

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2022

Miina Virtanen

MERILIIKENTEEN AIHEUTTAMAT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Miina Virtanen

MERILIIKENTEEEN AIHEUTTAMAT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tutkimuksen tarkoituksena on saada vastaus kysymykseen mitä vaikutuksia meriliikenne aiheuttaa ympäristölle? Sekä saada aikaan yhtenäinen laaja käsitys aiheesta ja luoda selkeää kokonaisuus. Tutkimusta varten on etsitty tietoa laajasti erilaisista lähteistä, joista saatujen tietojen pohjalta lähdettiin työstämään tutkimusta.

Meriliikennettä on ollut olemassa jo tuhansia vuosia ennen ajanlaskun alkua. Meriliikenne on aina ollut yleisin kuljetusmuoto. Vuosituhansien saatossa sen tuottavuutta ja tehokkuutta on kehitetty suurin harppauksin. Merenkulku kuitenkin aiheuttaa ympäristölle laajan skaalan negatiivia vaikutuksia. Suurimpina ongelma-alueina voidaan todeta hiilidioksidi- rikki- sekä typpipäästöt. Rikkipäästöjä on pystytty vähentämään pakokaasupesurien avulla. Aluksilla syntyy myös jätettä ja esimerkiksi lastiruuman pesun jäljiltä jättevettä. Satamilla on velvollisuus ottaa jätteet sekä jätevedet vastaan ja aluksilla jättää ne. Painolastivesien mukana saattaa kulkea vieraslajeja, jotka voivat olla tuhoisia päätyessään uusiin meriekosysteemeihin. Tämän ehkäisemiseksi on laadittu säädöksiä siitä, miten painolastivettä tulee käsitellä.

Aluksien aiheuttamat aallot vaikuttavat meriympäristöön etenkin matalan veden alueilla. Aaltojen vaikutuksena tapahtuu muun muassa eroosiota. Alusten potkurin aiheuttama melu on omiaan aiheuttamaan tuhoja merieläimille, valaiden ja muiden nisäkkäiden suunnistuskyky häiriintyy melusta ja voi pahimmillaan johtaa eläinten kuolemaan. Suurilla merieläimillä on myös suuri riski alukseen törmäämiseen. Törmäys voi aiheuttaa valaan kuoleman ja esimerkiksi potkuriin törmääminen vammauttaa valaan loppuiäksi, vaikka se ei kuolisikaan törmäykseen.

Merenkulku ei myöskään aina suju ilman ongelmia, huonon ilman tai esimerkiksi valvonnan puutteen vuoksi voi sattua suuriakin onnettomuuksia. Yleisin aluksilla tapahtuva onnettomuus on tulipalo, joka aiheuttaa suuren riskin, jos se pääsee leviämään. Konttialukset hävittävät vuosittain kontteja satoja kappaleita. Pudonneet kontit jätetään mereen, sillä vakuutus korvaa kontissa olleen rahdin. Merikontti voi sisältää mitä tahansa, mutta mikään niissä kulkeva rahti ei ole hyväksi meriekosysteemeille. Öljyonnettomuuksia sattuu nykyään verrattain harvoin, mutta niitäkin tapahtuu. Öljy on tappava suurimmalle osalle merieläimiä sekä kasveja. Öljyn pääseminen mereen tuhoaa kokonaisia meriekosysteemejä.

Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on laatinut monenlaisia säädöksiä koskien meriliikenteen turvallisuutta sekä sen ympäristöystävällisyyttä. Säädösten avulla on pystytty merkittävästi vähentämään meriliikenteen aiheuttamaa merten pilaantumista.

ASIASANAT:

Meriliikenne, merionnettomuus, meriympäristö, päästöt, äänisaaste.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vehicle and transport technology

2022 | 40 pages

Miina Virtanen

THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF MARITIME TRANSPORT

The purpose of this thesis is to answer the question: What effects does maritime transport have on the environment? It also aims to achieve a unified broad understanding of the subject and create a clear document. To conduct the research, extensive information was gathered from various resources, on which the thesis was based.

Marine traffic has existed for thousands of years before the beginning of time. Maritime transport has always been the most common mode of transport. Over the millennia, its productivity and efficiency have developed rapidly. However, shipping has a wide range of negative effects on the environment. The biggest problem areas are carbon dioxide-, sulfur- and nitrogen emissions. Sulfur emissions have been reduced by utilizing exhaust scrubbers. Ships also generate waste and, for example, wastewater from washing the hold. Ports must receive waste and wastewater and ships are obligated to leave it. Ballast water may be accompanied by alien species that can be destructive upon entry into new marine ecosystems. To prevent this, regulations have been drawn upon how ballast water should be treated.

Waves produced by ships affect the aquatic environment, especially in shallow water areas. Among other things, erosion occurs because of waves. Noise from ship propellers is likely to cause damage to marine animals. In addition, the navigation of whales and other mammals is disturbed by noise and can, at worst, lead to the death of the animals. Large marine animals are also at high risk of colliding with a ship. A collision can cause the death of a whale and, for example, a collision with a propeller will injure the whale for the rest of its life, even if it does not die in the collision.

Furthermore, shipping does not always run smoothly. Unpredictable weather or a lack of control can lead to major accidents. The most common accident on ships is a fire, which poses a high risk if it is allowed to spread. Hundreds of containers are disposed of by container vessels each year. Fallen containers are left at sea, as the insurance companies compensate the cargo value in the lost container. A sea container can contain anything, but none of the cargo in it belongs in marine ecosystems. Oil accidents are relatively rare today, but they also happen. Oil is deadly to most animals and plants. The leakage of oil can destroy entire marine ecosystems.

The International Maritime Organization (IMO) has drawn up a wide range of regulations concerning the safety of maritime transport and its environmental friendliness. The regulations have made it possible to significantly reduce marine pollution caused by maritime transport.

KEYWORDS:

Marine traffic, sea accident, sea environment, emissions, noise pollution.

SISÄLTÖ

| | |
|--|-----------|
| KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 TUTKIMUSMENETELMÄT | 8 |
| 3 MERILIIKENNE | 9 |
| 3.1 Meriliikenteen historiaa | 9 |
| 3.2 Meriliikenne suomessa | 10 |
| 4 MERILIIKENTEEN AIHEUTTAMAT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET | 11 |
| 4.1 Päästöt | 11 |
| 4.1.1 Pakokaasupesuri | 12 |
| 4.2 Jätteet ja roskaaminen | 13 |
| 4.3 Lastiruuman puhdistus ja likaveden päästäminen mereen | 13 |
| 4.4 Painolastivesi ja vieraslajit | 14 |
| 4.4.1 Esimerkkejä haitallisista vieraslajeista | 15 |
| 4.5 Aluksien aiheuttama aaltovaikutus | 16 |
| 4.6 Melu, kaiku ja tärinä | 17 |
| 4.7 Alusten törmäminen suuriin merinisäkkäisiin | 20 |
| 4.8 Onnettomuudet | 20 |
| 4.8.1 Lastin putoaminen mereen | 22 |
| 4.8.2 Öljyonnettomuus | 27 |
| 5 INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION | 30 |
| 6 MERENKULKUA SÄÄNTELEVÄT KANSAINVÄLISET SOPIMUKSET | 32 |
| 6.1.1 SOLAS | 32 |
| 6.1.2 MARPOL | 32 |
| 6.1.3 International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments | 32 |
| 6.1.4 Harmful Anti fouling Systems on Ships | 33 |
| 6.1.5 The Hong Kong | 33 |
| 6.2 Muita sopimuksia | 33 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 7 TULEVAISUUDESSA | 35 |
| 7.1 EMERGE-projekti | 35 |
| 8 LOPPUPÄÄTELMÄT | 36 |
| LÄHTEET | 38 |

KUVIOT

| | |
|--|----|
| Kuvio 1. Hiilidioksidipäästöt kuljetusmuodoittain (Suomen Varustamot i.a-b). | 12 |
|--|----|

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

| | |
|------|---|
| EU | Euroopan Unioni |
| IMO | International Maritime Organization |
| ITCP | Integrated Technical Co-operation Programme |
| LNG | Nesteytetty maakaasu |
| MEPC | The Marine Environment Protection Committee |
| TEU | Twenty-foot Equivalent Unit (suom. tavallinen merikontti) |

1 JOHDANTO

Tänä päivänä suurin vastuullisuusnäkökulma meriliikenteessä on ympäristön huomiointi (Räsänen 2020). Merillä kulkee noin 80 prosenttia kaikesta maailman kaupasta. Vaikka meriliikenne onkin tutkitusti ympäristöystävällisin kuljetusmuoto, meriliikenne ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton ja siihen liittyy myös omat riskinsä ympäristön kannalta. (Monnonen 2018.)

Maailman meret ovat elämämme alkulähde ja ehto elämällemme myös tänä päivänä. Merien pelastamisen tulisi taten myös olla yhteinen tavoite. Haasteiden ratkaiseminen onkin kaikkien meidän käsissämme. Talkoisiin tulee lähteä kaikkien materiaalinvalmistajista purkutelakan kehittäjiin. Tähän väliin mahtuu tuki laivasuunnittelijat, telakat, varustamot, laitevalmistajat sekä koneistojen että akkujen kehittäjät, polttoaineiden ja digitaalisten ratkaisujen tuottajat, satamat palvelutoimijat sekä kaikki laivojen ja alusten käyttäjät. Yhdessä toimien on mahdollista saavuttaa suuriakin muutoksia. (Pajunen 2020.)

Aiheen valinta perustuu sen ajankohtaisuuteen ja mielenkiintoiseen maailmaan, jota ei erityisen näkyvästi ole avattu aikaisemmin yhteen asiakirjaan. Mielenkiinto aiheita kohtaan heräsi Ekologistiikan kurssilla, jossa teimme lyhyen ryhmätyön meriliikenteen aiheuttamista vaikutuksista ympäristölle. Kurssin jälkeen aihe pyöri mielessäni pitkään ja lopulta päätin lähteä työstämään sitä opinnäytetyöksi. Kurssilla jo opitut asiat auttoivat kartoittamaan työn sisältöä ja suuntaa. Meriliikenne käsitteenä kattaa paljon muutakin kuin rahtiliikenteen, mutta tässä tutkimuksessa halutaan korostaa merirahtiliikenteen ympäristövaikutuksia, erottaen ne muusta meriliikenteestä.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Työtä varten tutkitaan meriliikenteestä johtuvia vaikutuksia ympäristölle ja selvitetään mitä keinoja on otettu käyttöön näiden vaikutusten ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi. Lisäksi katsotaan hieman tulevaisuuteen, uusiin innovaatioihin sekä menetelmiin, joilla tulevaisuudessa ympäristölle aiheutuvaa haittaa voitaisiin vähentää tai jopa poistaa kokonaan. Tutkimuksen tarkoitus on vastata kysymykseen mitä vaikutuksia meriliikenne aiheuttaa ympäristölle ja luoda sen pohjalta laaja kokonaisuus selkeään asiakirjaan, sekä luoda pohjaa mahdolliselle syvemmälle tutkimukselle aiheesta tai sen osasta.

Saadakseni vastauksen asettamaani kysymykseen käytin laadullisen tutkimuksen välineitä. Tämä tapahtui käytännössä lukemalla sekä arvioimalla kirjallisuutta sekä tieteellisiä artikkeleita ja tutkimusraportteja aiheesta. Enimmäkseen hakupalveluina toimi Google, Google Scholar sekä Turun ammattikorkeakoulun kirjasto- ja tietopalveluiden Finna-hakupalvelu. Näistä tietokannoista löytyi kattavasti ajantasaista tutkimustietoa ja tieteellisiä artikkeleja tutkimuksen tueksi. Kansainvälinen merenkulkujärjestön IMO:n omilta verkkosivuilta löytyi myös erittäin kattavasti luotettavaa tietoa aiheesta ja sitä käytettiin reilusti hyväksi tutkimuksessa. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry:n tarjoamasta Theseus-palvelusta tutkittiin myös aiheeseen tai sen osakokonaisuuksiin liittyviä opinnäytetöitä. Opintojen aikana opittujen tietojen sekä taitojen pohjalta kokonaisuuden hahmottaminen ja ymmärtäminen oli helpompaa ja näin selkeän kokonaisuuden luominen mahdollista.

3 MERILIIKENNE

Meriliikenteellä tarkoitetaan meriteitse tapahtuvaa liikennettä. Käsitteenä se sisältää matkustaja- sekä tavarankuljetusliikenteen. Meriteitse tapahtuva rahdin kuljetus on ollut yleistä koko historiamme ajan. Lentoliikenteen yleistymisen on selvästi vähentänyt merimatkustusta matkustajien keskuudessa, mutta rahdin kuljetuksessa meriliikenne on edelleen yleisin kuljetusmuoto. Meriliikenne on myös lentokuljetusta huomattavasti edullisempaa, vaikka otettaisiin huomioon vaihtelevat valuuttakurssit sekä rahansiirtomaksuista maksettavat palkkiot kuljetusyhtiöille. (Gefco i.a.) Tilastollisesti meriliikenne on ympäristöä vähiten vahingoittava liikennemuoto, kun huomioon otetaan sen tuotantoarvo. Meritse kulkee noin 90 prosenttia maailmankaupasta. (International Maritime Organization i.a.g.)

Laivaliikenne on kasvanut koko ajan, aina sen syntyajoilta asti. Esimerkiksi vuosien 1992 ja 2013 välillä kasvua oli tapahtunut 300 prosenttia. Meriliikenne kasvaa edelleen vuosittain 2–3 prosenttia. Liikenteen lisääntyessä, myös alusten koko ja kapasiteetti kasvavat jatkuvasti. Aluksilla on siis mahdollista kuljettaa aina vain enemmän tavaraa suuren kysynnän vuoksi. (WWF i.a.)

Merirahtiliikenne voidaan jakaa karkeasti kahteen eri tyyppiin. Nestemäinen rahti, kuten öljy ja öljytuotteet, ja kuivarahti bulkkitavarana. Kuivarahdin viisi tärkeintä lastia ovat rautamalmi, hiili, vilja sekä fosfaatit ja boksiitti. Muuta kuivarahtia kuljetetaan yleensä pienempiin kuljetusyksiköihin pakattuna, kuten rehut ja lannoitteet. (World Ocean Review 2010.)

3.1 Meriliikenteen historiaa

Merenkulku ja tavaroiden kuljettaminen meritse on ollut maailmanlaajuisen kaupan hallitsija jo Egyptin rannikko- ja jokipurjelaivojen ajoilta noin 3200 eaa. 1500-luvulla Euroopan siirtomaavallat, pääasiassa Espanja, Portugali, Englanti, Alankomaat ja Ranska perustivat ensimmäisenä luotettavan maailmanlaajuisen merikauppaverkoston. Suurin osa meriliikenteestä keskittyi tuolloin Välimeren, Intian valtameren pohjoisosan, Tyynenmeren Aasian ja Pohjois-Atlantin ympärille. Kauppatavaroiden saatavuus oli suurin meriverkostojen perustamisen päävoima ja on sitä edelleen. (Rodrigue & Notteboom 2020.)

Kauppaverkostot laajenivat huomattavasti 1800-luvulla höyrykoneen kehityksen myötä, sillä alukset eivät enää olleet hallitsevien tuulien armoilla. Merenkulku lisääntyi höyrykoneiden yleistyessä ja Suezin kanavan avaamisen yhteydessä 1800-luvun jälkipuoliskolla Tyynenmeren alueelle ja sen yli. (Rodrigue & Notteboom 2020.)

Kansainvälisen kaupan muutokset ja merikaupan sekä kansainvälisen kaupan yhdistyminen kasvattivat merenkulun räjähdysmäisesti 1900-luvulla. Kauppasuhteiden tukemisen aiheuttavat vaatimukset ovat merikuljetuksia ohjaava tekijä. Kauppasuhteisiin vaikuttavat meriliikennekapasiteetti ja muutokset merenkulkupalvelujen kokoonpanossa. Täten kaupan ja meriliikenteen valmiuksien välillä on vastavuoroisuus. Vuodesta 2008 lähtien meriliikenteen osuus maailmankaupasta on ollut noin 90 prosentin luokkaa määrältään ja 70 % arvoltaan. Meriliikenne on omistukseltaan ja toiminnaltaan yksi maailman globalisoituneimmista toimialoista. (Rodrigue & Notteboom 2020.)

3.2 Meriliikenne suomessa

Suomen kansantalous on riippuvainen merenkulusta, sillä suurin osa suomen viennistä ja tuonnista kulkee meriteitse. Suomi on myös pitkään investoinut tärkeän meritien toimintavarmuuteen. (Suomen Varustamot i.a-a). Merenkulku sekä meriteollisuuden ala on Suomessa merkittävä. Alalla työskentelee yhteensä noin 50 000 henkilöä. Luku kattaa meriteollisuuden, satamien sekä varustamoiden ja näiden verkostoiden työntekijät. (Pajunen 2020.) Suomen ulkomaankaupan rahdista noin 83 prosenttia kulkee meriteitse. Esimerkiksi suomeen tuoduista elintarvikkeista noin 95 prosenttia kuljetetaan meriteitse. Myös risteilymatkailun suosio on lisääntynyt selkeästi edellisiin vuosikymmeniin verrattuna. (Monnonen 2018.)

Yksi maailman vilkkaimmin liikennöidyistä merialueista on Itämeri. Itämerellä liikkuu jatkuvasti keskimäärin 2000 alusta. Liikenne Itämerellä on kasvanut tasaisesti edellisinä vuosikymmeninä ja kasvun odotetaan jatkuvan myös tulevaisuudessa. (Itämeri nyt 2020.)

4 MERILIIKENTEEEN AIHEUTTAMAT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Laivayhtiöillä on kovat paineet suorittaa tavarantoimitus nopeasti, sekä mahdollisimman halvalla. Kaikki yhtiöt eivät välttämättä ole tietoisia keinoista, joilla voisivat vähentää riskiä törmäykseen valaiden kanssa, tai siitä kuinka vähentää moottorista aiheutuvaa melua. On olemassa myös ihmisiä sekä yhtiöitä, jotka voivat kokea muutokset liian kalliiksi tai hankaliksi toteuttaa, ja näin ollen he aiheuttavat samoja riskejä ympäristölle kerta toisensa jälkeen. (WWF i.a.)

Suurimpina ympäristöongelmina voidaan todeta hiilidioksidipäästöt, päästöt vesistöihin sekä kiinteät jätteet (Räsänen 2020). Hiilidioksidi- metaani- ja dityppioksidipäästöjen sekä jätteiden lisäksi meriliikenne aiheuttaa ympäristölle suuren skaalan myös muitakin haittoja. Laivaliikenteessä tosin on jo otettu vuosien saatossa suuria harppauksia ympäristöystävällisempään suuntaan. (Monnonen 2018.)

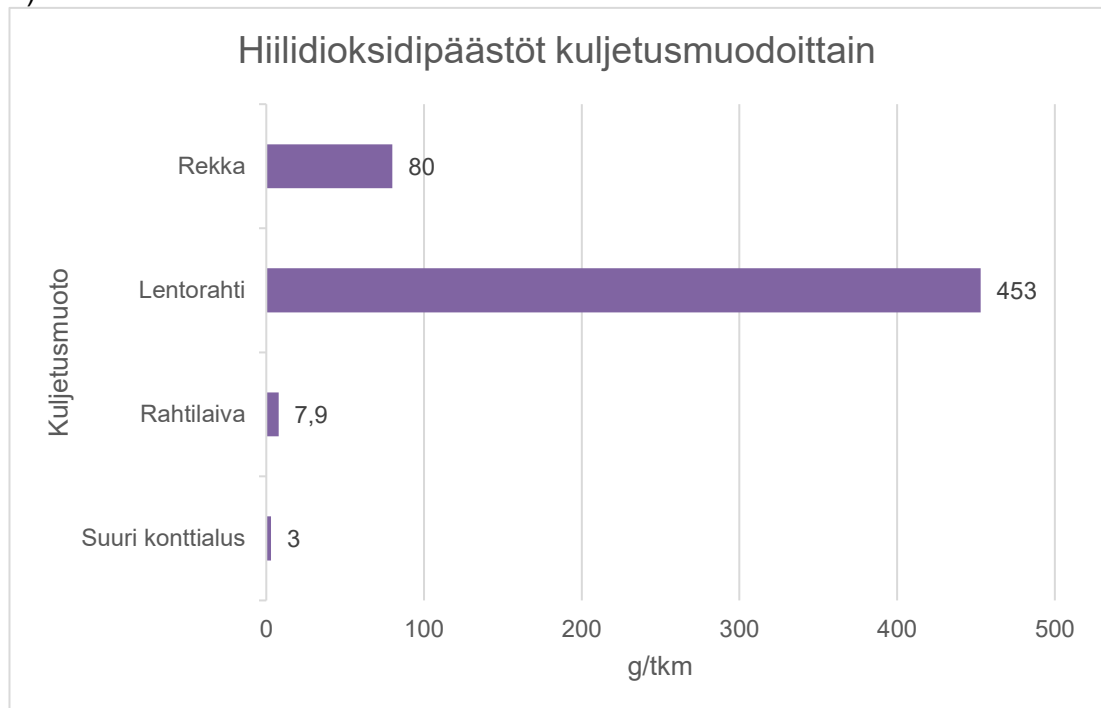
4.1 Päästöt

On ennustettu, että laivaliikenteen päästöt kasvaisivat tulevaisuudessa, johtuen laivaliikenteen lisääntymisestä. Kuitenkin kiristyvät ympäristömääräykset sekä kehittyvä teknologia ohjaavat merenkulkua jatkuvasti ympäristötehokkaampaan suuntaan. (Monnonen 2018.)

Laivaliikenteen käyttämää rikkipitoista polttoainetta ja niistä aiheutuvia typpipäästöjä kritisoidaan runsaasti ympäristön saastuttajana. Laivojen polttoaineen rikkipitoisuus Suomessa on kuitenkin lähes dieselpolttoaineen tasolla, tähän on päästy useiden jalostusprosessien sekä rikkipesureiden ansiosta. (Monnonen 2018.) Rikkipäästöjä on kitketty vuodesta 2015 lähtien EU-direktiivillä, jotka asettavat rikkipäästöille rajat kaikilla maailman merillä, sekä alhaisempia tietyille merialueille kuten Itä- ja Pohjanmerelle. Rajoitusten tavoitteena on parantaa ilmanlaatua sekä meriympäristön tilaa. (Räsänen 2020.)

Suomesta peräisin olevista typpipäästöistä vain noin kolme prosenttia syntyy merenkulusta. Vuonna 2010 meriteitse kuljetettiin 85 prosenttia rahdista, mutta kokonaispäästöistä meriliikenteen osuus oli vain 37 prosenttia. Jos merikuljetuksia lopetettaisiin tai korvattaisi muilla kuljetusmuodoilla, kasvaisivat kuljetusten kokonaisvaikutukset

ympäristöön runsaasti. (Monnonen 2018.) Merenkulun hiilidioksidipäästöt ovat kuitenkin verrattain pieniä, kun sitä verrataan muihin kuljetusmuotoihin (Suomen Varustamot i.a-b).



Kuvio 1. Hiilidioksidipäästöt kuljetusmuodoittain (Suomen Varustamot i.a-b).

4.1.1 Pakokaasupesuri

Vuonna 2020 IMO asetti uudet säännökset alusten polttoaineiden rikkipitoisuuteen. Sallittu rikkipitoisuus laski 3,5 prosentista 0,5 prosenttiin (Varova 2019). Pakokaasupesuri on tällä hetkellä yksi tehokkaimmista tavoista päästä direktiivin määrittämiin pitoisuuksiin (Räsänen 2020). Pakokaasupesurin toiminta perustuu siihen, että moottorista tuleva pakokaasu ohjataan pesukammioiden läpi, jotka sisältävät vesisumua. Pakokaasussa oleva rikkisaaste reagoi vesisumun kanssa. Pesurivesi absorboi rikkipäästöjä sekä muita hiukkasia pakokaasusta, jotka muuten vapautuisivat osana pakokaasuvirtaa. Pesurivesi voidaan lopulta päästää mereen, jossa meriveden luonnollinen alkalisuus neutraloi sen, tai johtaa jätevesisäiliöön, josta se tyhjennetään satamaan. (Yara marine i.a.)

Monet tekniikan alan yritykset ovat kehittäneet skrubbereita eli pakokaasupesureita. Yksi näistä on piikkiöläinen perheyritys Langh Tech. Langh Tech:in pakokaasupesuria alettiin kehittää jo vuonna 2011, jotta se olisi valmis direktiivin astuessa voimaan. He halusivat nimenomaan suljetun kierron pakokaasupesurin, josta jätevettä ei lasketa mereen vaan se jätetään satamaan. Langh:in pakokaasupesurien jätemassa on hyvin kiinteää, jonka

vuoksi se voidaan kuljettaa Riihimäelle poltettavaksi. Vetsellä jätemassalla ei ole min-käänlaista energia-arvoa, jolloin jätteen käsittelystä pitää laskuttaa enemmän. (Räsänen 2020.)

4.2 Jätteet ja roskaaminen

Satamat ovat velvollisia ottamaan vastaan kiinteät jätteet aluksilta, sekä laivoilla velvollisuus jättää ne satamaan. Aluksilla myös dokumentoidaan tarkasti tuotetun jätteen määrä, sekä satamaan jätetty määrä. Esimerkiksi Helsingissä alusten jättämä jätevesi ohjataan jätevedenpuhdistuslaitokselle. (Monnonen 2018.) Tästä huolimatta valtameret tulvivat kemikaaleja ja roskaa (National Geographic Society 2019).

Helsingin satamissa on käytössä ”no special fee”- jätejärjestelmä, joka perustuu siihen, että alusjätemaksu kattaa kaiken laivalla syntyvän jätteen, elintarvikejätteistä jätevesiin. Tarkoituksena on kannustaa laivoja jättämään jätteensä satamaan. Kuitenkin haitallisia aineita sisältävästä pakokaasupesurin jätemassasta peritään erillinen maksu käsittelykulujen mukaan. (Räsänen 2020.)

4.3 Lastiruuman puhdistus ja likaveden päästäminen mereen

MARPOL:in 1.1.2013 lisätty liite säättää rahdinantajalle velvollisuuden lastin luokittelusta. Luokittelulla määritellään voiko lastiruuman puhdistuksessa käytetyn likaveden päästää meriveteen. Rahdinantajan on siis luokiteltava rahdittava aine sen mukaan, onko sen jäämät pesuedessä haitallisia meriympäristölle. Meriympäristölle haitallisen aineen puhdistukseen lastiruumassa käytettyä vettä ei saa päästää meriveteen, vaan se tulee tyhjentää satamassa jätevesien mukana. Satamilla on velvoite ottaa vastaan ruuman pesusta jäävä jätevesi. (Safety 4 sea 2013.)

Aineiden, joita ei ole luokiteltu meriympäristölle haitallisiksi, pesussa käytettävän veden saa päästää meriveteen tietyin ehdoin. Lastijäämiä ei milloinkaan saa purkaa alle 12 merimailin päähän lähimmästä maasta tai jäälautasta, eikä MARPOL:in määrittelemillä merialueilla (Välimeri, Itämeri, Musta meri, Pohjanmeri, Punainenmeri, Etelämantereen alue, Karibia, Persian lahti, Adenin lahti & Omanin lahti). Lastijäämien purkaminen mereen on kuitenkin sallittua myös näillä alueilla, jos aluksen sekä määrä -että lähtösatama sijaitsevat alueen sisällä, eikä reitti kulje erityisalueiden ulkopuolella ja jos satamasta

puuttuu tarvittavat jätevedenpoistolaitteistot. Näissä erityistapauksissa meriympäristölle haitallisten aineiden lastijäämät tulisi päästää meriveteen mahdollisimman kaukana merellä, kuitenkin aina vähintään 12 merimailin päähän lähimmästä jäälautasta tai maasta. (Safety 4 sea 2013.)

4.4 Painolastivesi ja vieraslajit

Vieraslajit ovat suuri uhka meriekosysteemeille. Meriliikenne on näille yleisin kulkureitti uusiin ympäristöihin. Ongelma on kasvanut viime vuosikymmeninä, etenkin alusten teräsrunkojen myötä, sillä sen myötä alukset voivat käyttää painolastinaan vettä kiinteiden materiaalien sijasta. Vieraslajit ovat aiheuttaneet tuhoja monilla maailman alueilla. Ongelma tulee luultavasti suurenemaan vielä, sillä meritse käytävän kaupan määrä kasvaa edelleen. (International Maritime Organization i.a-c.)

Laivoihin lastataan painolastivettä aluksen vakauden takaamiseksi. Painolastivesi voi kuitenkin sisältää tuhansia vesi- ja merimikrobeja, kasveja ja eläimiä. Nämä kulkeutuvat painolastiveden mukana tuhansien kilometrien päähän ympäri maailmaa. Kun alus saapuu määränpäähän ja laskee painolastivedet satamaan, vapauttaen samalla mukana kulkevat kasvit, eläimet ja mikrobit niille tuntemattomaan ekosysteemiin. Nämä lajit saattavat pahimmissa tapauksissa tuhota paikallista ekosysteemiä, jopa syrjäyttäen sen omat lajit sukupuuttoon asti. (International Maritime Organization i.a-a.)

IMO:n painolastivesiä koskevan yleissopimuksen mukaan kaikkien kansainvälisessä liikenteessä olevien alusten on käsiteltävä painolastivesi ja sedimentit tiettyjen standardien mukaisesti, aluskohtaisen painolastiveden hoitosuunnitelman mukaan. Kaikilla aluksilla on oltava painolastiveden rekisterikirja sekä kansainvälinen painolastiveden käsittelytodistus. Uusien alusten tulee täyttää painolastiveden käsittelystandardit. Nykyisten alusten tulisi vaihtaa painolastivesiä keskellä merta. Lopulta niiden on myös täytettävä standardit, joka tarkoittaa sitä, että useimpien alusten on asennettava alukseen painolastiveden käsittelyjärjestelmä. (International Maritime Organization i.a-a.)

4.4.1 Esimerkkejä haitallisista vieraslajeista

Undaria pinnatifida

Aasian rakkolevä, joka tunnetaan paremmin nimellä wakame. Wakame on syötävä merilevälaji, jota käytetään yleisesti japanilaisessa sekä korealaisessa keittiössä. Wakame on kotoisin Japanin, Korean ja Kiinan kylmävesirannikoilta, mutta painolastivesien mukana se on löytänyt tiensä myös Uuteen-Seelantiin, Iso-Britanniaan, Ranskaan, Espanjaan, Italiaan, Argentiinaan, Australiaan, Meksikoon sekä Yhdysvaltoihin. Näissä maissa on käytössä aggressiivisia toimia kasvin poistamiseksi satamista ja rannikoilta. (International Maritime Organization i.a-a.)

Vibrio cholera

Kolerabakteerin ensisijainen kasvupaikka on jokialueiden lähellä sijaitsevat satama-alueet, etenkin maissa, joissa puhtaanapito on heikkoa ja vesi on rankasti jäteveden saastuttamaa. Erityisesti trooppisissa maissa *V. cholera*-bakteerit kiinnittyvät planktoneläinten kuten hevosjalkaisten ja muiden eläinplanktonien pintoihin, vesikasveihin sekä äyriäisiin. Kiinnittymällä näihin vesipohjaisiin mikroskooppisiin organismeihin, bakteerit voivat päästä painolastivesiin ja niiden mukana siirtyä uusille alueille ympäri maailmaa. Bakteerien O1- ja O139-kannat voivat juomaveteen joutuessa aiheuttaa koleraa ihmisissä. (International Maritime Organization i.a-a.)

Carcinus maenas

Eurooppalainen vihreä rapu on löytänyt tiensä alkuperäisestä elinympäristöstään koillis-Atlantilta ja Itämereltä Antipodeihin, Etelä-Afrikkaan, Etelä-Amerikkaan sekä Pohjois-Amerikan Atlantin ja Tyynenmeren rannikolle. Vihreä rapu on lihansyöjä, joka syö simpukoita, ostereita sekä kotiloita. Lajin kotoutuminen Yhdysvaltoihin 1950-luvulla, on siitä lähtien maksanut amerikkalaiselle kalastusteollisuudelle miljoonia dollareita, sillä vihreä rapu saalistaa ruuakseen esimerkiksi kampasimpukoita ja muita kaupallisesti tärkeitä äyriäisiä. Alkuperäisten lajien saalistamisen lisäksi, vihreä rapu voittaa muut lajit ravinnon etsimisessä, ja sen on mahdollista lisääntyä suurina määrinä. (International Maritime Organization i.a-a.)

Asterias amurensis

Pohjoisen Tyynenmeren meritähti on Japanista, Pohjois-Kiinasta, Koreasta ja Kaukoidän Venäjältä kotoisin oleva meritähti. Laji sietää monia lämpötiloja ja laajan skaalan eri suolapitoisia vesiä. Useimmiten meritähteä esiintyy suistoissa ja vuorovesialueilla. Naaras kutee heinä-lokakuun välisenä aikana jopa 20 miljoonaa munaa, jotka kuoriutuvat ja elävät planktonisia toukkina jopa 180 päivää. Laji onkin levinnyt alkuperäisestä elinympäristöstään Kaakkois-Australiaan ja Tasmaniaan painolastivesien mukana kulkevien toukkien vuoksi. Australian rannikoilla meritähti aiheuttaa eniten haittaa, sillä se käyttää ravinnokseen uhanalaisen okakrotrin munia. (International Maritime Organization i.a-a.)

4.5 Aluksien aiheuttama aaltovaikutus

Aaltovoima aiheuttaa rannikoille eroosiota. Maalla ja rannoilla sijaitsevat järjestelmät voivat altistua eroosiolle virtausten sekä aaltojen muutosten vuoksi. Aallon amplitudi vaikuttaa eroosion vakavuuteen. Vaikka aalloista voidaan tuottaa esimerkiksi sähköä ilman kasvihuonekaasuja tai muita ilmansaasteita. Aallot vaikuttavat negatiivisesti meriympäristöön. (Alternative Energy Tutorials i.a.)

Alusten aiheuttamat aallot eroavat huomattavasti luonnonaallokosta. Luonnonaallokot syntyvät tuulen puhaltaessa pitkin veden pintaa samalla vapauttaen liike-energiaa veteen, joka saa veden liikkumaan. Kun sileä vedenpinta rikkoutuu, tuuli pääsee tarttumaan vedenpinnan epätasaisiin kohtiin, jolloin vesi alkaa aaltoilla. Aallossa vesipartikkelit liikkuvat paikallaan ellipsin tai ympyränmuotoista orbitaalia pitkin. (Liikennevirasto 2018.)

Usein alusten aallot ovat luonnonaaltoja pitkäkestoisempia ja nopeampia. Niiden vaikutus myös yltää luonnonaaltoja syvemmälle vesipatsaassa. Alusten aallot aiheuttavat suuremman energian rannoille, kuin luonnonaallot, jonka vuoksi enemmän rapautumista, eroosiota ja maa-aineksen kulkeutumista tapahtuu. On todettu, että esimerkiksi Airistolla alusten aiheuttamat aaltovaikutukset eivät eroa luonnonaallokon vaikutuksista yli 10 m/s tuulenopeudella. (Liikennevirasto 2018.)

Kelvinin aaltoteorian mukaan alusta voidaan pitää yksittäisenä painepisteenä, joka kulkiessaan veden pinnassa aiheuttaa aaltoja. Aluksen kulkiessa aaltoja muodostuu teorian mukaan kahdenlaisia, kulkusuuntaan nähden poikittaisia aaltoja ja aluksesta eroavia aaltoja muodostuu aluksen taakse. Aaltojen nopeus sekä aaltoväli ovat suhteessa aluksen

nopeuteen. Poikittaisten aaltojen periodi on noin kolmannes ja erkanevien noin neljännes laivan nopeudesta solmuina. Eroavat aallot muodostavat noin 35,3 asteen kulman aluksen liikesuuntaan nähden. Poikittaisten ja eroavien aaltojen aallonharjat kohtaavat suoralla, joka muodostaa noin 19,5 asteen kulman aluksen liikesuunnan kanssa. (Liikennevirasto 2018.)

Alusten aallot aiheuttavat meriympäristöön monia välittömiä vaikutuksia, mutta myös pitkäkestoisia. Alusten aiheuttamat fysikaaliset vaikutukset pitävät sisällään esimerkiksi rapautumisen sekä eroosion ja veden lisääntyneen sameuden etenkin matalimmilla vesillä. Aallot sekä pohjanlähteiset virtaukset kuluttavat merenpohjaa alueilla, joissa pohja-aineksen lujuus on heikompi kuin veden liikkeen kulutusvoima. (Liikennevirasto 2018.) Matalilla vesialueilla alusten potkurivirrat aiheuttavat ravinteiden kumpuamisen syvältä pintaan (Suomen Varustamot i.a-c).

4.6 Melu, kaiku ja tärinä

Merenkulun lisääntymisestä aiheutuvaa vedenalaisen melun lisääntymisestä on raportoitu useilla alueilla ympäri maailman. Merinisäkkäillä äänellä on tärkeä rooli niiden elämän toiminnoissa, jonka vuoksi tutkimus aiheesta on lisääntynyt 2000-luvun jälkeen runsaasti. (Erbe ym., 2019.)

Useat tutkimukset osoittavat, että rahtialusten vedenalaisella melulla on negatiivisia vaikutuksia meren elämään. Vaikutukset voivat olla lyhytaikaisia tai pitkäikäisiä. Erityisesti negatiiviset vaikutukset näkyvät merinisäkkäissä. Ensimmäisen kerran aihe nousi esiin IMO:ssa vuonna 2004, jolloin todettiin, että jatkuva ihmisperäinen melu meressä syntyy pääasiassa merenkulusta. Mutta koska alukset ylittävät jatkuvasti kansainvälisiä rajoja, ongelman ratkaiseminen vaatii kansainvälistä yhteistyötä. Vuonna 2008 MEPC päätti laatia erilaisia teknisiä ohjeita, joiden avulla pystyisi minimoimaan kaupallisen merenkulun aiheuttaman satunnaisen melun pääsyä meriympäristöön ja näin vähentää haitallisia vaikutuksia meren elämään. (International Maritime Organization i.a-h.)

IMO on hyväksynyt vuonna 2014 ohjeen koskien kaupallisen merenkulun vedenalaisen melun vähentämistä. Ohjeen tarkoitus on kiinnittää enemmän huomiota keinoihin, joilla voidaan vähentää merenkulun haitallisia vaikutuksia meren elämään. Ohjeessa keskitytään vedenalaisen melun ensisijaisiin lähteisiin, joita ovat potkurit, rungon muoto, sekä

koneet. Tämän lisäksi kiinnitetään huomiota erilaisiin käyttö- ja kunnossapitosuosituksiin, kuten rungon puhdistukseen. (International Maritime Organization i.a-h.)

Suurin osa vedenalaisesta melusta aiheutuu potkurin synnyttämästä kavitaatiosta (International Maritime Organization i.a-h). Kavitaatiossa vesi alkaa kiehua, kun paine laskee (Haapakoski 2011). Potkurit aikaansaavat paikallisen alipaineen veden liikkeessä potkurin siiven yli, joka muodostaa ja tuhoaa vesihöyryonteloita. Kavitaatio aiheuttaa laajakaistamelua, sekä erillisiä piikkejä terän aiheuttaman harmoniseen äänitaajuusspektriin. (International Maritime Organization i.a-h.) Kavitaatiosta johtuva ääni voi kuulua ritinä tai terävinä iskuina turbiinin sisällä (Haapakoski 2011). Myös alusten kyydissä oleviin koneisiin liittyvät kysymykset on otettu huomioon. Ohje sisältää määritelmiä sekä vedenalaisen melun mittaamisessa käytettäviä standardeja. (International Maritime Organization i.a-h.)

Ohjetta hyväksyttäessä tiedettiin, että tietämys aiheesta oli puutteellista, ja että kysymys meriympäristön melutasoista ja eri lähteiden osuus oli monimutkainen. Joten ennen tavoitteiden asettamista tutkimuksia erityisesti aluksista lähtevän vedenalaisen äänen mittaamiseen ja raportointiin oli tehtävä. (International Maritime Organization i.a-h.)

Vedenalainen melu ja sen vaikutukset on otettu huomioon esimerkiksi IMO:n hyväksyillä ”Eriyisen herkillä merialueilla” (PSSA). Näiden alueiden on katsottu tunnustetun ekologisen, sosioekonomisen tai tieteellisen merkityksen vuoksi ansaitsevan erityistä suojelua. PSSAan kuuluvat myös alueet, jotka ovat erityisen alttiita alusten aiheuttamille vaurioille. Merielämän suojelemiseksi PSSA:n lisäksi voidaan ehdottaa hyväksyttäväksi uusia alusten reititystoimenpiteitä. IMO:n reititystoimenpiteet valaiden sekä muiden suurten merieläinten ja laivojen törmäämisen ehkäisemiseksi aiheuttavat myös myönteisen vaikutuksen vedenalaisen melun vaikutusten vähentymisenä. (International Maritime Organization i.a-h.)

72. istunnossaan huhtikuussa 2018 MEPC pani merkille useita ehdotuksia suhteessa vedenalaiseen meluun. Lisätutkimuksen tarve kirjattiin ylös, jotta ymmärrettäisiin paremmin merenkulun vedenalaisen melun vaikutuksia, verrattuna muista lähteistä aiheutuvaan vedenalaiseen meluun. Jäsenvaltioita kannustetaan jatkamaan omien kokemustensa jakamista merenkulun aiheuttaman vedenalaisen melun vähentämisestä. (International Maritime Organization i.a-h.) Vedenalainen melu kantautuu erittäin pitkälle. Melun hallinta vaatii kansainvälistä yhteistyötä. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2017.)

Kun melu ylittää huomattavasti luonnollisen äänimaiseman, se voi aiheuttaa haittoja jopa kokonaisille eläinpopulaatioille. Merinisäkkäillä on havaittu häiriötä viestimisessä, sekä muutoksia käyttäytymisessä. Joissakin tapauksissa on havaittu jopa fyysisiä vaurioita. Samoja haittavaikutuksia on todettu myös kaloilla. Kalat ja merinisäkkäät käyttävät ääntä viestimiseen, petojen välttämiseen sekä parittelukumppanien etsintään. Merinisäkkäät käyttävät ääntä myös ravinnon etsimiseen. Eri vuodenaikoina melun vaikutus näkyy eri tavoin. Erityisesti talvella ääni etenee voimakkaasti, sillä veden lämpötilan ja suolaisuuden kerrostuneisuus muodostaa suuria eroja äänennopeuteen, joka edelleen vaikuttaa äänen kulkeutumiseen. (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2017.)

Vedenalainen melu aiheuttaa merinisäkkäillä häiriötä navigoinnissa. Melu saattaa estää valaiden kommunikoinnin kokonaan. Navigoinnin häiriintyessä ja viestinnän puuttuessa valaat hämmentyvät sekä voivat joutua erilleen muusta laumasta. Pitkäaikainen kovalle melulle altistuminen aiheuttaa valailla myös kuulon heikkenemistä sekä vammautumista. Välttellessään vedenalaista melua, valaat hakeutuvat pois alueilta, joilla on runsaasti ruokaa tai jotka ovat rauhallisia ja tarjoavat suojaa poikasten hoitoon. Tämän vuoksi valaat ja niiden poikaset saattavat menettää mahdollisuuden kunnolliseen ravintoon ja lepoon. Tämä vaarantaa niiden pitkän aikavälin selviytymisen. (WWF i.a.)

Laivoista lähtevät äänitaajuudet häiritsevät delfiinien kommunikaatiota niin paljon, että delfiinit ovat joutuneet muuttamaan kommunikaatiossaan käyttämää taajuutta pystyäkseen kommunikoimaan lajitovereidensa kanssa meren äänisaasteessa. Ennen meriliikenteen yleistymistä suurvalaiden oli mahdollista kommunikoida tuhansien kilometrien päähän, etenkin sukeltamalla kilometrin syvyydessä sijaitsevaan suolakerrokseen, joka toimii äänelle kuin valokuituna. (Hämeen Sanomat 2016.)

Suuret merinisäkkäät, kuten valaat ovat riippuvaisia äänistä. Valaat käyttävät ääntä suunnistaakseen, sekä ravinnon etsimiseen. Vedenalainen äänimaisemaan kuulumaton melu saattaa aiheuttaa valaille, stressiä ja paniikkia. Melu voi myös vahingoittaa valaiden kuuloa. Meriliikenteestä syntyvää meluhaittaa ja sen aiheuttamaa tuhoa voidaan vähentää esimerkiksi hidastamalla alusten vauhtia ja välttämällä herkkiä merialueita. (WWF Suomi 2018.)

4.7 Alusten törmäminen suuriin merinisäkkäisiin

Valaiden ja alusten törmäykset ovat yleisimpiä alueilla, joilla merenkulkureitit kulkevat valaisen elinympäristön päältä, esimerkiksi Santa Barbaran kanavalla monien uhanalaisien valaiden elinympäristössä sijaitsee myös kulkuväylä tuhansille rahtialuksille, jotka matkaavat Long Beachin sekä Los Angelesin vilkkaisiin satamiin ja pois sieltä. Törmäyksiä ehkäisemiseksi on perustettu hitaan nopeuden vyöhykkeitä riskialueille, mutta niistä huolimatta törmäykset ovat olleet kasvussa viime vuosina. (The Revelator 2020.) Tutkijat ovat arvioineet, että vain noin 5–17 prosenttia kaikista törmäyksistä tulee ilmi. Jos rannalle huuhtoutuu 13 valaan ruhoa, todennäköisesti törmäysten määrä on lähempänä 130 kappaletta. (The Revelator 2020.)

Luultavasti tehokkain tapa vähentää ja ehkäistä valaiden törmäämistä aluksiin, on siirtää laivaväylät pois alueilta, jossa tiedetään olevan suurien valaskantojen elinympäristöä (The Revelator 2020.) IMO on hyväksynyt useita reititystoimenpiteitä, joiden tarkoitus on suojella valaita ja muita merinisäkkäitä alusten törmäyksiltä varsinkin pesimäkaudella. Tämä on toteutettu pitämällä alukset pois tietyiltä alueilta. (International Maritime Organization i.a-h.) Valitettavasti on alueita, joissa laivaväylää on mahdotonta siirtää. Tällöin nopeuden hidastaminen on paras vaihtoehto. Aluksen vauhdin hidastuminen antaisi valaille enemmän aikaa poistua laivan väylältä ja tekisi mahdollisista törmäyksistä vähemmän vahingoittavia valaille. Törmäysten tappavuus vähenisi. (The Revelator 2020.)

Useat maailman vilkkaimmista merenkulku- tai lauttareiteistä osuvat alueille, joilla valaat lisääntyvät ja hoitavat poikasiaan. Alusten kulkiessa näiden alueiden läpi, aiheuttavat ne merkittävän törmäys- ja loukkaantumisvaaran valaille, sillä ne eivät ehdi poistumaan aluksen tieltä ajoissa. Törmäys aluksen kanssa voi olla valaalle myös tappava. Törmäminen alusten kanssa on yksi suurimmista kuolinsyistä myös esimerkiksi uhanalaisille Pohjois-Atlantin pohjanmustavalaille, joita on jäljellä enää alle 500 kappaletta vuosisatojen valaanpyynnin jälkeen. (WWF i.a.)

4.8 Onnettomuudet

Viime vuosina varsinkin konttialusten onnettomuudet ovat olleet esillä. Useimmiten kyseessä on tulipalo- tai konttipinojen kaatumisonnettomuus. Merillä tapahtuvat onnettomuudet ovat erityisen haastavia, sillä pelastus ja sammutustyöt ovat ympäristön vuoksi

haasteellisia. Tutkimusten mukaan konttialusten tulipaloja tapahtuu merillä keskimäärin 60 päivän välein. Onnettomuuksien mahdollisia seurauksia voivat olla ympäristökatastrofien lisäksi, ihmishenkien tai yrityksen maineen menetys. (Guvenius 2021.)

Vuosittain merillä liikkuu noin 1,3 miljoonaa epävakaata vaarallisten aineiden konttia. Näiden lisäksi väärin ilmoitettuja kontteja liikkuu suuri määrä. Yleisesti väärin ilmoitetut kontit sisältävät vaarallista ainetta, joka voi olla esimerkiksi helposti syttyvää ainetta. Tällaiset kontit sijoitettuna väärään paikkaan aluksella, voivat aiheuttaa vaarallisia kemiallisia reaktioita, suuria onnettomuuksia tai tehdä esimerkiksi sammutustyöstä onnettomuustilanteessa lähes mahdotonta. (Guvenius 2021.)

Ulkoiset ja teknilliset tekijät tuovat omat riskinsä onnettomuuksien hallintaan. Alukseen ja lastiin kohdistuva rasitus erilaisista ulkoisista voimista luetaan ulkoiseksi tekijäksi. Alus ja lasti voivat joutua kovienkin rasitusten kohteeksi kovien tuulten ja aallokon myötä. Laitamatkat myös kestävät pitkään, joten rasitus saattaa olla myös pitkäaikaista. Erilaisten merialueiden vaikutus lastiin tulisi ottaa huomioon merikuljetuksien suunnittelussa. Aluksen kunnosta, elektroniikan tai koneiston viasta, tulipalovaarasta tai räjähdyksestä aiheutuvat riskit kuuluvat teknillisiin tekijöihin. Näihin lasketaan esimerkiksi vaarallisten aineiden konttien tulipalot sekä aluksen rungon väsyminen sen ikääntyessä. (Guvenius 2021.)

Ilmastonmuutos vaikuttaa myös merikuljetuksiin. Säätilan ääri-ilmiöiden lisääntyessä myös merenkäynti hankaloituu kovan merenkäynnin vuoksi. Onnettomuuden syntyyn kuitenkin useimmiten syy on inhimillinen virhe. Inhimilliset tekijät vaikeisiin sääoloihin yhdistettynä aikaansaavat tuhoisia onnettomuuksia. Esimerkiksi huonosti sidottu tai varmistettu kontin sisältö tai kontin heikko kiinnitys alukseen. Inhimilliset virheet sattuvat usein virhearvioiden tai tietämättömyyden seurauksena, mutta inhimillisiä virheitä aiheuttaa myös ihmisten välinpitämättömyys ja huolimattomuus. Virheisiin altistaa muun muassa väsymys, kiire tai päihteiden käyttö, joita voidaan minimoida työhyvinvoinnin ylläpidolla. (Guvenius 2021.)

Onnettomuuden jälkeen suoritetaan usein onnettomuustutkinta. Tutkinnan tarkoituksena on selvittää onnettomuuteen johtaneet syyt. Kaikkiin onnettomuuksiin ei aina löydetä yksiselitteistä syytä. Kyseessä voi olla eri tapahtumien huono yhteensattuma. Onnettomuustutkintojen avulla pystytään myös perehtymään syihin tarkemmin, jotta tulevaisuudessa pystytään toimimaan turvallisemmin. Onnettomuuksien ehkäisemiseksi on

tärkeää tutkia, millä toimilla merikuljetuksista voidaan tehdä turvallisempia. (Guvenius 2021.)

Erittäin tärkeää olisi, että jo kontin kuormaajalla olisi siihen tarvittava ammattitaito ja ymmärrys minkälaisia voimia kuormaan saattaa kohdistua kuljetuksen aikana. Tavara tulee lastata konttiin niin, että se kestää pitkänkin merimatkan vaativissa olosuhteissa. Kontin sisällä liikkuva tavara voi aiheuttaa kontin heilumista tai pahimmassa tapauksessa kontin rikkoutumisen. Myös kontin kiinnitys oikeaoppisesti alukseen on tärkeää. Vaarallisten aineiden kuljetusten kanssa tekemisissä olevien henkilöiden tulisi olla tähän tarkoitukseen koulutettuja, jotta heiltä löytyy tieto vaarallisiin aineisiin ja niiden kuormaamiseen liittyvistä laista ja säännöksistä. Kaikkien kuljetusketjun osapuolten tulisi yhdessä huolehtia vaarallisten aineiden oikeaoppisesta pakkaamisesta sekä dokumentoinnista. (Guvenius 2021.)

Niin kutsuttujen pimeiden konttien, eli väärin ilmoitettujen konttien, löytäminen olisi yksi askel kohti turvallisempaa merikuljetusta. Jotkin varustamot ovat alkaneet kehittämään profilointi algoritmeja, joiden avulla voidaan mahdollisesti tunnistaa väärin ilmoitettuja kontteja. Joillakin varustamoilla on myös käytössä sakkorangaistus lähettäjiille, jotka kuljettavat ilmoittamatonta vaarallista ainetta. Konttikuljetusten valvonnan lisääminen voisi lisätä konttialusten turvallisuutta. Tulevaisuudessa kontteihin olisi hyvä myös pystyä tekemään satunnaisia pistotarkastuksia, jotta pimeiden konttien kuljetus saataisiin minimoitua. (Guvenius 2021.)

4.8.1 Lastin putoaminen mereen

Konttipinoja kaatuu aluksilla jatkuvasti. Konttien menettämisen ennätys tehtiin vuonna 2020, kun rahtilaiva One Apus menetti noin 1800 konttia Tyynellä valtamerellä, jossa myös suurin osa konttien menetyksistä yleisesti tapahtuu. (Guvenius 2021.) Tilastollisesti ei ole yllättävää, että jokunen kontti häviää matkansa aikana. Merillä kulkee arviolta 25–40 miljoonaa konttia. Osa näistä katoaa vuosittain joko valvonnan puutteen tai vaikean merenkäynnin takia. Mutta mitä tapahtuu hävinneille konteille ja niiden sisältämälle lastille? (Cargo-partner i.a.)

Esimerkiksi vuonna 2019 lähetettiin yhteensä lähes 226 miljoonaa TEU:ta. Pitkään oli vaikea arvioida menetettyjen konttien määrää vuosittain. Arvio 10 000 kontin menettämisestä vuosittain vastaisi 27 kontin menettämistä päivittäin. Tämä on toki täysin

uskottava määrä, mutta todellisuus ei ole aivan näin paha. (Cargo-partner i.a.) Vuonna 2021 toukokuun puoleen väliin mennessä, mereen oli tippunut aluksilta yhteensä arviolta 1000 konttia. Tämä on suurin piikki yli seitsemään vuoteen. Raskaimmat tavarat uppoavat meren pohjaan, mutta kevyemmät esineet kelluvat. Tuhansia tonneja rahtia on pudonnut mereen, jonka seurauksena tavaraa on huuhtoutunut rannikoille kaukana onnettomuudesta. (Montanari 2021.)

Aluksilla ei ole minkäänlaista velvollisuutta ilmoittaa mereen pudonneesta lastista, ellei kyseessä ole vaarallista ainetta. Jälkikäteen on erittäin hankala estää pudonneen lastin vaikutuksia meriekosysteemeihin. Siinä vaiheessa on luultavasti jo liian myöhäistä puhdistukselle, kun lasti on jo pudonnut mereen, varsinkin tapauksissa, joissa näistä ei ilmoiteta. (Montanari 2021.) Mereen pudonneet kontit aiheuttavat suurta vaaraa ihmisille, eläimille sekä ympäristölle. Kontti saattaa esimerkiksi osua kelluessaan purjehtijaan ja näin aiheuttaa hengenvaarallisen onnettomuuden. Konteissa kulkevista aineista ja esineistä yksikään ei kuulu luontoon, kuitenkin konteista saattaa joutua mereen myös vaarallisia aineita sekä esineitä. (Gruvenius 2021.)

Konttien putoaminen mereen ei ole aina estettävissä. Vaikka tavarat olisi pakattu konttiin asianmukaisesti ja kontin kiinnitys alukseen varmistettu kunnolla sekä otettu huomioon konttien paino ja niiden pinoamismääräykset, konttipinot voivat kaatua esimerkiksi vaikean merenkäynnin tai törmäämisen vaikutuksesta. Yhden konttipinon kaatuminen saattaa myös aiheuttaa ns. domino efektin, jonka vuoksi kontteja menetetään määrällisesti enemmän. Joskus pelkästään kova myrsky on tarpeeksi aiheuttamaan konttien putoamisen. (Cargo-partner i.a.)

Maailman Merenkulkuneuvosto on toteuttanut yhdeksän vuotta kestävästä tutkimuksesta, jonka tarkoituksena oli tuottaa luotettavia lukuja menetettyjen konttien määristä. Tutkimusta tehtiin vuosien 2008–2016 välillä. Tänä aikana kontteja putosi mereen keskimäärin 568 kappaletta vuodessa. Tähän lukuun ei kuitenkaan sisällytetty aluksen uppoamisen, karille ajon tai haaksirikon johdosta menetettyjä kontteja. Jos tämänkaltaisten tapahtumien johdosta menetetyt kontit olisi laskettu mukaan, luku olisi 1582 konttia vuodessa. (Cargo-partner i.a.)

Lähiaikoina kontteja on pudonnut mereen ennätysmääriä. Yksi maailman suurimmista konttialuksista MSC Zoe, menetti 345 konttia Pohjanmerellä vuoden 2019 alussa. Menetetyt kontit sisälsivät televisioita, nukkeja sekä sandaaleja. Näitä tavaroita löydettiin tapahtuneen jälkeen rannoilta ympäri maailmaa. Tammikuussa 2021 Maersk

Essen menetti yhteensä 750 konttia Tyynellämerellä. Lähes heti jälkeen vuoden 2021 helmikuussa sen sisarlaiva Maersk Eindhovenilta putosi mereen noin 260 konttia. Vuoden 2020 joulukuussa ONE Apus teki konttien menettämisen ennätyksen, menettäessään yhteensä 1800 konttia. (Cargo-partner i.a.)

Kuka on sitten vastuussa pudonneista konteista ja mitä laki sanoo tähän? Liikennöintiin palkattu varustamo vastaa konteista, kunnes ne on luovutettu vastaanottajalle. Varustamoilla kuitenkin on vakuutuksia näitä tapauksia varten. Varustamon vastuuta rajaa myös yleensä tietty sovittu määrä kiloja pakkausyksikköä kohden. Tämän vuoksi myös asiakkaan kannattaa vakuuttaa kuljetettavat tavarat näiden riskien varalta. Kuljetusvakuutus korvaa tavarahan vahingoittumista sekä menettämistä vastaavan arvon vakuutusmäärän rajoissa. Pudonneiden konttien kuljettamaa tavaraa löytäessään ei aina voi omia sitä omakseen. Kuitenkin esimerkiksi Alankomaissa lain mukaan voit omia rantaan huuhtoutuneita tavaroita, mutta suljettua konttia ei saa mennä avaamaan. Kuitenkin esimerkiksi Saksan rannikoille huuhtoutuneiden tavaroiden omiminen on kuitenkin varastamista. (Cargo-partner i.a.)

Ajelehtivassa hylkytavarassa piilee vaara. Vaikka useimmat kontit pudotessaan uppoavat nopeasti meren pohjaan asti, osa konteista jää kuitenkin kellumaan pinnalle tai aivan pinnan alle. Kontit saattavat sisällöstä riippuen pysyä pinnalla päivistä viikkoihin. Useimmiten kylmäsäiliökontit kelluvat pisimpään, niiden eristävän kerroksen vuoksi. Ranskan rannikolla Atlantiin huuhtoutuneen kontin todistettiin kelluvan yli yksitoista kuukautta, ennen sen kiinnittymistä Iso-Britannian etelärannikolle. (Cargo-partner i.a.)

Sveitsiläinen meribiologi on arvioinut merillä kelluvien konttien määrän olevan vähintään 12 000 kappaletta. Luku on hälyttävä, sillä kelluvat kontit aiheuttavat suuren vaaran pienemmille valtamerialuksille, esimerkiksi jahdeille ja kalastusaluksille. Riski törmätä pinnan alla kelluvaan konttiin on suuri, sillä niitä on vaikea havaita silmin. Alusten tutkat eivät myöskään auta tässä, koska niiden tarkoitus on poimia vain suuria esineitä vedenpinnan yläpuolelta. Kontteihin törmäämisonnettomuuksia raportoidaan säännöllisesti. Pahimmassa tapauksessa konttiin törmänneet alukset uppoavat. (Cargo-partner i.a.)

Kontit aiheuttavat kuitenkin vaaraa myös meriympäristölle. Usein menetetyissä konteissa on lastattuna kemikaaleja tai muita vaarallisia aineita. Nämä saattavat aiheuttaa vakavia seurauksia ympäristölle. Toistaiseksi tällaisilta vakavilta seurauksilta on vältytty, kontit saattavat kuitenkin sisältää vaarallisiksi luokiteltujen aineiden lisäksi myös mitä

tahansa muuta. Yksikään kontissa kulkeva esine tai aine ei kuulu ympäristöön. (Cargo-partner i.a.)

Vuonna 1997 lähellä Perran Sandsin rantaa mereen huuhtoutui kontti, joka oli lastattu täyteen Lego – palikoita. Rannalle huuhtoutuu vielä tänä päivänäkin päivittäin satoja palikoita. Turistit ja läheiset asukkaat käyvät säännöllisesti kävelyllä rannalla etsimässä pieniä Lego – palikoita rantahiekasta. Legot eivät välttämättä näytä ensisilmäyksellä kovin suurelta riskiltä ympäristölle. Kuitenkaan niiden paikka ei ole meressä tai ympäristössä. Legot pienen kokonsa vuoksi saattavat joutua merieläinten ruoansulatukseen. Lisäksi palikoissa käytettävän muovityypin hajoaminen kestää niin kutsuttua normaalia muovia kauemmin. Palikat meressä on perintö, joka tulee olemaan keskuudessamme vielä jopa sadan vuoden kuluttua. (Cargo-partner i.a.)

Roskien sekä mikromuovien määrä merissämme on saavuttanut erittäin hälyttävät mitasuhteet. Meritutkijat ovat kuitenkin tehneet parhaansa vaikeasta tilanteesta huolimatta. Tutkijat ovat käyttäneet aluksilta ja konteista pudonneita esineitä hyväksi tutkiessaan merien virtauksia. (Cargo-partner i.a.)

Case mustekasetit

Plymouthin yliopiston tutkijat halusivat vuonna 2014 selvittää, mitä tapahtuu mereen pudonneille tavaroille. Tutkimuksessa apuna käytettiin sosiaalisen median voimaa. Tutkimuksen tarkoitus oli seurata alkuvuoden 2014 Pohjois-Atlantille New Yorkin itäpuolelle pudonneen kontin lastia. Lastina kontissa oli tuhansia muovisia HP-tulostinkasetteja. Kasetteja löydettiin jopa 2000 kilometrien päästä kuukausia myöhemmin. Tutkimus oli ensimmäinen, jossa sosiaalisen median avulla seurattiin pudonneiden konttien sisällön matkaa. (Montanari 2021.)

Media keräsi raportteja, joissa ihmiset ilmoittivat kasetteja löytyneen jopa Yhdistyneen Kuningaskunnan rannoilta. Tutkijat alkoivat selvittää, miten he saisivat kattavampaa tietoa siitä, kuinka pitkälle mustekasetit pystyvät kellumaan ympäri maailmaa. Selvityksen seurauksena luotiin kansainvälinen Facebook-ryhmä, joka omistettiin pelkästään rantojen haravointiin mustekasetteihin liittyen. Ryhmässä ihmiset ympäri maailman pystyivät lähettämään tietoja löytämistään rannoille huuhtoutuneista mustekaseteista. (Montanari 2021.)

Neljän vuoden aikana kasetteja löydettiin yhteensä 1467. Kasetteja löydettiin laajalti rannoilta ympäri maailmaa. Tutkijoiden mukaan kasettien laaja leviäminen ei ollut kuitenkaan yllättävää, sillä leviäminen sopi yhteen sen kanssa mitä Atlantin valtameren liikkeistä tiedetään. Kasetteja oltiin kuljettamassa itään, jossa ne putosivat mereen suurten merivirtojen keskelle. Kasetit siis kulkivat Pohjois-Atlantin virran mukana Irlannin sekä UK:n rannikoille sekä Norjan ja Kanarian saarien rannoille. (Montanari 2021.)

Tutkijat löysivät myös itse osan kaseteista ja päättivät testata niitä, nähdäkseen kuinka nopeasti ne hajosivat vedessä. Kävi ilmi, että kasetit olivat hauraita ja alkoivat hajota sekä vapauttaa mikromuoveja veteen. Kasettien perusteellinen tutkiminen osoitti, että hajotessaan ne todennäköisesti vapauttivat mikromuovien seassa myös rautaa, kuparia sekä titaania. Kasetit eivät kuitenkaan ole muovijätettä, kyseessä on elektroniikkajäte, sillä ne sisältävät siruja. Elektroniikkaromun vaikutusta meriekosysteemeihin ei ole tutkittu tarpeeksi, jotta voitaisiin sanoa, minkälaisia vaikutuksia niillä on. (Montanari 2021.)

Muita esimerkkejä lastin putoamisesta mereen ja sen seurauksista

Tarina kumiankoista, muovisammakoista sekä kilpikonnista on tunnettu maailmanlaajuisesti. Yhteensä 29 000 muovista keltaista ankkaa yhdessä vihreiden ja sinisten muovisten sammakoiden ja kilpikonnien kanssa olivat pakattuna konttiin, joka putosi alukselta Tyynellämerellä vuonna 1992. Leluja huuhtoutui rantoihin ympäri maailman jopa Eurooppaan asti vuonna 2007. Ankat, sammakot sekä kilpikonnat kulkivat matkaa yhteensä ainakin 25 vuotta, matka vei niitä lähes 27 000 kilometriä paikasta, jonne ne alun perin putosivat alukselta. (Cargo-partner i.a.)

Vuonna 1990, eli vain kaksi vuotta aikaisemmin Soulin ja Seattlen välissä rahtialus Hansa Carrier menetti yli kaksikymmentä teräskonttia. Näistä viisi konttia sisälsi Nike –merkkisiä urheilujalkineita. Neljä konteista repeytyi auki pudotessaan mereen ja vapautti yli 61 000 kenkää mereen ja laajaan ajelehtivan tavaran virtaan, joka syntyy konttien putoamisesta mereen. Ajelehtivan tavaran virrat sisältävät aivan kaikkea tietokoneiden näytöistä seksileluihin. (Ebbesmeyer & Scigliano 2009.)

4.8.2 Öljyonnettomuus

Lähihistorian suurin öljytankkerille sattunut haveri tapahtui Trinidad-Tobagon merialueella, heinäkuussa 1979, kun Atlantic Empress päästi öljyä mereen yhteensä 287 tuhatta tonnia. (Yle 2011.) Mereen joutuva öljy aiheuttaa monimutkaisia ongelmia niin luonnolle kuin myös katastrofia torjumaan tulleille. Öljyonnettomuuden tuhoisuutta ei voida mitata suoraan päästöjen suuruudella, sillä se aiheuttaa ympäristölle muitakin haittoja. Välittömien vaikutusten, kuten myrkytykset, eläinten ja eliöiden tahriintuminen, sekä vaikutus niiden vastustuskykyyn, lisäksi öljyonnettomuus aiheuttaa pitkäaikaisia vaikutuksia alueen ympäristöön. Näitä ovat esimerkiksi muutokset elinympäristössä, ravintoverkoissa, lajien vuorovaikutuksessa sekä lisääntymisessä. (Salminen 2010.)

Välitön öljyonnettomuuden vaikutus jättää monet eläimet odottamaan varmaa ja tuskalista kuolemaa (National Ocean Service 2021.) Öljyvuodot vaikuttavat eniten meren pinnalla sekä rannoilla oleileviin eläimiin ja eliöihin. Öljy saattaa jäädä rannoille joksikin aikaa, jolloin etanat, simpukat sekä maaeläimet saattavat kärsiä. (Office of Response and Restoration 2021.) Öljy tuhoaa turkiskarvaisten nisäkkäiden eristävän kyvyn, sekä lintujen höyhenten vettä hylkivän vaikutuksen. Ilman vettä hylkivää kerrosta, nisäkkäät ja linnut altistuvat kylmälle vedelle ja kuolevat ennen pitkää hypotermiaan. Eläimet kuten nuoret kilpikonnat saattavat myös jäädä loukkuun öljyyn tai luulla sitä ruuaksi. Delfiinit sekä valaat usein joutuvat hengittämään öljyä, jos altistuvat sille, mikä vaikuttaa niiden keuhkoihin, immuunitoimintaan ja lisääntymiseen. Useat eläimet ja linnut yrittävät myös puhdistaa itseään öljystä, jolloin öljy saattaa päästä ruoansulatukseen, joka myrkyttää eläimen. (National Ocean Service 2021.)

Kalat, äyriäiset sekä korallit eivät yleensä altistu välittömästi öljylle. Ne kuitenkin voivat joutua kosketuksiin öljyn kanssa, jos sekoittuvat vesipatsaaseen. Vuorovesialueilla äyriäiset altistuvat helpommin. Aikuisiin kaloihin altistuminen öljylle aiheuttaa kasvun hidastumista, maksan suurentumista, sykkeen ja hengitystiheyden muutoksia, evien eroosiota ja lisääntymishäiriöitä. Kalojen munat sekä toukat ovat erityisen herkkiä öljyn tappaville vaikutuksille. Öljy saattaa myös tehdä kaloista ja äyriäisistä vaarallisia ihmisille syötäväksi, vaikka vaikutuksia ei pystyisikään silmin havaitsemaan. (National Ocean Service 2021.) Kaikki eläimet, eliöt ja kasvit eivät myöskään reagoi itse öljyyn, mutta saattavat reagoida sen puhdistamiseen käytettäviin kemikaaleihin tai muihin puhdistustoimenpiteisiin (Office of Response and Restoration 2021).

Raskaat ja kevyet öljyt käyttäytyvät vedessä eri tavalla, ja vaikuttavat myös ympäristöön eri tavoin. Polttoöljyt, kuten bensiini ja diesel haihtuvat suhteellisen nopeasti vedestä, eivätkä näin pysy kauaa vesi- tai meriympäristössä. Haihtuminen kestää tyypillisesti enintään muutamia päiviä. Vaara on kuitenkin aina läsnä, sillä jotkin öljyt voivat räjähtää tai syttyä. Öljyt ovat aina myrkyllisiä ja aiheuttavat ongelmia eläimille ja kasveille, joita koskettavat. Öljyjen höyryt ovat vaarallisia hengitettynä myös ihmiselle. (Office of Response and Restoration 2021.)

Raskaat öljyt kuten bunkkeri öljyt, joita käytetään alusten polttoaineena, ovat mustia ja tahmeita. Raskaat öljyt saattavat säilyä ympäristössä kuukausia tai jopa vuosia, jos sitä ei mekaanisesti poisteta. Vaikka raskaat öljyt ovat todella pysyviä, ne ovat yleensä vähemmän akuutisti myrkyllisiä kuin kevyet öljyt. Raskaiden öljyjen lyhytaikainen uhka kuitenkin johtuu niiden kyvystä tukahduttaa organismeja, jotka voivat pitkällä aikavälillä johtaa kroonisiin terveysvaikutuksiin, kuten kasvaimiin. Ajan kuluessa jotkin raskaat öljyt kovettuvat asfaltin kaltaiseksi, kovettuneessa tilassa öljy ei todennäköisesti vahingoita eliöitä, joiden kanssa se joutuu kosketuksiin. (Office of Response and Restoration 2021.)

Kevyiden ja raskaiden öljyjen väliin mahtuu monia ominaisuuksiltaan välimallisia öljyjä, joiden kestävyys ympäristössä on jotain kevyiden ja raskaiden väliltä, jokaisella öljyllä on erilainen myrkyllisyysaste. Loppujen lopuksi öljyjen vaikutukset ympäristölle riippuvat enimmäkseen siitä, minne ne vuotavat. (Office of Response and Restoration 2021.)

MV X-Press Pearl

Toukokuun 20. 2021 MV X-Press Pearl-konttialus syttyi palamaan Sri Lankan rannikolla, tulipalon seurauksena ympäristöön pääsi vaarallisia kemikaaleja, mikromuovipellettejä sekä öljyä. Nämä ovat aiheuttaneet mittamattomia vahinkoja Sri Lankan rannikoille ja vesille. X-Press Pearl:in kyydissä oli 1486 konttia, jotka sisälsivät muun muassa 25 tonnia typpihappoa sekä muita vaarallisia kemikaaleja ja muovipussien valmistukseen käytettäviä mikromuovipellettejä. Lastin lisäksi alukseen oli tankattu 300 tonnia polttoainetta. (Ramachandran 2021.)

Alus paloi kaksi viikkoa ja saatiin sammutettua (Karvanen 2021). Aluksen uppoamista yritettiin estää, mutta pelastusasiantuntijoiden yritys hinata alus syvemmille vesille, rantaviivan vaurioiden estämiseksi, epäonnistui ja alus alkoi upota 2. kesäkuuta 2021. Sri Lankan viranomaiset uskovat, että palo aiheutui typpihapon vuodosta aluksella. On

kerrottu aluksen miehistön olleen tietoinen vuodosta 11. toukokuuta lähtien, jonka jälkeen alus oli pyrkinyt satamaan Qatarissa sekä Intiassa, mutta maiden viranomaiset eivät antaneet siihen lupaa. Sri Lankan viranomaiset antoivat aluksen ankkuroitua sen rannikolle. (Ramachandran 2021.)

Meribiologi Asha de Vos:in mukaan ”tämä on yksi pahimmista merikatastrofeista, mitä Sri Lankassa on tapahtunut”. Myrkyllisiä sekä erittäin syövyttäviä kemikaaleja on päästetty mereen. Sri Lankan ympäristöoikeuden toimitusjohtaja Hemantha Withanage sanoo, että vahingot meriekosysteemeille ovat arvaamattomia. Tutkijat kuitenkin huomauttavat, että vaikka vaarallisten kemikaalien päästäminen mereen on tuhoisaa, niiden vaikutus on lähinnä paikallista ja lyhytaikaista. Kemikaalit yleensä palavat tai liukenevat veteen. Mikromuovit kuitenkin muodostavat pitkäaikaisemman ongelman, sillä ne kelluvat, jolloin aallot saattavat kantaa niitä pitkiäkin matkoja. Onnettomuuden vuoksi Sri Lankan rannikot peittyivät muovisista mikropelleteistä. Vaikka mikromuovipelletit saataisiin siivottua rannikoilta, pysyvät vauriot ovat jo tapahtuneet, sillä pelletit eivät ole biologisesti hajoavia. Mikromuovipellettejä pääsee ravintoketjuun, kun kalat ravinnoksi luultuaan nauttivat niitä. Elintarvikeketjun kautta muovit siirtyvät myös ihmisiin. (Ramachandran 2021.)

Sri Lanka sijaitsee strategisella paikalla. Vilkas Itä-Länsi-reitti kulkee vain 6–10 meripe-
ninkulman päässä saaren eteläpuolella. Reitillä liikennöi vuosittain yli 60 000 alusta, joi-
den kyydissä kulkee kaksi kolmesta kaikesta maailman öljystä, sekä noin puolet maail-
man konttilähetyksistä. Vaikka alueella meriliikenne on vilkasta, suuret laivaonnettomuu-
det ovat suhteellisen harvinaisia. Edellisestä onnettomuudesta on kuitenkin aikaa alle
vuosi. Syyskuussa 2020 öljysäiliöalus New Diamond syttyi palamaan Sri Lankan ranni-
kolla. Alus kuljetti 270 000 tonnia raakaöljyä Kuwaitista Intiaan. Tulipalosta huolimatta
alus pysyi ehjänä, jonka vuoksi säästyttiin tuhoisalta öljyonnettomuudelta. (Ramachan-
dran 2021.)

5 INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION

Kansainvälinen merenkulkujärjestö eli IMO on Yhdistyneiden kansakuntien erikoisvirasto. IMO vastaa kansainvälisen merenkulun toimenpiteistä koskien merenkulun turvallisuuden parantamista sekä alusten aiheuttamaa merien pilaantumisen ehkäisyä. IMO ottaa osaa myös oikeudellisiin asioihin kuten vastuu- ja korvauskysymykset sekä kansainvälisen meriliikenteen helpottaminen. Järjestö on perustettu yhdistyneiden kansakuntien suojeluksessa Genevessä 17.4.1948 tehdyllä yleissopimuksella. Järjestön ensimmäinen kokoontuminen pidettiin tammikuussa 1959. (International Maritime Organization i.a-b.)

Tällä hetkellä IMO:n kuuluu 174 jäsenvaltiota. Järjestön hallintoelin on jäsenvaltioista koostuva yleiskokous. Kokous pidetään normaalisti kahden vuoden välein. Kokouksien tarkoituksena on hyväksyä seuraavien kahden vuoden talousarvio ja tekniset päätöslauselmat sekä suositukset, joita järjestöä avustavat elimet ovat laatineet edellisten kahden vuoden aikana. Neuvosto, joka koostuu edustajakokouksen valitsemista 40 jäsenvaltiosta, toimii hallintoelimenä kokousten välillä. Neuvoston tehtävänä on valmistella talousarvio ja työohjelma seuraavaan kokoukseen. Teknisestä työstä vastaavat useat komiteat yhdessä alakomiteoidensa kanssa. Näihin kuuluvat esimerkiksi meriturvallisuuskomitea, meriympäristöturvallisuuskomitea sekä oikeudellinen komitea, teknisen yhteistyön komitea ja helpotuskomitea. (International Maritime Organization i.a-b.)

IMO:n alkuperäinen toimeksianto liittyi pääasiallisesti vain merenkulun turvallisuuteen. IMO toimi kuitenkin jo vuonna 1954 tehdyn kansainvälisen yleissopimuksen valvojana. Vuoden 1954 kansainvälinen yleissopimus (OILPOL Convention) koski öljyn aiheuttaman meren pilaantumisen ehkäisyä. Kuitenkin pian sopimuksen jälkeen vuonna 1959, IMO otti vastuun merien saastumisongelmista. IMO on siitä lähtien hyväksynyt laajasti toimenpiteitä, joilla on ehkäisty ja torjuttu alusten aiheuttamaa merien pilaantumista sekä meriliikenteen ja onnettomuuksien seurauksena mahdollisesti aiheutuvien vahinkojen vaikutusten lieventämistä. (International Maritime Organization i.a-g.)

Näiden keinojen on osoitettu menestyksekkäästi vähentävän alusten aiheuttamaa merien pilaantumista, sekä näyttävän järjestön ja merenkulkualan sitoutumisen ympäristön suojeluun. Tällä hetkellä yhteensä 21 kaikista 51 IMO:n hyväksymästä meriliikenteen säädöksestä liittyy suoraan ympäristöön ja sen suojeluun. (International Maritime Organization i.a-g.)

Monet kehittyvistä maista eivät vielä pysty antamaan täydellistä panosta säädöksiin, eivätkä näin ollen pysty antamaan täyttä säädösten vaikutusta useista eri syistä. IMO on perustanut ainoastaan tähän tarkoitukseen ohjelman ITCP, jonka tarkoituksena on auttaa näitä maita kehittämään niiden inhimillisiä sekä institutionaalisia valmiuksia sääntelykehityksen yhdenmukaiseen ja tehokkaaseen noudattamiseen. Näiden maiden auttaminen kestäväen sosioekonomisen kehityksen ja meriympäristön suojelun edistämiseksi johtaa lopulta puhtaampiin vesiin ja rannikoihin, lisääntyneeseen matkailuun sekä helpompaan proteiinin saatavuuteen parantamalla kalasaaliin puhtautta ja saalin määrää rannikoilla. (International Maritime Organization i.a.g.)

6 MERENKULKUA SÄÄNTELEVÄT KANSAINVÄLISET SOPIMUKSET

6.1.1 SOLAS

SOLAS eli kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä. Sopimuksen allekirjoittajamaiden alle rekisteröityjen alusten on läpäistävä sopimuksessa esitetyt minimiturvallisuusmääräykset koskien rakennetta, välineistöä sekä laivan toimintaa. Sopimusta muutoksineen pidetään tärkeimpänä kauppa-alusten turvallisuutta koskevana sopimuksena. SOLAS – sopimuksen piiriin kuuluu noin 99 % kaikista maailman kauppaluksista. Ensimmäinen SOLAS-sopimus solmittiin vuonna 1929 RMS Titanicin uppoamisen seurauksena. Sen jälkeen aina suurien merionnettomuuksien seurauksena on tehty muutoksia SOLAS-sopimukseen. (International Maritime Organization i.a-d.)

6.1.2 MARPOL

Ensimmäinen kattava kaikkea saastumisen torjuntaa koskeva yleissopimus MARPOL kirjoitettiin vuonna 1973. MARPOL-sopimus on vuosien varrella muuttunut ja nykyisillään se sisältää todella laajasti toimenpiteitä meren pilaantumisen ehkäisemiseksi. MARPOL-sopimukseen on sisällytetty vaatimukset koskien kemikaalien, muiden haitallisten aineiden, jätteiden ja jätevesien aiheuttamaa saastumista. Vuonna 1997 otettiin käyttöön sopimuksen liite VI, joka säätelee alusten aiheuttamaa ilman saastumista sekä päästöjä. (International Maritime Organization i.a-g.)

6.1.3 International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments

IMO hyväksyi vuonna 2004 painolastien hallintaa koskevan yleissopimuksen, jonka tavoitteena on estää haitallisten vesieliöiden leviäminen alueilta toisille. Sopimuksessa on esitetty standardeja ja menettelyjä alusten painolastivesien hallintaan sekä valvontaan. Yleissopimuksen mukaan kaikkien kansainvälisessä liikenteessä kulkevien alusten on käsiteltävä painolastivetensä tietyn standardin mukaisesti, aluskohtaisen painolastiveden hoitosuunnitelman mukaan. Alusten on myös pidettävä kirjaa painolastivedestä ja

pidettävä mukana kansainvälistä painolastiveden käsittelytodistusta. (International Maritime Organization i.a-c.)

6.1.4 Harmful Anti fouling Systems on Ships

Purjelaivojen alkuaikoina käytettiin alusten rungon päällystämiseen kalkkia ja myöhemmin arseenia estämään levän ja nilviäisten kiinnittyminen runkoon. Tämä muuttui, kun nykyaikainen kemianteollisuus kehitti tehokkaita likaantumista estäviä maaleja käyttäen maaleissa erilaisia metalliyhdisteitä. Tutkimusten mukaan nämä yhdisteet liukenevat hitaasti meriveteen. On osoitettu, että yhdisteet eivät hajoa vedessä, vaan vahingoittavat ympäristöä, tappavat meren elämää ja pääsevät mahdollisesti ravintoketjuun. 1960-luvulla kehitetty yksi tehokkaimmista likaantumista estävistä maaleista, sisältää tinaorgaanista tributyylitinaa, jonka on osoitettu aiheuttavan sukupuolimutoksia sekä epämuodostumia ostereissa. (International Maritime Organization i.a-e.)

Myrkyllisten yhdisteiden veteen pääsemisen ehkäisemiseksi IMO onkin säätänyt kansainvälisen yleissopimuksen koskien alusten haitallisia saastumisenestojärjestelmiä. Yleissopimus kieltää haitallisten aineiden käytön likaantumisenestomaaleissa. Sopimus luo myös mekanismin, jolla estetään muiden haitallisten aineiden mahdollinen tuleva käyttö likaantumisenestojärjestelmissä. (International Maritime Organization i.a-e.)

6.1.5 The Hong Kong

Alusten turvallinen sekä ympäristöystävällinen kierrätys on tärkeä osa ympäristön suojelua. Hongkongin kansainvälinen yleissopimuksen tarkoitus on varmistaa, että käyttöään päätyttyä alusten kierrätys tapahtuu niin, ettei se aiheuta tarpeettomia riskejä ihmisten terveydelle tai turvallisuudelle tai ympäristölle. Sopimus hyväksyttiin Kiinassa toukuussa 2009. (International Maritime Organization i.a-f.)

6.2 Muita sopimuksia

Myös EU on antanut omia merenkulkua sääteleviä direktiivejä, sekä myös osa IMO:n päätöksistä on saatettu voimaan direktiivien avulla. Suomi ja muut Itämeren maat, yhdessä EU:n kanssa ovat kirjoittaneet Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua

koskevan yleissopimuksen ns. Helsingin sopimuksen. Suomalainen merenkulun ympäristösuojelulaki tekee myös oman osansa alusten tavanomaisesta toiminnasta johtuvan ympäristön pilaantumisen ehkäisyssä. (Logistiikan Maailma i.a.)

7 TULEVAISUUDESSA

Ympäristötehokkuus tulisi ottaa huomioon jo laivan suunnitteluvaiheessa, jotta sen ympäristövaikutuksia voitaisiin vähentää koko sen elinkaaren ajan. Ympäristötehokkuutta on mahdollista parantaa esimerkiksi tuuliroottorien ja vaihtoehtoisten polttoaineiden avulla, sekä energiajohtamisen ja poltto- ja aurinkokennojen avulla. IMO:n tavoitteena on puolittaa merenkulun päästöt 2050 mennessä. Satamien palvelut näyttelevät suurta osaa meriliikenteen ympäristövaikutuksien kitkemisessä. Jos satamassa ei ole tarjolla LNG-polttoainetta tai maasähköä, ei ole kannattavaa rakentaa LNG:llä tai maasähköllä kulkevaa laivaa. (Monnonen 2018.)

7.1 EMERGE-projekti

EU:n uusi lippulaivahanke EMERGE, jonka tarkoituksena on arvioida laajalti laivaliikenteen päästövähennysten vaikutuksia Euroopassa. Hanke koskee kaikkia Euroopan merialueita. (Ilmatieteen laitos 2020.)

Projekti on alkanut helmikuussa 2020 ja se tulee päättymään vuoden 2024 tammikuussa. Hankkeen tarkoituksena on kerätä sekä syntetisoida kokeellisia todisteita alusten jätevirroista sekä päästöistä ilmaan, joissa käytetään potentiaalisia päästöjenhallintatekniikoita. Projektin edetessä on myös tarkoitus:

- Kehittää integroitu mallintamiskehys meriliikenteen päästöjenhallintavaihtoehtojen yhteysvaikutusten arvioimiseksi veteen sekä ilmakehään.
- Ottaa käyttöön kehitetty mallintamisjärjestelmä, jotta voidaan arvioida erilaisten meriliikenteen päästöjenrajoitusskenaarioiden soveltuvuutta, kustannustehokkuutta ja mahdollisia vaikutuksia meriympäristöön.
- Tarjota suosituksia ja ohjeita sidosryhmille ja päättäjille meren pilaantumisen vähentämiseksi merkittävästi. (Ilmatieteen laitos 2020.)

Projektin aikana on tarkoitus järjestää laajoja kampanjoita vesinäytteiden ottamiseksi meriympäristöstä sekä päästöpesurien jätevesistä. Lisäksi useiden herkkien lajien osalta toteutetaan ekotoksikologiset testit meren ravintoverkoissa. Näiden työkalujen avulla voidaan arvioida yhdessä mallinnustyökalujen kanssa pakokaasupesun haittavaikutuksia. (Ilmatieteen laitos 2020.)

8 LOPPUPÄÄTELMÄT

Meriliikenteen vastuullisuus ja ympäristönäkökanta on ollut tapetilla jo pitkään. Jo ennen ensimmäisiä IMO:n säädöksiä tiedostettiin osa näistä ympäristölle aiheutuvista vaikutuksista, joka saikin IMO:n ottamaan roolin asioihin puuttumisessa. IMO:n säädösten myötä on onnistuttu tutkitusti vähentämään merkittävästi meriliikenteestä johtuvia ympäristövaikutuksia huomattavasti. Alana merenkulku on jatkuvasta kasvusta huolimatta ottanut säädökset hyvin vastaan ja alan toimijat lähteneet talkoisiin hyvin mukaan yhteistä vihollista vastaan.

Vuosien myötä kuitenkin tutkimusten osoittama tieto on paljastanut lisää ongelmakohtia liittyen meriliikenteen ympäristönäkökulmaan. Teknologian kehittyessä on päästy tutkimaan eri tavoin meriliikenteestä johtuvia ympäristövaikutuksia, sekä pystytty sen avulla määrittämään mitkä ovat tiettyjen toimien seuraukset. Tutkimuksista saatujen tietojen avulla on voitu laatia uusia säädöksiä koskien meriliikennettä ja asettaa siten rajoja ympäristövaikutuksien suuruudelle.

Tutkimuksen edetessä saatiin vastaus haluttuun kysymykseen. Saatiin selville, että meriliikenne yksinään tuottaa erittäin laajan skaalan vaikutuksia ympäristölle. Usein ympäristövaikutukset niputetaan vain päästöjen alle, eikä haluta tai osata nähdä suurempaa kokonaiskuvaa. Tutkimuksesta käy ilmi, kuinka kaikki vaikuttaa kaikkeen, sekä miten aikaisemmin vähäpätöiseksi ajateltu asia saakin isommat mittakaavat, kun se asetetaan perspektiiviin. Työssä käytiin myös läpi toimia, joita tähän asti on käytetty negatiivisten ympäristövaikutusten minimointiin ja tarkasteltiin tulevaisuuden näkymiä aiheen saralla.

Joidenkin aiheiden osalta laajempi tarkastelu olisi voinut tuottaa parempia tuloksia, kun taas toisten aiheiden turhan syvä tarkastelu näkyi tutkimuksen epätasaisuutena. Aiheen rajaaminen olisi ollut mahdollista, mutta oma halu sisällyttää kattavasti erilaiset vaikutukset samaan työhön toi tällä kertaa tämänlaisen lopputuloksen. Kokonaisuus tällaisenaan antaa hyvän pohjan jatkotutkimukselle esimerkiksi vain yhdestä meriliikenteen ympäristöön vaikuttavasta tekijästä.

Uskon, että tulevaisuudessa tulemme vielä näkemään mielenkiintoisia innovaatioita, joiden avulla pystymme yhä vähentämään meriliikenteestä aiheutuvaa ympäristöhaittaa. Tulevaisuuden näkymät ovat mielestäni hyvät meriliikenteen kannalta, ala kasvaa ja uusia innovaatioita ja keksintöjä tulee esiin jatkuvasti. Tarpeeksi kireä säännöstely pakottaa

ajattelemaan laatikon ulkopuolelta ja näkemään uusia mahdollisuuksia siellä, missä muut eivät niitä kykene näkemään.

LÄHTEET

Alternative Energy Tutorials i.a. Environmental Impact of Wave Energy. Viitattu 21.9.2021 <https://www.alternative-energy-tutorials.com/wave-energy/environmental-impact-of-wave-energy.html>

Cargo-partner i.a. When containers fall overboard. Viitattu 17.9.2021 <https://www.cargo-partner.com/trendletter/issue-7/when-containers-go-overboard>

Ebbesmeyer, C., & Scigliano, E., 2009. How 61 000 floating Nikes helped an oceanographer find his calling. University of Washington Magazine. Viitattu 17.9.2021 <https://magazine.washington.edu/feature/how-61000-floating-nikes-helped-an-oceanographer-find-his-calling/>

Erbe, C., Marley, S., Schoeman, R., Smith, J., Trigg, L., & Embling, C. 2019. The effects of ship noise on marine mammals – a review. Viitattu 24.8.2021 <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00606>

Gefco i.a. Maritime transport. Viitattu 28.5.2022 <https://www.gefco.net/en/glossary/definition/maritime-transport/>

Guvenius, Amanda 2021. Konttialusten onnettomuusriskit ja turvallinen kulkeminen merellä. Viitattu 15.9.2021 <https://blogit.utu.fi/maalta-ja-merelta/2021/06/04/konttialusten-onnettomuusriskit-ja-turvallinen-kulkeminen-merella/>

Haapakoski, Pasi 2011. Vesivoimalaitosten rakenneratkaisut. Viitattu 28.5. 2022 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32839/Haapakoski_Pasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hämeen Sanomat 2016. Äänisaaste saattaa ajaa valaat kuolemaan. Viitattu 20.9.2021. <https://www.hameensanomat.fi/uutiset/aanisaaste-saattaa-ajaa-valaat-kuolemaan-166063/>

Ilmatieteen laitos 2020. Ilmatieteen laitos koordinoi poikkeuksellisen laaja-alaista tutkimusta meriliikenteen vaikutuksista. Viitattu 24.8.2021 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/uutinen/NZBZ-tEy8AgcsLm3PxsF7v>

International Maritime Organization i.a-a. Ballast water management - the control of harmful invasive species. Viitattu 24.8.2021 <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/BWM-default.aspx>

International Maritime Organization i.a-b. Frequently Asked Questions. Viitattu 20.10.2021 <https://www.imo.org/en/About/Pages/FAQs.aspx>

International Maritime Organization i.a-c. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (BWM). Viitattu 20.10.2021 [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-\(BWM\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships%27-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx)

International Maritime Organization i.a-d. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974. Viitattu 29.5.2022 [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)

International Maritime Organization i.a-e. International Convention on the Control of Harmful Anti fouling Systems on Ships. Viitattu 20.10.2021 [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-\(AFS\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-(AFS).aspx)

International Maritime Organization i.a-f. The Hong Kong International Convention for the Safe and Environmentally Sound Recycling of Ships. Viitattu 20.10.2021 <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/The-Hong-Kong-International-Convention-for-the-Safe-and-Environmentally-Sound-Recycling-of-Ships.aspx>

International Maritime Organization i.a-g. Marine Environment. Viitattu 24.8.2021 <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Default.aspx>

International Maritime Organization i.a-h. Ship noise. Viitattu 16.9.2021 <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Noise.aspx>

Itämeri nyt 2020. Meriliikenne. Viitattu 28.5.2022 https://www.itameri.fi/fi-FI/Itameri_nyt/Meriliikenne

Karvanen, Niko 2021. Valtavan ympäristöonnettomuuden aiheuttaneen Sri Lankan turma-aluksen kapteeni pidätettiin. Ilta-Sanomat. Viitattu 16.9.2021 <https://www.is.fi/ulkomaat/art-2000008059439.html>

Liikennevirasto 2018. Alusliikenteen aaltovaikutukset. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-13_alusliikenteen_aaltovaikutukset_web.pdf Viitattu 20.9.2021

Logistiikan Maailma i.a. Merikuljetus, Viitattu 24.8.2021 <https://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/merikuljetus/>

Monnonen, Johanna 2018. Faktaa ja fiktiota merenkulun ympäristövaikutuksista. Turun Yliopisto. Viitattu 24.8.2021 <https://www.utu.fi/fi/ajankohtaista/uutinen/faktaa-ja-fiktiota-merenkulun-ymparistovaikutuksista>

Montanari, Shaena 2021. Your lost shipment could be trashing a beach thousands of miles away. Popular Science. Viitattu 17.9.2021 <https://www.popsci.com/environment/shipping-cargo-ocean-pollution/>

National Geographic Society 2019. Marine Pollution. National Geographic. Viitattu 24.8.2021 <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/marine-pollution/>

National Ocean Service 2021. How does oil impact marine life. Viitattu 25.8.2021 <https://ocean-service.noaa.gov/facts/oilimpacts.html>

Office of Response and Restoration 2021. How oil harms animals and plants in marine environments. Viitattu 24.8.2021 <https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/oil-spills/how-oil-harms-animals-and-plants-marine-environments.html>

Pajunen, Nina 2020. Vastuullinen merenkulku rakentuu yhteistyöllä. Viitattu 29.5.2022 <https://www.sitra.fi/blogit/vastuullinen-merenkulku-rakentuu-yhteistyolla/>

Ramachandran, Sudha 2021. After Container Ship Fire, Sri Lanka Faces Environmental Catastrophe. The Diplomat. Viitattu 16.9.2021 <https://thediplomat.com/2021/06/after-container-ship-fire-sri-lanka-faces-environmental-catastrophe/>

Rodrigue, Jean-Paul & Notteboom Theo 2020 Maritime Transportation. The Geography of Transport Systems. Viitattu 19.10.2021 <https://transportgeography.org/contents/chapter5/maritime-transportation/>

Räsänen, Anu 2020. Vastuullinen merenkulku – rohkeita ratkaisuja ja hyvää yhteistyötä. Port of Helsinki verkkolehti. Viitattu 24.8.2021 <https://www.portofhelsinki.fi/verkkolehti/vastuullinen-merenkulku-rohkeita-ratkaisuja-ja-hyvaa-yhteistyota>

Safety 4 sea 2013. Bulk Cargo Hold Wash Water Discharge and Cargo Declarations under MARPOL Annex V. Viitattu 28.5.2022 <https://safety4sea.com/bulk-cargo-hold-wash-water-discharge-and-cargo-declarations-under-marpol-annex-v/>

Salminen, Juho 2010. Tappava sekoitus: Näin öljy vaikuttaa ja käyttäytyy meressä. Suomen Kuvalehti. Viitattu 27.8.2021 <https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/tappava-sekoitus-nain-oljy-vaikuttaa-ja-kayttaytyy-meressa/>

Suomen Varustamot i.a-a Kansallinen merenkulkupolitiikka – Suomi on saari. Viitattu 28.5.2022 <https://shipowners.fi/kilpailukyky/kansallinen-merenkulkupolitiikka/suomi-on-saari/>

Suomen Varustamot i.a-b. Merenkulun avainluvut. Viitattu 10.11.2021 <https://shipowners.fi/kilpailukyky/merenkulun-avainluvut/>

Suomen Varustamot i.a-c. Vesiensuojelu. Viitattu 29.5.2022 <https://shipowners.fi/vastuullisuus/ymparisto/vesiensuojelu/>

The Revelator 2020. Cargo vessels are killing more whales – and a new effort aims to save them. Viitattu 20.9.2021 <https://therevelator.org/whale-safe/>

Varova 2019. Uudet rajoitukset laivojen rikkipäästöihin (IMO 2020). Viitattu 29.5.2022 <https://varova.fi/uudet-rajoitukset-laivojen-rikkipaastoihin-imo-2020/>

WWF i.a. Watching out for whales: Reducing risks when ships and whales share the seas. Viitattu 20.9.2021 https://wwf.panda.org/discover/knowledge_hub/endangered_species/cetaceans/threats/shipping

WWF Suomi 2018. Meriliikenteen melu haittaa valaita. Viitattu 20.9.2021 <https://www.youtube.com/watch?v=Icii3SspMsM>

World Ocean Review 2010. Transport > Global shipping. Viitattu 20.9.2021 <https://worldoceanreview.com/en/wor-1/transport/global-shipping/>

Yara Marine i.a. What is a Scrubber. Viitattu 29.5.2022 <https://yaramarine.com/sox-scrubbers/what-is-a-scrubber/>

Yle 2011. Meksikonlahden öljykatastrofi. Viitattu 26.8.2021 <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2010/08/17/meksikonlahden-oljykatastrofi>

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu 2017. Itämeren vedenalainen melu riski kaloille ja merinisäkkäille. Viitattu 20.9.2021 [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Itameren_vedenalainen_melu_riski_kaloill\(41549\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Itameren_vedenalainen_melu_riski_kaloill(41549))