

Opinnäytetyö (AMK)

Teknologiaeteollisuus

2020

Jere Suominen

TURUN SATAMAN AUTOMAATIO JA TULEVAISUUDEN HAASTEET

Suominen Jere

TURUN SATAMAN AUTOMAATIO JA TULEVAISUUDEN HAASTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella Turun satamaa ja siellä käytössä olevaa automaatiota. Tavoitteena oli tuoda satamaa ja sen toimintaa paremmin ihmisten tietoisuuteen. Toisena tavoitteena oli selvittää, onko satamassa automaatiota käytössä ja olisiko sen käytön lisääminen mahdollista.

Työssä esiteltiin alkuun pääsääntöisiä merireittejä globaalisti, jonka jälkeen tarkasteltiin Turun satamaa ja sen merireittejä, sekä niiden ympäristövaikutuksia. Tämän jälkeen tutustuttiin satama-automaatioon yleisesti ja käsiteltiin Turun sataman tilannetta automaation näkökulmasta.

Kerättyjen tietojen perusteella selvisi, että Turun sataman käytössä olevan automaation määrä oli vähäinen, joskin hankkeita sen kehittämiseksi oli käynnissä. Tiedoista kävi ilmi, että satama-automaation avulla olisi mahdollista vähentää ympäristöhaittoja.

Johtopäätökseksi syntyi se, että satama-automaation merkittävä lisähyödyntäminen Turun satamassa on epätodennäköistä johtuen pienistä lastivolyymeistä, sekä profiloitumisesta kappaletavarasatamaksi. Tämän vuoksi merkittävät investoinnit eivät tulisi maksamaan itseään takaisin.

ASIASANAT:

Satama, satama-automaatio, sataman ympäristöhaitat

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Technology Industry

2020 | 30 pages

Suominen Jere

AUTOMATION OF THE PORT OF TURKU AND CHALLENGES FOR THE FUTURE

The purpose of this thesis was to survey Port of Turku and the automation used there. Aim was to make port and its activities better known to the people. Another goal was to find out is there automation in use and would it be possible to increase its usage.

At first introduction of global sea routes followed by a survey of The Port of Turku and its sea routes and their environmental aspects. Then port automation introduction in general level and from Port of Turku point of view.

Based on the information collected automation level in Port of Turku was small, although there were projects underway to develop it. Collected data also indicated that usage of port automation could possibly reduce environmental issues caused by port operations.

Conclusion was that additional usage of port automation in the port of Turku is going to be unlikely due to small cargo volumes and specialization to the break bulk cargo. Because of this required investments would not be cost-effective.

KEYWORDS:

Port, port automation, port environmental issues

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
1.1 Pääsääntöiset merireitit	7
2 SATAMATYYPIT JA TURUN SATAMA	9
2.1 Turun satama	10
3 SATAMAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	14
3.1 Turun satamasta lähtevien laivojen ympäristövaikutukset	17
4 SATAMIEN AUTOMAATIO	18
4.1 Satama-automaation hyödyt ja haitat yleisesti	21
4.2 Turun sataman automaatio	22
4.3 Turun sataman tulevaisuuden hankkeet automaatioon	23
4.4 Turun sataman ympäristövaikutukset	25
5 LOPUKSI	27
LÄHTEET	29

KUVAT

Kuva 1. Turun sataman ilmakuva (Port of Turku 2020a).....	5
Kuva 2. Pääsääntöiset merireitit maailmalla (Rodrigue 2020a).....	8
Kuva 3. Turun satamasta lähtevät laivat ja niiden lähtiheys (Port of Turku 2020b)...	10
Kuva 4. Turun sataman tonnimääräiset rahdit vuodesta 2000 vuoteen 2019 (tilastokeskus 2020).	12
Kuva 5. Kuljetusmuotojen hiilidioksidipäästöt grammaa per tonnikipometri (Halonen 2018).	15
Kuva 6. Hiilidioksidipäästöt eri kuljetusmuodoissa vuodessa (Halonen 2018).	16
Kuva 7. Turussa satamassa liikennöivien alusten hiilidioksidipäästöt vuositasolla (EMSA 2020).	17
Kuva 8. Konttien etätunnistus sataman portilla (Notteboom, Pallis & Rodrigue 2020).	18
Kuva 9. Satamanosturin valvontahuone (ABB 2020).	19
Kuva 10. Automatisoitu konttikenttä, jossa toimivat automatisoidut kontinsiirtimet ja siltanosturit (Notteboom, Pallis & Rodrigue 2020).	20
Kuva 11. Automatisoitujen siltanostureiden valvontahuone ja virtuaalinen näkymä koko konttikentästä (Notteboom, Pallis & Rodrigue 2020).	21

1 JOHDANTO

Turun satama (Kuva 1) pidetään Suomen historian vanhimpina satamana. Arabialainen oppinut Al-Idrisi mainitsee Turun selostuksessaan vuodelta 1154. Tähän aikaan satama sijaitsi aurajokivarressa aivan keskustan tuntumassa. Kaupunki ja satama kasvoivat rinnakkain synnyttäen Turkuun keskiajan Suomen tärkeimmän liikennekeskuksen. Henrik Gabriel Porthan kirjoitti 1700-luvulla Suomen keskiajan kaupungeista, että näistä Viipuri ja Turku olivat vanhastaan tärkeitä keskuksia, joilla oli aina ollut lupa käydä kauppaa ulkomaisten kaupunkien kanssa. (Auvinen 1999, 41.) Turku pidettiin Suomen porttina Eurooppaan ja erityisesti Tukholmaan. Satama oli ennen kaikkea kauppasatama, jonka kautta maahan tuli suolaa ja muita välttämättömiä tuontitavaroita. Aluksien mukana liikkui myös pieni määrä ihmisiä, jotka kulkivat yliopistoihin opiskelemaan. Turun tärkein kauppakumppani oli hansakeskus Danzig, johon keskimäärin kulki noin 150 laivaa vuodessa. (Auvinen 1999, 47.)



Kuva 1. Turun sataman ilmakekuva (Port of Turku 2020a).

1600-luvulla Turun sataman merkitys kaupankäynnin keskuksena koki kolauksia. Turkulaisilla ei ollut tarpeeksi omia aluksia, sekä asema pohjanlahden kaupassa oli heikentynyt selvästi pohjalaisten purjehtiessa itse suoraan Tukholmaan Turun sijasta. 1600-luvun

lopulla tilanne heikkeni edelleen Turun sataman tippuessa kahdenneksitoista suurimmaksi Ruotsin valtakunnan satamaksi. Suuren pohjan sodan syttyessä vuonna 1700 Turun satamasta tuli tärkeä sotasatama suojaisten sijaintinsa ansiosta. Aina sodan päättymiseen asti vuonna 1721 Turku ja sen satamat olivat täynnä Venäjän armeijan varastoja. 1700-luvun puolenvälin jälkeen Turun sataman merkitys kasvoi erityisesti Euroopassa piristyneen puutavaran kysynnän johdosta. (Auvinen 1999, 53–56.)

1800-luvun alkuvuodet menivät rauhallisissa merkeissä sataman ollessa huonossa kunnossa sodan jälkeen. Seuraava hetki koettiin 1821, kun Suomen vesillä nähtiin ensimmäinen höyrylaiva, siipirataskuunari Stockholmin saapuessa Turkuun. (Auvinen 1999, 97–99.) Turun jokisataman merkitys kasvoi selkeästi 1830-luvun lopulla, kun säännöllinen höyry- ja matkustajalaivaliikenne alkoi Tukholmaan ja Helsinkiin. (Auvinen 1999, 102.) 1850-luvulla syttyi Krimin sota, joka jälleen merkittävästi vaikutti Turun satamaan, sillä sinne johtava meriväylä suljettiin Britannian toimesta 1854. (Auvinen 1999, 106–107.)

Aivan uusi vaihe Turun sataman historiassa alkoi 1875. Pikisaaren laiturialue ei enää vastannut kehittyneen laivaliikenteen tarpeita. (Auvinen 1999, 111.) Vuonna 1876 kaupunki päätti rakennuttaa Aurajoen suuhun syvällä kulkeville aluksilla uuden laiturin kanavaniemeen. Tästä hetkestä eteenpäin satama alkoi muovautua paikkaan, jossa me nykyään tiedämme sen olevan. Ruoppaustöiden hitaus kuitenkin hidasti uuden laiturin valmistumista selkeästi. (Auvinen 1999, 113–116.) Merkittäviä uusia sovelluksia lastinkäsittelyyn jouduttiin aivan vuosisadan loppuun asti (Auvinen 1999, 192). Tällöin satamassa oli yksi 18 tonnin nosturi, joka todettiin kuitenkin 1910-luvulla aikansa eläneeksi hankalakäyttöisyytensä vuoksi (Auvinen, 193). Vuonna 1907 kaupungininsinööri Emil Hindersson sai valmiiksi suunnitelman sataman länsilaiturin rakentamisesta. Hanke valmistui sen hetkisessä kokonaisuudessa ensimmäisen maailmansodan jälkeen. (Auvinen 1999, 196.)

Vuonna 1920 perustettiin satamahallitus, joka jatkoi sataman kehittämistä nopeaan tahtiin (Auvinen 1999, 139–143). Merkittäviä investointeja tehtiin nopeaan tahtiin, 1920-luvun päättyessä satamassa olikin yksi kiinteä ja yksitoista liikkuvaa nosturia. Myös rata-tiejärjestelyjä uusittiin ja tehostettiin merkittävästi. Vuonna 1932 valmistui Pansion öljysatama. (Auvinen 1999, 196–202.) 1940-luku meni suurimmaksi osaksi sodan jälkien korjaamisessa, sillä heti jatkosodan alussa satama jäi suurten pommitusten jalkoihin. (Auvinen 1999, 205.) 1950-luvulla pääpaino oli linnanaukon laiturin rakennustöissä.

Aluskokojen kasvaessa jatkuvasti suuremmiksi Länsilaiturin merkitys korostui jatkuvasti ja 60-luvun lopulla syntyi päätös alueen muokkaamisesta täysimittaiseksi satamaksi (Auvinen 1999, 213). Päätös piti sisällään maa-alueiden muuntamisia satamakäyttöön, sekä uusien suojien rakentamista ja lisälaiturimetrejä. Näiden töiden loppuun saattaminen kesti lopulta aina 1990-luvulle saakka, välissä syntyi myös päätös tavarasataman yleissuunnitelmasta tuoden merkittäviä muutoksia satama-alueen liikennejärjestelyihin. (Auvinen 1999, 215–216.)

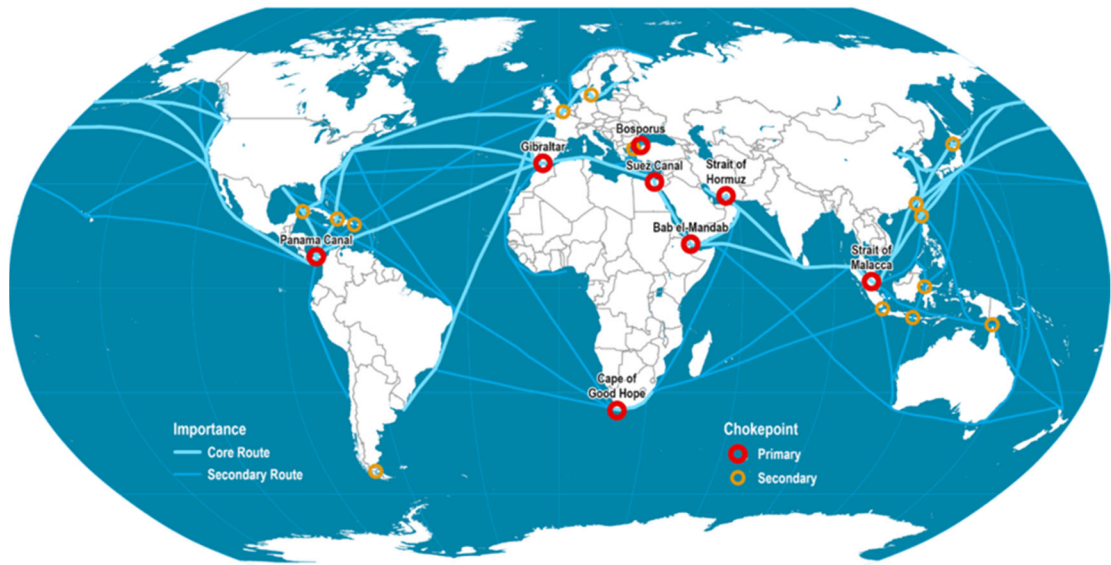
1990-luvun alkupuolella kävi selväksi, että sataman laajeneminen tulisi tapahtumaan uuteen suuntaan, joka tulisi tietämään yhtä sataman historian suurinta ja arvokkainta hanketta. Suunnaksi valikoitui Pansio, jossa sijaitsti jo aikaisemmin rakennettu öljysatama. Yleissuunnitelma piti sisällään karkean kustannusarvion, joka oli 500 miljoonaa markkaa. (Auvinen 1999, 226.) Suunnitelma alkoi konkretisoitua vuonna 1997 kun Oy Finncarriers Ab aloitti neuvottelut Turun sataman kanssa junalauttaliikenteen siirtämisestä Hangosta Turkuun. Lopputuloksena Oy Finncarriers Ab päätti siirtää junalauttaliikenteensä Turkuun, jonka seurauksena Turusta tuli Suomen ainut junalauttasatama. Hankeen tarvitsemat tilat rakennettiin yhteistyössä sataman kanssa. Tätä liikennettä kesti kymmenen vuotta, jonka jälkeen junalauttaliikenne Suomeen loppui kokonaan. (Auvinen 1999, 227.)

1.1 Pääsääntöiset merireitit

Merenkulku on ollut kautta historian erityisen tärkeä osa globaalia kaupankäyntiä. Muinaisilta Egyptin ajoilta on tiedossa reitti, jolla he purjehtivat aina Sumatralle saakka. 900-luvulle tultaessa Etelä-Kiinan merelle ja Intian valtamerelle oli jo muodostunut ensimmäiset alueelliset kauppayhteydet. Eurooppalaiset siirtomaa mahdit loivat globaalit kauppayhteydet 1500-luvulla. Teknologisen kehityksen ja kansainvälisen kaupan muutosten myötä merenkulun merkitys kasvoi eksponentiaalisesti. Vuonna 2008 meriteitse kulkevan rahdin osuus tavaramäärässä mitattuna oli 89,6 % ja rahallisessa arvossa mitattuna 70,1 %. Merenkulkuala on yksi globaaleimpia teollisuudenaloja, kun arvioidaan sen ope- rointia ja omistuspohjaa. (Rodrigue 2020a.)

Kaupalliseen käyttöön olevia meriteitä on käytännössä lukematon määrä, mutta globaal- lin kaupankäynnin suhteen tilanne on melko yksinkertainen. Pääakseli kulkee päivänta- saajan molemmin puolin yhdistäen Pohjois-Amerikan, Euroopan, Tyynenmeren ja Aa- sian, läpi Suezin kanavan, Malakan salmen ja Panaman kanavan. Tätä akselia pitkin liikkuu suuri osa liikenteestä, josta erkaantuu lukuisia eri reittejä riippuen lähtöpaikasta,

sekä kuljetuksen määränpäästä. Intian valtamerellä tapahtuva liikennöinti on pääasiassa välittävää liikennettä, jonka on tarkoitus toimia linkkinä Aasian ja Euroopan välillä. Tästä syystä alueella on pääasiassa selkeästi määriteltäviä laivayhteyksiä. Tämän akselin ydinreittien tarkoitus on tukea tärkeimpiä kaupallisia varustamoja, joiden tehtävänä varmistaa kaupallisen markkinoiden toimivuus. Toissijaisten reittien tehtävänä on taata pienempien markkina-alueiden toimivuus. Kuva 2 on esitetty pääsääntöiset merireitit. (Rodrigue 2020a.)



Kuva 2. Pääsääntöiset merireitit maailmalla (Rodrigue 2020a).

Ensisijaiset niin sanotut kuristuskohtat ovat globaalille kaupalle äärimmäisen tärkeitä, sillä ilman niitä ei olisi kustannustehokkaita meriliikenne vaihtoehtoja, joka vaarantaisi selkeästi maailmankauppaa. Näitä paikkoja ovat Panaman kanava, Suezin kanava, Hormuzin salmi, Malakan salmi. Kyseiset paikat ovat siis avainasemassa mitä tulee maailmankaupan toimivuuteen. Toissijaisten ”kuristuskohtien” tarkoituksena on tukea ensisijaisia reittejä, vaikka ne saattavatkin sisältää huomattavia kiertoreittejä. Näitä ovat Magellanin väylä, Doverin salmi, Sundan salmi ja Taiwanin salmi. (Rodrigue 2020a.)

2 SATAMATYYPIT JA TURUN SATAMA

Suomen satamajärjestelmän muodostuu joukosta erilaisia satamia. Satamat luokitellaan yleisesti niiden kautta kuljetettavien tuote- ja tavaravirtojen perusteella. Omistus pohja on myös mahdollinen tapa jaotella satamia. Omistus pohjan mukaan jako voi tapahtua yleisiin eli Suomessa kuntien omistamiin satamiin tai yksityisiin eli useimmiten teollisuuden omistamiin satamiin. Fyysisen sijainnin mukaan voidaan puhua meri-, joki-, kanava- ja sisävesisatamista. Satamien rakentamiseen liittyvien seikkojen perusteella käytetään termejä luonnonsatama ja keinotekoinen satama. Käyttötarkoituksen mukaan satamat voidaan jakaa kauppaa-, sota-, vene- ja pienvenesatamiin. Kauppasatamien erikoistyypeistä mainittakoon vapaasatama, missä tavara voidaan purkaa aluksesta ja varastoida tullaamatta. Suomessa tällaisia satamia on yksi: Hangon vapaasatama. (Santala 1989, 132.)

Satamat voidaan jaotella niiden kautta kulkevan tuote- ja tavaravirran mukaan eli kappale-, tavara- ja konttisatamiksi. Nämä satamatyypit poikkeavat toisistaan hyvinkin paljon. Erityispiirteinä ovat käsiteltävien tuotteiden ja tavarayksiköiden määrä, yksikkökokojen vaihtelut, sekä lukuisat käsittelyvaiheet. Monipuolinen lastinkäsittelykalusto ja runsas työvoiman tarve. Tällaisissa satamissa käyvien alusten tyyppi ja koko voi vaihdella hyvinkin paljon. (Santala 1989, 134.)

Öljysatamat ovat joko tuotantoalueiden läheisyydessä sijaitsevia raakaöljyn lastaussatamia tai paikallisten varastojen yhteydessä olevia satamia. Öljysatamat voivat olla myös öljyjalostamoiden omia satamia, joissa puretaan ja lastataan öljyjalosteita. Yleisesti öljysatamat ovat tyyliltään hyvin samankaltaisia, koska niitä kaikkia koskee erittäin tiukat toimintasäännöt. (Santala 1989, 134.)

Irtolastisatamissa käsitellään pääsääntöisesti yhtä, enintään muutamaa tuotetta. Lastikoot ovat yleensä suuria tämän tyylisissä satamissa. Tyypillisiä irtolastituotteita ovat kivihiili, vilja, malmit, lannoitteet, sementti, sokeri, ja puuhake. (Santala 1989, 134.)

Matkustaja-autolauttasatamien merkitys on huomattava Suomeen suuntautuvassa meriliikenteessä. Satamat sijaitsevat asutuskeskusten läheisyydessä. Ominaista on tarkat aikataulut ja nopeat vakiintuneet satamatoiminnot. Henkilömatkustajien lisäksi kuljetettavaa lastia on yleensä autot ja ro-ro-lastit. (Santala 1989, 135.)

Erikoissatamaryhmään voidaan luokitella kemikaalisatamat, kaasusatamat, juna-lauttasatamat, autojen tuonti- ja vientisatamat, sekä turistiristeilyjä palvelevat matkustajasatamat. (Santala 1989, 135.)

2.1 Turun satama

Turun sataman tämänhetkinen liikenne kostuu seuraavista vakiintuneista Kuva 3 olevista reiteistä.

Turku - Ahvenanmaa - Tukholma - Ahvenanmaa - Turku	
Meklari Turussa:	Tallink Silja Oy ja Viking Line Ab
Tiheys	4 lähtöä päivittäin
Laivayhtiö:	Tallink Silja Oy ja Viking Line Ab
Kuljetusmuoto	Matkustaja/auto ja ro-ro
Turku - Travemünde- Turku	
Meklari Turussa:	Finnsteve Oy Ab
Tiheys	2 lähtöä viikoittain
Laivayhtiö:	Finnlines Plc
Kuljetusmuoto	Ro-ro
Turku - Bremerhaven - Harwich- Rotterdam- Cuxhaven - Turku	
Meklari Turussa:	Mann Lines Oy
Tiheys	Viikoittain
Laivayhtiö:	Mann Lines Oy
Kuljetusmuoto	Ro-ro
Turku - Puola - Tanska - Norja	
Meklari Turussa:	Baltic Line Finland Oy
Tiheys	Torstaisin, viikoittain
Laivayhtiö:	Baltic Line AS
Kuljetusmuoto	Lo-lo/Sivuportti

Kuva 3. Turun satamasta lähtevät laivat ja niiden lähtötiheys (Port of Turku 2020b).

Merkittävä osa rahdista kulkee eritoten yksikkömäärissä mitattuna Tallink Siljan ja Viking Linen kautta, joilla kummallakin on kaksi päivittäistä lähtöä Turku – Ahvenanmaa – Tukholma -reitillä. Erityisesti rekkaliikenteelle nämä lähdöt ovat tärkeitä. Kesälomakauden aikana myös henkilöautoliikenteen määrä on merkittävä kumpaankin suuntaan. Turku – Travemünde – Turku -reitillä kulkee niin sanottua ro-ro-lastia. Eli kumipyörillä kulkevaa tavaraa, jotka pääasiassa ovat trailereita ja uusia autoja. Turkuun saapuu valtaosa maahantuotavista Ford-merkkisistä ajoneuvoista.

Mann Lines Oy:n alus ML Freyja liikennöi reittiä Turku – Bremerhaven – Harwich – Rotterdam – Cuxhaven – Paldiski – Turku. Laiva on erikoistunut kappaletavaralastiin, joka kulkee lauttavaunujen päällä. Suomeen saapuu erityisen paljon rautaa eri muodoissa: putkena, palkkina, levynä ja kelana. Täältä lähtevän tavarankirjo on suuri, löytyy ajettavia laitteita kumipyörillä ja teloilla, sekä lauttavaunujen päällä kulkevia erikoisempia kappaleita. Tässä muutamia esimerkkejä ajettavista laitteista: Pyöräkuormaaja, kaivospora, murskain, metsäkone, paloauto, kuorma-auto ja telapora. Esimerkkejä lauttavaunujen päällä kulkevasta kappaletavarasta: Moottorilohkot, paperikoneen telat, muuntajat, potkurit, tuulimyllyjen vaihteet, teräskelat, paperipalletit ja paperirullat. Mann Lines Oy on siis erikoistunut haastaviin kappaletavara laivauksiin.

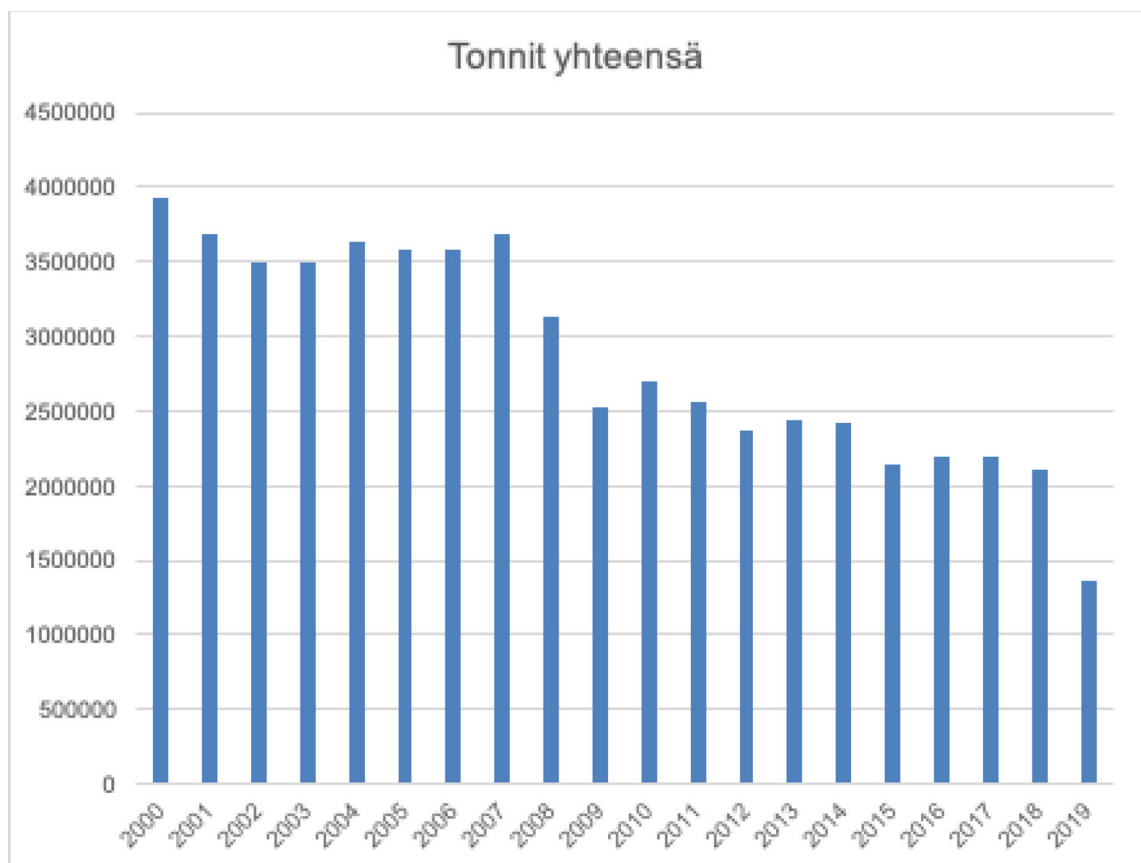
Baltic Line Finland Oy on myös keskittynyt kappaletavaran käsittelyyn, jotka suoritetaan pääasiallisesti lo-lo lastauksina. Eli nosturilla tapahtuvana purkuna/lastauksena. Suomeen saapuu suursäkkeinä kalarehua, lannoitteita ja muovioita. Erikoisteräksiä saapuu teräskeloina, alumiiniharkkoina ja tankoina. Laivan purku/lastaus tapahtuu osittain kyljessä olevan sivuportin kautta, jossa on hissi. Tällöin laivan ruumassa on trukki, joka lastaa/purkaa hissin. Laivan ulkopuolella laiturilla on myös trukki, joka lastaa/purkaa hissin.

Vakiintuneiden laivavuorojen lisäksi satamassa käy noin 2–3 laivaa kuukaudessa, jotka purkavat/lastaavat rautaa. Suurin osa Suomeen saapuvasta lastista on rautalevyä, joiden koot vaihtelevat kolmesta aina kahteentoista metriin pituudeltaan ja paksuudet vaihtelevat aina 3–300 mm. Suomesta maailmalle taas lähtee pääasiallisesti teräskeloja. Purkutyö tässäkin tapauksessa on lo-lo, johon on mahdollista käyttää kaupungin monitoiminosturia tai alun perin konttinosturiksi tarkoitettua Ansaldo-merkkistä pukkinosturia.

Turun Satama tulee kokemaan suuria muutoksia lähivuosien aikana. Syksyllä 2018 Turun Satama, Turun kaupunki, Tallink Silja Oy ja Viking Line Abp solmivat aiesopimuksen Turun satama-alueen kehittämiseksi. Tavoitteina kehittää matkustaja-, rahti ja risteilylii-

kennetoimintaa siten, että hanke toisi satamalle ja matkailulle merkittävää lisäarvoa. Tärkein osa hanketta on uuden yhteisterminaalin rakentaminen, jonka kautta sekä Tallink Silja ja Viking Line jatkossa operoisivat liikennettään. Yhteisterminaali olisi näillä näkymin valmis vuoden 2024 lopussa. Hanke pitää sisällään myös huomattavia muutoksia alueen liikennejärjestelyihin ja muutoksia nykyisen satama-alueen kulkemiskäytäntöihin.

Oheinen diagrammi (Kuva 4) kuvaa Turun sataman tonnimääräisen rahdin kehitystä vuosien 2000-2019 välisenä aikana.



Kuva 4. Turun sataman tonnimääräiset rahdit vuodesta 2000 vuoteen 2019 (tilastokeskus 2020).

Tonnimääräisen rahdin suunta on ollut laskeva Turun satamassa viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Kehitykselle on helppo löytää selkeitä syitä. 1998 alkaneen juna-lauttaliikenteen vaikutus näkyy selvästi vuosien 2000–2007 tonnimääräisissä rahtitilastoissa. Tällä ajanjaksolla määrät pysyivät 350 1853–393 0479 tonnin välissä. Lähtöjä Travemüнден viikossa oli kuusi ja näiden vuosien aikana se merkitsi keskimäärin vuositasolla noin miljoonaa rahtitonnia. Tämän liikenteen päättyminen vuoden 2007 lopussa

näkyä selvästi, kun tarkastellaan taulukkoa eteenpäin. Vuonna 2008 valmistunut Helsingin Vuosaaren satama vaikutti Turun sataman rahtimääriin. Helsingin alueen satamakapasiteetti alkoi loppua kesken, johon Vuosaari toimi täydellisenä ratkaisuna. 2010-luvun alkupuolella valmistunut Pietarin sataman laajennus vaikutti myös merkittävästi uusien ajoneuvojen saapumiseen Turun satamaan, jonne saapui vuositasolla tuhansittain Venäjälle meneviä autoja Pietarin sataman ahtauden vuoksi.

3 SATAMAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Ympäristö ja erityisesti huoli sen kantokyvystä on nostanut merkitystään jatkuvasti myös merenkulun näkökulmasta. Konkreettisia pieniä esimerkkejä on satamissa nähtävissä erilaisten kierrätysastioiden lisääntymisenä. Kaikki öljyistä, metalleista, jätetuusta ja pahveista alkaen on mahdollista kierrättää täysin kaikkien ohjesäännösten mukaisesti. Nämä teot ovat kuitenkin pieniä, joskin tärkeitä osia kun aloitetaan tarkastelemaan suurta kuvaa.

Meriliikenteen päästöt ovat nousseet esille julkisessa keskustelussa. Tekniikka ja Talous-lehdessä Laatikainen (2017) kirjoitti raflaavasti, että ”Maailman 15 suurinta konttilaivaa päästää ilmaan rikkiä, typpeä ja nokea yhtä paljon kuin 750 miljoonaa autoa”, sekä Helsingin Sanomissa Mikkonen (2018) kirjoitti, että ”Laivaliikenteen päästöt kasvavat hurjaa vauhtia – yksi risteilyalus voi päästää saman verran kuin sadat tuhannet autot”. Kyseiset otsikot on toki kirjoitettu provosoiviksi, koska näihin aikoihin erityisen kuumana kävi keskustelu yksityisautoiluun kohdistuneista ympäristövaatimusten kiristyksistä, jotka ihmisistä tuntuivat kohtuuttomilta. Tekniikka & Talous-lehdessä jatkettiin uutisointia meriliikenteen päästöistä Lampelan (2018) kirjoittaessa ”Maailmassa on yksi ainoa sektori, johon ei kohdistu päästöleikkauksia”. Tämä uutinen oli kuitenkin virheellinen ja Lampela (2018) oikaisi nopeasti kirjoituksella ”Myös merenkulun päästöjä halutaan rajoittaa”. Näiden uutisten seurauksena siemen ihmisten mieliin oli kuitenkin jo kylvetty.

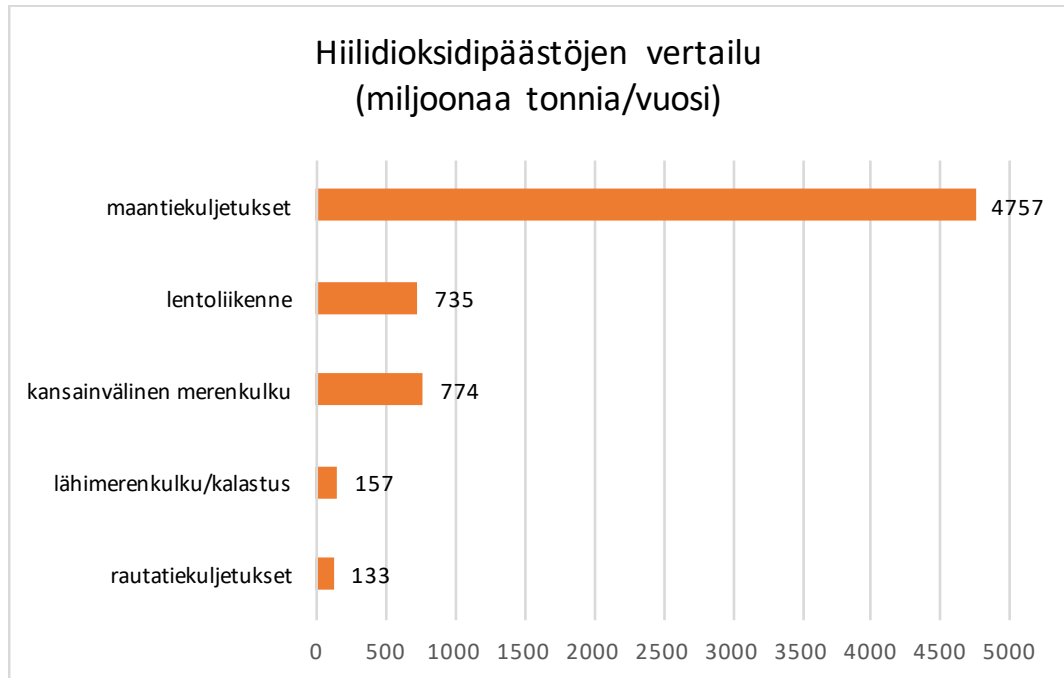
Kun keskustelu eri kuljetusmuotojen ympäristöystävällisyydestä alkoi, tähän keskusteluun otti kantaa myös silloinen liikenne- ja viestintäministeriö (2018) Anne Bernerin johdolla, julkaisten tiedotteen: ”Suomen kasvihuonepäästöistä viidennes tulee liikenteestä ja siitä valtaosa tieliikenteestä”. Suomen Varustamot Ry:n toimitusjohtaja Tiina Tuurnala tarkensi lukuja todeten, että 90 prosenttia kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöistä syntyy tieliikenteestä. Sekä Eurooppaa tarkastellessa tieliikenteen osuus kasvihuonepäästöistä on 70 prosenttia. (Tuurnala 2018.) Kuva 5 on vertailtu eri kuljetusmuotojen muodostamaa hiilidioksidipäästöjen määrää grammaa/tonnikilometri.



Kuva 5. Kuljetusmuotojen hiilidioksidipäästöt grammaa per tonnikilometri (Halonen 2018).

Yllä oleva Kuva 5 osoittaa mainiosti tonnikilometreihin suhteutettuna kuinka ympäristöystävällinen kuljetusmuoto merenkulku oikeastaan on. Yleisrahti- ja suurten konttialusten tuottamat hiilidioksidipäästöt ovat 2,5 prosenttia lentorahdin aiheuttamista päästöistä. Maanteillä tapahtuviin kumipyöräkuljetuksiin (rekat) suhteutettuna merenkulun päästöt ovat 13,75 prosenttia pienemmät. Kaikki kuljetusmuodot huomioiden grammaa/tonnikilometri vertailussa merenkulun päästöt ovat noin 2 prosenttia. Tämä ei kuulosta suurelta osuudelta, kun otamme huomioon sen, että 90 prosenttia maailman kaupasta kulkee meritse. (Halonen 2018.)

Tarkasteltaessa vuosittaisia hiilidioksidipäästöjä (Kuva 6), koko kansainvälisen merenkulun osuus on toiseksi suurin 11,8 %. Tämä luku pitää sisällään rahti- ja matkustajaliikenteen kansainvälisillä merillä. Lentoliikenteen aiheuttamat päästöt ovat 11,2 % eli ero näiden kahden liikkumismuodon välillä on 0,6 prosenttiyksikköä. Ylivoimaisesti suurin päästöjen aiheuttaja on kuitenkin maantiekuljetukset. Maantiekuljetuksien osuus hiilidioksidipäästöistä on 72,5 % eli se on yllälistatuista kuljetusmuodoista ylivoimaisesti saastuttavin. Kuten jo aiemmin todettiin yli 90 % maailmankaupasta kuitenkin kulkee meritse, joten tässä valossa 11,8 % osuus hiilidioksidipäästöistä ei kuulosta niin suurelta luvulta, kuin voisi ajatella sen olevan. (Halonen 2018.)



Kuva 6. Hiilidioksidipäästöt eri kuljetusmuodoissa vuodessa (Halonen 2018).

Tosiasiassa päätöksiä merenkulun päästöjen rajoittamisesta on tehty jo useita vuosikymmeniä sitten. Kansainvälisen merenkulunjärjestö IMO:n ensimmäiset päästövähennysrajoitteet astuivat voimaan vuonna 2011 osana MARPOL-säädöksiä. MARPOL-säädösjärjestelmä on otettu käyttöön vuonna 1978 aiempina vuosina sattuneiden öljytankeri onnettomuuksien vuoksi. Säädöksiä on päivitetty kuusi kertaa kuluneiden vuosikymmenien aikana. Viimeisimmässä päivityksessä, joka astui voimaan 2011 otettiin erityisesti huomioon kasvihuonepäästöt. Vuonna 2013 voimaan astuivat alusten energiatehokkuuteen liittyvät säädökset EEDI ja SEEMP. (International Maritime Organization 2020.)

EU:n säätämä rikkidirektiivi astui voimaan 2015 tämä säädös tarkoittaa sitä, että Itämeren alueella liikennöivien alusten rikkipäästöt saavat olla korkeintaan 0,1 prosenttia. Tämä säädös on pudottanut merkittävästi päästöjä Pohjois-Euroopan alueella. Maailmanlaajuinen 0,5 prosentin rikkirajoitus astui voimaan 1.1.2020. Huomioitavaa on myös, että päätökset ovat koskeneet koko aluskantaa ei ainoastaan uusia laivoja. Esimerkiksi Finnlines on jälkiasennuksina investoinut vanhoihin aluksiinsa rikkipesurit. Suomalaisia varustamoja pidetään ympäristöinnovaatioiden edelläkävijöinä. Biopolttoaineet, tuuli, sähkö ja nesteytetty maakaasu (LNG) ovat jo varustamoiden käytössä. IMO on myös päättänyt liikennemäärien jatkuvasta kasvusta huolimatta, että merenkulusta aiheutuneita

den kasvihuonepäästöjen määrää tullaan pienentämään vähintään 50 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Tähän toki on pitkä aika, mutta tavoite kuulostaa kunnianhimoiselta. Tässä vaiheessa on mahdotonta ennustaa kuinka tavoitteen kanssa käy, kuitenkin jatkuvasti kehittyvän teknologian avulla tämä voi hyvin olla mahdollista. (Suomen varus-tamot 2020.)

3.1 Turun satamasta lähtevien laivojen ympäristövaikutukset

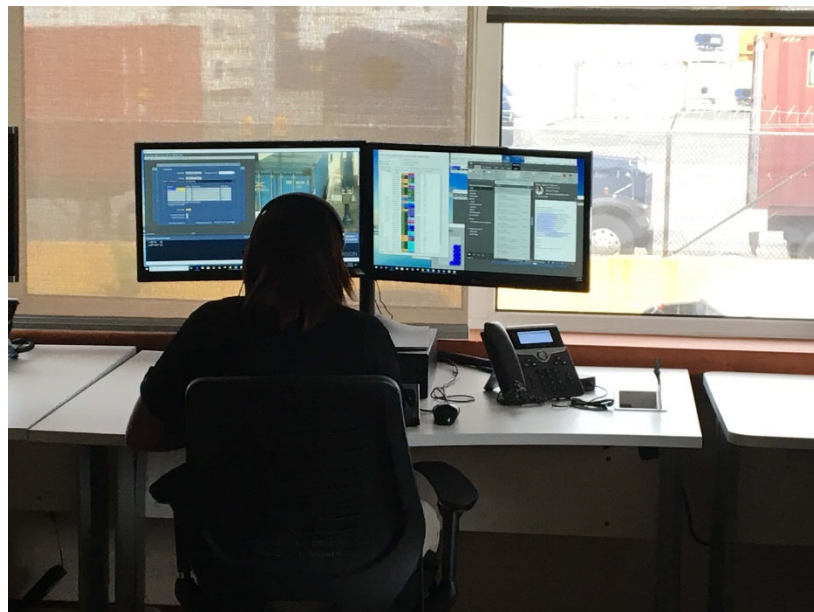
Kuva 7 on esitetty Turun satamassa liikennöivien alusten vuositasoisia hiilidioksidipäästöjä. Selvimmin edukseen esiintyy Viking Grace, jonka päästöt ovat selkeästi pienemmät, kuin muiden matkustaja-autolautojen. Vertailtavista aluksista Viking Grace on uusin ja käyttää ainoana polttoaineena nesteytettyä maakaasua eli LNG:tä. Perinteisiin polttoaineisiin verrattuna aluksen typpi- ja hiukaspäästöt ovat 85 % pienemmät ja kasvihuonepäästöt 15 % pienemmät. (Viking Line 2020.) Matkustaja-autolautat ovat käytännössä jatkuvassa käytössä, joka näkyy merellä vietetyissä tunneissa. Baltic Queenin huomattavasti pienempi merellä vietetty aika selittyy todennäköisesti suunnitellulla pidemmällä huoltotelakoinnilla. Ro-ro tyyppin laivoihin verrattuna alusten satama-aika on huomattavasti lyhyempi, sillä tyyppillinen matkustaja-autolautan satamassa viettämä aika on noin puolitoista tuntia. Turun satamassa käyvien ro-ro laivojen satama-aika taas on pääsääntöisesti viidestä kahdeksaan tuntia, mikä pidemmistä merimatkoista huolimatta johtaa pienempään merellä vietettyyn aikaan. (EMSA 2020.)

Aluksen nimi	Alustyyppi	raportointi vuosi	CO ₂ päästöt vuositasolla (tonnia)	CO ₂ päästöt suhteutettuna matkaan kg CO ₂ /merimaili	Merellä vietetty aika vuodessa (h)
VIKING GRACE	matkustaja-autolautta	2018	43334.64	376.82	7282
AMORELLA	matkustaja-autolautta	2018	54272.82	471.94	7368
GALAXY	matkustaja-autolautta	2018	67674.66	576.78	7876
BALTIC QUEEN	matkustaja-autolautta	2018	54233.22	594.67	6114
ML FREYJA	Ro-ro laiva	2018	56124.31	556.02	6877
FINNTIDE	Ro-ro laiva	2018	55133.23	467.39	6289

Kuva 7. Turussa satamassa liikennöivien alusten hiilidioksidipäästöt vuositasolla (EMSA 2020).

4 SATAMIEN AUTOMAATIO

Teknologian kehittyminen on tuonut mukanaan uusia ja parempia tapoja hallita satamia ja terminaaleja. Älykkäiden ratkaisujen käytöllä pyritään tehokkaampaan liikenteen ja tavaravirtojen hallintaan (Kuva 8), joilla pystytään lisäämään sataman kapasiteettia ja tehokkuutta. Automatisoidut satamat käyttävät yleisesti hyödykseen pilvipohjaista ohjelmistoa, jonka avulla ohjailaan operatiivisia virtoja, jotta satama toimisi vaivattomasti. (SHM Group 2018.)



Kuva 8. Konttien etätunnistus sataman portilla (Notteboom, Pallis & Rodrigue 2020).

Tällä hetkellä satamissa ympäri maailman teknologiaa on jossain määrin käytössä, vaikkei niillä koko sataman toimintoja hallittaisikaan. Asteittaista kasvua satamien automatisoinnissa on kuitenkin tapahtunut kiitos hallitus aloitteiden, sekä eksponentiaalisesti kasvaneen meriteitse tapahtuvan kaupankäynnin. Käytössä olevan automaation taso on vahvasti sidonnainen sataman kapasiteettiin, sijaintiin, sen kautta kulkevaan lastin määrään, sekä lastin arvoon. Hampurin satama on automatisoitu satama, joka hyödyntää toiminnoissaan pilvipohjaisia ratkaisuja. Näiden avulla hallitaan esimerkiksi energian kulutusta, kulunvalvontaa, satamainfraa, sekä sataman omaisuuden tehokasta käyttöä satamatoiminnoissa. (SHM Group 2018.)

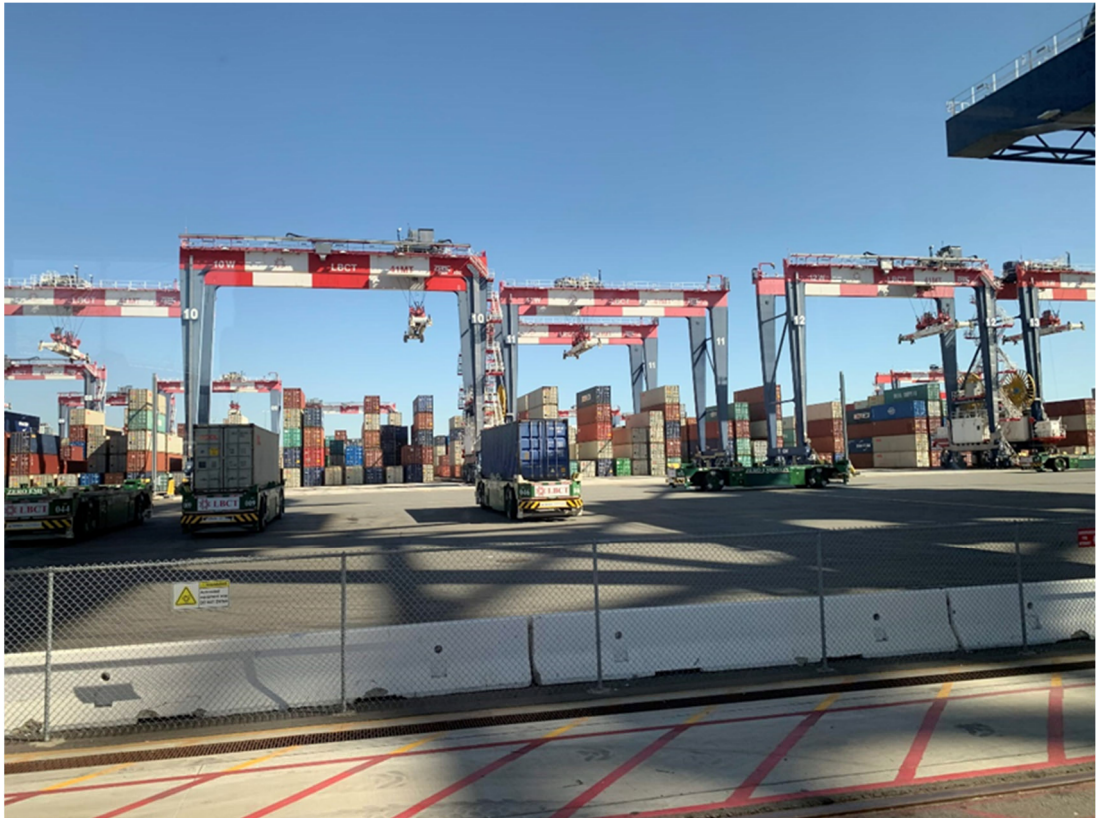
Kolme satama automaation pääasiallista osaa ovat kulunvalvonta, satamanosturit (Kuva 9) ja konttikentän hallinta. Automatisoidun kulunvalvonnan avulla tunnistetaan ja rekisteröidään kaikki satamaan saapuva ja sieltä poistuva lasti. Toimintavaatimuksena järjestelmässä on se, että kaikki tarvittava dokumentaatio on toimitettu sähköisesti ennen lastin tuontia/noutoa. Tällöin se tehostaa satama-alueen liikennevirtoja, vähentää virheiden mahdollisuutta, sekä estää asiatonta kulkua satama-alueella. Automaattinen kulunvalvonta perustuu kameranäkölaitteistoon ja tulevaisuudessa mahdollisesti RFID tunnistukseen, joka poistaisi tarpeen visuaalisesti lukea kontin tunnistenumero. (Notteboom, Pallas & Rodrigue 2020.)



Kuva 9. Satamanosturin valvontahuone (ABB 2020).

Satamanosturien automaatiossa hyödynnetään IoT:ta. Tämä mahdollistaa nosturien toiminnan automaattisesti konttilaivojen purussa ja lastauksessa. Maailmanlaajuisesti tällä hetkellä on ainoastaan 30 satamaa, joita voidaan pitää täysin automatisoituina. Nosturien valvonta suoritetaan erillisistä valvontahuoneista. Operaattorin tehtävä on valvoa prosessin toimivuutta ja tehdä tarvittavia toimia vain vaadittaessa. Valvonta tapahtuu nostureihin asennettujen kameroiden kautta. Yhdeltä valvontapisteeltä on mahdollista hallita lukuisia eri nostureita samanaikaisesti. Tämä mahdollistaa myös tehokkaamman ja nopeamman lastinkäsittelyn. Tämä takaa myös nosturin operaattorille terveellisemmän ja turvallisemman työympäristön. (ABB 2020.)

Konttikentän hallinnan automatisaatio pitää sisällään automaattiohjattuja kontinsiirtimiä ja siltanostureita. Automaattiohjatut kontinsiirtimet liikkuvat alueella hyväksikäyttäen erilaisia liikesensoreita ja paikannusjärjestelmiä. Tehtävänä siirtää kontteja satama-alueella satamanostureille ja sieltä vastaavasti konttikentälle. Nämä laitteet toimivat pääsääntöisesti täysin sähköisesti vaihdettavilla ja ladattavilla akuilla. (Notteboom, Pallis & Rodrigue 2020.) Kuva 10 on esitetty automatisoitu konttikenttä.



Kuva 10. Automatisoitu konttikenttä, jossa toimivat automatisoidut kontinsiirtimet ja siltanosturit (Notteboom, Pallis & Rodrigue 2020).

Siltanosturit operoivat konttikenttää siirrellen kontteja niille määrätyille paikoille. Ennalta määrätyt paikat ovat sidonnaisia aiemmin saatuun dokumentaatioon, joista selviää lastityyppi ja lastaus/purkaus päivämäärät. Jokaista konttikenttää operoi vähintään kaksi nosturia, joista toinen huolehtii satamaan saapuvasta ja lähtevästä liikenteestä eli niin sanotusta portin puolesta. Toinen nosturi huolehtii taas niin sanotusta sataman puolesta eli järjestää laivasta tulevan lastin ja laivaan menevän lastin. Järjestelmä myös uudelleen järjestelelee konttikenttää oletetuilla vähemmän käyttökapasiteetin tunneilla esimerkiksi yöaikaan, jotta niiden käsittelyhetkellä ne olisivat mahdollisimman helposti saatavilla. Sil-

tanostureiden työskentelyä tarkkaillaan samaan tapaan kuin satamanostureiden työskentelyä erillisestä valvontahuoneesta (Kuva 11). Operaattorin puuttuessa tapahtumiin ainoastaan ongelmatilanteissa. (Notteboom, Pallis & Rodrigue 2020.)



Kuva 11. Automatisoitujen siltanostureiden valvontahuone ja virtuaalinen näkymä koko konttikentästä (Notteboom, Pallis & Rodrigue 2020).

4.1 Satama-automaation hyödyt ja haitat yleisesti

Teknologinen kehitys on tuonut mukanaan suuria muutoksia satamien toimintatapoihin. Automaation käytön avulla pystytään tehokastamaan koko sataman toimintaa ja toimintavakautta ja poistamaan ihmisen tekemiä virheitä ja poistamaan viiveitä prosesseissa. Koko prosessin tehostuessa satamassa on mahdollista käsitellä suurempi määrä lastia samassa ajassa, jolloin koko sataman tehokkuus nousee, samaan aikaan kun määrät kasvavat myös toimintavarmuus paranee automaation avulla. (SHM Group 2018.)

Haittoihin voidaan laskea korkean luokan investointikustannukset, joita sataman automatisointi vaatii. Tarvitaan todella suuria rahtivolyymeja, jotta investointi on kannattava.

Järjestelmän ylläpitokustannukset voidaan myös laskea haitaksi, sillä automatisoidut järjestelmät vaativat päivitystä säännöllisin väliajoin. Tämä tuo mukanaan satamalle jatkuvia ylläpitokustannuksia. (SHM Group 2018.)

Automaation käyttö tuo mukanaan myös mahdollisia kyberturvallisuusriskejä, joten erityisen tärkeää on pitää huolta kyberturvallisuudesta automatisoitujen prosessien ja arkaluontoisten asiakirjojen vuoksi. Vielä yhdeksi mahdolliseksi haitaksi voitaneen laskea nykyisen työvoiman tarpeen huomattava väheneminen, joka varmasti herättäisi negatiivisia tunteita ammattiliitoissa. Tästä huolimatta automaation tarjoamat hyödyt suuren volyymin konttisatamille ovat kiistattomat. (SHM Group 2018.)

4.2 Turun sataman automaatio

Turun satamassa automaation käyttö nykyisellään on melko vähäistä. Mahdollisia syitä tähän ovat sataman koon pienuus, rahtivolyymien pienuus ja suurelta osin profiloituminen kappaletavarasatamaksi, jolloin suuri osa sataman kautta kulkevasta lastista on erityisosaamista ja erityisvälineitä vaativaa työtä.

Sataman kulunvalvonta on kuitenkin toteutettu täysin kameroita hyväksikäyttäen. Kamerat lukevat porteilla ajoneuvojen rekisterikilven ja jollei ajoneuvon tietoja löydy järjestelmästä tällöin alueelle ei pääse. Ajoneuvon kuljettajan tulisi huolehtia aina etukäteen, että hänen kuljettamallaan ajoneuvolla on kulkulupa satama-alueelle. Siitä huolimatta päivittäin satamaan saapuu ajoneuvoja, joilta tämä asia on tekemättä. Tämän vuoksi jokaisella portilla on kaikkien kolmen alueella toimivan ahtausliikkeen puhelinnumerot, sekä satamavalvonnan puhelinnumero. Uudet rekisteritiedot pitää syöttää järjestelmään manuaalisesti ja kun tiedot ovat syötetty järjestelmään kulkulupa on kerralla voimassa kolme kuukautta. Tämän kolmen kuukauden aikana yksikin vierailu satama-alueella uusii kulkuluvan automaattisesti seuraavaksi kolmeksi kuukaudeksi. (Port Of Turku 2020c.)

Ahtausliikkeillä ja sataman omilla ajoneuvoilla on käytössään erilliset tuulilasiin kiinnitettävät etätunnistimet heidän kulkemisensa helpottamiseksi. Finnsteve Oy Ab:lla on portti, josta sen henkilökunta kulkee satama-alueelle ja sieltä sosiaalituloihinsa. Porttia käytetään puhelimen avulla. Portti aukeaa, kun soitetaan tiettyyn numeroon ja sulkeutuu automaattisesti.

Turun satama hankki uuden 34-metrinen ajoneuvovaa'an 2018 vastaamaan uusien erikoispitkien yhdistelmäajoneuvojen tarpeita. Kyseisellä vaa'alla punnituksen pystyy suorittamaan mobiililaitteen avulla syöttämällä koodin järjestelmään. Punnitus pystytään myös suorittamaan etänä. Punnitustiedot ja raportit saadaan välittömästi sähköisesti. Tämä on huomattava parannus vanhaan vaakaan verrattuna, jolloin punnitustiedot saatiin vain suoraan vaa'alta paperisella kuitilla. Verkkopalvelun avulla punnitustiedot on mahdollista yhdistää esimerkiksi suoraan laskutukseen tai kulunvalvontaan, jos tällaisia tarpeita on. (Port Of Turku 2018.)

4.3 Turun sataman tulevaisuuden hankkeet automaatioon

2019 Turun satama kirjoitti sopimuksen Automooriing-laitteistosta Cavotec Finland Oy:n kanssa. Automooriing- eli automaattisella kiinnitysjärjestelmällä on tarkoitus kehittää alusten satamassaoloajan nopeutta ja tehokkuutta, laivaliikenteen ympäristövaikutusten hallintaa sekä henkilöstön työturvallisuutta. Järjestelmä kiinnittää aluksen laituriin alipaineistetuilla paneeleilla, joiden ohjaus tapahtuu aluksen komentosillalta tai maista kauko-ohjaamalla. Kiinnitysjärjestelmä mahdollistaa sen, ettei perinteistä köysikiinnitystä tarvita, jolloin työturvallisuus paranee ja koko prosessi laivan kiinnityksessä ja irrotuksessa nopeutuvat. Tämän uskotaan tuovan myös säästöjä polttoaineen kulutuksessa. Järjestelmä tullaan asentamaan vuoden 2020 loppuun mennessä Viking Linen laituri paikalle. Hanke on osa Turun Satama Oy:n koordinoimaa meriliikenteen kestävyteen ja ympäristöystävällisyyteen panostavaa NextGen Link-projektia. (Port of Turku 2019.)

Turun Satama on aktiivisesti pyrkinyt mukaan projekteihin, joiden tarkoituksena on vastata tulevaisuuden tarpeisiin entistä paremmin. 2017–2019 Turun Satama oli mukana Digiport-projektissa, jonka avulla selvitettiin digitalisaation mukanaan tuomia mahdollisuuksia ja haasteita. Tärkeimmiksi tavoitteiksi alussa määriteltiin käytössä olevien järjestelmien nykytila, sekä tunnistaa kriittisimmät toimintaprosessit, joissa havaitut haasteet voitaisiin ratkaista digitalisoimalla. Miten digitalisaation avulla aktiivisemmaksi osaksi eurooppalaista ydinverkkokäytävää. (Port of Turku 2020d.)

Tutkimuksessa selvisi, että British Ports Association:in ja Rotterdamin sataman kehittämässä satamien digitalisaatio kypsyysluokittelussa Suomen satamat sijoittuvat toiseksi alimpaan luokkaan. Tärkeimmiksi kehityskohteiksi digitalisaation kannalta koettiin tiedonkulun parantaminen ja yhteisentilannekuvan luominen. Tämä tuottaa selviä haas-

teita, koska satama-alueella on lukuisia eri toimijoita, jotka kaikki operoivat omilla järjestelmillään. Mobiilipalvelujen ja kyberturvallisuuden parantaminen koetaan myös hyvin tärkeäksi kehityskohteeksi. Projektin loppuraporteissa todetaan myös suoraan, että tällä hetkellä merkittäviä automaatioon tehtäviä investointeja ei koeta mahdollisiksi. Syitä tähän ovat lastivolyymien pienuus ja erittäin korkeat investointikustannukset. (Helminen, R & Saarikoski, J. 2019)

Aiemmin mainittu NextGen Link -projekti on toinen parhaillaan käynnissä oleva hanke, johon Turun Satama osallistuu. Kyseinen hanke on käynnistetty vuonna 2017 ja sen on määrä päättyä vuoden 2020 lopussa. Turun Sataman osuus projektissa on kehittää satama-alueen logistiikkaa liikennejärjestelyjen ja ajoneuvojen mittauslaitteiston osalta, sekä automatisoida laivan kiinnitykset ja irrotuksen. Parannus tulee myös laivojen rekikalastukseen, kun rekkojen punnitus, mittaaminen ja kuvaaminen suoritetaan automatisoidun järjestelmän avulla. (Port of Turku 2019.)

Securepax-hankeen tarkoitus on toteuttaa digitalisoituja turvapalveluja ja ratkaisuja, joita ei ole aiemmin käytetty meriliikenteen matkustajaterminaaleissa kestävän ja tehokkaan meriliikenteen varmistamiseksi pitkällä aikavälillä. Matkustajasataman alueella testaan 5G-verkkoteknologiaan perustuvaa sisäistä laajakaistaverkkoa. 5G-verkon pilotointi hanketta tehdään yhdessä Turun Ammattikorkeakoulun kanssa. Autokentillä tapahtuva henkilöautojen ja rekkojen liikenteen ohjaus on tarkoitus automatisoida, minkä avulla toiminta saadaan sujuvaksi ja turvalliseksi. Hanke rahoitetaan osin EU:lta saadun tuen avulla. (Port of Turku 2019.)

IoT:n tarjoamat mahdollisuudet tulevaisuudessa voivat olla huomattavia. Esimerkiksi ratkaisut ennakoiviin huoltoihin on tärkeä lisä. Laite voi itse ilmoittaa mahdollisista vikaantumiseen liittyvistä tekijöistä. Huoltotoimista vastaavat henkilöt pystyvät näin ollen toimimaan ennen kuin vika muuttuu todelliseksi ongelmaksi, näin pystytään estämään mahdolliset käyttökatkokset. Tietyissä laitteissa se tuo myös mukanaan mahdollisuuden laitteiden päivittämiseen verkon välityksellä, sekä laitteiden ohjaamisen verkon välityksellä. Satamassa konkreettisia käyttökohteita voisivat olla satamanosturit ja trukit. Myös laiturakenteiden käytön ja kunnan seuraaminen olisi mahdollista. (Ahonen 2019.)

4.4 Turun sataman ympäristövaikutukset

Satamalla on selkeä ympäristöohjelma, jonka tavoite on minimoida satamatoiminnan ympäristövaikutuksia. Valitettava fakta kuitenkin on, että satamatoiminnoilla on monia ympäristöä kuormittavia vaikutuksia. Satamalla on kuitenkin selkeä suunnitelma vaikutusten pienentämiseksi. Pitkjänteisen ympäristöohjelman avulla on pystytty laskemaan satamatoiminnoista ilmaan aiheutuvia päästöjä 16 % vuosien 2011–2018 välisenä aikana. Samaisella aikavälillä energiatehokkuus on parantunut 24 %, yksi tähän vaikuttanut toimenpide oli vanhojen valaisinten korvaaminen nykyaikaisilla LED-valaisimilla, joiden käytössä hyödynnetään digitaalista ohjausta. (Port of Turku 2020e.)

Satamatoiminnan suurimmat vesistökuormitukset Turussa syntyvät merenpohjan ruoppauksista. Nämä ruoppaukset ovat välttämätön paha, joilla varmistetaan satamaan johtavien laivaväylien ja sataman liikennekelpoisuus. Suurin osa näistä toimista toteutetaan kunnossapitoruoppauksina, jotta pystytään takaamaan ilmoitettujen väyläsyvyyksien paikkansapitävyys. Ruoppauksia itsessään on valitettavasti mahdotonta kokonaan lopettaa, mutta askel parempaan on luvassa. Turun satama on tehnyt yhdessä Turun kaupungin kanssa päätöksen, jolla lopetetaan ruoppausjätteen meriläjitys vuoteen 2024 mennessä. Tämä merkitsee siirtymistä maaläjitukseen, jonka avulla saadaan merkittävästi vähennettyä ruoppaustoiminnan vaikutuksia lähivesiin ja Airiston merialueella. Ruoppausmassojen mahdollisia jatkokäyttöön liittyviä asioita tutkitaan Turku Science Parkissa. (Port of Turku 2020e.) Toinen hyvin tärkeä osa vesistökuormitukseen on ollut Turun kaupungin uudella jäteveden puhdistamolla, joka on merkittävästi parantanut vesien tilaa Turun lähivesillä (Silván 2019).

Turun satama pyrkii kannustamaan satamassa liikennöiviä varustamoja toimimaan ympäristöystävällisemmin, tarjoamalla alennettuja alusmaksuja laivoille. Alennukset ovat sidottu typenoksidipäästöihin, näin pyritään ohjaamaan varustamoja ottamaan käyttöön päästöjä pienentäviä tekniikoita. Satamaan liikennöivät varustamot ovatkin olleet avainasemassa satamatoiminnan hiilijalanjäljen pienemiseen. Vesistövaikutusten pienentämiseksi satama tarjoaa mahdollisuutta jättää jätevetensä satamaan, esimerkiksi risteilijöille tarjotaan mahdollisuutta tehdä tämä ilmaiseksi. Vuoden 2020 loppuun mennessä Viking Linen laituripaikalle on tulossa laivojen kiinnitystä ja irrotusta nopeuttava Auto-mooring-järjestelmä, jonka avulla pystytään pienentämään laivojen polttoaineen kuluusta ja vähentämään päästöjä. (Port of Turku 2020e.)

Meluhaitat ovat ulkopuoliselle ehkä se selkeimmin havaittavissa oleva ongelma, jonka huomioiminen on jatkossa entistäkin tärkeämpää kaupungin laajentuessa koko ajan entistä lähemmäs satamaa. Turun satamassa melu on ajoittaista, ajoittuen matkustajalusten aamu- ja iltalähtöjen tunteihin. Melutasoa arvioidaan meluselvityksillä, joka on seuraavan kerran tarkoitus teettää vuonna 2020. Melun aiheuttamiin haittoihin on haastavaa löytää järkevää ratkaisua. Uusien ratkaisujen löytämiseksi Turun satama on ollut mukana kansainvälisessä Neptunes-projektissa, jossa pyrittiin löytämään yhdenmukaisia ratkaisuja laivamelun mittaamiseksi, sekä laivoista peräisin olevan melun vähentämiseksi. (Port of Turku 2020e.)

5 LOPUKSI

Tällä hetkellä Turun sataman toiminnassa automaation hyödyntäminen on melko vähäistä. Tiedossa olevia automaatiota hyödyksi käyttäviä toimintoja on kuitenkin tulossa jonkin verran. Itse laivatoimintoihin vaikuttavia uudistuksia on tämän hetken tietojen mukaan tulossa käytännössä vain yksi. Tämä on Viking Linen laituripaikalle tuleva auto-mooring-järjestelmä. Sataman pienet volyymit ja kappaletavaran käsittelyyn erikoistuminen poistavat automaation käyttöön ottamisen laajemmassa mittakaavassa, koska järjestelmä ei tulisi todennäköisesti koskaan maksamaan itseään takaisin. Samoin kappaletavaroiden laaja kirjo pitää sisällään merkittävän määrän erilaisia erikoisnostoja, joiden operointi automaattiohjatulla laitteilla tuntuu liki mahdottomalta tehtävältä. Automaation edut ovat kuitenkin kiistattomat yksinkertaisissa lastausprosesseissa, kuten konttitermi-naaleissa. Maailman suurten konttitermiinien rahtivolyymit ovat niin valtavia, että automaation liittyvät merkittävät investointikustannukset ovat järkevää tehdä.

Automatisoitujen kulkuvälineiden laajamittainen käyttöönotto saattaa olla lähitulevaisuudessa hyvinkin merkittävä muutoksen tuoja satamatoimintoihin. Itseohjautuvien rekkojen käyttö tarjoaa mahdollisuuden jatkuvaan käyttöön, joka nykyisellään ei Suomessa ole mahdollista koska kuljettajat noudattavat tiukkoja ajo- ja lepoaikasäädöksiä. Automaation avulla pystytään myös optimoimaan ajoreittejä ja ajattamaan ajoneuvoja letkoissa, joka tuottaisi säästöjä polttoainekulutuksessa. Kuitenkin ennen kuin laajamittainen käyttöönotto on mahdollista, tulee huomioida suuri määrä erilaisia turvallisuustekijöitä, jotka ovat enemmänkin sidonnaisia ihmisten mielikuviin. Tekniikan uskotaan jo hyvin pitkälti olevan täysin toimivaa, vielä tarvitsee voittaa puolelleen ihmisten luottamus. Toinen merkittävä hidaste käyttöönotolle tulee todennäköisten olemaan ammattiliitot, jotka viimeiseen asti pyrkivät puolustamaan jäseniensä työpaikkoja. Faktahan on se, että merkittävä määrä nykyisestä käytettävästä työvoimasta tulee tässä tapauksessa jäämään työttömäksi. (Rodrigue 2020b.)

Tekniikan kehittyessä jatkuvasti eteenpäin on todennäköistä, että jossakin kohtaa myös kappaletavaran käsittelyyn alkaa syntyä erilaisia sovelluksia, jotka mahdollistavat esimerkiksi erikoisnostojen suorittamisen automatisoidusti. Mahdollisesti jonkinlainen tarttuja, joka osaisi tunnistaa kappaleen nostopaikat ja kiinnittyä niihin juuri oikeaa metodologia käyttäen. Järjestelmän tulisi myös osata tunnistaa kappaleen painopiste ja sijoittaa

se oikein esimerkiksi lauttavaunun päälle. Mahdollinen jatkosovellus kyseiseen prosessiin voisi olla robotiikka apuna käytävä järjestelmä, mikä osaisi tunnistaa kappaleen sijoituspaikat ja suorittaa vaadittavat kiinnitystoimet standardien mukaisesti. En kuitenkaan usko tämänkaltaisten järjestelmien kovinkaan nopeaan tulemiseen, sillä kappaleet ovat usein toisistaan poikkeavia minkä vuoksi niiden käsittely vaatii laajan määrän erilaisia toimintatapoja.

LÄHTEET

ABB 2020. Automatisoitu satamanosturi. Viitattu 11.6.2020. <https://new.abb.com/ports/solutions-for-marine-terminals/our-offerings/container-terminal-automation/remote-crane-operation>

Ahonen, K. 2019. Digitalisaatio muokkaa satamienkin tulevaisuutta 11/2019. Viitattu 15.6.2020. <https://aboard.portofturku.fi/2019/11/digitalisaatio-muokkaa-satamienkin-tulevaisuutta/>

Auvinen, E. 1999. Turun sataman historia. Teoksessa: Lappalainen, J. T. (toim.) Turun satama. Jyväskylä: Gummerus.

EMSA 2020. CO2 emission report. Viitattu 15.6.2020. <https://mrv.emsa.europa.eu/#public/emission-report>

Halonen, J. 2018. Meriliikenne – suurin saastuttaja vai kestävin kuljetusmuoto? Viitattu 24.04.2020. <https://read.xamk.fi/2018/logistiikka-ja-merenkulku/meriliikenne-suurin-saastuttaja-vai-kestavin-kuljetusmuoto/>

Helminen, R & Saarikoski, J. 2019. Satamien digitalisaation tulevaisuuden skenaariot. Viitattu 16.6.2020 https://www.utu.fi/sites/default/files/media/MKK/Julkaisut/B211_Satamien_digitalisaation_tulevaisuuden_skenaariot_2030.pdf

International Maritime Organization 2020. Energy efficiency measures. Viitattu 31.5.2020. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Technical-and-Operational-Measures.aspx>

Laatikainen, T. 2017. Laiva kääntyy hitaasti ympäristöystävälliseksi – 15 suurimman konttilaivan päästöt vastaavat 750 miljoonaa autoa. Viitattu 31.5.2020. <https://www.tekniikkatalous.fi/blogit/laiva-kaantyy-hitaasti-ymparistoystavalliseksi-15-suurimman-konttilaivan-paastot-vastaavat-750-miljoonaa-autoa/ecd7c090-c2e1-33b9-8783-1006436cc0de>

Lampela, R. 2018. Myös merenkulun kasvihuonepäästöjä halutaan rajoittaa. Viitattu 31.5.2020. <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/myos-merenkulun-kasvihuonekaasupaastoja-halutaan-rajoittaa/f7c8f819-fd89-3c25-a0c7-a7984ec23340>

Liikenne- ja viestintäministeriö 2018. Ministeri Berner: Ilmastonmuutos näkyy vahvasti LVM:n työssä – tavoitteena hiilettömä liikenne. Viitattu 31.5.2020. <https://www.lvm.fi/-/ministeri-berner-ilmastonmuutos-nakyy-vahvasti-lvm-n-tyossa-tavoitteena-hiileton-liikenne-985276>

Mikkonen, M. 2018. Laivaliikenteen päästöt kasvavat hurjaa vauhtia – yksi risteilyalus voi päästää saman verran kuin sadat tuhannet autot. Viitattu 31.5.2020. Helsingin Sanomat 14.8.2018 <https://www.hs.fi/ulkomaat/art-2000005790170.html> Vaatii käyttäjätunnuksen.

Notteboom, T., Pallis, A & Rodrigue J-P. 2020. Port economics, management and policy. Remote Verification of Container Identification at a Port Terminal Gate. Viitattu 11.06.2020. https://port-economicsmanagement.org/?page_id=953

Port of Turku 2018. Uusi vaaka käyttöön kesän aikana. Viitattu 23.04.2020. <https://www.portofturku.fi/2018/06/06/uusi-vaaka-kayttoon-kesakuussa/>

Port of Turku 2019. Automooring-laitteisto. Viitattu 8.6.2020. <https://www.portofturku.fi/2019/06/20/sopimus-automooring-laitteistosta-allekirjoitettiin-satamassa/>

Port of Turku 2020a. Ilmakuva satamasta. Viitattu 8.6.2020. https://www.portofturku.fi/wp-content/uploads/2017/03/SAT_alueen_kehitys_art-740x480.jpg

- Port of Turku 2020b. Linjaliikenne. Viitattu 31.5.2020. [https://www.portofturku.fi/rahtiliikenne/lai-
vat/linjaliikenne/](https://www.portofturku.fi/rahtiliikenne/lai-
vat/linjaliikenne/)
- Port of Turku 2020c. Kulkuluvat. Viitattu 15.6.2020. [https://www.portofturku.fi/sataman-toi-
minta/turvallisuus/kulunvalvonta/](https://www.portofturku.fi/sataman-toi-
minta/turvallisuus/kulunvalvonta/)
- Port of Turku 2020d. Projektit. Viitattu 15.6.2020. [https://www.portofturku.fi/sataman-toi-
minta/hankkeet-ja-projektit/](https://www.portofturku.fi/sataman-toi-
minta/hankkeet-ja-projektit/)
- Port of Turku 2020e. Ympäristöraportti 2019 Viitattu 15.06.2020. [https://www.portofturku.fi/wp-
content/uploads/2020/05/PofT_Ymp%C3%A4rist%C3%B6raportti_2019webF.pdf](https://www.portofturku.fi/wp-
content/uploads/2020/05/PofT_Ymp%C3%A4rist%C3%B6raportti_2019webF.pdf)
- Rodrigue, J-P. 2020a. Pääsääntöiset merireitit. Viitattu 9.6.2020. [https://transportgeo-
graphy.org/?page_id=1762](https://transportgeo-
graphy.org/?page_id=1762)
- Rodrigue, J-P. 2020b. Transport georaphy 2020. Tulevaisuuden kuljetusjärjestelmät. Viitattu 16.06.2020. https://transportgeography.org/?page_id=1579
- Santala, J. 1989. Kauppamerenkulku ja satamatoiminnot. Espoo: Amer-yhtymä Oy. Weilin+Göös kirjapaino.
- SHM Group 2018. Everything you need to know about port automation. Viitattu 15.6.2020. <https://www.shmgroup.com/blog/everything-need-know-port-automation/>
- Silván, S. 2019. Sataman ympäristöohjelmassa painottuvat saaristomeren suojelu, energia ja il-
mastokysymykset 03/2019. Viitattu 15.6.2020. [https://aboard.portofturku.fi/2019/03/sataman-ym-
paristooohjelmassa-painottuvat-saaristomeren-suojelu-energia-ja-ilmastokysymykset/](https://aboard.portofturku.fi/2019/03/sataman-ym-
paristooohjelmassa-painottuvat-saaristomeren-suojelu-energia-ja-ilmastokysymykset/)
- Suomen varustamot 2020. Merenkulun hiilidioksidipäästöt. Viitattu 14.6.2020. [https://shi-
powners.fi/vastuullisuus/ymparisto/ilmastosuojelu-ja-ilmastonmuutos/merenkulun-hiilidioksi-
paastot/](https://shi-
powners.fi/vastuullisuus/ymparisto/ilmastosuojelu-ja-ilmastonmuutos/merenkulun-hiilidioksi-
paastot/)
- Tilastokeskus 2020. Ulkomaan merikuljetukset satamittain ja tavaralajeittain. Viitattu 13.2.2020. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__lii__uvliik__vv/statfin_uvliik_pxt_12it.px/
- Tuurnala, T. 2018. Merenkulkua sitoo globaalit päästörajoitukset. Viitattu 31.05.2020. [https://na-
vigatormagazine.fi/blogit/merenkulkua-sitoo-globaalit-paastorajoitukset/](https://na-
vigatormagazine.fi/blogit/merenkulkua-sitoo-globaalit-paastorajoitukset/)
- Viking Line 2020. Viking Grace. Viitattu 15.6.2020. [https://www.vikingline.fi/merella/ymparisto/vi-
king-grace/](https://www.vikingline.fi/merella/ymparisto/vi-
king-grace/)