedonkulun mahdollistajana on siirrettävän datan standardeista sopiminen. Hankkeissa on mukana niin julkisen kuin yksityisen sektorin yrityksiä ja toimijoiden muodostamia yhteistyöjärjestöjä ja -verkostoja.

4.1.1 Tiedonvaihdon standardoinnin taustalla oleva viranomaistoiminta ja toimialayhteistyö

Satamien ja meriliikenteen tiedonvaihdon standardointia viedään eteenpäin erilaisissa viranomaisyhteisöissä ja toimialan yritysten yhteenliittymissä.

E-Navigation-käsite kattaa sähköisten navigointijärjestelmien ja maapuolen meriliikennepalvelujen harmonisoinnin. IMO:n E-navigation strategian toimeenpanosuunnitelma hyväksyttiin marraskuussa 2014²⁹ ja sitä päivitettiin toukokuussa 2018. IMO:n strategian toimeenpano tähtää ennen kaikkea meriturvallisuuden kehittämiseen parantamalla tilannekuvaa aluksilla. Sähköisten navigointijärjestelmien standardoinnilla pyritään operoinnin helpottamiseen niin merellä kuin satamissakin. Lähtö- ja päätepesteinä satamat kytkeytyvät osaksi merikuljetusta. Tämän vuoksi satamien palveluihin liittyvä

²⁸ Finto-tietotermit. <<https://finto.fi/tt/fi/>>, haettu 21.4.2019.

²⁹ IMO (2014). <<http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/eNavigation.aspx>>, haettu 14.4.2019.

tiedonvaihto tulee olla yhteensopivaa E-navigation standardien kanssa, vaikka E-navigation ensisijaisesti keskittyikin alusliikenteen kehittämiseen.

European Telecommunications Standards Institute (ETSI) on tuottamassa standardeja, joilla pyritään varmistamaan eri valmistajien tuotteiden ja toteutusten yhteensopivuus reunalaskennassa³⁰ (myös sumulaskenta-termiä käytetään), joka käyttää IoT-laitteiden tuottamaa mobiiliverkoissa liikkuvaa dataa. Yhteensopivuus on tärkeää monitoimijaympäristöissä kuten satamassa.

CEFACT (YK:n ECE:n osa) tuottaa suosituksia sähköisen kaupankäynnin standardien luomiseksi. Blockchain in Transport Alliance (BiTA) ja Openshipping.org ovat toimialan perustamia yhteenliittymiä, jotka tuottavat standardeja toimialalle. BiTA keskittyy lohkoketjuteknologian standardien kehittämiseen ja levittämiseen. Openshipping.org taas keskittyy julkisten ohjelmointirajapintojen (API) standardien luomiseen konttiliikenteeseen.

Globaalit konttivarustamot (AP Moller-Maersk, Hapag-Lloyd, MSC ja ONE) perustivat alkuvuodesta 2019 Digital Container Shipping Associationin (DCSA)³¹. DCSA on neutraali, avoin ja voittoa tavoittelematon yhdistys. Tähän mennessä yhdistykseen on liittynyt 70% konttiliikennemarkkinan toimijoista³². Tavoitteena on standardien kehittäminen teknisiin käyttöliittymiin ja itse dataan. Toiminta keskittyy yhteentoimivuuden (interoperability) edistämiseen, ei minkään yhteisen alustan luomiseen. Luodut standardit ovat julkisia ja ilmaisia. Ensimmäisiä hankkeita on toimialan prosessikuvauksen luominen.

Toinen merkittävä suurten konttivarustamojen yhteistyö liittyy älykontteja kehittävän Traxens-yhtiön omistukseen. Varustamo ja lastin omistaja voivat seurata älykontin sijaintia ja muita attribuutteja (mm. lämpötila). Maersk liittyi omistajaksi keväällä 2019 CMS CGM:n ja MSC:n lisäksi. Yhtiöillä on yhteensä noin puolet maailman konttien kuljetuskapasiteetista.

Euroopan suurimmat laivatelakat (EUROYARDS:n jäsenistö) ilmoittivat 2019 alkuvuodesta hieman DCSA:n tyyppisestä yhteistyöstä Code Kilo –hankkeessa³³. Tavoitteena on harmonisoida datan hallintatarkoituksia ja standardeja laivanrakennuksessa. Tällä tavoitellaan aluksen järjestelmien parempaa yhteistoimivuutta ja toisaalta pyritään ennalta ehkäisemään aluksen operoinnissa ja ylläpidossa ilmeneviä ongelmia ja riskejä, joita toimittajakohtaisten järjestelmien yhteensopimattomuus tuo mukanaan. Järjestelmien kehittyneempi integrointi luo liiketoimintamahdollisuuksia, kun alusten IoT, Big Data ja tekoälyvalmiudet paranevat. Hanke hakee yhteistyötä muidenkin merenkulun toimijoiden kanssa (varustamot, laivanrakentajat, toimittajat, luokituslaitokset).

³⁰ Reunalaskenta (edge computing) on prosessoinnin siirtämistä mahdollisimman lähelle päätelaitetta ja käyttötilannetta eli tiedonsiirrosta aiheutuva viive minimoidaan. Se on tärkeää esim. autonomisissa ajoneuvoissa ja niiden järjestelmien päätöksenteossa ja kommunikoinnissa.

³¹ Seatrade Maritime (2019). <<http://www.seatrade-maritime.com/news/europe/major-lines-establish-digital-container-shipping-association.html>>, haettu 16.4.2019.

³² Seatrade Maritime (2019). <http://www.seatrade-maritime.com/news/europe/five-lines-to-join-the-digital-container-shipping-association.html>, haettu 15.5.2019.

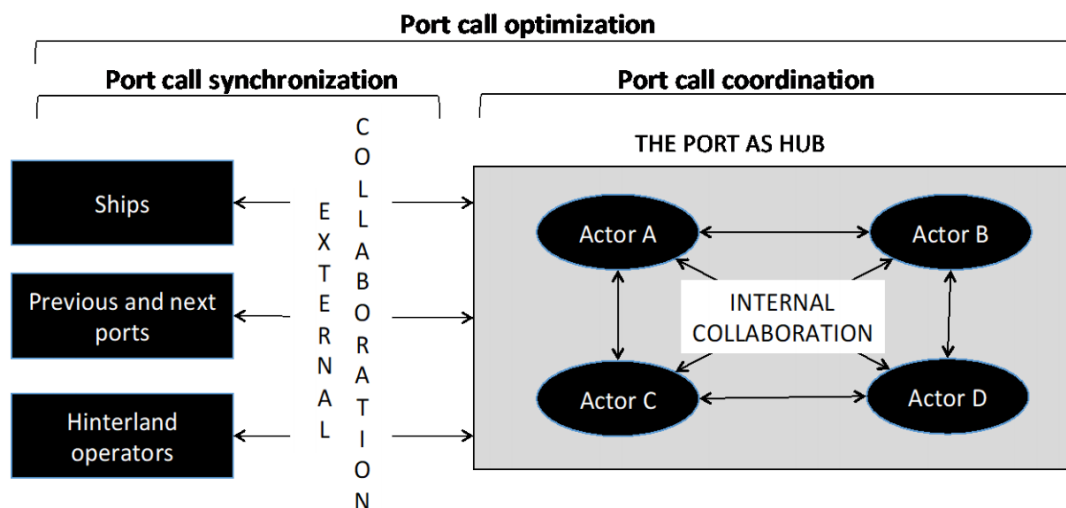
³³ World Maritime News (2019). <<https://worldmaritimenews.com/archives/275170/major-european-yards-embarking-on-data-integration/>>, haettu 19.4.2019.

Esimerkkinä merenkulun epäonnistuneesta digitalisointipyrkimyksestä voidaan pitää EU:n direktiiviä (2010/65/EU), jolla säädettiin jokaiselle jäsenmaalle velvollisuus järjestää sähköinen käyttöliittymä alus- ja tulli-ilmoitusten tekemiseen. Tämä johti erilaisiin ratkaisuihin eri maissa, mikä ei vähentänyt-kään työmäärää. Euroopan Parlamentti ja Neuvosto ehdottivat direktiivin kumoavaa EMSWe-asetusta (European Maritime Single Window environment), jolla aiemmat puutteet korjattaisiin. Uusi asetus ((EU) 2019/1239)³⁴ astui voimaan 20.6.2019.

Seuraavissa kappaleissa on esitelty tarkemmin tärkeimpiä satamiin liittyviä digitalisaatiohankkeita, joissa tiedon esitystavoissa pyritään yhdenmukaisuuteen, PortCDM, International Task Force Port Call Optimisation ja Maritime Connectivity Platform.

4.1.2 PortCDM

Ruotsalaisten vetämä Sea Traffic Management –hankekokonaisuus (STM) pyrkii merilogistiikan optimointiin. Kokonaisuuteen kuuluvan STM Validation -hankkeen yhtenä osana on PortCDM-toimintamallin luonti (port collaborative decision making)³⁵. Toimintamallilla pyritään tehostamaan satamakäyntejä määrittelemällä kansainvälisesti ja yhteisesti käytettäviä toimintamalleja ja teknisiä yksityiskohtia satamien tiedonvälitykseen. Satamakäyntien optimointi muodostuu kahdesta kokonaisuudesta: tarvitaan satamayhteisön sisäisen yhteistyön koordinoitua sekä satamayhteisön ja ulkopuolisten toimijoiden (alukset, vastasatamat ja takamaan toimijat) välistä yhteensovittamista (kuva 4.2).



Kuva 4.2. PortCDM: Satamakäynnin tehostamisen kaksi toisiinsa sidoksissa olevaa yhteistyöprosessi³⁴.

³⁴ Euroopan Unionin parlamentin ja neuvoston asetus 2019/1239 eurooppalaisen merenkulkualan yhdenmukaisen palveluympäristön perustamisesta ja direktiivin 2010/65/EU kumoamisesta.

³⁵ Lind et al. (2018a). Port Collaborative Decision Making (PortCDM): An enabler for Port Call Optimization empowered by international harmonization. STM Concept Note #1.

PortCDM-toimintamallissa tavoitellaan järjestelmää, jossa eri satamatoimijat voivat vaihtaa mahdollisimman automatisoidusti alusten saapumiseen ja lähtemiseen liittyvää aikadataa. Näin vältetään tietokatkoksilta ja kahdenväliseltä tiedonvaihdon. Oletus on, että aikatiedon laatu ja saatavuus paranevat, toimijoille syntyy yhteinen tilannekuva ja mm. alusten satama-aika lyhenee. Järjestelmässä syntyvä aikasarjatieto auttaa osaltaan suunnittelemaan tulevien satamakäyntien resursointia. PortCDM:ssä kehitettyä sanomaformaattia (S-211) on 2018 alusta konvertoitu IALA:n S-200 -mallin mukaiseksi tuotteeksi³⁶. EfficientFlow-hankkeessa tuotetaan ja pilotoidaan vuonna 2020 PortCDM-alustaa Rauman ja Gävlen satamissa.

Kotimaisin voimin toteutetussa Lähtöaika-projektissa (2018-2019) tarkasteltiin osin samoja asioita kuin PortCDM:ssä (alusten lähtöajan tarkentuminen). Hankkeen tuloksena on perustettu Traficomin fasilitoima Aikatieto-työryhmä, jossa pyritään kehittämään tarkempaa alusten aikataulutietojen jakamista.

4.1.3 International Taskforce Port Call Optimisation (ITCPO)

ITCPO on suurten konttivarustamojen, satamanpitäjien, standardointitoimijoiden (GS1), nesteoperaattorien (Vopak, Shell) ja muiden toimijoiden (International Harbour Masters Association³⁷, United Kingdom Hydrographic Office, Lloyds Marine Intelligence Unit) 2014 käynnistämä hanke, jolla pyritään osittain samaan kuin PortCDM:ssä – eli satamakäyntiin liittyvän datan yhdenmukaistamiseen. Hankkeilla on yhteistyötä päällekkäisyyden välttämiseksi. ITCPO jakautuu kahteen pääosaan: Avanti- ja Pronto-projekteihin.

Avantissa on luotu standardit ja käyttöliittymä satamarakenteiden staattisen datan ilmoittamista varten (esim. laituripituus ja –syvyys).

Prontossa taas käsitellään satamakäynnin tapahtumatietoa ja siinä on PortCDM:n kanssa yhteisiä piirteitä kuten saapumis- ja lähtöaikojen tarkentuminen. Näin sataman palveluntarjoaja voivat suunnitella resurssivaroituksiaan tarkemmin, jolloin laivojen kääntöajat saadaan lyhyemmiksi.

Molemmissa hankkeissa standardien tuottamisessa hyödynnetään olemassa olevia merenkulun ja toimitusketjun -standardeja satamien ja koko merenkulkusektorin globaaleihin tarpeisiin. Nykytilanteessa satamilla on toisistaan poikkeavia käytäntöjä tietojen ilmoittamisessa. Nyt eri osapuolet pyrkivät yhtenäiseen standardiin. Uusi standardi työstetään vain, jos olemassa olevaa standardia ei ole.

Standardeja pilotoitiin 2017 Rotterdammassa ja eri osapuolet hyväksyivät marraskuussa 2018³⁸ alustavasti 4 vuoden aikana työstetyt dataformaattit. Kansainvälinen merikartoitusjärjestö (IHO) tulee järjes-

³⁶ IALA (2019). <<https://www.iala-aism.org/technical/data-modelling/iala-s-200-development-status/s-211/>>, haettu 13.5.2019.

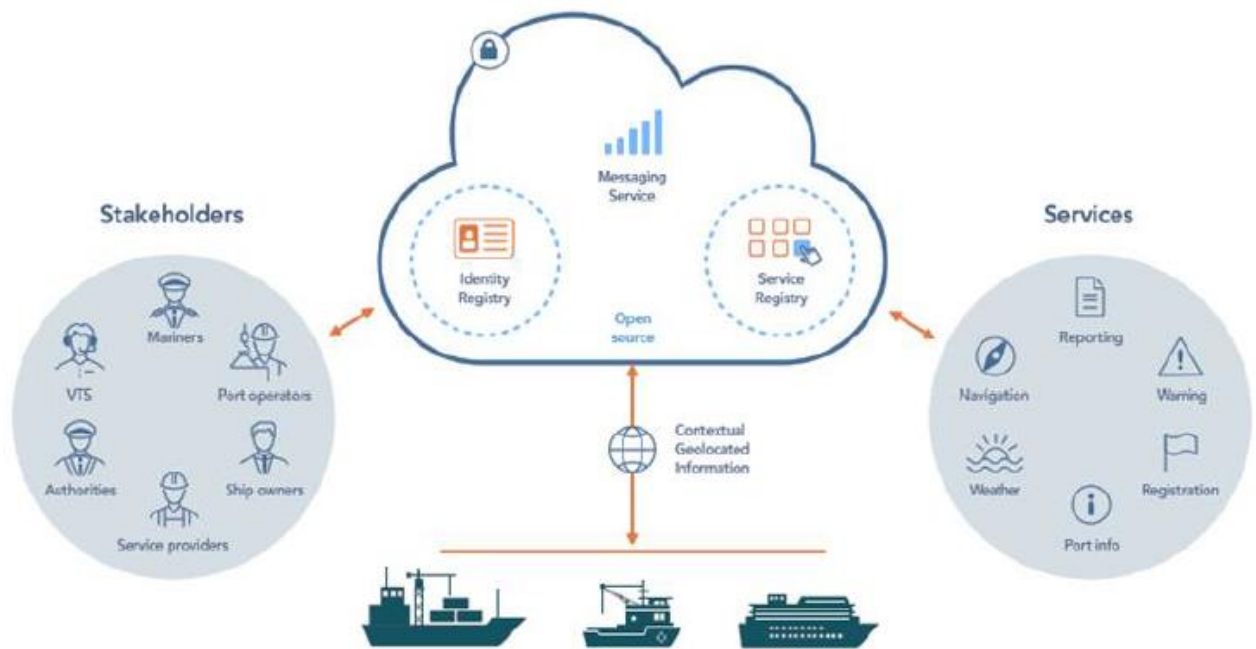
³⁷ IHMA käynnisti standardointityön jo 2006.

³⁸ IAPH (2018). Port call optimization takes another step forward. <<https://www.iaph-worldports.org/news/5478>>, haettu 13.5.2019.

tämään opastusta ja koulutusohjelman standardien soveltamisesta. Tuotetut standardit ovat luonteeltaan suosituksia, joita satamien toivotaan omaksuvan. Niille pyritään myös saamaan IMO:n tuki päätöslauselman muodossa (IMO ei suoranaisesti säätele satamia mutta vaikuttaa niihin, esim. ISPS)³⁹.

4.1.4 Maritime Connectivity Platform Consortium (MCP)

Maritime Connectivity Platform Consortium⁴⁰ (MCP) perustettiin helmikuussa 2019 jatkamaan mm. EfficienSea2 (e- ja smart navigation) ja Sea Traffic Management (STM, alusliikenteen ohjaus) hankkeiden työtä. MCP:n keskeinen tavoite on tarjota integroiva alusta merenkulun teknisiin palveluihin päätöksenteon tueksi sekä merellä että maalla. MCP konseptin pääluottuvuudet esitetään kuvassa 4.3.



Kuva 4.3. Maritime Connectivity Platformin konsepti.

MCP on avoin ja "valmistajaneutraali" teknologia, joka tarjoaa toimijoille alustan vaihtaa sekä julkista että luottamuksellista tietoa⁴¹. MCP:llä on pyrkimys nousta merkittäväksi alustaksi mm. e-navigoinnissa ja autonomisessa meriliikenteessä. Noin 100 organisaatiota testaa MCP:tä tällä hetkellä eri hankkeissa. MCP on tutkimuslaitosten ja viranomaisten ylläpitämä alusta, jolla tavoite on nousta keskeisten kansainvälisten merenkulun toimijoiden (IMO, IALA, IHO, IEC, CIRM, BIMCO, EU) tukemaksi järjestelmäksi.

³⁹ Tiedonanto sähköpostitse 18.4.2019; Port Call Optimization Task Force Chairman Ben van Scherpenzeel.

⁴⁰ Maritime Connectivity Platform (2019). < <https://maritimeconnectivity.net/>>, haettu 15.4.2019.

⁴¹ eMIR (2019). <<https://www.emaritime.de/electronic-information-exchange-at-sea-foundation-of-the-maritime-connectivity-platform-consortium/>>, haettu 2.5.2019.

4.2 Logistiikan markkinapaikat ja koko kuljetusketjun kattava ohjaus

Logistiikan markkinapaikalla (LM) tarkoitetaan digitaalista, verkkopohjaista ”keskusta” (hub), joka yhdistää rahdinantajat ja -liikenteen harjoittajat yhteistyön tai kaupankäynnin tarkoituksiin. Logistiikan markkinapaikat internetissä ovat voimakkaasti lisääntymässä. *DHL Logistics Trend Radar 2016*⁴² ennakoii trendin läpilyönnin vievän yli 5 vuotta. Uudempi 2018/2019 painos näki sen tapahtuvan jo alle 5 vuodessa (liite 1 ja 2). Logistiikan markkinapaikkoja on ollut verkossa jo 2000-luvun alusta mm. tarjouspyyntösovellusten muodossa, mutta vasta nyt teknologia alkaa olla riittävän kypsä tarjotakseen yrityksille ovelta-ovelle multimodaalikuljetuksia. Toisaalta myös toimijoiden valmiudet ja asenteet näiden työkalujen käyttöön ovat muuttumassa. LM:t toimivat pääosin kuljetusten spot-markkinoilla, mutta ero sopimuskuljetusmarkkinoihin on liudentumassa. Kuljetusten lisäksi myös varastointi siirtyy ainakin osittain markkinapaikoille, joissa pidemmät, kiinteäaikaiset sopimukset voidaan korvata joustavammalla online-varastokapasiteetilla. Pääsiallisia LM-organisaattoreita ovat riippumattomat logistiikkapalvelujen välittäjät (3PL) sekä alalle tulleet teknologiayritykset ja perinteiset logistiikkapalvelutalot, jotka ovat luoneet omia markkinapaikkojaan. Myös erilaiset versiot ja yhdistelmät ovat mahdollisia kuten esimerkiksi Alibaban ja suurten konttivarustamojen (Maersk, CMA CGM, Evergreen) tiivistynyt yhteistyö⁴³.

Mallia logistiikan markkinapaikoille on haettu B2C-markkinoilta (hotellivälitys, henkilöliikenne). Kaksi vuotta toiminut Uber Freight laajeni Alankomaihin keväällä 2019⁴⁴. Toisenlaisena esimerkkinä satamälähtöisestä avauksesta on Hangan Satama Oy:n maaliskuussa 2019 käynnistämä yhteistyöalusta UnitSpotter⁴⁵, joka on suunnattu huolinta- ja kuljetusliikkeille yksikkökuljetusten tehostamiseen. Alustan käyttö on ilmaista ja sen tavoitteena on yhdistää vetoautot ja kuljetettavat yksiköt ja näin vähentää vetoautojen tyhjänä ajoa.

Logistiikan markkinapaikkojen avulla on mahdollista lisätä kuljetusten läpinäkyvyyttä ja ohjauksen keskittyminen osaltaan tehostaa tavaran liikkumista. Lohkoketjuteknologian käyttöönotto markkinapaikoilla mahdollistaa jatkossa omistusoikeuteen liittyvien asiakirjojen (konossementti) ja niiden maksujen (remburssi) sähköistämisen luotettavalla tavalla. Tämä todennäköisesti nopeuttamaa (rahan ja tavaran) läpivirtausta ja alentaa kaupan välikäsien (pankit, asiakirjojen tarkastajat) aiheuttamia kustannuksia. Satamille tämä merkinnee läpivirtauksen tehostumista ja lieventää kapasiteetin kasvattamis-paineita.

4.3 Satamien yhteiskunnallinen asema ja oikeutus olemassaololle

Satamien kehitystä osana kaupunkirakennetta on jo vuosikymmenten ajan leimannut kilpailu muiden maankäyttömuotojen, erityisesti asumisen, kanssa. Satamaliikenne kilpailee myös katu- ja tiekapasi-

⁴² DHL julkaisee muutaman vuoden välein katsauksen logistiikan nousevista trendeistä.

⁴³ JOC.Com (2017). < https://www.joc.com/maritime-news/evergreen-joins-maersk-cma-cgm-alibaba-direct-booking-deal_20170622.html >, haettu 24.4.2019.

⁴⁴ Uber (2019). Uber Freight launches in Europe. < <https://www.uber.com/newsroom/uber-freight-launches-in-europe/> >, haettu 20.5.2015.

⁴⁵ UnitSpotter (2019). < <http://www.unitspotter.fi> >, haettu 20.5.2019.

teetin käytöstä. Satamatoiminnot ovat osittain konttiliikenteen myötä myös siirtyneet kaupunkikeskustojen tuntumasta etäämmälle. Vuonna 2004 voimaan astunut ISPS-säännöstö toi aidat ja kuluvalvonnan satamiin, jotka olivat aiemmin ihmisille vapaan liikkumisen aluetta. Etääntyminen paikallisen asutuksen arjesta ja toisaalta satamien toiminnasta koetut haitat ovat hämärtäneet ymmärrystä satamien merkityksestä välttämättömänä osana normaaliolojen ulkomaankaupan toimitusketjua ja toisaalta myös huoltovarmuutta. Reaktiona muun yhteiskunnan ”etääntymiseen” satamista European Sea Ports Organisation (ESPO) on pyrkinyt lisäämään satamien ”sosiaalista integraatiota” tuottamalla oppaan⁴⁶ satamille ja järjestämällä vuosittaisen kilpailun aiheesta. Tavoitteena on ollut eri satamissa omaksuttujen hyvien käytäntöjen levittäminen. Satamien ympäristövaikutusten lieventämiseen tarkoitetut EcoPorts-työkalut toimivat myös osaltaan positiivisen vaikutuksen välineenä.

Satamat ovat keskeinen osa yhteiskunnan kriittistä infrastruktuuria. Tätä on nostettu esiin EU-tasolla, kun asetus EU:n ydinverkon satamien tietoturvallisuudesta astui voimaan toukokuussa 2018⁴⁷.

Suomen yleiset satamat ovat pääosin kuntien omistuksessa olevia osakeyhtiöitä. Satamien on jo tästäkin syystä mielekasta ja luontevaa olla tiiviissä yhteistyössä kaupungeissa edenneisiin digitalisatiorankkeihin, joista on usein hyötyä myös satamalle. Esimerkiksi erilaisten kaupungissa järjestettävien tapahtumien vaikutuksen huomioiminen automaattisesti satamaliikenteen tiedotuskanavissa toimisi liikenteen sujuvuuden eduksi. Digitalisaation mahdollisia positiivisia vaikutuksia satamien asemaan kaupungeissa voisivat olla mm. liikenteen parempi ohjailu ruuhkattomiin ajankohtiin, pysäköinnin tehokkaampi järjestely satamien tuntumassa, matkustajaliikenteen kyttyvälitys (useampia matkustajia samaan autoon/taksiin), risteilijävierailuista tiedottaminen (tiettyjen palvelujen kysyntä kasvaa), satamien ympäristövaikutusten lieventyminen (erilaiset päästömittaukset ja niiden syihin puuttuminen).

Sataman ja sen ympäristön maankäytön kannalta olisi hyödyllistä saada tiedot siitä, mitä toimintaa missäkin päin satamaa tehdään ja toimintojen historiaa niin pitkälle kuin mahdollista ja tallentaa ne digitaaliseen muotoon. Tärkeää on kirjata mm. aiempi maata pilannut toiminta, koska sillä voi olla suuria kustannusvaikutuksia maan uusiokäytön yhteydessä. Tässä esimerkiksi 3D-skannaukseen perustuva malli ja siihen liitetty informaatio voisivat olla suunnittelun apuna.

4.4 Hiilineutraaliustavoite ja muu ympäristösäätely

Ilmakehän kasvavan hiilidioksidipitoisuuden vakiinnuttaminen ja ilmastonmuutoksen torjunta edellyttävät yhteiskunnan hiilipäästöjen kääntämistä laskuun, minkä vuoksi useat valtiot ja yritykset ovat sitoutuneet tavoittelemaan hiilineutraaliutta toiminnassaan tietyllä aikataululla. Hiilineutraalius tarkoittaa suppeasti määriteltynä hiilidioksidipäästöjen vähentämistä nolnaan tai tasapainottamista sitomalla päästöjä vastaava määrä hiilidioksidia ilmasta. Usein hiilineutraalius laajennetaan käsittämään myös muut kasvihuonekaasut ja maankäytön ilmastovaikutukset.

⁴⁶ ESPO (2010). Code of Practice on Societal Integration of Ports.

⁴⁷ Valtioneuvosto (2018). <https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/satamien-ja-lentoasemien-tietoturvallisuuteen-panostetaan>, haettu 15.4.2019.

Koska täydellinen hiilipäästöttömyys on käytännössä vaikea tai mahdoton saavuttaa, hiilineutraaleiksi itseään kutsuvat organisaatiot käyttävät yleensä päästökompensaatioita kumoavat aiheuttamansa päästöt rahoittamalla vastaavan määrän päästövähennyksiä toisaalla.

Liikenteen päästöt muodostavat noin viidenneksen Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä ja noin 40 prosenttia taakanjakosektorin⁴⁸ päästöistä. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelman tavoitteena on vähentää liikenteen päästöjä puolella vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoteen 2005. Tavoitteena on tehdä liikenteestä hiilivapaa vuoteen 2045 mennessä⁴⁹.

Myös satamiin kohdistuu yhteiskunnallista painetta hiilineutraaliustavoitteeseen vastaamiseksi. Sataman ympäristöllinen status ja kyky vastata kestävä kehityksen haasteisiin voi olla myös merkittävä kilpailuetu satamalle ja siellä toimiville yrityksille. Sataman toiminnan ympäristövaikutuksia voidaan hallita ja vähentää monin tavoin. Suomessa sekä EU:n että kansalliset säädökset sääntelevät satamatoimintoja esimerkiksi ympäristölupamenettelyn kautta, mutta satamat voivat mennä vieläkin pidemmälle valvonnassa ja vähentää ympäristövaikutuksia enemmän kuin mitä sääntely vaatii. Ympäristövaikutuksia voidaan hallita optimoimalla sataman toimintaprosesseja, välttämällä tarpeetonta energiankulutusta, ottamalla käyttöön ekotehokkaampia koneita ja laitteita sekä investoimalla infrastruktuuriin, joka mahdollistaa alhaiset päästöt. Myös digitalisaation mahdollistama parempi tietämys datan avulla sekä kehittyneet teknologiset ratkaisut voivat vähentää päästöjä.

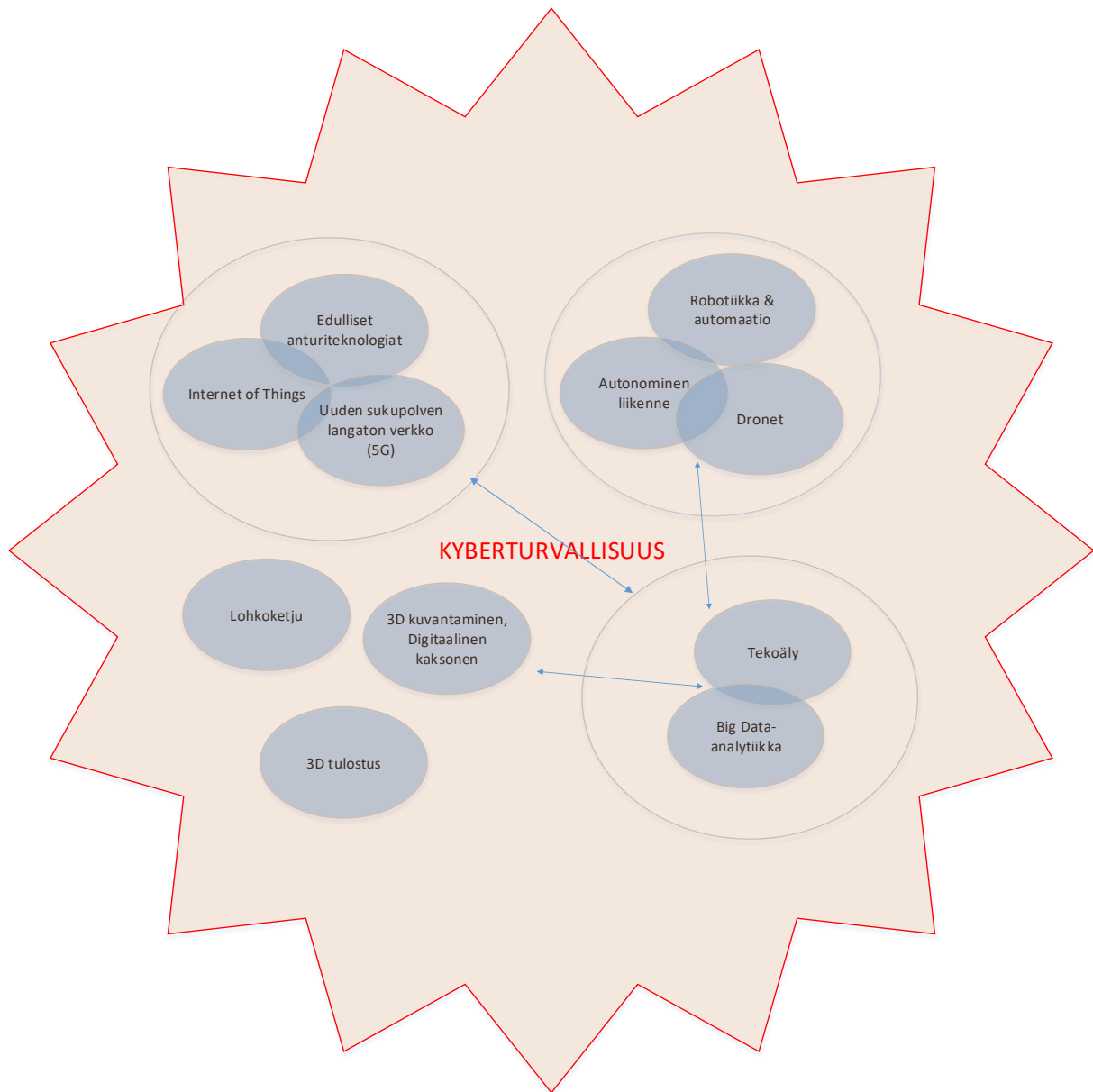
Hiilineutraaliustavoitteen lisäksi satamien muiden ympäristövaikutusten seuranta ja rajoitukset eivät todennäköisesti ole ainakaan vähenemässä.

4.5 Teknologiset muutosvoimat

Digitalisaation ajurina nähdään yleensä keskeisesti joukko teknologioita, joilla tuotetaan ja käsitellään ja jaetaan dataa. Kuvaan 4.4 ryhmitelty eri teknologioita ja kuvattu niiden vuorovaikutusta. Kutakin teknologiaa tai teknologiakoria on eritelty erikseen alla olevissa kappaleissa.

⁴⁸ Tarkoittaa päästökaupan ulkopuolisia toimialoja/sektoreita.

⁴⁹ Liikenne- ja viestintäministeriö (2018). Hyvinvointia ja kestävä kasvua toimivilla verkoilla, palveluilla ja tiedolla. Liikenne- ja viestintäministeriön tulevaisuuskatsaus. Valtioneuvoston julkaisusarja 13/2018



Kuva 4.4. Teknologisia muutosvoimia, joilla on vaikutusta satamien digitalisaatiokehitykseen.

4.5.1 3D-tulostus

3D-tulostukselle eli materiaalia lisäävälle valmistukselle (additive manufacturing) povataan suurta kasvua jatkossa. Alan liikevaihto on jo ylittänyt miljardin euron rajan Saksassa ja kasvu jatkuu⁵⁰. 3D-tulostus voi osaltaan vähentää sataman läpi kulkevia tavaravirtoja, toisaalta taas satamille voi tarjoutua uusia liiketoimintamahdollisuuksia tulostuskeskusten muodossa. Tulostuksen raaka-ainekuljetukset voivat osittain korvata väheneviä tuotekuljetuksia. 3D-tulostuksen lisääntymisellä voi olla erilaisia mahdollisia vaikutuksia satamaan:

⁵⁰ Jahn, C., Saxe, S. (toim.) (2017). Digitalization of Seaports – Visions of the Future, s.66.

- 3D-tulostus vaatii vähemmän investointeja kuin perinteinen valmistus, jolloin tuotanto voi hajautua. Tämä voi tarjota satamille mahdollisuuden aluevuokraukseen ja muiden palvelujen tarjoamiseen
- 3D-tulostus on edullisempaa ja mahdollistaa räätälöidyt tuotteet, lisä- ja varaosat olemassa oleviin tuotteisiin. Teknologia vähentää pääoman sitoutumisaikaa (merikuljetus ja varastointi jää pois) - tärkeää erityisesti kalliissa tuotteissa
- 3D-tulostus mahdollistaa hajautetun tuotannon. Erityisesti suurten kulutuskeskusten lähellä olevat satamat voivat hyötyä tästä merkittävästi.

Satama hyötyy myös itse, jos alusten ja sataman laitteiden varaosia voidaan tuottaa itse sataman alueella. Esimerkiksi, Rotterdamin satamaan on jo perustettu pilottiprojektin tuloksena ”Additive Manufacturing FieldLab”, jossa on jo mukana muitakin kuin merialan toimijoita⁵¹.

4.5.2 Tekoäly, Big data –analytiikka/massadatan analysointi

Datan määrä kaksinkertaistuu parin vuoden välein. Tämän ns. Mooren lain arvioidaan vaikuttavan ainakin 2030-40-luvuille. Dataa saadaan enenevässä määrin mm. eri laitteiden antureista ja muista laskureista (IoT). Ihmisvoimin ei voida analysoida suuria datamassoja, mutta analyysitekniikoiden ja tekoälyn kehittymisen myötä päätöksentekijät saavat käyttöönsä yhä syvällisempiä analyyskejä ja voivat tehdä yhä osuvampia päätöksiä. Samalla myös siirtyä datasta viisaudeksi nopeutuu. Suomessa tekoälyn hyödyntämisessä pyritään kärkijoukkoihin. TEM:n Tekoäly-aika-hanke esitteli toimenpiteitä ja visiotaan tekoälän Suomesta 2025 keuhällä 2019 ilmestyneessä raportissa⁵². Tekoäly on avaintekijä myös autonomisen merenkulun kehittämisessä.

Tekoälyn sovellukset perustuvat analytiikan automatisointiin ilman, että ihminen ohjelmoi analytiikan toimenpiteitä ja vaiheita erikseen. Big Data -analytiikan ja tekoälyn soveltamisella pysytään seuraamaan kehitystä enenevässä määrin reaaliaikaisesti. Tämän mahdollistaa esimerkiksi ennakoivan ylläpidon infra- ja laitekannassa tai vaikkapa uuden toimitusketjutiedon ekosysteemin syntymisen satamaan. Satamapitäjä voisi olla keskeinen toimija datan keräämisessä ja jalostamisessa edelleen muille satamatoimijoille. Tämä edellyttäisi satamanpitäjältä datastrategiaa ja toimintasuunnitelmaa, jossa selvitetäisiin dataan liittyvät haasteet, datan prosessointi ja hallinta ja siihen liittyvät liiketoimintaprosessit⁵³. Oulun satamassa on digistrategian pohjalta käynnistetty keuhällä 2019 Oulu Port Smarter –hanke, jossa kehitettävä data-alusta sisältää tietoa sataman toiminnoista ja tilannekuvasta⁵⁴. Satamien ja autonomisten alusten ekosysteemialustaa kehitetään myös 2018 lopulla perustetussa suomalaisessa Awake.AI:ssä, jossa tavoitteena on sataman tietovirtojen ja palvelujen yhdistäminen samaan

⁵¹ Port of Rotterdam (2016). <<https://www.portofrotterdam.com/en/business-opportunities/innovation-smartest-port/cases/3d-printing-in-the-port-of-rotterdam>>, haettu 5.5.2019.

⁵² Työ- ja elinkeinoministeriö (2019). Edelläkävijänä tekoälyaikaan. Tekoälyohjelman loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:23.

⁵³ BIG-hanke (2018). <<https://www.bigdataresearch.fi/blog-11.-miten-voittaa-haasteet...>>, haettu 29.4.2019

⁵⁴ Oulun satama (2019). Oulu Port Smarter – digihankkeen toteutusvaihe alkaa. <<https://ouluport.com/port-oulu-smarter-digihankkeen-toteutusvaihe-starttaa>>, haettu 9.8.2019.

alustaan⁵⁵. Yhtenä keskeisenä kohteena on alusten saapumis- ja lähtöaikojen täsmentäminen satamakäynteihin liittyvien työprosessien optimoimiseksi. Saman tyyppisiin ratkaisuihin pyritään Wärtsilän Portify-hankkeessa⁵⁶ ja Rotterdamin sataman elokuussa 2019 perustamassa PortXchange-yrityksessä⁵⁷, joka markkinoi Pronto-alustaa (ks. tarkemmin kpl 4.1.3). Datan hankinta edellyttää näkemystä siitä, miten dataa käyttävä analytiikka ja tekoäly lopulta tehostavat ja varmistavat sataman toimintoja. Sataman toimijoiden on syytä olla mukana uudessa datataloudessa, koska datavirroilla on jo globaalisti suurempi osuus talouden kasvusta kuin tavaroiden kaupalla (BKT:lla mitattuna)⁵⁸.

4.5.3 Lohkoketju

Lohkoketju (blockchain) mahdollistaa hajautetun läpinäkyvän tietokannan luomisen. Tällä voidaan luotettavalla tavalla digitalisoida toimitusketjun dokumentaation eri vaiheita. Toimitusketjun tehostamisen myötä myös kuljetusten seurattavuus paranee. Lohkoketjun avulla voidaan samalla automatisoida mm. maksamisprosessia älysopimusten avulla. Esimerkiksi, kun kontti on todennetusti saapunut satamaan tai jakeluterminaaliin, siirtyy maksu automaattisesti. Lohkoketjuteknologian omaksumisella voidaan kuljetusten tehostamisen lisäksi torjua myös harmaata taloutta koska transaktioiden jäljitettävyyden paranee.

Lohkoketjuun kohdistuu tällä hetkellä voimakasta kiinnostusta logistiikkasektorissa. Maersk ja IBM ovat käynnistäneet TradeLens -lohkoketjunalustan kehittämisen. Mukaan on liittynyt kymmeniä toimitusketjun osapuolia mukaan lukien satamatoimijat⁵⁹. Vuoden kestäneessä kokeilussa osapuolilla oli pääsy oikeuksiensa mukaisesti dokumentteihin ja anturidataan (esim. kontin lämpötila). TradeLens'in kokeilujen avulla saatiin nopeutettua läpimenoaikoja ja alennettua kustannuksia. TradeLens'in alkuvaiheessa ongelmana oli muiden varustamojen saaminen alustan piiriin koska yhden varustamon omistama alusta herätti luonnollisesti epäilyjä kilpailijoissa. CMA CGM ja muutama muu globaali varustamo perustivatkin⁶⁰ loppuvuodesta 2018 oman kilpailevan alustan⁶¹. Kuitenkin jo toukokuussa

⁵⁵ Tekniikka & Talous (2016). Salaperaisena pysyttelevä suomalaisyhtiö sai pian perustamisensa jälkeen miljoonia Business Finlandilta. <<https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/salaperaisena-pysytteleva-suomalaisyhtio-sai-pian-perustamisensa-jalkeen-miljoonia-business-finlandilta/0d960fa1-f46b-474a-b34f-def2152ff6ae?ref=email:8264>>, haettu 8.8.2019.

⁵⁶ Twentyfour7. Wärtsilä stakeholder magazine. 1/2018, p. 28.

⁵⁷ World Maritime News (2019). Port of Rotterdam Taking Pronto Data Exchange Platform Global. <<https://worldmaritimeneews.com/archives/281386/port-of-rotterdam-taking-pronto-data-exchange-platform-global/?uid=95281>>, haettu 13.8.2019.

⁵⁸ Katri Valkokari (2019). Digitalisaation – mahdollisuuksien avaruus. Esitelmä Teollisuusfoorumi – Teollisuus 4.0, Salo.

⁵⁹ Seatrade Maritime News (2018). <<http://www.seatrade-maritime.com/news/europe/maersk-ibm-launch-tradelens-blockchain-platform-with-94-signed-up.html>>, haettu 13.4.2019.

⁶⁰ Cargosmart (2018). Top Ocean Carriers and Terminal Operators Initiate Blockchain Consortium <<https://www.cargosmart.ai/en/blog/top-ocean-carriers-and-terminal-operators-initiate-blockchain-consortium/>>, haettu 29.4.2019.

⁶¹ Myös konttivarustamo ZIM on ilmoittanut BC-alustastaan, samoin APL osana muutaman toimijan konsortiota.

CMS CGM ja MSC ilmoittivat liittyvänsä TradeLens:iin⁶². Hapag-Lloydin ja Ocean Network Expressin⁶³ liittyttyä heinäkuussa 2019 konsortiossa on jo mukana noin 60% kontinkuljetusvolyymista. Mukana kilpailussa on myös varustamoista riippumattomia alustoja kuten CargoX⁶⁴. Lohkoketjua on kokeiltu myös satamavetoisesti. Rotterdamin satama on perustanut partnereineen Blocklabin, jossa kokeillaan yritysten kanssa paperittomien fyysisten, hallinnollisten ja rahavirtojen integrointia lohkoketjuteknologialla⁶⁵. Kilpailutilanteessa keskeinen kysymys tulee olemaan standardointi ja yhteentoimivuus. Viime kädessä luonnollisesti myös teknologian omaksuminen vaikuttaa siihen, milloin lohkoketjun hyödyt alkavat lopulta näkyä toimitusketjuissa ja näin ollen myös satamissa. Logistiikka-alalla arvioidaan (DHL Trend Radar 2018/2019), ettei läpimurtoa tapahdu ainakaan viiteen vuoteen. Myös Gartner arvioi lohkoketjun olevan vasta nousemassa hypekäyrän (Hype cycle for block chain business, 2018) huipulle ja tulevan käyttöön 5-10 vuoden kuluttua. Toisaalta, tulevaisuudentutkijat Suomessa⁶⁶ sijoittavat lohkoketjun kaikista nopeimmin kehittyvien teknologioiden joukkoon.

4.5.4 Esineiden internet (IoT), edulliset anturiteknologiat ja 5G

Esineiden internet (Internet of Things, IoT) tarkoittaa, että sähkölaitteet ovat yhteydessä toisiinsa ja niillä on omat IP-osoitteet⁶⁷. Näin mahdollistuu laitteiden, ajoneuvojen, rakennusten ja muiden kohteiden etähallinta ja niiden välinen kommunikaatio. On mahdollista, että 2020-luvulla jokainen uusi sähkölaitte on IoT-laite, koska teknologia halpenee ja mahtuu jatkossa yhä pienempään tilaan. Gartner ennustaa, että nykyisten (2019) 14,2 miljardin IoT-laitteen määrä kasvaa jo vuoteen 2021 mennessä 25 miljardiin⁶⁸. Satamissa digitalisoituminen etenee uuden IoT-valmiudet sisältävän laite- ja konekannan myötä. Toisaalta satamalaitteiden (esimerkiksi kiinteät/mobiilit lastinkäsittelylaitteet, laiturit) elinkaari on yleensä pitkä ja nopeasti kehittyvän IoT-teknologian taas lyhyt. Tämän vuoksi IoT-teknologia koostuu pitkälti nykyisiin laitteisiin ja rakenteisiin kytkettävistä lisälaitteista.

IoT on digitalisaation mahdollistaja satamissa. IoT koostuu erilaisista teknologioista, joita yhdistetään tarpeen mukaan. Kohteet voivat kommunikoida keskenään tai pilvisovellusten kanssa ja tuottaa tietoa esimerkiksi seurannan, hallinnan ja ennakkoinnin tarpeisiin. Se tarjoaa satamille kiinnostavia mahdollisuuksia infrastruktuurin ennakoivaan ylläpitoon (anturit satamarakenteissa ja eri laitteissa) tai sataman liikenteen monitorointiin muun muassa turvallisuuden parantamiseksi (anturit liikkuvissa koneissa, henkilökohtaisessa varustuksessa). Keskeistä on IoT-laitteiden käyttämisen ja tuottaman datan

⁶² Maersk (2019). Major ocean carriers CMA CGM and MSC to join TradeLens blockchain-enabled digital shipping platform. <<https://www.maersk.com/news/articles/2019/05/28/cma-cgm-and-msc-to-join-tradelens-digital-shipping-platform>>, haettu 11.6.2019.

⁶³ Maersk press release 2.7.2019. <<https://www.maersk.com/news/articles/2019/07/02/hapag-lloyd-and-ocean-network-express-join-tradelens>>, haettu 26.8.2019.

⁶⁴ CargoX. (2019). <<https://cargox.io/platform/overview/>>, haettu 29.4.2019.

⁶⁵ Port Technology (2018). <https://www.porttechnology.org/news/rotterdam_launches_multi_modal_blockchain_project>, haettu 29.4.2019.

⁶⁶ Linturi, R. & Kuusi, O. (2018). Suomen 100 uutta mahdollisuutta. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu.

⁶⁷ Internet protocol – verkon yhteyskäytäntö

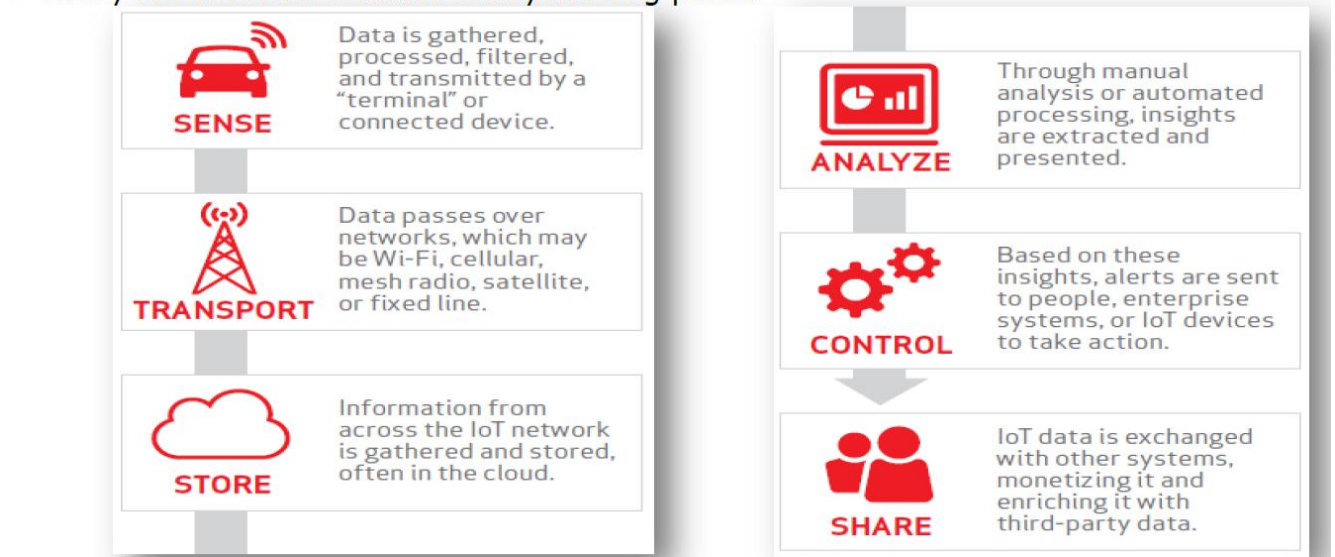
⁶⁸ Gartner (2019). Gartner Identifies Top 10 Strategic IoT Technologies and Trends. <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-11-07-gartner-identifies-top-10-strategic-iot-technologies-and-trends>>, haettu 17.5.2019.

prosessointi alustoilla ja sen mahdollinen rikastaminen muulla datalla. Datan jakaminen eri tahojen kesken usein lisää sen tuottamaa arvoa. Tämä toteutetaan tarvelähtöisesti eri osapuolten kesken ja liiketalousalueiden säilyminen huomioiden. IoT:n hyödyntämisessä on mietittävä:

- miten raakadata kerätään ja prosessoidaan?
- minkälaisessa verkossa data välitetään?
- miten/mihin data varastoidaan?
- miten data-analyysi toteutetaan?
- miten analyysin tuloksilla vaikutetaan toimintaan?
- miten tuloksia rikastetaan muulla tiedolla tai hyödynnetään ulkopuolisissa järjestelmissä?

Näitä IoT-ratkaisujen keskeisiä ”liikkuvia osia” on tarkennettu kuvassa 4.5. Keskeistä IoT-laitteiden valinnassa on varmistaa että ne toimivat yhteen valitun IoT-alustan kanssa, jossa datan prosessointi tapahtuu.

► Every IoT solution involves many moving parts.



Kuva 4.5. IoT-ratkaisujen kehittämisessä huomioitavia tekijöitä. (lähde: Herrero Cárcel, G. (2016). *IoT in Port of the Future*⁶⁹.)

Vuoden 2019 aikana käynnistynyt 5G-verkkojen rakentaminen mahdollistaa mm. lyhyttä vasteaikaa edellyttävän autonomisen liikenteen. Satamiin⁷⁰ ollaan myös rakentamassa nopeita yhteyksiä. Toisaalta osa IoT-laitteista lähettää niin pieniä datamääriä, että viestintä voidaan suorittaa muualla kuin mobiiliverkossa. Tähän on käytössä useampia teknologioita (mm. Sigfox, LoRa, NB-IoT).

Traficom koordinoi 5G Momentum -ekosysteemiä, jossa on mukana myös useita satamia ja muita merenkulun toimijoita. Tarkoituksena on edistää 5G-teknologian kokeilutoimintaa Suomessa. Esimerkiksi SecurePax-hankkeessa testataan matkustajasataman sisäistä 5G-verkkoa ja kehitetään menetelmiä

⁶⁹ Herrero Cárcel, G. (2016). *IoT in Port of the Future*. <http://cogistics.eu/wp-content/uploads/sites/2/2016/11/IoT_PortFuture.pdf>, haettu 9.4.2019.

⁷⁰ Turku (5G), Oulu, (LTE), Kokkola (LTE), HaminaKotka (Steveco, LTE). Lisäksi 5G Viima –hankkeessa luodaan testialue Oulun satamaan ja Tampereelle satamalaitteita varten.

matkustajien ja kiellettyjen tavaroiden tunnistamiseen⁷¹. Älykäs meri -hankkeessa Naantalın ja Tukholman satamien yhteydessä testataan älypoiju- ja turvalaiteverkostoa väylillä ja satamissa⁷². Samalla arvioidaan merelle ulottuvan 5G-verkon vaikutusta sataman tehokkuuteen ja hiilijalanjälkeen.

Ulkomaisissa suursatamissa IoT-teknologiaa on hyödynnetty ja kokeiltu laajasti. Hampurin satama käynnisti jo 2012 smartPORT-hankkeen, jolla pyrittiin kestävään energian käyttöön ja logistiikan optimointiin⁷³. Logistiikan parantamiseksi sataman tie-, rautatie- ja siltarakenteisiin asennetuilla antureilla pyrittiin infran ennakoivaan ylläpitoon ja parantamaan liikenteen ohjausta. Satamassa on testattu 5G-teknologian toimivuutta sataman omien alusten anturien välittämään sijainti- ja ympäristödataa, sataman liikennevalojen ohjaukseen ja välittämään suuria datamääriä sataman rakenteista ja rakennuksista katseltavaksi datalasin avulla⁷⁴.

Rotterdamin satama avasi helmikuussa 2019 geneerisen IoT-alustan satamassa. Ensimmäiset sovellukset liittyvät reaaliaikaisiin sää- ja vedenkorkeustietoihin⁷⁵. Alusta kokoa myös muuta infraan liitettyjen anturien tuottamaa reaaliaikaista dataa esimerkiksi laiturirakenteista, väylistä ja liikenteenohjaimista. Säädata tulee sataman 44 anturista sekä muista avoimen datan lähteistä ja se hyödyntää mm. ennustemalleja. Rotterdamin satama arvioi, että IoT-alustan tieto vähentää tunnilla aluksen laituriaikaa (arvo 80 000 USD)⁷⁶. Aineistoon on pääsy kaikilla aluskäyntiin liittyvillä tahoilla. Järjestelmä valmistaa osaltaan satamaa autonomista meriliikennettä varten. Rotterdamin tavoite on olla autonomisen meriliikenteen kanssa ”yhteensopiva” vuonna 2025. IoT-alustaan on tarkoitus jatkossa integroida reunalaskentaa, reaaliaikaista analytiikkaa, tekoälyä, tarkkaa ja virheetöntä dataa sekä lohkoketjujen operointia.

Valencian satamassa käynnistyi loppuvuodesta 2018 kokeilu⁷⁷, jossa MSC:n terminaaleissa käyviin kuorma-autoihin kytkettiin IoT-laite satamaliikenteen monitoroimiseksi. Tavoitteena liikenteen ennakointi, ruuhkien vähentäminen, kaluston käytön tehostaminen.

IoT ja 5G-teknologiaa kehitetään myös Euroopan ulkopuolella. Guangzhou Port Group ja Huawei ovat perustamassa Kiinaan 5G-innovaatiokeskusta⁷⁸. Singaporen satamassa on myös käynnistymässä laaja

⁷¹ Turun satama (2019). SecurePax-hankkeessa tähdätään tietoliikenteen ja turvallisuuden kehittämiseen. <<https://aboard.portofturku.fi/2019/04/securepax-hankkeessa-tahdataan-tietoliikenteen-ja-turvallisuuden-kehittamiseen/>>, haettu 2.5.2019.

⁷² Meritaito (2019). Älykäs meri –hankkeelle EU-rahoitusta. <<https://www.meritaito.fi/uutiset/alykas-meri-hankkeelle-eu-rahoitusta.html>>, haettu 15.5.2019.

⁷³ Schirmer, I., Drews, P., Saxe, S., Baldauf, U., Tesse, J. (2016). Extending Enterprise Architectures for Adopting the Internet of Things – Lessons Learned from the smartPORT Projects in Hamburg. International Conference on Business Information Systems.

⁷⁴ Nokia (2018). Port of Hamburg: 5G applications pass field test. <<https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2018/11/06/port-of-hamburg-5g-applications-pass-field-test/>>, haettu 15.5.2019.

⁷⁵ World Maritime News (2019). Port of Rotterdam: New IoT Platform Put into Operation. <<https://worldmaritimeneews.com/archives/270275/port-of-rotterdam-new-iot-platform-put-into-operation/>>, haettu 2.5.2019.

⁷⁶ Maritime Digitalisation & Communication (2019). <https://www.marinemec.com/news/view,how-to-use-sensor-networks-to-facilitate-smart-port-operations_57558.htm>, haettu 6.5.2019.

⁷⁷ World Maritime News (2018). MSC, Port of Valencia Trial IoT Network <<https://worldmaritimeneews.com/archives/266691/msc-port-of-valencia-trial-iot-network/>>, haettu 26.4.2019.

⁷⁸ Safety4Sea (2019). Guangzhou to use 5G technology to improve port services. <<https://safety4sea.com/guangzhou-to-use-5g-technology-to-improve-port-services/>>, haettu 29.4.2019.

5G-tekniikan kokeiluhanke⁷⁹ automaattisen kontinkäsittelyn kehittämiseen ja muihin innovaatioihin liittyen. Lisäksi Singaporessa ollaan investoimassa myös autonomisen meriliikenteen ja tähän liittyvien satamavalmiuksien kehittämiseen⁸⁰.

4.5.5 Robotiikka ja automaatio, autonominen (meri)liikenne ja dronet

Autonominen meriliikenne on tavallaan robotiikan ja automaation eräs sovellusalue, jossa hyödynnetään tekoälyä. Autonomisessa aluksessa tekoälyä hyödynnetään tilannetietoisuuden osalta niin laivan omissa systeemeissä kuin myös ympäristön havainnoinnissa. Tekoäly avustaa myös päätöksenteossa esimerkiksi reitinsuunnittelussa ja aluksen ohjauksessa⁸¹.

Autonomisen meriliikenteen on katsottu etenevän asteittain. Merenkulun kasainvälisestä sääntelystä vastaava IMO on käynnistänyt autonomisiin aluksiin liittyvät tarkastelut. IMO:n Maritime Safety Committee määritteli vuoden 2018 lopulla aluksille (Maritime Autonomous Surface Ship, MASS) neljä eri autonomisuuden astetta⁸²:

1. alus, jossa on automaattisia prosesseja päätöksenteon tueksi: miehistö operoi ja kontrolloi aluksen järjestelmiä ja toimintoja. Jotkin toiminnot voivat olla automaattisia ja ajoittain ilman valvontaa, mutta miehistö on valmiina ottamaan kontrollin tarvittaessa.
2. etäohjattu alus, jossa on miehistöä: alusta ohjataan aluksen ulkopuolelta. Miehistö on valmiina tarvittaessa ottamaan kontrollin ja operoimaan systeemejä ja toimintoja.
3. etäohjattu alus, jossa ei ole ollenkaan miehistöä: alusta ohjataan aluksen ulkopuolelta.
4. täysin autonominen alus: Aluksen järjestelmät tekevät päätökset ja määrittävät toimenpiteet itsenäisesti.

Yleinen käsitys on, että täysin miehittämättömään alukseen pyrkiminen ei ehkä olekaan tarkoituksenmukaista, vaan poikkeustilanteita ja ylläpitoa varten aluksilla olisi jonkun verran miehistöä. Rolls Royce visioi tiekartassaan (vuodelta 2016) etäohjattujen valtamerialusten käyttöönottoa vuodesta 2030 alkaen⁸³. IMO-säädösten hidas etenemisprosessi huomioiden ko. aikataulu ei oletettavasti voisikaan olla nopeampi.

Tärkeä ajuri autonomisuuden lisäämiseen on työvoimapula merenkulkijoista. Kansainvälisen, pääasiassa meritse liikkuvan, kaupankäynnin lisääntymisen on arvioitu joka tapauksessa kasvattavan globaalisti merenkulkijoiden kysyntää, vaikka alusten autonomisuus lisääntyisikin⁸⁴.

⁷⁹ Info-Communications Media Development Authority (2019). IMDA – PSA 5G Trial Tech Call for Ports.

⁸⁰ The Straitstimes (2019). MPA invests \$7.2m in projects on autonomous shipping. <<https://www.straitstimes.com/singapore/transport/mpa-invests-72m-in-projects-on-autonomous-shipping>>, haettu 24.6.2019.

⁸¹ Heikkilä, E. (2018). AI for autonomous ships – challenges in design and validation. Presentation in The International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC) 2018.

⁸² World Maritime News (2018). IMO MSC Identifies 4 Degrees of Ship Automation <<https://worldmaritimeneews.com/archives/266898/imo-msc-identifies-4-degrees-of-ship-automation/>>, haettu 15.5.2019.

⁸³ Rolls Royce (2016). Autonomous ships – next steps.

⁸⁴ World Maritime University (2019). Transport 2040: Automation, Technology, Employment - The Future of Work. s. 62.

Autonomiset alukset tuovat satamien infrastruktuurille uusia vaatimuksia kuten:

- mahdolliset alusten etäohjauskeskukset (mikäli sijoitetaan satamiin)
- kommunikaation järjestäminen alusten kanssa
- alusten automaattiset kiinnitysjärjestelmät
- uusien prosessien tuoma henkilöstön koulutustarve⁸⁵.

Myös muut autonomiset tai jopa kuljettajattomat kuljetusmuodot asettavat satamien infrastruktuurille vaatimuksia. Maantieliikenteelle teiden laatu- ja kunnossapito- ja merkintävaatimukset kasvavat. Sataman rautateiden tulisi olla varustelultaan (anturit, tiedonsiirto) samalla tasolla maan pääverkon kanssa. Digitaalinen infrastruktuuri liittyy olennaisesti kaikkiin autonomisiin kuljetusvälineisiin. Maantieliikenteelle on keskeistä lyhyen vasteajan verkon (5G) ja HD karttojen tarjoaminen. Lisäksi tulee arvioida miten ajoneuvon ja ympäristön välisen (V2X) kommunikaation tuottama data hallinnoidaan lain antamissa puitteissa. Autonomisen liikenteen tuleminen lisää myös väistämättä satamien tieto- ja kyberturvallisuuden vaatimuksia⁷⁵.

Robottiikan hyödyntäminen satamatoiminnoissa liittyy lähinnä lastinkäsittelyyn. Työkoneiden automatisaation aste lisääntyy ja koneet suorittavat tehtäviä ihmisavusteisesti joko etäohjauksessa tai etävalvonnassa ja lopulta ainakin osin myös täysin automaattisesti esim. konenäön avulla kuten konttinosurit/lukit. Työprosesseja voidaan optimoida tekoälyn avulla, jolloin kaikki koneiden liikkeet tulevat huomioiduksi. Lastinkäsittelyn lisäksi robotisaatio lisääntyy myös työkoneiden ja infrastruktuurin ylläpidossa ja korjauksessa.

Drone-teknologia on halventunut ja kehittynyt voimakkaasti viime vuosina. Droneilla on jatkossa satamissa sovelluskohteita mm. valvonnassa ja ennakoivassa riskikartoituksessa. Vahinkotilanteissa droneja voidaan hyödyntää tilanteen monitorointiin ja vahinkojen laajuuden arvioitiin – esimerkiksi alusta ei tarvitse kääntää laiturissa merenpuoleisen kyljen tarkastelua varten. Myös vedenalaisia droneja on kehitetty, joita voidaan käyttää alusten potkurien ja pohjan tutkimiseen sekä laiturirakenteiden vedenalaisten rakenteiden tutkimiseen. Ainut heikkous näissä on se, ettei havaintoja voida si-toa suoraan koordinaatistoon. Lennätettäviä droneja voi käyttää mm. päästö- ja muissa ympäristömitauksissa.

Dronet voivat tuoda satamiin myös uuden liikennemuodon eli lentorahdin ja sitä palvelevat drone-terminaalit. Jatkossa satamat voivat joutua ottamaan kantaa ilmatilan käyttöön esimerkiksi automaattisten dronelentojen ja mahdollisia tavarakuljetuksia varten tarvittavien lentokäytävien perustamiseen. Samalla myös lentorajoitukset satama-alueella tulevat pohdittavaksi.

⁸⁵ Fiedler, R., Bosse, C., Gelhken, D., Brümmerstedt, K., Burmeister, H-C. (2019). Autonomous vehicles' impact on port infrastructure requirements. Fraunhofer CML.

4.5.6 Laserkeilaus (lidar), Digitaalinen kaksonen

Laserkeilaus, laserskannaus ja 3D-skannaus eli lidar-teknologia tuottavat kohteesta pistepilven, josta voidaan tuottaa 3D-malli esimerkiksi sataman rakenteista. Kohteisiin voidaan liittää ominaisuus- ja sijaintitietoa. Esimerkkinä laserskannausta hyödyntävästä infranhallintajärjestelmästä on suomalaisen VRT Finland Oy:n satamasektorille sovitettu GISGRO-alusta, johon voidaan tallentaa 3D-aineistoa ja ominaisuustietoa satamainfrasta (ml. vedenalaiset rakenteet)⁸⁶.

Kun aineistoon lisätään rakenteisiin kytkettyjen IoT-laitteiden antama reaaliaikainen tieto ja liikkuvien koneiden IoT-data ja yhdistetään lopputulos samaa käyttöliittymään, on tuotettu satamasta tilannekuvaa välittävä järjestelmä. Centria-ammattikorkeakoulussa vuoden 2019 lopussa päättyvä BILINE-hanke⁸⁷ on Kokkolan sataman yhteydessä olevan suurteollisuusalueen turvallisuutta edistävä hanke. Keskeinen ajatus hankkeessa on reaaliaikaisen tilannekuvan luominen alueella liikkuvista koneista ja ihmisistä. Kerätyn ja tuotetun tiedon pohjalta jalostetaan reaaliaikaista tilannetietoa proaktiiviseen tilannekuvaan. Digitaalisten tunnistusteknologioiden pilotointi hyödyntäminen ja siihen liittyvän tutkimusekosysteemin luominen ovat hankkeen keskeisiä osia.

Eri lähteistä saadulla historiadatalla on jo voitu simuloida ja visualisoida sataman toimintaa. Kuitenkin vasta tekoälyn kehittymisen myötä ollaan pääsemässä tilanteeseen, jossa voidaan puhua satamien digitaalista kaksosista, toisin sanoen voidaan kokeilla, miten eri tekijöitä, esimerkiksi tavaravolyymia, muuttamalla saadaan vaikutuksia systeemin (sataman) toimintaan. Tuloksia voidaan hyödyntää sataman suunnittelussa ja operoinnissa. Jatkossa digitaalinen kaksonen valmistaa osaltaan satamaa automisen meriliikenteen haasteisiin (esimerkiksi aluksen irrotus/kiinnitys). Tämä edellyttää, että sataman toimijat ovat rakentaneet omasta toiminnastaan digitaalisen kaksosen ja ovat valmiita jakamaan sen yhteisen järjestelmän luomiseksi. Vaatimuksena on siis toimijoiden riittävät teknologiavalmiudet, keskinäinen luottamus ja halukkuus jakaa tietoa. Toistaiseksi tällaisia varsinaisia digitaalisia kaksosia satamista ei vielä ole. Singaporessa on käynnistynyt hanke konttisataman digitaalisen kaksosen luomiseksi⁸⁸.

4.5.7 Kyberturvallisuus

Kyberturvallisuudella tarkoitetaan yleisesti digitalisaation turvallisuutta. Internetissä ei ole maantieteellisiä rajoja, ja siksi uhka voi tulla mistä päin maailmaa vain. Yritysten tuotannontekijät ovat yhä digitaalisempia ja niiden arvo on korkeampi kuin aiemmin, joten tietoturvallisuus on tärkeämpää kuin koskaan. Tiedot sijaitsevat usein pilvipalveluissa, joihin työntekijät pääsevät käsiksi mobiililaitteillaan. Organisaation tietohallinto joutuu siis hallinnoimaan yhä useampien laitteiden tietoturvaa. IoT-laitteiden lisääntyminen tuo kyberturvallisuuteen lisäulottuvuuden. Esimerkiksi jo käytössä olevien laitteiden ja niiden kanssa kommunikoivien uusien laitteiden ja pilvipalvelujen väliseen kommunikaatioon ei ole olemassa yksittäistä standardia⁸⁹.

⁸⁶ GISGRO (2019). <<https://www.gisgro.com/>>, haettu 16.5.2019

⁸⁷ Centria AMK. BILINE-hanke. <<https://tki.centria.fi/hanke/biline-turvallisuuteen-liittyvat-digitaaliset-ratkaisut/1201>>, haettu 25.9.2108.

⁸⁸ DHL Trend Reseach (2019). Digital Twins in Logistics. s.25

⁸⁹ Gartner (2016). Navigating the Security Landscape in the IoT Era. <<https://www.gartner.com/smarterwith-gartner/navigating-the-security-landscape-in-the-iot-era/>>, haettu 17.5.2019.

Satamien digitalisaation edellytyksenä on huolehtia it-järjestelmien kyberturvallisuudesta. Asian vakavuus nousi esille merikuljetusten yhteydessä, kun NotPetaya-viruksen vuonna 2017 Marskille aiheuttamat korjauskustannukset nousivat 350 miljoonaan dollariin ja iskusta toipuminen kesti kuukausia⁹⁰. Jatkossa esimerkiksi satelliittinavigoinnin häirintä ja väärän tutkasignaalin syöttäminen ovat riskejä erityisesti autonomiselle merenkululle (myös satama-alueella). Kyberhyökkäykset yrityksiin ovat kaksinkertaistuneet 2013-2018⁹¹.

Vuoden 2018 EU-asetus loi raamit EU:n TEN-T ydinverkon satamien tietoturvallisuudelle. Myös satamapitäjille tehdyssä kyselyssä (ks. kpl 3) kyberturvallisuus sai paljon painoarvoa arvioitaessa tulevaisuuden teknologioiden merkitystä satamalle. Kyberturvallisuuteen panostetaan valtakunnan tasolla kokonaisturvallisuuden kehittämiseksi ja Huoltovarmuuskeskus (HVK) on käynnistänyt Kyber-2020 ja 2030 -ohjelmat huoltovarmuuden parantamiseksi. Kyberturvallisuuden kehitysnäkymiä tarkastellaan myös Huoltovarmuusorganisaation julkaisemassa merenkulun toimintaympäristön näkymissä vuoteen 2030⁹². Kyberturvallisuus esiintyykin läpäisevänä teemana lähes kaikissa digitalisaation edistämistä koskevissa suunnitelmissa ja liittyy edellä kuvattuihin teknologioihin (kuva 4.4). Kyberturvallisuus kattaa laajemman alueen kuin tietoturvallisuus, joka painottuu tietomurtojen ehkäisyyn joko verkon kautta tai muulla tavoin. Kyberturvallisuus keskittyy lisäksi muun muassa verkkojen kautta tapahtuvan vahingonteon estämiseen ja vahinkojen minimoimiseen. Aiheen tärkeys huomioiden akateemisen tutkimus satamien ja merenkulun kyberturvallisuudesta on ollut vähäistä⁹³.

Keväällä 2019 päättyneessä HAZARD-hankkeessa keskityttiin Itämeren alueen pelastuslaitosten ja satamien turvallisuuskäytäntöjen kehittämiseen. Yhtenä osioiden tarkasteltiin satamien kyberturvallisuutta⁹⁴. Hankkeessa eriteltiin erilaisia kyberuhkia, joita ovat ”hacktivismi”, kyberrikollisuus, kybervaakoilu, kyberterrorismi ja kybersodankäynti. Satamiin kohdistuvien uhkien katsottiin tällä hetkellä painottuvan kyberrikollisuuteen ja -vakoiluun, koska satamien järjestelmät sisältävät tietoa sataman asiakkaista. Haavoittuvuudet ovat it-järjestelmien häiriöissä tai puutteissa.

Satamien tulee ottaa kyberturvallisuus osaksi satamien turvallisuusvalmiutta. Varautumissuunnittelun pohjaksi tulisi tunnistaa:

- mitä kyberriskejä sataman järjestelmiin, resursseihin ja kyvykkyyksiin kohdistuu?
- miten riskeiltä suojaudutaan?
- miten kyberturvallisuusrikkomus havaitaan?
- miten toimitaan, kun rikkomus on tapahtunut?

⁹⁰Tekniikka ja Talous (2019). It-pomon painajainen toteutui aamulla <<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/it-pomon-painajainen-toteutui-aamulla-sitten-nain-toimistossa-pelkkia-mustia-ruutuja-6763917>>, haettu 2.5.2019.

⁹¹World Economic Forum (2018). The Global Risks Report 2018.

⁹²Ojala L., Solakivi T., Kiiski T., Laari, S., Österlund, B. (2018). Merenkulun huoltovarmuus ja Suomen elinkeinoelämä – toimintaympäristön tarkastelu vuoteen 2030.

⁹³Ahokas, A. (2019). The Finnish maritime sector and cybersecurity. Publications of the hazard project 26:2019.

⁹⁴Ahokas, J., Kiiski, T. (2017). Cybersecurity in ports. Publications of the HAZARD project 3:2017.

- miten rikkomuksesta toivutaan (resilienssi)?⁹⁵

Ennen riskien arvioimista on perusteltua eritellä mitä infraa, laitteita, (tieto)järjestelmiä, dataa ja prosesseja satamassa ylipäättään on ja mikä on kriittistä sataman toiminnan kannalta. Kun kyberturvallisuuden evaluointi on valmis, voidaan edetä varautumissuunnitelmaan. Suunnitelma tulee päivittää määräajoin tai silloin kun puutteita tai uusia vaatimuksia nousee esiin.

EU:n verkko- ja tietoturvadirektiivi (NIS-direktiivi) perusteella Suomen TEN-T-ydinverkon satamille on asetettu raportointivelvollisuus tietoturvapoikkeamista ja -uhkista. Tämä siis jättää suuren osan satamia raportointivelvollisuuden ulkopuolelle, mutta nostaa toki tietoisuutta asian tärkeydestä. Satamien kyberturvallisuuteen on NIS-direktiivin jälkeen alettu kiinnittää enemmän huomioita Suomessa. Huoltovarmuusorganisaation satamajaosto on käynnistänyt Kyberturvallisuuskeskuksen yhteyteen verkko-tietotyöryhmän, joka käsittelee satamien kyberturvallisuutta. Merenkulun turvallisuutta säätelevällä IMO:lla (SOLAS, ISM, ISPS) on toistaiseksi ollut vain vähän kyberturvallisuuteen liittyvää ohjeistusta.

Satamissa on käynnistynyt valmistautuminen kyberuhkiin. Sataman eri yritysten toiminnot ovat tietojärjestelmätasollakin verkottuneita, mikä lisää kyberhyökkäysten leviämisen uhkaa. Los Angelesin satamassa perustettiin 2014 kyberturvallisuuskeskus. Tarkoitus on luoda uusi keskus (cyber resilience center), jossa olisi muitakin sataman toimijoita kuin satamanpitäjä⁹⁶. Amsterdamin satama on käynnistänyt kyberturvallisuusohjelman satamayhteisölle. Ohjelma koostuu kahdesta osasta. CYREN-verkosto (Cyber Resilient North Sea Canal Area) kerää tietoja kyberuhista ja pyrkii varmistamaan, että jäsenillä on päivitetty, riittävä suojaus kunnossa. Kyber-hotline -palvelussa satamatoimija voi olla heti yhteydessä satamanpitäjään, jos havaitulla kyberhyökkäyksellä voi olla mahdollisuus levitä muihin sataman yrityksiin⁹⁷. Toiminta tähtää satamayhteisö digitaalisen resilienssin lisäämiseen. Lisäksi Wärtsilä on käynnistänyt Singaporessa muiden toimintojensa yhteyteen Maritime Cyber Centre of Excellence -yksikön 2018 lopulla⁹⁸.

⁹⁵ NIST (2018). Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity. Version 1.1.

⁹⁶ Port of Los Angeles (2019). Port Proposes the Creation of a Cyber Resilience Center with Stakeholders. <https://www.portoflosangeles.org/references/news_042519_cybersecurity>, haettu 17.5.2019

⁹⁷ Smart Maritime Network (2019). New cyber programme for Port of Amsterdam. <<https://smartmaritimenetwork.com/2019/01/30/new-cyber-programme-for-port-of-amsterdam/>>, haettu 27.2.2019.

⁹⁸ Digital Ship Nov. 2018. Maritime Cyber Centre of Excellence opens in Singapore.

5 SATAMIEN DIGITALISAATION SKENAARIOT

Tulevaisuuden skenaarioilla ymmärretään arkikielessä lähes mitä tahansa tulevaisuutta koskevaa ajatusta. Tulevaisuudentutkimuksessa skenaariolla on kuitenkin täsmällinen ja tarkka merkitys: skenaario on tulevaisuuden käsikirjoitus, jossa luonnostellaan mahdollisimman kokonaisvaltaisesti tulevaisuuden toimintaympäristön vaihtoehdot ja tällaisiin vaihtoehtoihin tulevaisuuksiin johtavat tapahtumaketjut erilaisten olettamusten pohjalta⁹⁹.

Meriliikenteen ja satamien digitalisaatioon kehittymiseen vaikuttavista muutosvoimista muokattiin avainmuuttujat tulevaisuustaulukkoon, jonka pohjalta koostettiin skenaariot vuoteen 2030 asti (liite 6). Muuttujien eri arvojen pohjalta muodostettiin kolme erilaista skenaariota: normiura, digiräjähdyks ja digipannukakku.

5.1 Normiura

Normiura-skenaariossa talous kasvaa Suomessa 2020-luvulla maltillisesti ja elinkeinorakenteessa palvelujen osuus kasvaa. Merikuljetusvolyymin kasvu jää vähäiseksi, vaikka globaali meriliikenne kasvaa. Suurimmat satamat ovat vieneet digitalisaatiota eteenpäin ja sataman tilannekuvajärjestelmät ja alusten täsmentyneet aikataulut mahdollistavat tehokkaammat satamaoperaatiot ja nopeammat alusten kääntöajat. Tiedonvaihdon standardointi on edennyt ja tiedonkulun automatisointi mahdollistaa sataman tehokkaamman operoinnin osana toimitusketjua, vaikka eri järjestelmien keskinäistoimivuudessa on edelleen kehitettävää.

Kokonaiskuljetusketjun ohjaus on keskittynyt uuden teknologioiden ansioista merkittävästi. Verkko-kaupan suuret toimijat ovat tulleet vahvasti mukaan kuljetusten järjestelyyn. Toisaalta myös suuret logistiikkajäätit ovat jatkavat toimintaansa omilla ratkaisullaan. Samalla transaktioista merkittävä osa tapahtuu logistiikan markkinapaikoilla. Sopimusliikenneperinne on kuitenkin voimissaan ja sen osuus vaihtelee eri tavalalajisegmenteillä. Lohkoketju on käytössä suurimpien toimijoiden ja heidän verkostojensa toimitusketjuissa. Useat rinnakkaiset järjestelmät heikentävät tehokkuutta.

Digitalisaatio on tehostanut satamien toimintaa siinä määrin että satamilla ei ole laajenemistarpeita vanhoilla alueillaan. Samalla asutusta on siirtynyt yhä enemmän perinteisten satama-alueiden tuntumaan.

Autonomisten alusten kokeilut ovat yleistyneet ja kaupallinen läpimurto on tietyissä lastisegmenteissä ja erityisesti lähimerenkulussa on lähellä. Satamien valmiudet autonomisten alusten operointiin vaihtelevat suuresti.

⁹⁹ TOPI – Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaali. < <https://tulevaisuus.fi/menetelmat/skenaarioajattelu-tulevaisuudentutkimuksessa/skenaarion-kasitteesta/>>, haettu 5.9.2019.

Anturiteknologia ja IoT ovat vakiintuneessa käytössä erityisesti suurimmissa satamissa. Satamissa tekoäly ja massadatan analyysi vaikuttavat jo jossain määrin pienempienkin satamien liikenteen sujuvuuteen. Satamien infranhallinta- ja tilannekuvajärjestelmät perustuvat laserkeilauksella tuotettuihin 3D-malleihin, joita on rikastettu ominaisuustiedoilla. Varsinaista täysin operoitavaa satamien digitaalista kaksosta ei ole luotu, mutta liikenteen ja lastinkäsittelyn simulaatiot toimivat satamatoimintojen kehittelyn tukena. Pääosa hyödyistä näkyy turvallisuuden lisääntymisenä. Data-avusteinen päätöksenteko on lisääntynyt ja mm. laitekannan ylläpito siirtynyt ennakoivaan suuntaan. Satamakoneiden sähköistyminen edennyt merkittävästi, mutta iso osa lastinkäsittelyn laitekannasta toimii kuitenkin edelleen fossiililla polttoaineilla. Suurimmat satamat hyödyntävät lastinkäsittelyssä jo automaatiota ja robotiikkaa. Satamien 5G-verkot ovat mahdollistaneet autonomisen liikenteen kokeilut satama-alueilla. Satamissa ollaan siirtymässä kokeiluista laajempaan omaksumiseen. Droneja hyödynnetään yleisesti turvallisuus- ja valvontakäytössä. Joissakin satamissa droneja kokeillaan myös jakeluliikenteen järjestämisessä.

3D-tulostus on laajalti otettu tuotannolliseen käyttöön. Jotkut satamat ovat onnistuneet saamaan kyseistä teknologiaa hyödyntäviä laitoksia sataman yhteyteen. Kokonaisuudessa toiminnalla ei ole kuitenkaan suurta merkitystä yksikköliikenteen määrää.

Digitalisaation edistysaskelista huolimatta kyberturvallisuus on edelleen haaste, joka vaatii resursseja.

5.2 Digiräjähdyks

Digiräjähdyksen skenaariossa digitalisaatio on edennyt voimakkaasti vuoteen 2030 mennessä. Kehitystä on edesauttanut myönteinen talouden ja kansainvälisen yhteistyön kehitys. Kuljetettavat volyymit ovat kasvaneet, mikä osaltaan on luonut painetta tehostaa toimitusketjuja.

Toimitusketjuihin liittyvää tiedonvaihtoa aiemmin hidastanut standardien puute on pitkälti ratkaistu ja tiedonvaihto toimii sujuvasti myös järjestelmien välillä. Niiltä osin kuin standardeja ei ole luotu, tekoäly pystyy tuottamaan datasta tarvittavan tiedon. Sovelluskehitys on jatkunut voimakkaana koko 2020-luvun.

Satamista on muodostunut datahuboja, joita satamanpitäjät hallinnoivat. Datasta ja niihin liittyvistä palveluista on tullut osa sataman liiketoimintaa. Logistiikan markkinapaikat (LM) hallitsevat suurinta osaa intermodaalikuljetusten organisoinnista. Satamat ovat markkinapaikkakehityksessä mukana tarjoamalla omia varastotilojaan/alueitaan ja muita resurssejaan LM-markkinoilla.

Lähes kaikki kuljetukset ovat JIT-optimoidussa ovelta-ovelle -järjestelmässä tehokkuuden ja ympäristövaikutuksen optimoimiseksi. Satamien läpimenoajat ovat merkittävästi lyhentyneet.

Vuoteen 2030 mennessä IoT-laitteet ja edulliset anturiteknologiat sekä uuden sukupolven langattomat verkot on laajalti omaksuttu koko satamakentässä. Satamaliikenteen aiheuttamat ruuhkat, onnettomuudet satamassa ja ylläpitokustannukset ovat merkittävästi pienemmät kuin 2019. 5G-mobiiliverkot ovat laajalti käytössä ja niitä hyödynnetään satama-automaation ohjauksessa. 6G-verkon ensimmäisiä pilotteja ollaan käynnistämässä satamissa 2020-luvun lopussa.

Tekoälyyn ja massadatan analyysiin perustuva päätöksenteko on arkipäivää pienimmissäkin satamissa. Suomesta on muodostunut edelläkävijä pienten satamien lastinkäsittelyn automaation ja älysatamasovellusten kehittäjänä. Liikenteen optimointi ja ympäristövaikutusten lieventäminen ovat niin ikään keskeisiä sovelluskohteita. Joissain satamissa hallinto on osittain ulkoistettu analytiikkayrityksille, joka hoitaa useamman sataman toiminnanohjausta. Perinteiselle satamanpitäjälle on tällöin jäänyt operatiivinen valvonta (safety & security).

Robottiikka ja automaatio on otettu käyttöön satamissa merkittävällä tasolla. Autonominen meriliikenne on käynnistynyt ja on laajenemassa nopeasti. Suomeen on syntynyt pienten satamien automaation osaamiskeskittymä, josta on tullut myös vientituote. 5G- ja 6G-mobiiliverkot ovat laajalti käytössä ja niitä hyödynnetään satama-automaation ohjauksessa.

Sataman infrasta laserkeilauksella tuotetut 3D-aineistot ominaisuustietoineen ovat rutiinikäytössä. Staattisia infratietoja on yhdistetty dynaamiseen lasti- ja liikennevirtadataan ja päästy näin luomaan satamasta digitaalinen kaksonen. Tätä käytetään sataman suunnittelussa, markkinoinnissa, YVA-arvioinnissa ja maankäytön ja liikenteen optimoinnissa. Muita sovelluskohteita ovat infran ennakoiva ylläpito, turvallisuussuunnittelu ja -harjoittelu (mm. erilaiset riskianalyytit, palon- ja kemikaalivahinkojen torjuminen ja pelastustoimet)

Lohkoketjua sovelletaan suurimpaan osaan kaupan ja logistiikan transaktioista. Vaikutukset satamiin näkyvät satamien läpimenoaikojen nopeutumisena. Tämä osaltaan vähentää painetta sataman laajennusalueisiin, vaikka liikenteen määrä on kasvanut.

3D-tulostuksen läpimurrolla on merkittävää vaikutusta joihinkin satamiin, joihin on syntynyt suuren mittakaavan tulostusteollisuutta. Näihin satamiin suuntautuu merkittävästi myös tulostuksessa tarvittavia raaka-ainevirtoja. Toisaalta 3D-tulostus on vähentänyt tiettyjen tavaralajien liikennettä, kun kaikkia valmiita komponentteja ei enää tuoda ulkomailta vaan ne tulostetaan kotimaassa.

Kyberturvallisuuteen on kehitetty uusia ratkaisuja, jotka ovat vähentäneet tietomurtoja ja vahingontekoa. Kehityksessä on nähtävissä analogia liikenneturvallisuuden kehittymisen kanssa. Lohkoketjun laaja omaksuminen on lisännyt toimitusketjujen turvallisuutta. Kyberturvallisuus pystyy vastaamaan rikollisten haasteeseen ja järjestelmien rakenne minimoi harvinaisten tietomurtojen haitat. Uhkien painopiste on suurten valtiollisten toimijoiden suorituskyvyissä.

Digiratkaisut helpottavat satamien lastinkäsittelyn ja liikennevirtojen vaikutuksia ympäristöön ja ympäröivään yhteiskuntaan. Digitalisaation läpimurto on osaltaan lieventänyt paineita siirtää liikennettä kaupunkisatamien ulkopuolelle. Kuljetusjärjestelmä on vähitellen saamassa fyysisen internetin piirteitä.

5.3 Digipannukakku

Digipannukakku-skenaariossa 2010-luvulla alkanut digitalisaation vauhdittuminen on 2020-luvulla hii-punut. Taustalla on kansainvälisen kaupan vaikeutuminen kauppasotien sekä muiden kriisien ja häiriöiden vuoksi. Kansainvälinen luottamus ja yhteistyö ovat heikentyneet ja mm. tiedonvaihdon järjestelmien standardointi on hidastunut merkittävästi tai jopa suurelta osin pysähtynyt. Ongelmana on

myös jo valmisteltujen formaattien vajavainen omaksuminen, jossa tekijöinä ovat puutteet osaamisessa ja mahdollisuuksien ymmärtämisessä. Eri liikennemuotojen tiedonvaihdolle ei ole saatu yhteentoimivuutta tukevia ratkaisuja, jolloin satamien kautta kulkevien (intermodaali)kuljetusten nopeuteen ei ole saatu parannusta. Globaalit 3PL/4PL logistiikkatoimijat ovat luoneet omia "standardejaan" joilla pyrkivät optimoimaan toimitusketjuja. Järjestelmät eivät kuitenkaan toimi keskenään. Yleisenä ongelmana on tiedon siiloutuminen henkilöihin ja osajärjestelmiin. Yritykset eivät näe liiketoimintamahdollisuuksia tiedon jakamisessa. Osittain standardoinnin ja muun yhteistyön puutteitten takia osamointi kuljetusmuotojen kesken jatkuu. Koko toimitusketjun ohjaus on heikkoa. Seurauksena on tehottomuutta ja kasvavia ympäristövaikutuksia. Kuljetusten koordinoitipyrkimykset ovat vähäisiä, osittain koska tietojen luottamuksellisuutta ei ole pystytty takaamaan. Kauppasodat ovat lisänneet byrokratiaa, joka näkyy lisääntyneenä ruuhkautumisena korostetusti niissä satamissa, jotka ovat kasvattaneet markkinaosuuttaan.

IoT, anturiverkot ja uudet langattomat teknologiat (esim. Low Power Wide Area Network, LPWAN) eivät ole lunastaneet lupauksiaan ja ovat osoittautuneet epäluotettaviksi. Lainsäädäntö (yksityisyyden turvaaminen) rajoittaa teknologioiden hyödyntämistä. Yksittäisten IoT-laitteiden seuraamisesta huolimatta pysytään pääosin vanhoissa ratkaisuissa ja näkymät uusiin ratkaisuihin näyttävät sumeina. Samalla tekoälyn ja massadata-analyysin sovellukset kohtaavat voimakasta muutosvastarintaa (työntekijät, säädös/viranomaistoiminta), joka estää kehityksen. Yritykset eivät ole valmiita jakamaan tietoa toimitusketjun tehostamiseksi. 5G-verkko on vain yksittäisten toimijoiden käytössä omien toimintojensa optimoimiseksi. Vain joitakin laitteiden ennakoivaan ylläpitoon ja sataman turvallisuuteen liittyviä sovelluksia on otettu käyttöön. Koska satamista tuotettuja 3D-aineistoja ei ole pystytty rikastamaan infran ominaisuus- ja seurantatiedolla, ne ovat jääneet satamien arkistoihin pölyttymään ja jääneet vähälle käytölle (vrt. laatuja järjestelmät). Tämän seurauksena simulaatioita ei ole voitu käyttää toiminnan optimoimiseen.

Robottiikan ja automaation omaksuminen satamissa on niin ikään jäänyt vaatimattomaksi. Regulaatio ja ihmiset eivät ole valmiita tekniikan tarjoamiin muutoksiin. Autonominen meriliikenne on jäänyt joidenkin lyhyen matkan satamaparien kuriositeetiksi. Maailmalla suuret vakiintuneet automaattiset terminaalit jatkavat toimintaansa, mutta skaalaaminen pienempiin satamiin on osoittautunut kannattamattomaksi.

Vakiintuneet logistiikkatoimijat ovat jatkaneet yhdistymistään, mutta samalla logistiikan markkina- paikkojen (LM) markkinaosuus ei ole kasvanut. Kuljetuspalvelujen ostajat tukeutuvat aiempaa vahvemmin vakiintuneisiin sopimuksiin ja kumppanuuksiin. Teknologia ei ole lunastanut lupauksiaan. LM:t ovat jääneet niche-markkinoille (tietyt raaka-aineet). Satamat eivät hyödynnä LM-teknologiaa omassa palvelutarjonnassaan.

Lohkoketjun hyödyntäminen edellyttää toimitusketjun kaikkien osapuolten mukanaoloa, jossa ei ole onnistuttu. Standardoinnin kehitys on ollut vaatimatonta ja järjestelmien yhteentoimivuus ei ole toteutunut. Lohkoketjua on onnistuttu hyödyntämään vain joissain bulk-kuljetusten toimitusketjuissa. Myöskään 3D-tulostus ei ole saavuttanut teollista mittakaavaa eikä näin ollen vaikuta satamaliikenteeseen tai satamien palvelutarjontaan. Suuryrjöitymiskehitys jatkuu, tosin hidastuneena, ja niissä kulkee suurempi osuus tavarasta vuonna 2030. Osa tavarasta kulkee ns. älykonteissa.

Käyttöön otetut uudet teknologiat ovat moninkertaistaneet kyberriskit, jotka myös toteutuvat aika ajoin. Kyberturvallisuuden ongelmat ovat muodostuneet digitalisaation jarruksi ja logistiikkaketjun epävarmuudet ovat lisääntyneet. Yhdyskuntakehityksessä satamat ovat jääneet muiden maankäyttömuotojen jalkoihin, mitä vaikeuttaa se, että digitalisaation mahdollisuuksia liikenteen sujuvoittamiseen ja "harmoniseen rinnakkaiseloon" ei ole pystytty hyödyntämään. Satamat ovat siirtyneet 24/7 aukioloon, jotta tavaravirrat kyetään hoitamaan.

6 YHTEEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Julkinen hallinto ja toimiala ovat tuottaneet 2016 jälkeen useita meriliikenteen ja satamien digitalisatiota edistäviä suunnitelmia ja tiekarttoja, joiden aikajänne asettuu pääosin vuosille 2025-2030. Satamat voivat löytää niistä suuntaviivoja omiin kehitysponnistuksiinsa.

British Port Association:in ja Rotterdamin sataman kehittämässä satamien digitalisaation kypsyysluokittelussa Suomen satamat ovat toistaiseksi lähinnä toiseksi alimmalla tasolla. Ylemmille tasoille siirtyminen ja hyötyjen realisoiminen edellyttäisivät datan ja tiedon jakamista myös sataman ulkopuolelle. Satamatoimijoilta kerätyssä palautteessa nousee myös esiin tarve saada enemmän tietoa sataman muilta toimijoilta mm. paremman tilannekuvan muodostamiseksi.

Ports of the Future Network kattaa EU:n Horizon2020-ohjelmasta vuosiksi 2018-2022 rahoitettuja satamien digitalisaatiohankkeita. Hankkeita kannattaa seurata erityisesti vuosina 2021-22, jolloin tulokset alkavat olla julkisia. Muita keskeisiä sataman tiedonvaihtohankkeita ovat Port Call Optimization ja Pronto-alusta ja Sea Traffic Management -yhteisön PortCDM:n käyttöönottoa edistävä Efficient Flow-hanke.

Suurissa satamissa (esim. Rotterdam ja Hampuri) on jo siirrytty IoT-kokeilujen vaiheesta tilannekuvaa välittäviin IoT-alustoihin, joihin lisätään vähitellen ominaisuuksia. Rotterdamin satama on kehittänyt digitaalisista satamaratkaisuista tuotteita, joista pyritään luomaan liiketoimintaa.

Perinteiset meriteknologian yritykset (mm. Kongsberg, Wärtsilä) ovat viime vuosina ulottaneet automatisoinnin meriliikenteen ohella kehittämistoimintansa koskemaan alus-satama-rajapintaa.

Satamanpitäjät uskovat yleisempien digiteknologioiden merkityksen kasvavan 2020-luvun loppupuolella nopeammin kuin aivan lähivuosina. Satamanpitäjät näkevät roolinsa muuttuvan enemmän operatiiviseen suuntaan digipalveluja tarjoaviksi toimijoiksi.

Kyberturvallisuuden merkitys satamien tulevassa digitalisaatiokehityksessä arvioitiin suureksi satamanpitäjien kyselyssä. Kyberturvallisuus ja siihen liittyvät riskit ja toimenpiteet tulee eritellä jo kehittämishankkeiden yhteydessä. Kyberturvallisuutta ja muita satamatoiminnan riskejä käsitellään laajasti keväällä 2019 päättyneen Hazard-hankkeen raporteissa.

Sataman toimijat kokevat tiedonkulun parantamisen yhtenä tärkeimmistä kehittämiskohteista. Tarvitaan yhteistä tilannekuvaa satamasta, joka puolesta auttaa parantamaan sataman sujuvuutta, tehokkuutta, turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Satamanpitäjällä on avainrooli toimijaryhmien integroinnissa (esim. yhteiseen tiedonjakoalustaan).

Ensivaiheessa satamassa kannattaa pyrkiä tuottamaan palveluja sataman sisälle mm. työprosessien optimointi, turvallisuus (safety & security). Kun mennään toimitusketjutietoon, keskeisiä ovat partnerit, jotka käsittelevät suuria tavaraeriä tai -lajeja.

Satamien tulisi yhdessä harkita tiiviimpää yhteistyötä satamien digitalisaatioprosessien kehittämisessä ja tiedon jakamisessa. Käynnissä on jo erilaisia hankkeita, mutta vielä on runsaasti potentiaalia erilaisen kehittämisekosysteemien syntymiseen.

Satamien digitalisaation ajureita ovat myös liikenteen ympäristövaikutukset (erityisesti hiilineutraaliustavoite) ja teknologiset muutosvoimat, jotka tarjoavat mahdollisuuksia toiminnan tehostamiseen ja uusiin palveluihin. Yhtenä muutostekijänä on liikennemuotojen tiedonvaihdon standardien kehittyminen, jolla on erityisasema tiedonvaihdon tehokkaassa toteutumisessa. Toimitusketjun ohjauksen ja läpinäkyvyyden lisääminen ja logistiikan markkinapaikkojen kasvukehitys todennäköisesti nopeuttaa myös satamien läpivirtausta ja vähentää painetta kapasiteetin kasvattamiseen. Samalla satamiin kohdistuu kaupungeissa paineita hyödyntää digitalisaation mahdollisuuksia ulkoisvaikutusten lieventämiseksi, koska maankäyttö satamien läheisyydessä on tiivistymässä.

Satamien kannattaa miettiä digitalisaatiostrategian laatimista, jonka yhteydessä kartoitetaan ne palvelut ja toiminnot, joilla toimintoja voidaan datan ja digitaalitekniikoiden avulla: tehostaa toimintoja, ohjata päätöksentekoa enemmän tietoon pohjautuen sekä luoda uusia palveluja ja ansaintatapoja.

Satamien on mietittävä, miten digitalisaatio tuo lisäarvoa asiakkaalle. Kehittämisspilotit kannattaa aloittaa sataman avaintoimijoiden kanssa helpoimmin kaikille lisäarvoa tuovissa hankkeissa. Näin päästään liikkeelle nopeasti ja saadaan tuloksia. Myöhemmin voidaan neuvotella muiden toimijoiden kanssa.

Digitaalisessa ja koneluettavassa muodossa olevalla tiedolla voidaan tehostaa satamaorganisaation sisäistä toimintaa ja synnyttää asiakkailleen lisäarvoa. Esimerkiksi joukkoistamalla satamassa havaittujen väylä- tai laiturivaurioiden poikkeamien raportoinnin, voidaan vähentää korjauskustannuksia, kun niin pystytään puuttumaan riittävän ajoissa. Välillisesti laitteistovaurioita syntyy vähemmän, kun sataman infrastruktuurin kuntoa saadaan pidettyä riittävän hyvällä tasolla. Näin ollen digitalisaatiolla on tulevaisuudessa merkittävä vaikutus satamalle itselleen, kuin myös satamaa käyttäville asiakkailleen.

Satamien tulisi olla mukana omaksumassa avoimia, kansainvälisiä tiedonvaihtoon ja dataan liittyviä standardeja, ei luomassa uusia, omia yhteensopimattomia järjestelmiä.

Satamien digitalisaatiosta tuotettiin avainmuuttujien pohjalta kolme erilaista skenaariota: Normiura, Digiräjähdytys ja Digipannukakku. Näiden muodostamisessa arvioitiin seuraavia tekijöitä teknologiset muutokset, hiilineutraalius- ja ympäristötavoitteet, tiedonvaihdon standardien, koko kuljetusketjun ohjauspyrkimykset ja logistiikan markkinapaikkakehitys ja satamien aseman kehittyminen yhdyskuntarakenteessa. Näiden perusteella voidaan varautua erilaisiin tulevaisuudenkuviin.

Suomessa satamat ovat useimmiten kunnallisessa omistuksessa. Kaupungeissa on jo toteutettu erilaisia digitalisaation alle luokiteltuja palveluja, joista kaupungeille on kertynyt kokemusta, jonka hyödyntämistä satamissa kannattaisi harkita. Satamien tiiviimpi yhteistyö omaan kaupunkiin digitalisaation edistämiseksi voi edistää myös sataman hyväksyttävyyttä ja suhteita sataman ympäristöön. Näin on toimittu esimerkiksi Hampurissa, jossa älysatama- ja älykaupunkihankkeita on toteutettu yhteistyössä¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Heuermann, R. (2017). Hamburg. Sivut 75-76 teoksessa Digitalisierung in Bund, Ländern und Gemeinden: IT-Organisation, Management und Empfehlungen, toim. Heuermann, M. Tomenendal & C. Bressemer. Springer Verlag.

LÄHDELUETTELO

- Ackoff, R. (1989). From Data to Wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16, 3-9.
- Ahokas, A. (2019). The Finnish maritime sector and cybersecurity. Publications of the hazard project 26:2019.
- Ahokas, J., Kiiski, T. (2017). Cybersecurity in ports. Publications of the HAZARD project 3:2017.
- BIG-hanke (2018). <<https://www.bigdataresearch.fi/blog-11.-miten-voittaa-haasteet...>>, haettu 29.4.2019
- Buck, W., Gardeitchik, J., van der Deijl, A. (2019). Move forward: step by step towards a digital port. White paper. Port of Rotterdam, British port Association.
- Cargosmart (2018). Top Ocean Carriers and Terminal Operators Initiate Blockchain Consortium <<https://www.cargosmart.ai/en/blog/top-ocean-carriers-and-terminal-operators-initiate-block-chain-consortium/>>, haettu 29.4.2019
- CargoX.(2019). <<https://cargox.io/platform/overview/>>, haettu 29.4.2019.
- Centria AMK. BILINE-hanke. <<https://tki.centria.fi/hanke/biline-turvallisuuteen-liittyvat-digitaaliset-ratkaisut/1201>>, haettu 25.9.2108.
- DHL Trend Reseach (2019). Digital Twins in Logistics. p. 25.
- Maritime Cyber Centre of Excellence opens in Singapore (2018) Digital Ship Nov.2018.
- eMIR (2019). <<https://www.emaritime.de/electronic-information-exchange-at-sea-foundation-of-the-maritime-connectivity-platform-consortium/>>, haettu 2.5.2019.
- ESPO (2010). Code of Practice on Societal Integration of Ports.
- EU Commission (2019). STRIA Roadmap on Connected and Automated Transport: Road, Rail and Waterborne.
- Euroopan Unionin parlamentin ja neuvoston asetus 2019/1239 eurooppalaisen merenkulkualan yhdenmukaisen palveluympäristön perustamisesta ja direktiivin 2010/65/EU kumoamisesta.
- European Commission (2017). Digital transformation scoreboard 2017. <https://ec.europa.eu/growth/content/digital-transformation-scoreboard-2017_en>, haettu 25.2.2018.
- Fiedler, R., Bosse, C., Gelhken, D., Brümmerstedt, K., Burmeister, H-C. (2019). Autonomous vehicles' impact on port infrastructure requirements. Fraunhofer CML.
- Finto-tietotermit. <<https://finto.fi/tt/fi/>>, haettu 21.4.2019.
- Gaia Consulting Oy (2018). From ports to smart terminals 2030. <<https://www.liikennelabra.fi/julkaisut>>.

Gartner (2016). Navigating the Security Landscape in the IoT Era. <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/navigating-the-security-landscape-in-the-iot-era/>>, haettu 17.5.2019.

Gartner (2019). Gartner Identifies Top 10 Strategic IoT Technologies and Trends. <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-11-07-gartner-identifies-top-10-strategic-iot-technologies-and-trends>>, haettu 17.5.2019.

GISGRO (2019). <<https://www.gisgro.com/>>, haettu 16.5.2019

Heikkilä, E. (2018). AI for autonomous ships – challenges in design and validation. Presentation in The International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC) 2018.

Herrero Cárcel, G. (2016). IoT in Port of the Future. <cogistics.eu/wp-content/uploads/sites/2/2016/11/IoT_PortFuture.pdf>, haettu 9.4.2019.

Heuermann, R. (2017). Hamburg. Teoksessa Digitalisierung in Bund, Ländern und Gemeinden: IT-Organisation, Management und Empfehlungen, s. 75-76 toim. Heuermann, M. Tomenendal & C. Bressemer.

Hyväri, H. (2019). Verkottumisen tiekartta etäohjatuille ja autonomisille laivoille. Esitelmä 5G Momentumin verkostotilaisuudessa 21.3.2019: Miten hyödynnämme 5G:tä merenkulussa ja satamissa.

IALA (2019). Technical data modeling. <<https://www.iala-aism.org/technical/data-modelling/iala-s-200-development-status/s-211/>>, haettu 13.5.2019.

IAPH (2018). Port call optimization takes another step forward. <<https://www.iaph-worldports.org/news/5478>>, haettu 13.5.2019.

IMO (2014). E-Navigation. <<http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/eNavigation.aspx>>, haettu 14.4.2019.

Info-Communications Media Development Authority (2019). IMDA – PSA 5G Trial Tech Call for Ports.

Jahn, C., Saxe, S. (toim.) (2017). Digitalization of Seaports – Visions of the Future, s.66.

JOC.Com (2017). <https://www.joc.com/maritime-news/evergreen-joins-maersk-cma-cgm-alibaba-direct-booking-deal_20170622.html>, haettu 24.4.2019.

Kallionpää E., Pöllänen, M., Mäkelä, T, Liimatainen, H. (2013). Suomen meriliikenteen skenaariot 2030.

Kinnunen, T.K., Leviäkangas, P., Kostiainen, J., Nykänen, L., Rouhiainen, K., ja Finlow-Bates K. (2017). Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2017.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2018). Hyvinvointia ja kestävää kasvua toimivilla verkoilla, palveluilla ja tiedolla. Liikenne- ja viestintäministeriön tulevaisuuskatsaus. Valtioneuvoston julkaisusarja 13/2018.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2014). Suomen meriliikennestrategia 2014-2022.

<<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-388-6>>, haettu 5.5.2019.

Liikennevirasto (2016). Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa, kehitysnäkymiä Suomessa ja maailmalla. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2016.

Liikennevirasto (2018). Ulkomaan meriliikenteen tilastot. <<https://www.liikennevirasto.fi/tilastot/vesiliikennetilastot/ulkomaan-meriliikenne#.W6DCEvloSpo>>, haettu 27.8.2018.

Lind et al. (2018a). Port Collaborative Decision Making (PortCDM): An enabler for Port Call Optimization empowered by international harmonization. STM Concept Note #1.

Linturi, R., Kuusi, O. (2018). Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. s.17.

Maersk press release 2.7.2019. Hapag-Lloyd and Ocean Network Express join TradeLens.

<<https://www.maersk.com/news/articles/2019/07/02/hapag-lloyd-and-ocean-network-express-join-tradelens>>, haettu 26.8.2019.

Maersk(2019). Major ocean carriers CMA CGM and MSC to join TradeLens blockchain-enabled digital shipping platform. <<https://www.maersk.com/news/articles/2019/05/28/cma-cgm-and-msc-to-join-tradelens-digital-shipping-platform>>, haettu 11.6.2019.

Maritime Connectivity Platform (2019). < <https://maritimeconnectivity.net/>>, haettu 15.4.2019.

Maritime Digitalisation & Communication (2019). How to use sensor networks to facilitate smart port operations. <https://www.marinemec.com/news/view,how-to-use-sensor-networks-to-facilitate-smart-port-operations_57558.htm>, haettu 6.5.2019.

Meritaito (2019). Älykäs meri –hankkeelle EU-rahoitusta. < <https://www.meritaito.fi/uutiset/alykas-meri-hankkeelle-eu-rahoitusta.html>>, haettu 15.5.2019.

Meriteollisuus (2016). A strategic research agenda for the Finnish maritime cluster 2017–2025.

<https://www.finnishmaritimecluster.fi/wp-content/uploads/2018/05/SRA2016_raportti_final_pages_0.pdf>, haettu 1.3.2019.

Navigator Magazine (2018). Oceanic Awakening -aloite ja SEA20-verkosto herättävät kaupungit hyödyntämään valtamerten potentiaalin. <<https://navigatormagazine.fi/uutiset/oceanic-awakening-aloite-ja-sea20-verkosto-herattavat-kaupungit-hyodyntamaan-valtamerten-potentiaalin/>>, haettu 4.5.2019.

NIST (2018). Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity. Version 1.1.

Nokia (2018). Port of Hamburg: 5G applications pass field test. <<https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2018/11/06/port-of-hamburg-5g-applications-pass-field-test/>>, haettu 15.5.2019.

Ojala L., Solakivi T., Kiiski T., Laari, S., Österlund, B. (2018). Merenkulun huoltovarmuus ja Suomen elinkeinoelämä – toimintaympäristön tarkastelu vuoteen 2030.

Oulun satama (2019). Oulu Port Smarter – digihankkeen toteutusvaihe alkaa. <https://oulu-port.com/port-oulu-smarter-digihankkeen-toteutusvaihe-starttaa>, haettu 9.8.2019.

Port of Los Angeles (2019). Port Proposes the Creation of a Cyber Resilience Center with Stakeholders. <https://www.portoflosangeles.org/references/news_042519_cybersecurity>, haettu 17.5.2019.

Port of Rotterdam (2016). 3D printing in the port of Rotterdam. <<https://www.portofrotterdam.com/en/business-opportunities/innovation-smartest-port/cases/3d-printing-in-the-port-of-rotterdam>>, haettu 5.5.2019.

Port Technology (2018). Rotterdam Launches Multi-Modal Blockchain Project. <https://www.port-technology.org/news/rotterdam_launches_multi_modal_blockchain_project>, haettu 29.4.2019

Pöyskö, T., Mäenpää, M., Iikkanen, P. (2014). Satamatoiminnan kilpailukyky ja kehittämistarpeet. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 17/2014.

Rolls Royce Plc (2016). Autonomous ships – next steps.

Safety4Sea (2019). Guangzhou to use 5G technology to improve port services. <<https://safety4sea.com/guangzhou-to-use-5g-technology-to-improve-port-services/>>, haettu 29.4.2019.

Schirmer, I., Drews, P., Saxe, S., Baldauf, U., Tesse, J. (2016). Extending Enterprise Architectures for Adopting the Internet of Things – Lessons Learned from the smartPORT Projects in Hamburg. International Conference on Business Information Systems.

SEA20 (2018). Transforming the marine industry will transform society. <<https://www.sea20.org/look/transforming-the-marine-industry-will-transform-society>>, haettu 6.6.2019.

Seatrade Maritime (2019). Major lines establish Digital Container Shipping Association. <<http://www.seatrade-maritime.com/news/europe/major-lines-establish-digital-container-shipping-association.html>>, haettu 16.4.2019.

Seatrade Maritime (2019). Five lines to join the Digital Container Shipping Association. <<http://www.seatrade-maritime.com/news/europe/five-lines-to-join-the-digital-container-shipping-association.html>>, haettu 15.5.2019.

Seatrade Maritime News (2018). Maersk, IBM launch TradeLens blockchain platform with 94 signed up. <<http://www.seatrade-maritime.com/news/europe/maersk-ibm-launch-tradelens-blockchain-platform-with-94-signed-up.html>>, haettu 13.4.2019.

Sitra (2019). < <https://www.sitra.fi/uutiset/suomalaisyriykset-ovat-datatalouden-pessimisteja/> >, haettu 6.9.2019.

Smart Maritime Network (2019). New cyber programme for Port of Amsterdam. <<https://smartmaritimetwork.com/2019/01/30/new-cyber-programme-for-port-of-amsterdam/>>, haettu 27.2.2019.

SmartPort (2018). Smart ships and the changing maritime ecosystem. <smart-port.nl/wp-content/uploads/2018/09/SmartPort-whitepaper-SmartShipping.pdf>, haettu 20.3.2019

Suomi nousuun! Turvallisuus & Riskienhallinta – lehti (2015), nro 3/2015, s. 15.

Tekniikka & Talous (2016). Salaperaisena pysyttelevä suomalaisyhtio sai pian perustamisensa jälkeen miljoonia Business Finlandilta. <<https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/salaperaisena-pysytteleva-suomalaisyhtio-sai-pian-perustamisensa-jalkeen-miljoonia-business-finlandilta/0d960fa1-f46b-474a-b34f-def2152ff6ae?ref=email:8264>>, haettu 8.8.2019.

Tekniikka ja Talous (2019). It-pomon painajainen toteutui aamulla. <<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/it-pomon-painajainen-toteutui-aamulla-sitten-nain-toimistossa-pelkkia-mustia-ruutuja-6763917>>, haettu 2.5.2019.

TEM (2016). Suomen meriklusteri kohti 2020-lukua. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-127-2>>, haettu 1.3.2019.

TestLab Finland Oy, Gaia Consulting Oy (2016). Digitaalinen Itämeri – Toteutettavuusselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 6/2016.

The Straitstimes (2019). MPA invests \$7.2m in projects on autonomous shipping. <<https://www.straitstimes.com/singapore/transport/mpa-invests-72m-in-projects-on-autonomous-shipping>>, haettu 24.6.2019.

TOPI – Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaali. <<https://tulevaisuus.fi/metodit/skenaario-ajattelu-tulevaisuudentutkimuksessa/skenaario-kasitteesta/>>, haettu 5.9.2019.

Turun satama (2019). SecurePax-hankkeessa tähdätään tietoliikenteen ja turvallisuuden kehittämiseen. <<https://aboard.portofturku.fi/2019/04/securepax-hankkeessa-tahdataan-tietoliikenteen-ja-turvallisuuden-kehittamiseen/>>, haettu 2.5.2019.

Twentyfour7 (2018). Wärtsilä stakeholder magazine. 1/2018, p. 28.

Työ- ja elinkeinoministeriö (2019). Edelläkävijänä tekoälyaikaan. Tekoälyohjelman loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:23.

Uber (2019). Uber Freight launches in Europe. <<https://www.uber.com/newsroom/uber-freight-launches-in-europe/>>, haettu 20.5.2015.

UnitSpotter (2019). <<http://www.unitspotter.fi>>, haettu 20.5.2019.

Valkokari, K. (2019). Digitalisaation – mahdollisuuksien avaruus. Esitelmä Teollisuusfoorumi – Teollisuus 4.0, Salo.

Valtioneuvosto (2018). Satamien ja lentoasemien tietoturvallisuuteen panostetaan. <https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/satamien-ja-lentoasemien-tietoturvallisuuteen-panostetaan>, haettu 15.4.2019.

Valtioneuvosto (2019). Hallituksen esitys liikenteen palveluista annetun lain muuttamiseksi, III vaihe. <<https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM004:00/2018>>, haettu 2.4.2019.

Valtioneuvoston periaatepäätös kehittämissuunnitelmaksi logistiikan ja kuljetussektorin sekä satamien digitalisaation vahvistamisesta, <<https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f8059df65>> ja <<https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=9706>> haettu 14.4.2019.

van Scherpenzeel, B. (2018). Port call data standards. s-posti 18.4.2019, Port Call Optimization Task Force Chairman Ben van Scherpenzeel.

Wiren et al. (2018). Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi – Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9>>, haettu 6.5.2019.

VNK (2019). Periaatepäätös Suomen meripolitiikan linjauksista. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-689-8>>, haettu 22.5.2019.

World Economic Forum (2018). The Global Risks Report 2018.

World Maritime News (2018). IMO MSC Identifies 4 Degrees of Ship Automation <<https://worldmaritimenews.com/archives/266898/imo-msc-identifies-4-degrees-of-ship-automation/>>, haettu 15.5.2019.

World Maritime News (2018). MSC, Port of Valencia Trial IoT Network <<https://worldmaritimenews.com/archives/266691/msc-port-of-valencia-trial-iot-network/>>, haettu 26.4.2019.

World Maritime News (2019). <<https://worldmaritimenews.com/archives/275170/major-european-yards-embarking-on-data-integration/>>, haettu 19.4.2019.

World Maritime News (2019). Port of Rotterdam Taking Pronto Data Exchange Platform Global. <<https://worldmaritimenews.com/archives/281386/port-of-rotterdam-taking-pronto-data-exchange-platform-global/?uid=95281>>, haettu 13.8.2019.

World Maritime News (2019). Port of Rotterdam: New IoT Platform Put into Operation. <<https://worldmaritimenews.com/archives/270275/port-of-rotterdam-new-iot-platform-put-into-operation/>>, haettu 2.5.2019.

World Maritime University (2019). Transport 2040: Automation, Technology, Employment - The Future of Work. s. 62.

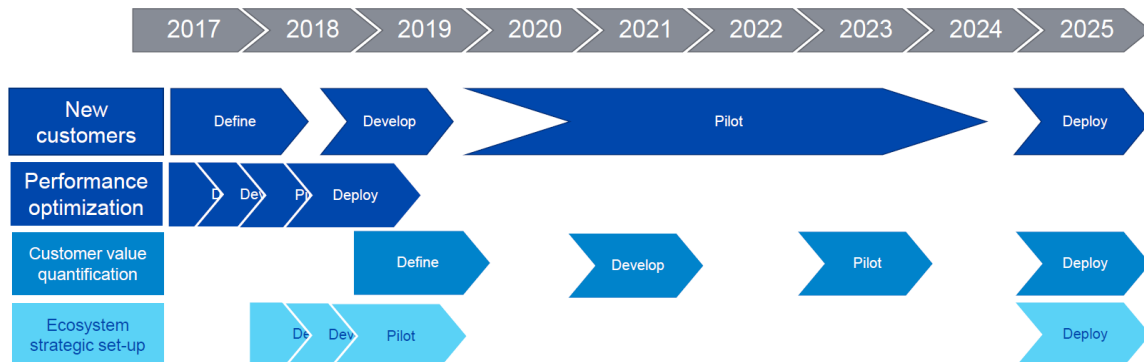
WSP (2017). Liikenteen infrastruktuuri tulevaisuuden mahdollistajana. <<https://www.sttk.fi/wp-content/uploads/2017/03/Liikenteen-infrastruktuuri-tulevaisuuden-mahdollistajana.pdf>>, haettu 4.4.2019.

LIITTEET

Liite 1/1. OneSea ekosysteemin autonomisen merenkulun tiekartat.

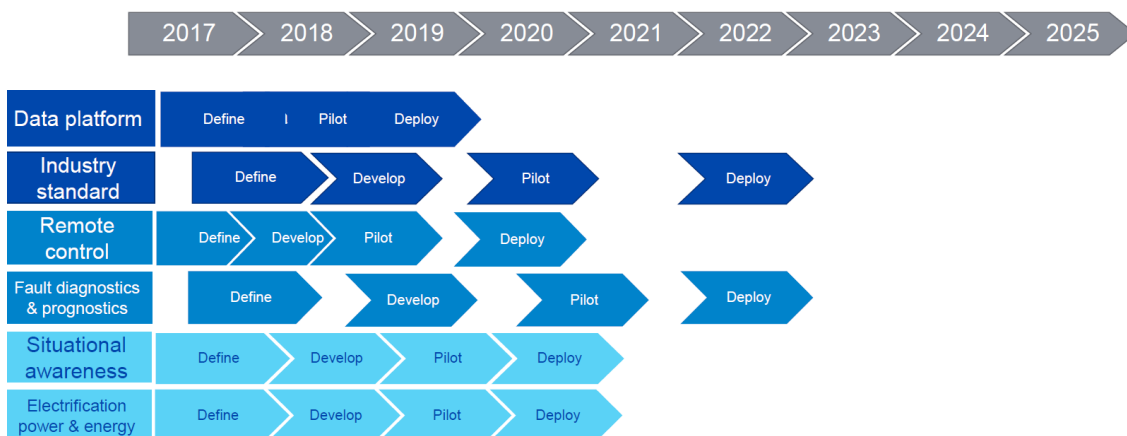
DIMECC One Sea Business case Roadmap

6



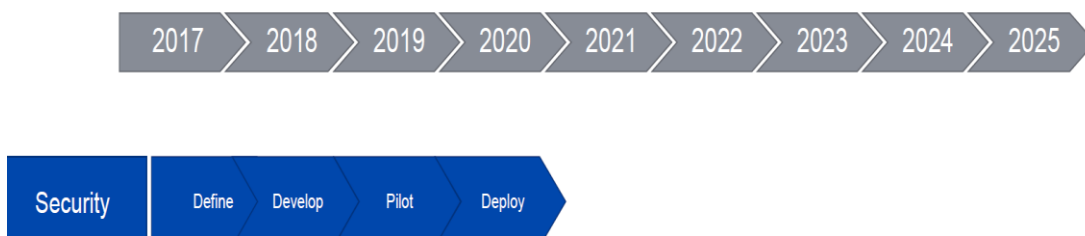
DIMECC One Sea Technical Roadmap

7



DIMECC One Sea Security Roadmap

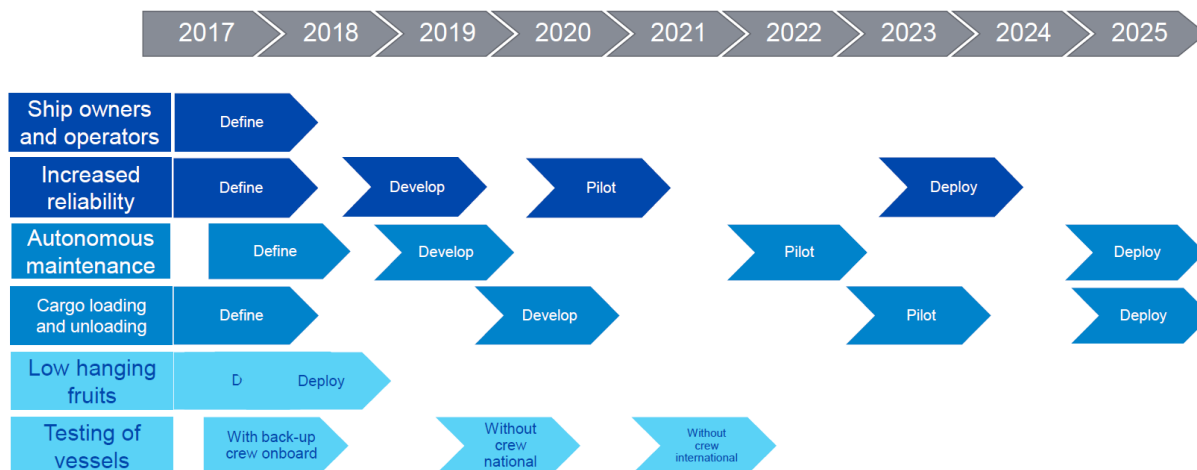
8



Liite 1/2. OneSea ekosysteemin autonomisen merenkulun tiekartat.

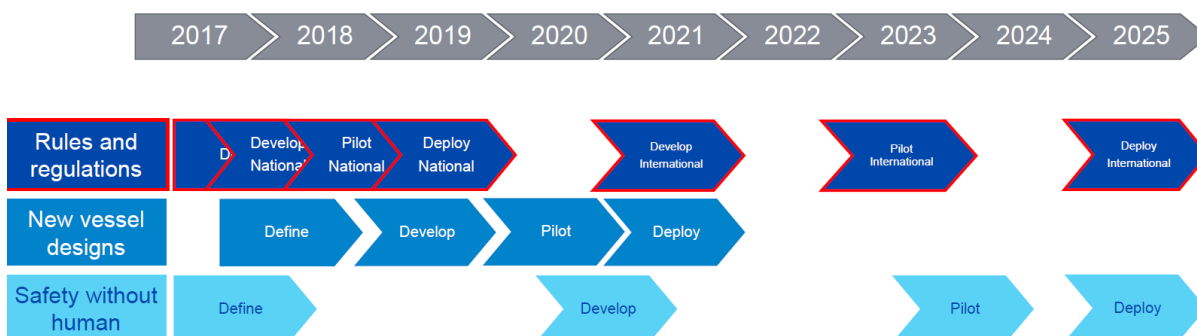
DIMECC One Sea Operational Roadmap

12



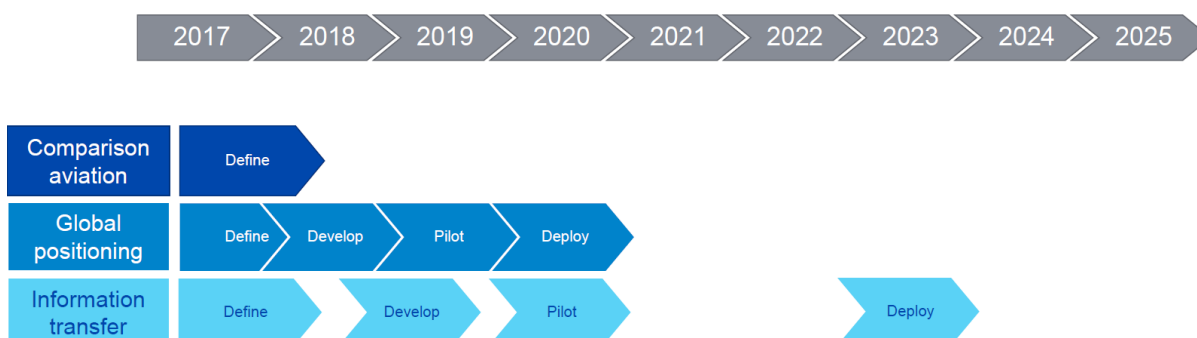
DIMECC One Sea Regulatory Roadmap

9



DIMECC One Sea Traffic control Roadmap

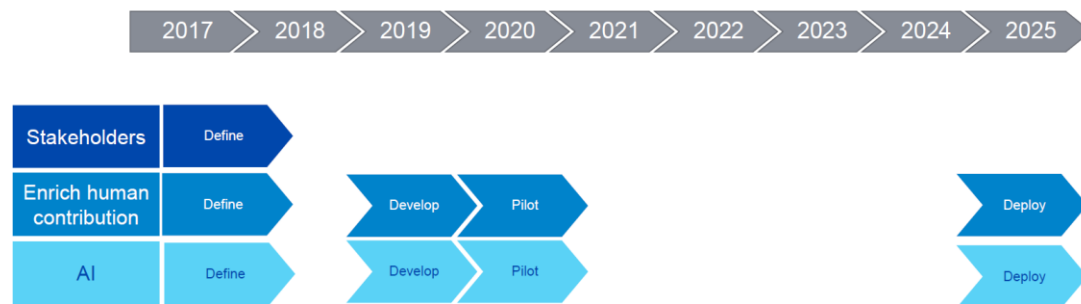
10



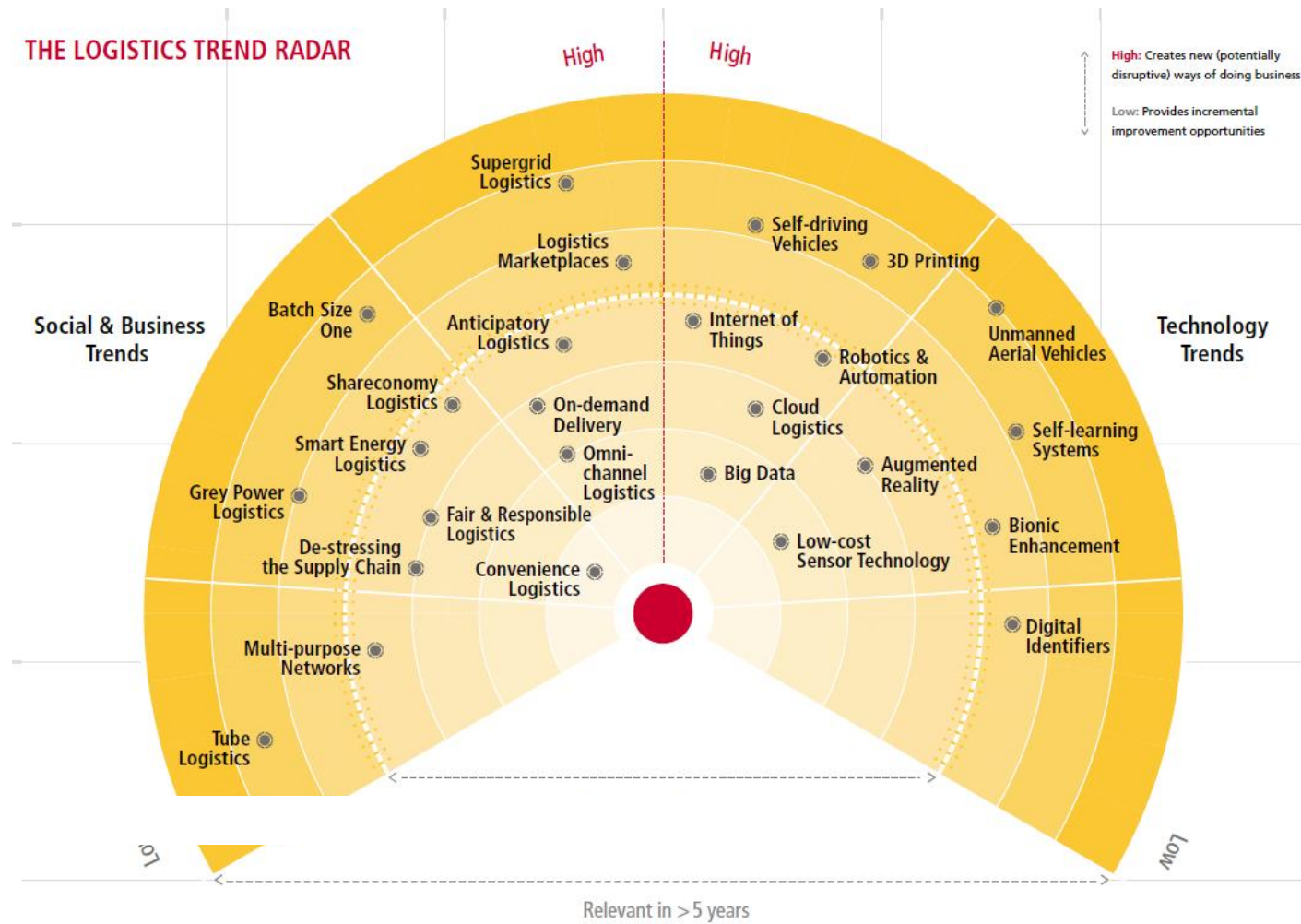
Liite 1/3. OneSea ekosysteemin autonomisen merenkulun tiekartat.

DIMECC One Sea Ethical Roadmap

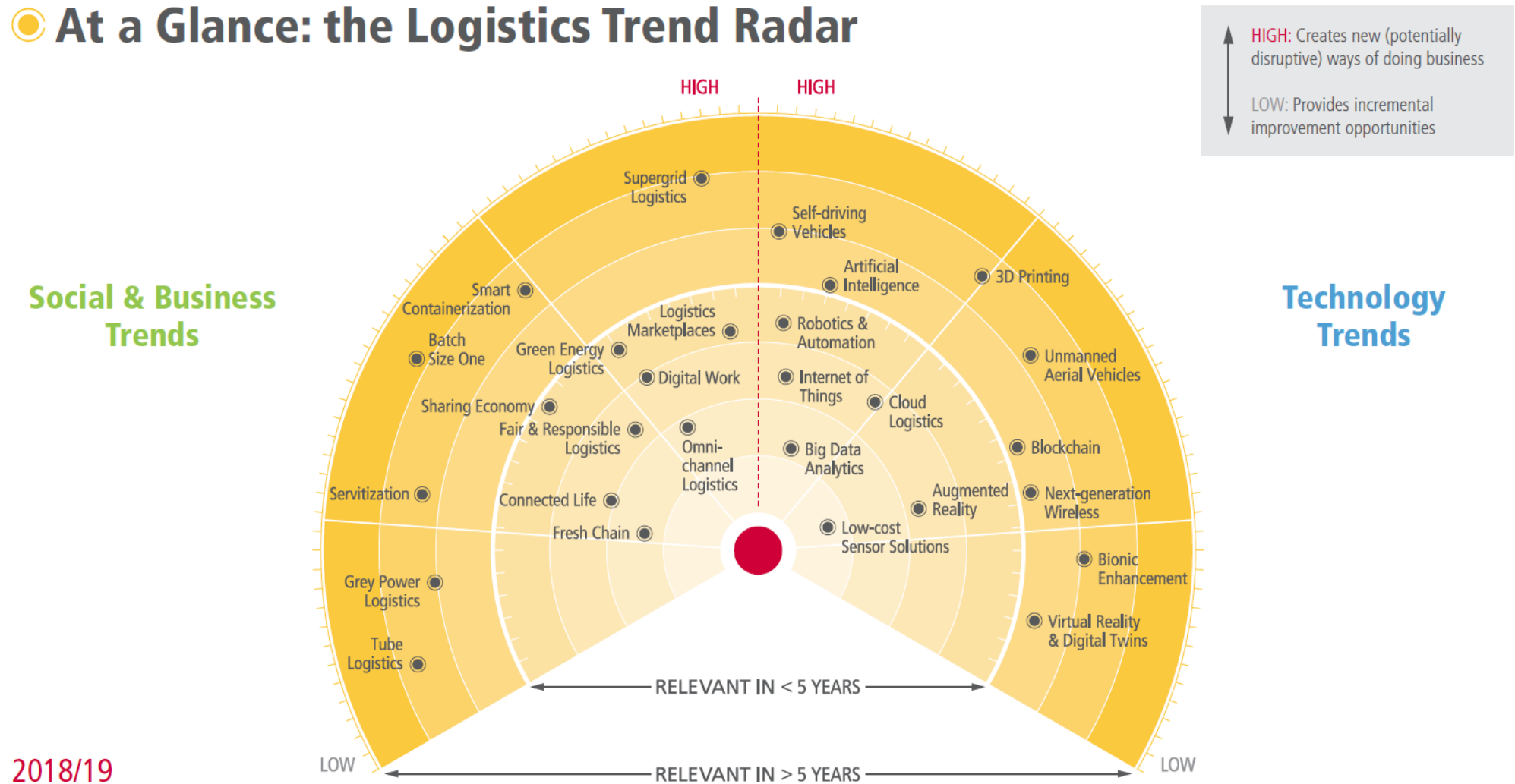
11



Liite 2/1. DHL Logistics Trend Radar 2016.

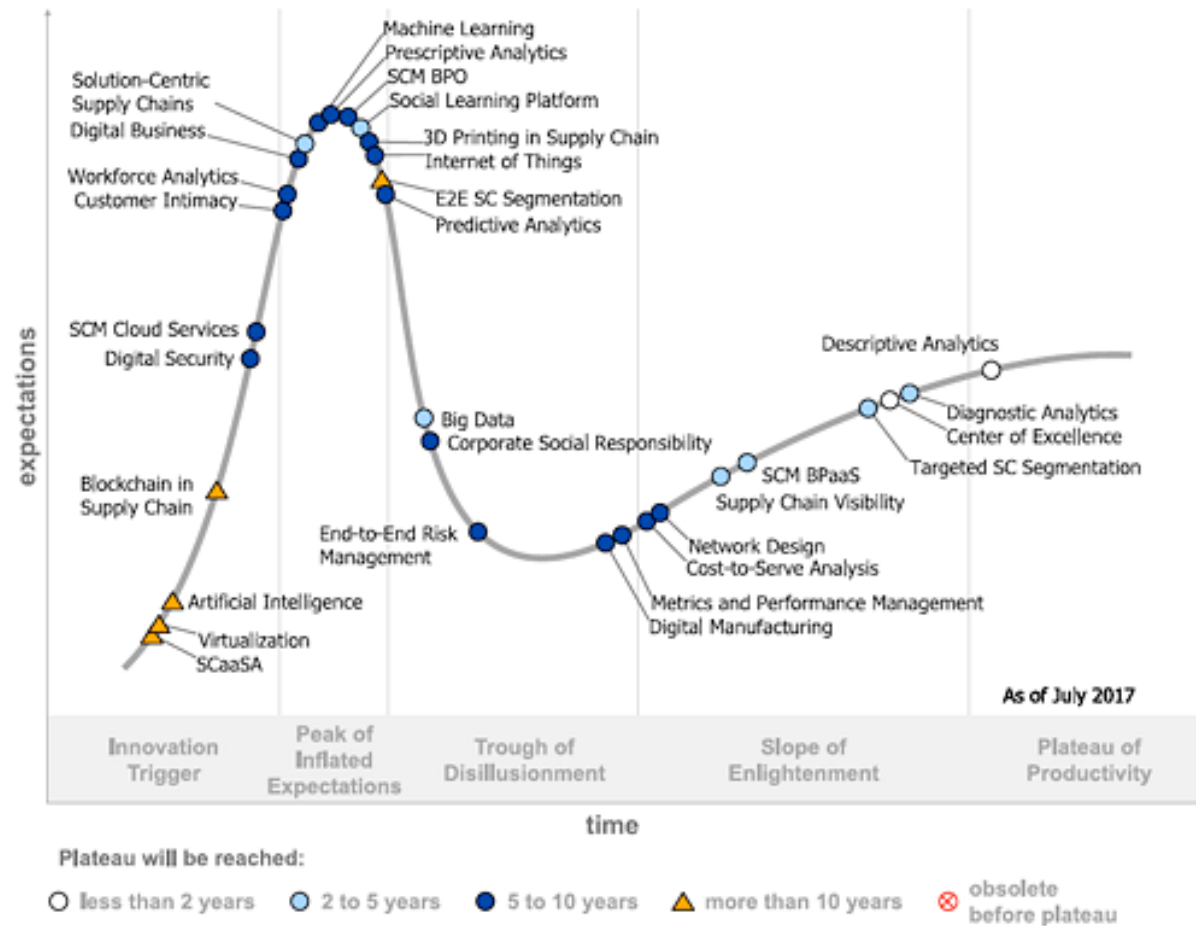


☉ At a Glance: the Logistics Trend Radar



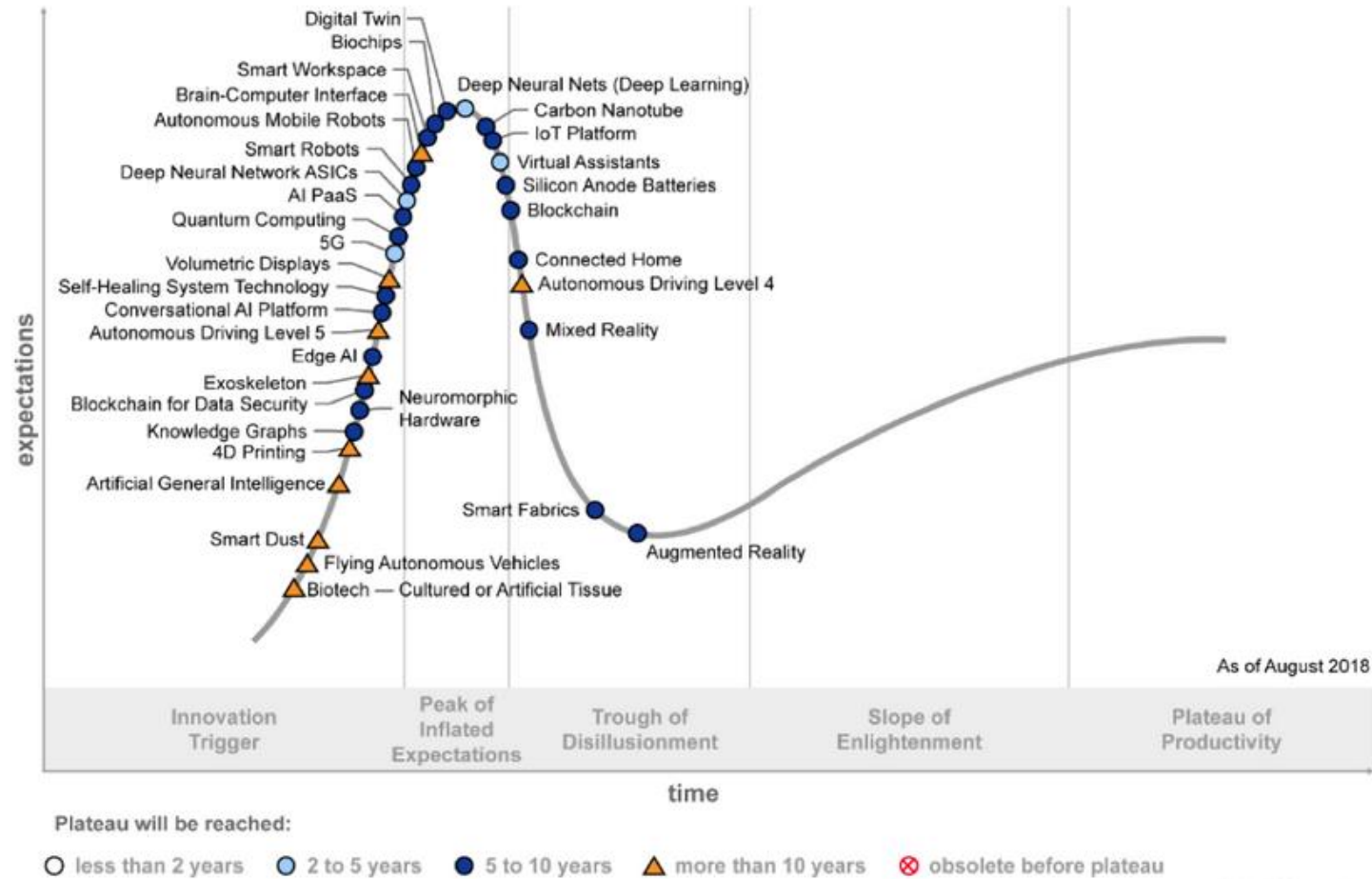
Liite 3. Gartnerin toimitusketjujen strategiaan liittyvä hypekäyrä (heinäkuu 2017).

Figure 1. Hype Cycle for Supply Chain Strategy, 2017



Liite 4. Gartnerin uusiin teknologioihin liittyvä hypekäyrä (elokuu 2018).

Figure 1. Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018



Liite 5 . Gartnerin lohkoketjuun liittyvä hypekäyrä (heinäkuu2018).

Hype Cycle for Blockchain Business, 2018



Liite 6/1. Tulevaisuustaulukko.

Muutosvoima	Normiura	Digiräjähdys	Digipannukakku
Eri liikennemuotojen tiedonvaihdon kansainvälinen standardointi	Standardointi edennyt, mutta vielä tehtävää.	Standardointi pääosin tehty. yhdenmukaisia toiminta- ja tiedon esitystapoja otettu käyttöön. Sovelluskehityksessä useita läpimurtoja.	Standardointi hidastunut merkittästi tai jopa pysähtynyt. Eri liikennemuotojen tiedonvaihdolle ei saada yhteentoimivuutta tukevia ratkaisuja.
Logistiikan markkinapaikat (LM) ja koko kuljetusketjun kattava ohjaus	Liikenteestä jo merkittävä osuus LM:jen kautta. Kattaa valtaosan markkinasegmenteistä. Verkkokaupan jättiläiset tulleet perinteisten logistiikkatoimijoiden rinnalle. Toimijakenttä konsolidoitunut	LM:t kattavat käytännössä koko markkinan. Verrannollinen hotellibuseineen tänään. Verkkokaupan suuryrityksillä hallitseva asema kuljetusketjujen ohjailussa.	LM:jen markkinaosuus ei ole kasvanut. Teknologia ei ole lunastanut lupauksiaan. LM:t ovat jääneet niche-markkinoille (tietyn raaka-aineet). Osaoptimointi kuljetusmuotojen kesken jatkuu, tehottomuus+liialliset ympäristävaikutukset, ei koordinoitipyrkimyksiä, tietojen luottamuksellisuutta ei ole pystytty takaamaan, siksi ohjaus heikkoa.
Satamien asema yhteiskunnassa, oikeutus olemassaololle, vaikutus yhteiskunnalle	satama kilpailee muiden maankäyttömuotojen kanssa, satamien merkitys ymmärretään vain osittain. Asutuksen levittäytyminen satamien tuntumaan jatkuu.	Digiratkaisut helpottavat satamen lastinkäsittelyn ja liikennevirtojen vaikutuksia ympäristöön ja ympäröivään yht.kuntaan. Satamien digitaalisia kaksosia hyödynnetään suunnittelussa, YVA - arvioinneissa ja maankäytön optimoinnissa. Yleisesti satamien merkitys osana kaupunkia huomioidaan paremmin.	Satamat jäävät muiden maankäyttömuotojen jalkoihin. Digitalisaation mahdollisuuksia "rinnakkaiseloon" ei ole pystytty hyödyntämään. Ruuhkautumista yritetään ratkaista 24/7 aukiololla.
Hiilineutraalius- ja nollapäästöisyys-tavoite	Toimintoja tehostetaan asteittain päästöjen vähentämiseksi	Uudet energiaratkaisut digiteknologioiden tukemana mahdollistavat merkittävät päästövähennykset	Fossiilisten polttoaineiden käyttöä ei pystytä vähentämään. Toimijoiden yhteistyön puuttumisen vuoksi digiteknologia yksinään tuottaa marginaalisia etuja.

Liite 6/2. Tulevaisuustaulukko (Teknologiset muutosvoimat).

Muutosvoima	Normiura	Digiräjähdy	Digipannukakku	Muutosvoima	Normiura	Digiräjähdy	Digipannukakku
3D-tulostus (3D-T)	3D-T tarjoaa joillekin satamille uutta liiketoimintaa, mutta kokonaisuudessaan ei vaikuta suuresti yksikköliikenteen määriin.	3D-T vaikuttaa yksikköliikenteen virtoihin. Raaka-aineiden kuljetus vastaavasti kasvaa. Syntyy 3D-suurtulostussatamia joihin raaka-aineet suuntautuvat.	3D-T:n soveltaminen jää marginaaliseksi eikä sillä ole merkitystä satamille tai liikennevirtoihin.	Esineiden internet (IoT), edulliset anturitekniologiat ja 5G	Varsinkin suurimmat satamat hyödyntävät enenevästi näitä tekniikoita. Saatava data toimii syötteenä AI:lle ja massadata-analyysille.	Teknologiat laajalti omaksuttu koko satamakentässä. Satamaliikenteen aiheuttamat ruuhkat, onnettomuudet satamassa ja ylläpitokustannukset ovat merkittävästi pienemmät kuin 2019. 5G- ja 6G-mobiiliverkot ja niiden käyttö satama-automaation ohjauksessa laajalti käytössä.	tekniikka (esim LPWAN) ei ole lunastanut lupauksia, osoittautunut epäluotettavaksi. Lainsäädäntö (yksityisyys) rajoittaa hyödyntämistä. Pysytään vanhoissa ratkaisuissa, tai ei ole ratkaisuja.
Tekoäly (AI), Big Data -analytiikka	tehostaa automaatioita, kuljetusten sujuvuutta ja turvallisuutta satamassa ja sen ulkopuolella, satamainfran ennakoiva ylläpito etenee. Dataan perustuva päätöksenteko ylipäättään lisääntyy.	Satamien toimintaa ohjaa dataan ja sen analytiikkaan perustuva päätöksenteko. "Uusi normaali" satamassa. Datan ja tiedon jakaminen toteutuu koko toimitusketjussa.	Muutosvistarinta (työtekijät, säädös/viranomaistoiminta) estää kehityksen. Vain jotain turvallisuuteen liittyviä sovelluksia otettu käyttöön. Osaamisvaje, ei tunnisteta käyttökohteita.	Robottiikka ja automaatio, autonominen (meri)liikenne ja dronet	Robottiikka ja automaatio otettu käyttöön suuremmissa satamissa skaalaus pienempiin satamiin edistymässä.	Robottiikka ja automaation otettu käyttöön merkittävällä tasolla. Suomessa pienten satamien automaation osaamiskeskittymä. Autonomisella meriliikenteellä jo merkittävä osuus lähimerenkulussa. Drone-tekniologia on rutiininomaisessa käytössä sataman valvonnassa ja joistakin satamista lähtevässä jakeliikenteessä.	Regulaatio ja ihmiset eivät ole valmiita tekniikan tarjoamiin muutoksiin. Automaation edistys jäämässä aivan suurimpiin satamiin.
Lohkoketju (BC)	Suurimmat toimijat vetävät verkostoyrityksiään mukaan BC:n hyödyntämiseen. 2030 mennessä kriittinen massa saavutettu. Standardoinneissa riittää vielä tehtävää. Rinnakkaisia järjestelmiä.	BC kattaa jo suurimman osan tavaraliikenteen kaupallisista ja hallinnollisista transaktioista.	Logistiikkatoimijoiden fragmentaarisuus. BC: hyödyntäminen edellyttää toimitusketjun kaikkien osapuolten mukanaoloa, mikä ei ole onnistunut. Sandardointi ei myöskään ole edennyt juurikaan. BC:a hyödynnetään joissain bulk-kuljetuksissa.	3 D kuvantaminen (3D skannaus), Digitaalinen kaksonen	Satama omaksuneet 3D-kuvantamisen osaksi infranhallintaa. Hyötykäyttö kuitenkin toistaiseksi rajallista.	3D aineistot ominaisuustietoineen sataman infrasta rutiinikäytössä. Digitaalisia kaksosia käytetään ennakoivassa ylläpidossa, suunnittelussa (mm. YVA, maankäytön optimointi), riskianalyysit, palon- ja kemikaalivahinkojen torjuminen ja pelastustoimet 3D-aineistot antavat raamat sataman tilannekuvan seurantaan.	Tuotetut 3D-aineistot jääneet pölyttymään, vähälle käytölle. Vrt laatujärjestelmät.
				Kyberturvallisuus	Kilpajuoksu hakkereiden kanssa jatkuu.	Uudet turvallisuusratkaisut vähentäneet tietomurtoja ja vahingontekoja. Lohkoketju on lisännyt turvallisuutta.	Käyttöön otetut uudet teknologiat moninkertaistavat kyberriskit jotka myös toteutuvat usein. Logistiikkaketjun epävarmuudet lisääntyvät.

Liite 7. Haastatellut asiantuntijat.

Mira Juola	Finance & digitalization manager, Oulun satama Oy
Anssi Lappalainen	R&D project manager, Kongsberg Maritime Finland Oy
Katariina Kalatie	Erityisasiantuntija, Traficom
Markku Alahäme	Tekninen johtaja, Turun Satama Oy
Markku Koskinen	Liikennepäällikkö, HaminaKotka Satama Oy
Jouni Salo	Client Executive for maritime and logistics, IBM/Tradelens
Aili Lampilinna	Valmiuspäällikkö, Satamaliitto
Anssi Öörni	Professori, Åbo Akademi



Turun yliopiston Brahea-keskus
MERENKULKUALAN KOULUTUS- JA TUTKIMUSKESKUS

FI-20014 TURUN YLIOPISTO

www.utu.fi/mkk



**TURUN
YLIOPISTO**