



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

ELIAS KUNELIUS

# **Teräskelojen merirahtaus**

MERENKULUN KOULUTUSOHJELMA

MERIKAPTEENI

2020

Tekijä(t) Kunelius, Elias	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Lokakuu 2020
	Sivumäärä 45	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Teräskelojen merirahtaus</b>		
Tutkinto-ohjelma Merenkulun koulutusohjelma		
Tiivistelmä <p>Teräskelojen kuljetukset ovat haastavia ja ne sisältävät useita ongelmakohtia, joihin tarvitaan uusia ratkaisuja.</p> <p>Opinnäytetyössä esiteltiin laajasti teräskelojen ominaisuuksia rahtina ja selvitettiin kelojen kuljetusten ongelmia ja haasteita.</p> <p>Tavoitteena oli luoda kattava selvitys teräskelojen rahtauksesta ja sen kehittämismahdollisuuksista.</p> <p>Työssä kuvattiin ensin teräskelojen ominaisuuksia sekä markkinoita, joiden jälkeen esiteltiin teräskelojen kuljetusten perusteet ja tarpeet. Lopuksi selvitettiin kuljetusten haasteita, ongelmia ja ongelmien ratkaisumahdollisuuksia.</p> <p>Teräskelojen rahtauksesta löydettiin useita ongelmakohtia, joita on mahdollista kehittää.</p> <p>Johtopäätöksinä todettiin, että teräskelakuljetuksia voitaisiin parantaa usealla alueella niin turvallisuuden kuin kustannustehokkuudenkin osalta.</p>		
<a href="#">Asiasanat</a> teräskelat, teräskelojen kuljetus, terästuotteiden tuonti ja vienti		

Author(s) Kunelius, Elias	Type of Publication Bachelor's thesis	Date Month Year October 2020
	Number of pages 45	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Sea transport of steel coils</b>		
Degree programme Degree programme in Maritime Management		
Abstract  Steel coil transportations are problematic and there are several issues within the carriages of steel coils which require new solutions.  In this thesis the attributes of steel coils as cargo were presented widely and the problems and difficulties of steel coil transports were clarified.  The objective was to create a comprehensive explanation of steel coils as a cargo and the possibilities of enhancing the carriage of steel coils.  At first the attributes and the market of steel coils were investigated. Next the basics and the necessities of steel coil carriages were presented. Lastly the difficulties, problems and possible solutions for the problems were clarified.  Multiple problems were found in steel coil carriages which are improvable.  In conclusion it was noted that the carriage of steel coils could be enhanced in safety and cost-efficiency on several fields.		
<u>Key words</u> steel coils, transportation of steel coils, import and export of steel products		

# SISÄLLYS

KÄSITTEET JA LYHENTEET .....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 MACGREGOR .....	6
3 TERÄSKELAT .....	7
3.1 Yleistä .....	7
3.2 Kuumavalssatut teräskelat .....	7
3.2.1 Mustat kelat .....	7
3.2.2 Peitattut kelat .....	8
3.3 Kylmävalssatut teräskelat .....	8
3.4 Muut kelat .....	8
3.5 Pakkaus .....	9
4 TERÄSMARKKINAT .....	10
4.1 Terästeollisuus .....	10
4.2 Teräksen tuotanto .....	10
4.2.1 Teräksen valmistusmaat .....	10
4.2.2 Teräksen valmistajat .....	11
4.3 Vienti ja tuonti .....	12
4.3.1 Vienti maittain .....	13
4.3.2 Tuonti maittain .....	14
5 TOIMITUSKETJU, LASTAUS JA KIINNITYS .....	16
5.1 Yleistä .....	16
5.2 Tehdas ja maapuolen kuljetus .....	16
5.3 Maantiekuljetus .....	18
5.3.1 Ajoneuvon lastaus .....	18
5.4 Rautatiekuljetus .....	20
5.4.1 Vaunujen lastaus .....	21
5.5 Maakuljetuksesta satamaan .....	22
5.6 Satamasta laivaan .....	22
5.6.1 Lastaus ja kiinnitys .....	23
6 MUITA TAPOJA LASTATA TERÄSKELOJA .....	27
6.1 Yleistä .....	27
6.2 Kontittaminen .....	27
6.3 Kehtovälikannet ja -kasetit .....	28
6.3.1 Kehtovälikannet .....	28
6.3.2 Kehtokasetit .....	29

7	YLEISET VAATIMUKSET JA SOPIMUKSET .....	31
7.1	Sopimukset ja konossementti.....	31
7.1.1	Sopimukset .....	31
7.1.2	Konossementti .....	31
7.2	Ohjeistukset.....	32
7.3	Tarkastukset .....	32
7.3.1	Eri tarkastukset .....	33
8	TYYPILLISET VAURIOT JA KUSTANNUKSET .....	34
8.1	Yleistä .....	34
8.2	Mekaaniset vauriot.....	34
8.3	Korroosio .....	35
8.4	Kustannukset.....	36
9	ONGELMAT JA HAASTEET .....	37
9.1	Teräskelojen fyysiset ominaisuudet.....	37
9.1.1	Paino ja muoto .....	37
9.1.2	GM eli vaihtokeskuskorkeus .....	37
9.2	Lastaus ja kiinnitykset.....	38
9.2.1	Lastauksen yleiset ongelmat.....	38
9.2.2	Lastin jakautuminen .....	38
9.3	Vauriot .....	38
9.3.1	Arvo ja vahingoittuvuus .....	38
9.3.2	Vaurioiden estäminen.....	39
9.3.3	Pakkaukset .....	39
9.4	Kuljetukset .....	39
10	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	40
	LÄHTEET .....	43

## KÄSITTEET JA LYHENTEET

CIS	Common Wealth of Independent States. Itsenäisten valtioiden yhteisö
CRC	Cold rolled steel coil. Kylmävalssattu teräskela
CSS-Code	Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing. Kansainvälisen merenkulkujärjestön koodi lastin ahtaamiseen ja kiinnittämiseen.
DWT	Dead Weight Tonnage. Kuollut paino eli aluksen kantavuus
GM	Metacentric heighth. Vaihtokeskuskorkeus
HRC	Hot rolled steel coil. Kuumavalssattu teräskela
IMO	International Maritime Organization. Kansainvälinen merenkulkujärjestö
ITA	International Trade Administration. Yhdysvaltain kauppaministeriön virasto
LoLo	Lift on – Lift off. Lasti siirretään nostureilla
Mafi	Esimerkiksi satamassa lastin liikuttamiseen käytettävä lauttavaunu
P&I	Protection and Indemnity. Laivan omistajan vastuuvakuutus
Pläkkipelti	Tina-lyijyseoksella päällystetty ohut pelti
RoRo	Roll on – Roll off. Lasti siirretään pyörillä
WSA	World Steel Association. Maailman terästalouden kattojärjestö

# 1 JOHDANTO

Teräskelakuljetukset ja etenkin merikuljetukset ovat haasteellisia monella eri saralla, sillä teräskelat ovat lastina kalliita, vaurioherkkiä sekä voivat aiheuttaa vaaratilanteita kuljetuksien aikana. Teräskelojen kuljetuksia on pyritty kehittämään, mutta edelleen konventionaalinen lastaustapa on yleisin käytössä oleva tapa ja siksi teräskelakuljetukset kaipaavat uusia, parempia ratkaisuja.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kattava ja informatiivinen selvitys teräskeloista ja niiden rahtauksesta MacGregor Finland Oy:lle. Työn teoriapohja kerättiin useista eri lähteistä, joita vertailtiin myös keskenään tietojen luotettavuuden varmistamiseksi. Työssä käytettiin pääasiassa avoimia tietolähteitä. Työtä käytiin läpi tilaajan ja opinnäytetyön ohjaajan kanssa palavereissa koko prosessin ajan ja muokattiin annettua palautteen ja keskustelujen pohjalta. Työssä käydään läpi teräskeloja, niiden ominaisuuksia ja kuljetuksia sekä kansainvälisesti teräksen markkinoita.

Markkinaosuudessa tarkastellaan teräksen valmistajia sekä tuontia ja vientiä maittain. Teräskelojen kuljetuksia käydään läpi maa- ja rautatiekuljetuksien sekä merikuljetuksien osalta, joissa selvitetään yleisimpiä tapoja nostaa ja kiinnittää kelat. Lisäksi kuljetusosiossa tarkastellaan nosto- ja kuljetuskalustoa, joiden jälkeisessä osiossa käsitellään muita tapoja teräskelojen kuljetuksiin. Työssä käydään myös läpi teräskelojen merirahtaukseen liittyviä sopimuksia, vaatimuksia ja ohjeistuksia. Työssä tuodaan ilmi tyypillisimmät vauriot ja niiden aiheuttajat sekä vaurioista aiheutuvia kustannuksia. Lopuksi käsitellään kuljetuksiin liittyviä ongelmia ja haasteita sekä esitetään näkökulmia niiden ratkaisemiseksi.

## 2 MACGREGOR

MacGregor on globaali toimija useilla eri alueilla laiva- ja offshore-toiminnassa. Yrityksen toiminta ulottuu rahti- ja matkustaja-aluksiin, laivaston aluksiin, satamiin ja terminaaleihin, sekä kalastus- ja tutkimusaluksiin. MacGregor suunnittelee, kehittää ja toimittaa lastinkiinnitys-, käsittely- ja lisälaiteratkaisuja sekä tarjoaa huoltopalveluita.

MacGregorilla on pitkät perinteet merenkulkualalla, sillä se sai alkunsa jo vuonna 1937 Englannissa ja muun muassa ensimmäisen teräksisen lastiluukun MacGregorin perustajat suunnittelivat jo ennen yrityksen perustamista 1920-luvulla. Vuodesta 2005 lähtien se on ollut osa suomalaista Cargotecia.

Yrityksellä on 60 palvelukeskusta 31 eri maassa. Suurin osa palvelukeskuksista sijaitsee Etelä- ja Pohjois-Amerikassa, Euroopassa sekä Aasiassa. MacGregor työllistää 2 350 ihmistä ympäri maailmaa ja sen suunnittelema välineistöä on asennettu joka toiseen, eli yli 30 000 maailmalla seilaavaan alukseen.

Viime vuosikymmeninä MacGregor on kasvattanut jalansijaansa alalla useiden yritystoimintojen myötä ja laajentaneet repertuaariaan entisestään nouden älykkään merilastin ja kuormankäsittelyn johtavaksi toimijaksi. (MacGregor www-sivut 2020.)



## 3 TERÄSKELAT

### 3.1 Yleistä

Teräskela on ohutlevyä, joka on rullattu kelaksi. Yleisesti terästä keloina pidetään tehokkaimpana tapana varastoida ja kuljettaa teräslevyjä. Keloina teräslevyt vievät vähemmän tilaa ja niitä on helpompi käsitellä, mutta paino jakautuu pienemmälle alueelle.

Teräskelat voidaan luokitella kahteen pääkategoriaan, kylmä- ja kuumavalssattuihin keloihin. Näiden lisäksi keloja voidaan jakaa useampaan alakategoriaan käytetyn materiaalin tai jatkokäsittelyn perusteella, joista yleisimpiä ovat galvanoidut- ja ruostumattomat teräskelat, alumiinikelat ja pläkkipeltikelat. (Packard 2004, 150; World Steel Association 2019, 1–2.)

Yleisesti kelat ovat leveydeltään 600–2100 mm ja painavat 5–20 tonnia, mutta suurempiakin valmistetaan. (Sparks 2003, 3.)

### 3.2 Kuumavalssatut teräskelat

Kuumavalssatut teräskelat voidaan jakaa käsittelemättömiin eli mustiin keloihin ja käsiteltyihin eli peitattuihin keloihin.

#### 3.2.1 Mustat kelat

Kuumavalssatut teräskelat valmistetaan kuumentamalla aihio korkeaan lämpötilaan ja valssaamalla se levyksi, jonka jälkeen levy rullataan kelaksi (Sparks 2003, 101.) Tällaisia kutsutaan mustiksi keloiksi.

Mustan kelan pinnalle ei ole yleensä vaatimuksia, sillä useimmiten ne käsitellään uudestaan kylmävalssatuksi teräkseksi. Muita mustien kelojen käyttökohteita ovat muun muassa teollisuusrakenteet, teräsputket, kontit (Sparks 2003, 80.)

### 3.2.2 Peitatut kelat

Peitattu kela saadaan poistamalla kemiallisesti mustasta kelasta ruoste ja muut epäpuhtaudet, jolloin saadaan kelalle puhdas pinta. Tämän jälkeen kela suojataan uudelta ruosteelta ohuella öljykerroksella. (Sparks 2003, 101.)

Peitatut kelat ovat valmiita kylmävalssaukseen tai menevät suoraan käyttöön, joten ne täytyy suojata hyvin vaurioitumiselta. Näitä keloja käytetään muun muassa laivanrakennuksessa, rakennustyömailla ja autoteollisuudessa. (World Steel Association 2019, 1–2.)

### 3.3 Kylmävalssatut teräskelat

Kylmävalssatut teräskelat valmistetaan kylmävalssaamalla peitattu kuumavalssattu levy haluttuun paksuuteen, jonka jälkeen teräs käy läpi hehkutuksen ja kylmämuovauksen saaden kirkkaan ja viimeistellyn pinnan. Tämän jälkeen teräs suojataan ohuella öljykerroksella ja rullataan kelaksi. (Sparks 2003, 48.)

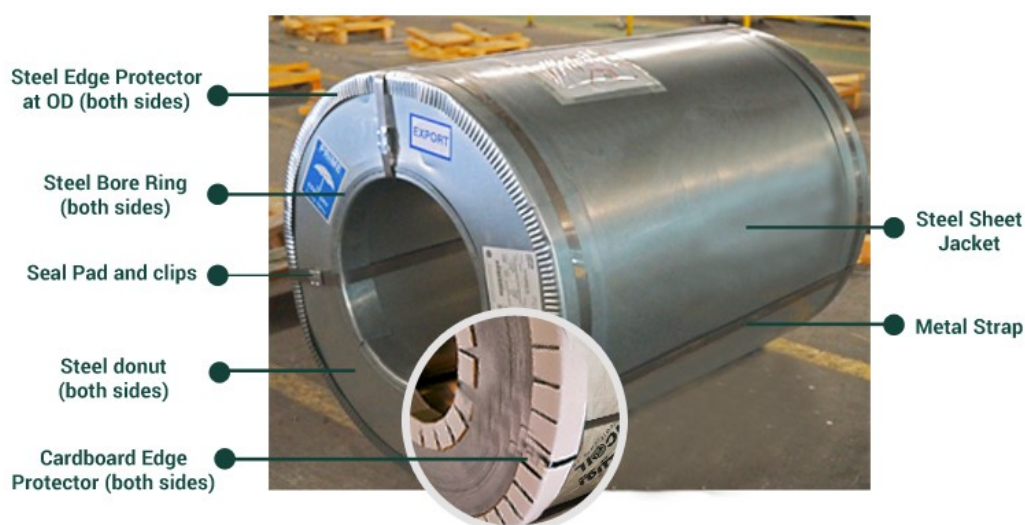
Kylmävalssattu teräskela on kuumavalssattua teräskelaa viimeistellympi tuote, se on yleensä valmiissa mitoissa ja pinnan ei ole suotavaa vaurioitua. Kylmävalssattuja teräskeloja käytetään esimerkiksi autoteollisuudessa ja kodinkoneissa. Niistä jatko käsitellään myös sinkittyjä ja maalattuja keloja (Sparks 2003, 80).

### 3.4 Muut kelat

Galvanoidut eli sinkityt kelat valmistetaan kuuma- tai sähkösinkittämällä kylmävalssattu kela. Ruostumattomat teräskelat ovat tehty valssaamalla ruostumatonta terästä ja alumiinikelat alumiinista.

### 3.5 Pakkaus

Pakkaustapa määräytyy tilaajan vaatimuksen mukaan. Yleisesti mustia keloja ei suojata kosteudelta tai ruostumiselta, koska pinnalle ei ole vaatimuksia. Mustat kelat on kuitenkin suojattava merivedeltä, sillä ruostumisen on pysyttävä kohtuullisissa mitta-suhteissa, koska peittauksella ei saada poistettua liian pitkälle muodostunutta ruostetta. Muut kelatyypit ovat yleensä valmiissa mitoissa ja pinnassa, joten ne suojataan tarpeen ja tilaajan toiveiden mukaisesti. Eri yrityksillä on omat pakkaustyylinsä, kuten kuvassa 1 oleva yleinen tapa pakata kela merirahtausta varten.



Kuva 1. Teräskelojen pakkausmalli (Unicoil www-sivut 2019)

Kelat suojataan ohuella öljykerroksella, kääritään kosteudelta suojaavaan voimapaperiin tai muoviin ja varmistetaan terässpannoilla. Kelan kulmiin laitetaan pahviset suo-jareunukset. Tämän jälkeen kelan ulkopinta suojataan metallisella tai pahvisella ulko-kuorella ja sisäpuolta suojataan ja tuetaan reunasuojilla, jotka suojaavat kelaä taipumi-selta. Molempiin pätyihin laitetaan päätypalat sekä ulkokulmiin metalliset suoja-reunukset. Lopuksi kela varmistetaan neljällä terässpannalla kelan silmän läpi ja kol-mella kelan ympäri. (Sparks 2003, 53.)

## 4 TERÄSMARKKINAT

### 4.1 Terästeollisuus

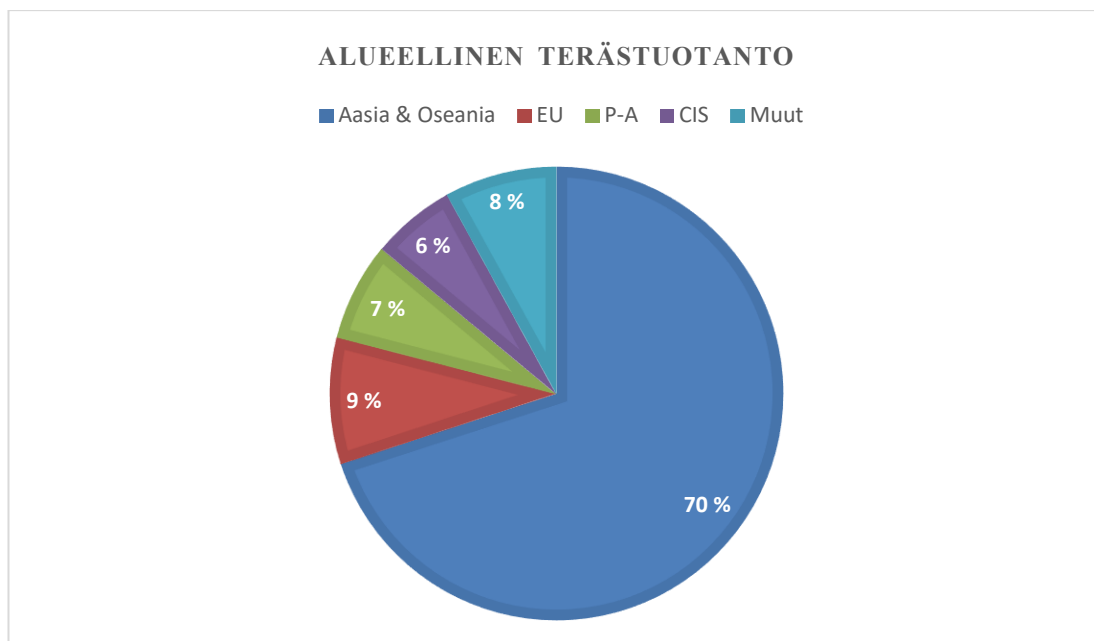
Terästeollisuus on öljy- ja kaasuteollisuuden jälkeen maailman toiseksi suurin teollisuuden ala. Terästä käytetään kaikilla tärkeillä teollisuuden aloilla kuten energiäteollisuudessa, rakentamisessa, auto- ja kuljetusteollisuuksissa, infrastruktuurissa, pakkauksissa ja koneissa. Se on myös tärkein uusiutuvan energian kuten lämpö-, aurinko- ja vesivoiman tuottamisessa käytetty materiaali. Koska teräs on laajimmin käytetty metalli ja kierrätetyin materiaali, on sillä myös paljon ostajia. Suuret teräksen kuluttajat ostavat suoraan toimittajalta ja pienemmät tukuista. (Marketline 2020, 8–9.)

### 4.2 Teräksen tuotanto

Terästuotanto on ollut teollisuusyhteiskuntien ydin 1900-luvun puolivälistä 2000-luvulle asti ja kasvun oletetaan jatkuvan edelleen maltillisesti. Alan kasvu on ollut todella suuri, kun vuonna 1950 tuotettiin 189 miljoonaa tonnia terästä ja vuonna 2018 tuotettiin jo 1800 miljoonaa tonnia. Vuonna 2016 vietiin noin 477 miljoonaa tonnia valmiita ja puolivalmiita terästuotteita, joka on korkein volyyymi viennissä tähän asti, 31,4 % tuotetusta teräksestä kyseisenä vuonna. (International Trade Administration 2019, 3; World Steel Association 2019, 24–25.)

#### 4.2.1 Teräksen valmistusmaat

Kuviosta 1 nähdään terästuotannon alueellinen jakautuminen. Vuonna 2018 Aasia ja Oseania tuottivat 70 % teräksestä maailmanlaajuisesti eli 1270 miljoonaa tonnia koko maailman tuotetusta 1800 miljoonasta tonnista terästä. Euroopan Unionin maat olivat toiseksi suurin teräksentuottaja yhdeksän prosentin osuudella, joka vastaa 167 Mt. Kolmanneksi suurin teräksen tuottaja oli Pohjois-Amerikka seitsemän prosentin osuudella (117 Mt). Neljäntenä oli itsenäisten valtioiden yhteisö (CIS) kuudella prosentilla (101 Mt). (International Trade Administration 2019, 4.)



Kuvio 1. Alueellinen terästuotanto 2018

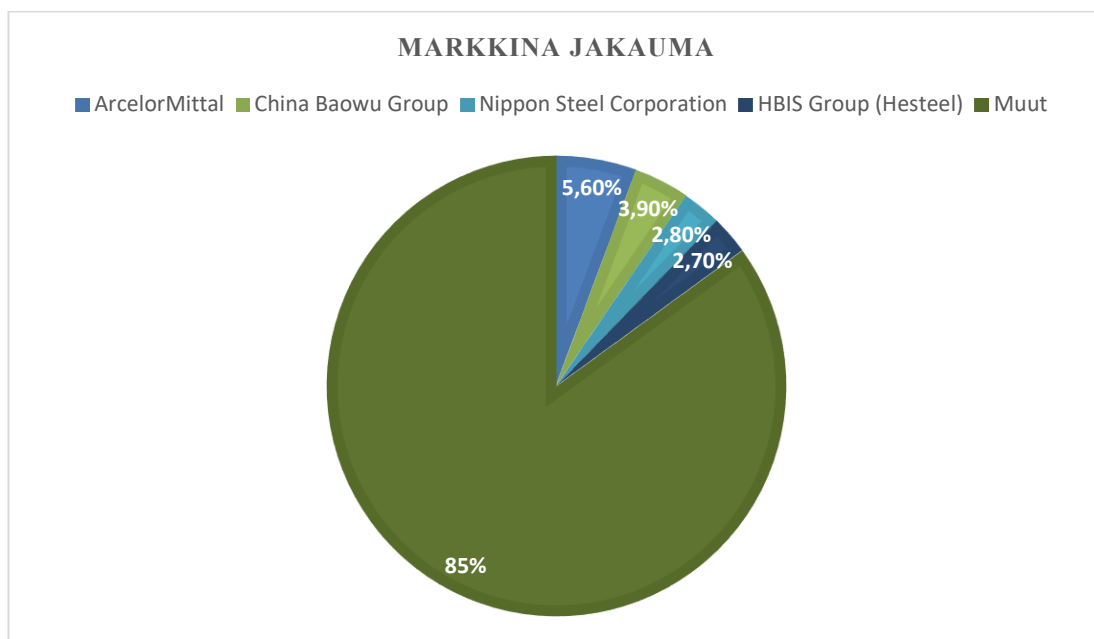
Markkinaosuuksien jakautuminen on ollut viime vuosina tasaista, mutta kokonaisuudessaan vuodesta 2005 lähtien Aasia on kasvattanut osuuttaan huomattavasti. Vuosien 2006 ja 2018 välillä suurimman osan tuotanto väheni ja muutaman kasvoi. EU:n tuotanto väheni kahdeksalla prosentilla maailman tuotannosta ja CIS:n, Pohjois- ja Etelä-Amerikan sekä Afrikan tuotanto väheni myös. Eniten tuotantoaan kasvattivat Lähi-Itä yhdellä prosentilla sekä Aasia ja Oseania 15 prosentilla.

Vuonna 2018 teräksen tuotanto kasvoi kaikilla alueilla EU:ta lukuun ottamatta. Suurimmat kasvajat olivat Afrikka 28 %, Lähi-Itä 18,7 % ja Aasia ja Oseania 10,2 %. (International Trade Administration 2019, 4–6.)

#### 4.2.2 Teräksen valmistajat

Teräsmarkkinat ovat aina olleet erittäin sykliset, mikä kiristää alan kilpailua. Suurimmat teräksenvalmistajien haasteet ovat epävakaas, siirtyvät kysyntäalueet, monimutkaiset toimitusketjut, tuottavuus ja kustannustehokkuus. Terästeollisuus on myös suoraan riippuvainen muista teollisuuden aloista. Jos auto- tai rakennusteollisuudessa on laskusuhdanne, niin on myös teräksellä. (Marketline 2020, 15.)

Suurimmat teräsvalmistajat tällä hetkellä ovat kuvion 2 mukaisesti ArcelorMittal, Baowu Steel-Group, Nippon Steel Corporation ja HBIS-Group, jotka yhdessä muodostavat 15 % koko maailman teräsmarkkinoista. Baowu Steel-Group ja HBIS-Group sijaitsevat Kiinassa ja Nippon Steel Corporation Japanissa, joka osoittaa aasialaisen teräksen vahvaa asemaa markkinoilla. (Marketline 2020, 25–26)



Kuvio 2. Markkina jakauma 2018

#### 4.3 Vienti ja tuonti

Taulukosta 1 keskiarvoina laskettuna vuosien 2014–2018 terästuotanto oli seuraavanlaista: Valmiita ja puolivalmiita terästuotteita tuotettiin 1578 miljoonaa tonnia, joista noin 29 % (464 Mt) meni vientiin. Näistä yli 17 % (81 Mt) oli kuumavalssattuja teräskeloja ja -levyjä ja melkein 8 % (36 Mt) oli kylmävalssattuja teräskeloja ja -levyjä. Eli kylmä- ja kuumavalssattuja teräskeloja ja -levyjä kuljetettiin maailmalla yhteensä 117 miljoonaa tonnia vuodessa. Pitkällä kantamalla valmiiden ja puolivalmiiden terästuotteiden vienti on kasvanut koko ajan ja sekä tuotannon että viennin osuuksien jakaumat ovat siirtyneet Aasian suuntaan, etenkin Kiinaan.

Vuosien 2006 ja 2018 välisenä aikana viennin volyymit muuttuivat merkittävästi alueellisella mittakaavalla. Viennit vähenivät CIS-maista 11,8 Mt, EU:sta 5,9 Mt, Afrikasta 4,4 Mt. Kun taas Aasiasta ja Oseaniasta vienti kasvoi 24 % eli 32,5 Mt. Lähi-Itä

kasvatti vientiään 9,2 Mt, muut Euroopan maat 5,1 Mt ja Pohjois-Amerikka 1,1 Mt. (International Trade Administration 2019, 11–13; World Steel Association 2019, 24–27.)

Taulukko 1. Terästuotanto 2014–2018 (World Steel Association 2019)

<b>Vuosi</b>	<b>Tuotanto (Mt)</b>	<b>Vienti ja viennin osuus tuotannosta (Mt)</b>	<b>Kuumavalssatut teräskelat ja -levyt vienti (Mt)</b>	<b>Kylmävalssatut teräskelat ja -levyt vienti (Mt)</b>
<b>2014</b>	1558,1	457,4 (29,4 %)	75,8	37,2
<b>2015</b>	1511,6	467,4 (30,9 %)	77,7	32,8
<b>2016</b>	1517,8	476,8 (31,4 %)	86,1	35,6
<b>2017</b>	1613,6	462,9 (28,7 %)	85,0	37,4
<b>2018</b>	1686,7	457,1 (27,1 %)	79,0	35,7

#### 4.3.1 Vienti maittain

Euroopan Unionin maat sekä Yhdysvallat ovat teräskelojen suurkuluttajia, ja keloja liikkuu paljon EU:n sisäisesti sekä EU:sta Yhdysvaltoihin. Keloja tuodaan näihin maihin myös CIS-maista, Japanista, Kiinasta, Intiasta, Etelä-Afrikasta ja Brasiliasta. Vaikka Aasia on kasvattanut osuuttaan maailmanlaajuisessa viennissä, jää suurin osa vielä Aasian sisäiseen vientiin. (Transport Information Service [www-sivut](http://www.sivut) 2019.)

Taulukosta 2 nähdään, että yksittäisistä maista Kiinasta viedään ylivoimaisesti eniten terästuotteita, toiseksi eniten Japanista ja neljänneksi eniten Etelä-Koreasta, josta voidaan huomioida selvä alueellinen keskittymä viennin osalta. Kuitenkin on huomiotava, että EU:n koko vienti on todella suuri 146,9 Mt.

Taulukko 2. Teräksen vienti maittain (World Steel Association 2019)

Suurin	Vienti	Mt
1	Kiina	68,8
2	Japani	35,8
3	Venäjä	33,3
4	Etelä-Korea	30,1
5	EU:n ulkopuolinen (EU:n koko vienti)	28,4 (146,9)
6	Saksa	26,0
7	Turkki	19,9
8	Italia	18,2
9	Belgia	18,0
10	Ukraina	15,1
11	Ranska	14,4
12	Brasilia	13,9
13	Taiwan (Kiina)	12,3
14	Intia	11,1
15	Alankomaat	11,0

#### 4.3.2 Tuonti maittain

Taulukosta 3 ilmenee, että Euroopan Unionin maihin tuodaan selvästi eniten terästuotteita muista maista sekä, että EU:n sisällä liikkuu todella paljon terästä, joka vastaa yhteensä noin 35 % koko tuonnista. EU:n maista suurimmat teräksenkuluttajat ovat Saksa, Italia ja Ranska, jotka ovat kaikki tunnettuja autoteollisuudestaan. Yhdysvallat ovat toiseksi suurin terästuotteiden tuoja noin 7 % osuudella, vaikka tämänhetkiset poliittiset vaikutteet ovat vähentäneet tuontia Yhdysvaltoihin.



Taulukko 3. Teräksen tuonti maittain (World Steel Association 2019)

<b>Suurin</b>	<b>Tuonti</b>	<b>Mt</b>
<b>1</b>	EU:n ulkopuolinen (EU:n koko tuonti)	44,9 (163,3)
<b>2</b>	USA	31,7
<b>3</b>	Saksa (EU)	26,6
<b>4</b>	Italia (EU)	20,6
<b>5</b>	Thaimaa	15,5
<b>6</b>	Etelä-Korea	14,9
<b>7</b>	Ranska (EU)	14,9
<b>8</b>	Belgia (EU)	14,8
<b>9</b>	Kiina	14,4
<b>10</b>	Vietnam	14,1
<b>11</b>	Turkki	14,0
<b>12</b>	Meksiko	13,1
<b>13</b>	Puola (EU)	12,1
<b>14</b>	Indonesia	11,7
<b>15</b>	Espanja (EU)	10,8

## 5 TOIMITUSKETJU, LASTAUS JA KIINNITYS

### 5.1 Yleistä

Tässä kappaleessa käydään läpi konventionaalinen tapa lastata teräskeloja laivoihin sekä sivutaan muita yleisiä tapoja kiinnityksien ja nostojen osalta. Muita lastaustapoja käydään läpi erillisessä kappaleessa.

### 5.2 Tehdas ja maapuolen kuljetus

Tehtaalla teräskeloja varastoidaan sisälle ja ulos, riippuen kelan tyypistä ja jatkokäsittelyn tarpeesta. Yleisesti mustat kelat varastoidaan ulos ja muut kelat sisälle.

Tehtaalla kelojen nostot tapahtuvat pääosin trukeilla ja nostureilla. Kuljettamiseen käytetään näiden lisäksi useanlaisia tapoja, kuten kuljetusmatot ja -hihnat sekä kela-vaunut ja -kasetit. Nostureissa käytetään erilaisia kuormauselimiä, kuten C-koukku, kelapihdit, vertikaaliset kelanostimet ja magneettinostimet (Transport Information Service [www-sivut](http://www-sivut) 2019).

Kuvan 2 mukaisella C-koukulla on hyvä nostaa etenkin suurempia keloja ja niitä käytetään sekä tehtailla että satamissa. Tässä mallissa koukku pujotetaan kelan silmästä ja nosto suoritetaan ilman erityisiä lukituksia. Koukun pujottamiseen menee kuitenkin aikaa, koska on varottava vahingoittamasta kelaä ja lisäksi koukku vaatii jonkin verran tilaa, jotta se saadaan sisään ja pois kelasta.



Kuva 2. C-koukku (Ddrives [www-sivut](http://www-sivut) 2020)

Kuvan 3 kelapihdeillä pystytään suorittamaan nostot hieman nopeammin kuin C-koukulla. Niissä pihdit lukittautuvat kelan reunoihin ja pihdeillä pystytään suorittamaan nostoja ahtaammissakin paikoissa.



Kuva 3. Kelapihdit (Buck www-sivut 2020)

Kuvan 4 vertikaalisella kelanostimella pystytään nimensä mukaisesti nostamaan keloja vertikaalisessa asennossa. Nosturin kuljettaja vie nostimen kelan päälle ja lukitsee kelan automaatiolla, jolloin nostoihin ei tarvita manuaalista työtä lainkaan.



Kuva 4. Vertikaalinen kelanostin (Buck www-sivut 2020)

Kuvan 5 magneettinostimet ovat hieman harvinaisempia, mutta niillä voidaan nostaa keloja sekä horisontaalisesti että vertikaalisesti, riippuen nostimen mallista. Lukittautuminen ja irrotus tapahtuu nopeasti magneetilla ja ne ovat helppokäyttöisiä.



Kuva 5. Magneettinostin (Qhmagnet www-sivut 2020)

### 5.3 Maantiekuljetus

Maantiekuljetuksessa teräskelat voivat altistua useille poikittaisille ja pitkittäisille voimille esimerkiksi äkkikäännöksissä, huonokuntoisilla teillä ajettaessa tai hätäjarrutuksessa. Teräskelat ovat erittäin painavia ja voivat aiheuttaa mittavia vahinkoja, joten niiden kuljetuksessa on oltava huolellinen.

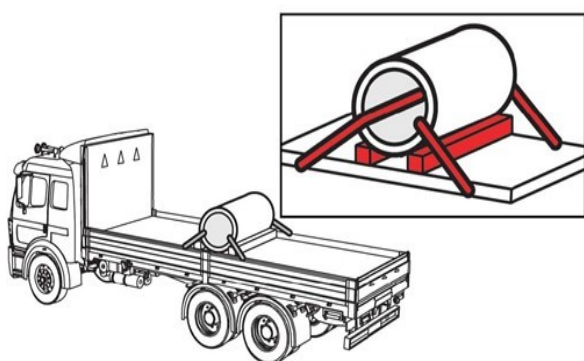
Yleisimmin keloja kuljetetaan maantiekuljetuksina flatbed-tyyppisillä ajoneuvoilla ja trailereilla. Kuitenkin erityisesti raskaat, yli 10 tonnia painavat kelat, on suositeltavaa kuljettaa erikoisrakenteisella vaunulla tai trailerilla, joka on valmistettu kelojen kuljetukseen. Toinen suositeltu tapa raskaisiin keloihin on käyttää kelojen kuljettamista varten tarkoitettuja erityisrakennelmia. (Euroopan komissio 2014, 64–65.)

#### 5.3.1 Ajoneuvon lastaus

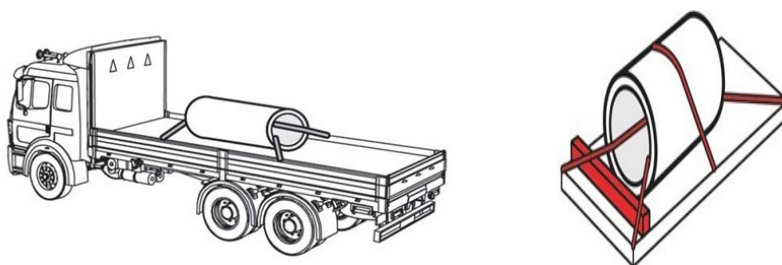
Kelat nostetaan tehtaalta tai sen varastosta yksitellen ajoneuvoon yläpuolelta nosturilla tai sivusta trukilla.

Keloja voidaan kuljettaa kuvien 6, 7 ja 8 mukaisesti joko kelan silmä, eli läpimenevä reikä, pitkittäin tai poikittain sekä vertikaalisesti. Pitkittäin ja poikittain lastattaessa

kelat laitetaan yhteen kerrokseen aluspuiden päälle, jotta paino jakautuu laajemmalle alueelle, saadaan enemmän kitkaa ja ne suojaavat kelaä sekä ajoneuvoa. Kelat tuetaan koko kelan mittaisilla kiiloilla eli kulmapuilla, jotka voidaan yhdistää sivuttaisliikkeen estämiseksi poikittaisilla tukipuilla tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää valmiita kiinniteitä alustoja. Poikittain lastatessa liian lyhyet kiilat voivat aiheuttaa keloihin painaamia. Kelat sidotaan kuljetusalustaan vastakkaisiin suuntiin vähintään kahdella riittävän vahvalla vyöllä tai ketjulla kelan läpi. Kiinnitysten määrä riippuu kelan painosta. Lisäksi pitkittäin lastattaessa kela tuetaan ympärimenevällä vyöllä tai ketjulla. (LORDA ry 2004, 28–29; FMCSA www-sivut 2019.)

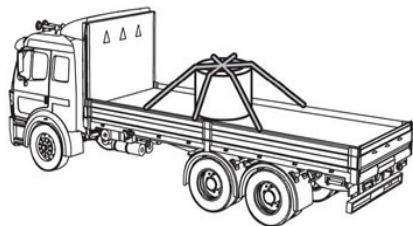


Kuva 6. Poikittain lastaus (FMCSA www-sivut 2019)



Kuva 7. Pitkittäin lastaus (FMCSA www-sivut 2019)

Vertikaalisesti kuljetettaessa kela on kiinnitettävä vähintään kolmella vyöllä tai ketjulla, joista yksi menee vinosti ajoneuvon vasemmalta puolelta oikealle puolelle kelan silmän kohdalta, toinen samalla tavalla oikealta vasemmalle puolelle ristiin ja kolmas suoraan sivulta sivulle. Ajoneuvon liikkeen mukainen kelan liikehdintä estetään kiiloilla, kitkamatolla tai lisäämällä kiinnitys pitkittäin. (LORDA ry 2004, 28–29; FMCSA www-sivut 2014.)



Kuva 8. Vertikaalinen lastaus (FMCSA www-sivut 2019)

#### 5.4 Rautatiekuljetus

Rautatiekuljetuksen aikana lastiin kohdistuu useita rasituksia pitkittäisistä ja poikittaisista vaakasuorista voimista, pystysuorista voimista, keskipakovoimasta, tuuli- ja kitkavoimasta sekä lastin liikehdinnästä. Rasituksia syntyy esimerkiksi jarrutuksista, vaunujen heilahtelusta, kaarteista ja tärinästä. Teräskelat on painonsa vuoksi kiinnitettävä ja tuettava huolellisesti, jotta ne eivät saa kallistavaa momenttia aikaiseksi.

Teräskelojen kuljetukseen käytettyjä vaunumalleja on useampia erilaisia. Pääsääntöisesti keloja kuljetetaan teräskelojen kuljetukseen suunnitetuilla erilaisilla avonaisilla tai katetuilla teräskelavaunuilla. Perinteisiä yleisavo- ja siirtokatevaunuja voidaan myös käyttää. (Transport Information Service www-sivut 2019.)



Kuva 9. Katettu teräskelavaunu

### 5.4.1 Vaunujen lastaus

Rautatiekuljetuksissa nostot ovat pitkälti samanlaisia kuin maantiekuljetuksissa, eli kelat nostetaan yksitellen trukilla tai nosturilla.

Perinteisissä vaunuissa kelat lastataan suoraan vaunun pohjalle ja kelojen vierintäsuunta on aina oltava vaunun pituussuuntainen. Alle 1,5 tonnin painoiset kelat voidaan lastata ryhmäksi yhdestä kolmeen vierekkäiseen jonoon, 1,5–5 t painavat yhdestä kahteen jonoon ja yli 15 t painavat on lastattava yksittäin. Kelaryhmässä saa olla enintään kolme kela. Kelaryhmät tuetaan laittamalla vaunun pohjalle vähintään 125 mm korkeat ja vähintään yhtä leveät poikittaiset tuet äärimmäisiä keloja vasten. Tuen on oltava vähintään yhtä pitkä kuin kela ja ne kiinnitetään vaunun pohjaan nauloilla molemmista päistä. Päätukien liikkuminen estetään yhdistämällä ne vähintään 50 mm korkeilla, 50 cm pitkillä ja 10 cm leveillä sivuttaistuilla. Yksittäiset kelat tuetaan samalla tavalla kuin ryhmät. (VR Transpoint 2020, 5–6.)

Alustalla kuljetettavien kelojen alustan tulee olla vähintään yhtä leveä kuin kela ja niiden on estettävä kelojen vieriminen. Jos kelojen leveys on pienempi kuin 0,5 kertaa halkaisija, ne sidotaan toisiinsa neljällä teräsvanteella. (VR Transpoint 2020, 5.)

Teräskelavaunuja on useita eri malleja, mutta tyypillisesti ne ovat varustettu teräsrakenteisilla kelakehdoilla tai niissä on syvennys, joihin kelat asetetaan. Osassa malleista liikkuminen on estetty tukivivulla tai muilla kiinteillä ratkaisuilla ja osassa käytetään kiinnitysvöitä tai -ketjuja.



Kuva 10. Avoin teräskelavaunu

### 5.5 Maakuljetuksesta satamaan

Satamassa teräskelat puretaan maakuljetuksesta tavallisesti joko trukilla tai kiinteällä nosturilla. Riippuen satamasta, keloja voidaan purkaa suoraan sisätiloihin tai ulos varastointiin. Usein kelat tulevat satamaan rautateitse suoraan aluksen lastaukseen, jolloin ne puretaan suoraan junasta trailerille. Trailerilta kelat voidaan nostaa laiturille odottamaan tai lastata suoraan trailerista laivaan. Teräskelojen kuljetukseen satamien sisällä käytetään useita eri ratkaisuja kuten erilaisia trailereita ja kasetteja.

### 5.6 Satamasta laivaan

Laiturilta kelat nostetaan LoLo eli lift on – lift off menetelmällä laivaan sataman tai laivan nostureilla, joissa käytetään samanlaisia kuormauselimiä kuin tehtaan nostureissa. Lisäksi käytetään paljon eri valmistajien nostovöitä kuten kuvassa 11. Nostovyöt ovat yleinen ja universaali nostomenetelmä, sillä ne ovat edullisia ja niitä voidaan käyttää monipuolisesti.

Riippuen nostovälineistöstä ja kelojen painosta, keloja voidaan yleisesti nostaa yhdestä neljään kela yhdellä nostolla. Kelat nostetaan suoraan kellariveihin tai vaihtoehtoisesti ruuman pohjalle, josta ne siirretään riveihin trukilla.





Yleisin Kuva 11. Teräskelojen lastaus nostovöillä (Dnvgl www-sivut 2019)

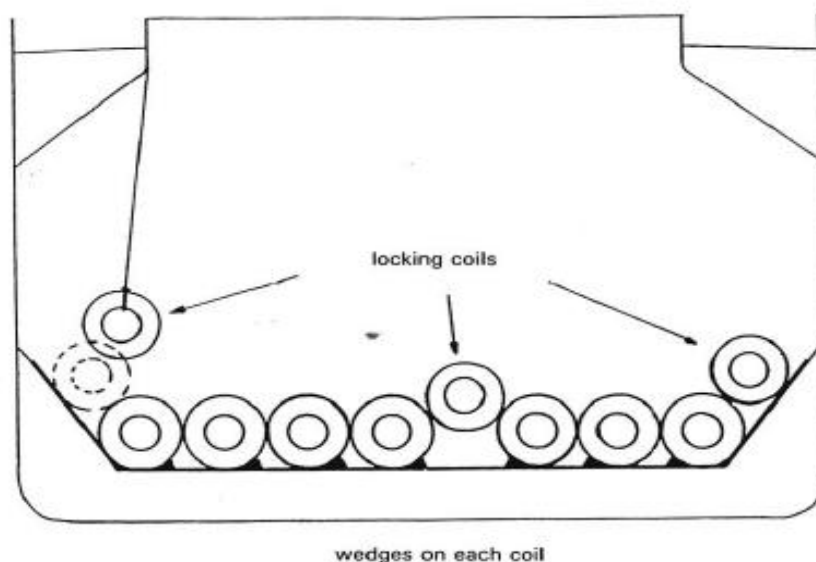
Yleisin käytetty alusmalli suurien teräskelalastien kuljetukseen on välikanneton 20 000–30 000 DWT:n irtolastialus, jossa on viisi ruumaa ja omat kraanat. Kuitenkaan isommat 40 000–70 000 DWT:n, kraanattomat tai muuten erilaiset irtolastialukset eivät ole epätavallisia. Irtolastialukset soveltuvat teräskelojen kuljetukseen hyvin lastitilojen, isojen lastiluukkujen ja erillisten ruumien ansiosta. Lisäksi näiden alusten rakenteelliset ominaisuudet vastaavat lastin tarpeita hyvin ja käyttökustannukset ovat matalat. (Sparks, 2003, 42 ja 245.)

Teräskeloja kuljetetaan jonkin verran myös yleislasti-, monitoimi- ja RoRo-aluksilla. Yleisemmin näillä aluksilla kuljetetaan pienempiä määriä teräskeloja ja RoRo-aluksiin kelat lastataan tavanomaisesti kasetin päällä.

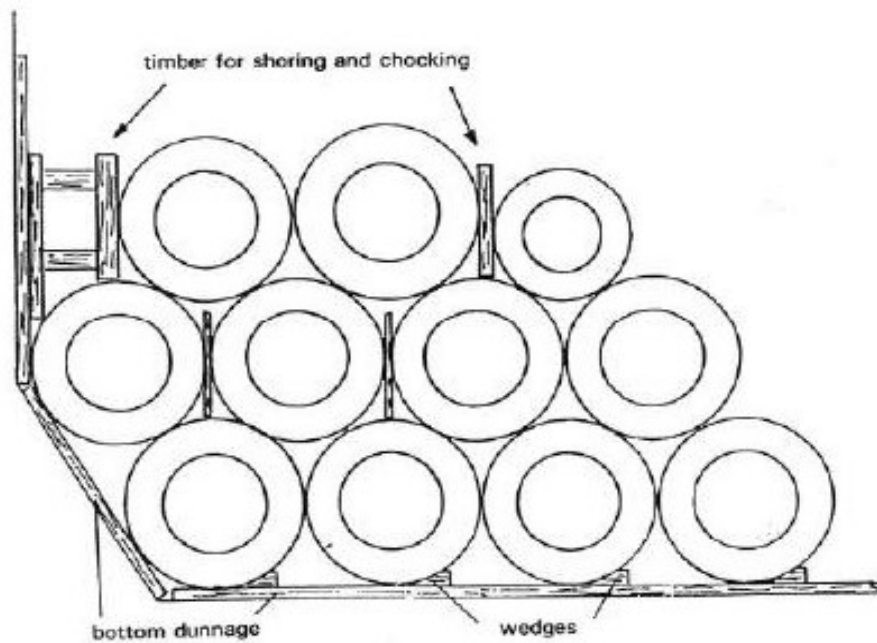
### 5.6.1 Lastaus ja kiinnitys

Merikuljetuksessa kelat altistuvat useille voimille ja kelojen paino ruuman pohjalla nostaa aluksen vakavuuden GM arvoa, joka tekee laivan liikehdinnästä vielä voimakkaampaa. Tämä rasittaa kiinnityksiä ja niiden pettäessä kelat voivat aiheuttaa mittavia vahinkoja laivalle sekä itse keloille.

IMO:n (International Maritime Organization) lastikäsikirjan ohjeistuksessa teräskelat lastataan kuvan 12 mukaisesti ruuman pohjalle riviin säilytyspuiden päälle, jotka lisäävät kitkaa ja jakavat kelojen painoa laajemmalle alueelle. Kelat asetetaan silmä laivan pitkittäissuuntaan ja jokainen kela kiilataan yhdellä tai kahdella kiilalla, jotka asetetaan säilytyspuiden päälle. Välit täytetään kuvan 13 mukaisesti, jotta keloista saadaan mahdollisimman tiivis paketti. Rivit täytetään laidoilta keskelle ja viimeisenä asetetaan lukkokela tai -kelat, mikä lukitsee rivin. Tämän jälkeen kelat kiinnitetään toisiinsa kuten kuvassa 14, silmien kautta teräspannoilla, jotka kiristetään paineilmakäyttöisillä pannankiristäjillä. (IMO 2019, 29–31.)



Kuva 12. Teräskelojen lastaus (IMO 2019, 30)



Kuva 13. Teräskelojen tuenta (IMO 2019, 31)

Keloja voidaan lastata enintään kolmeen kerrokseen ja lastatessa useampaan kerrokseen kelat asetetaan alemman rivin väleihin. Ylemmissä kerroksissa jokainen kela kiinnitetään molempiin alla oleviin keloihin ja mikäli keloja on erikokoisia, tulee pienemmät asettaa suurempien päälle kokoon painumisen estämiseksi.



Kuva 14. Teräskelojen kiinnitys (Gard 2014, 6)

Teräskeloja voidaan lastata myös vertikaalisesti, jolloin kelan paino jakautuu entistä pienemälle alueelle. Painon jakamiseksi ja reunojen suojaamiseksi kelat on asetettava palleille. Nostotoimenpiteet ovat hankalia tavanomaisilla nostovälineillä ja erikoisnostimia on huomattavasti vähemmän satamissa. Vertikaalista lastausta käytetään lähinnä pienille kelamäärille, kevyille tai erityisen arvokkaille keloille (Sparks 2003, 215).



Kuva 15. Teräskeloja lastattuna ruumaan

## 6 MUITA TAPOJA LASTATA TERÄSKELOJA

### 6.1 Yleistä

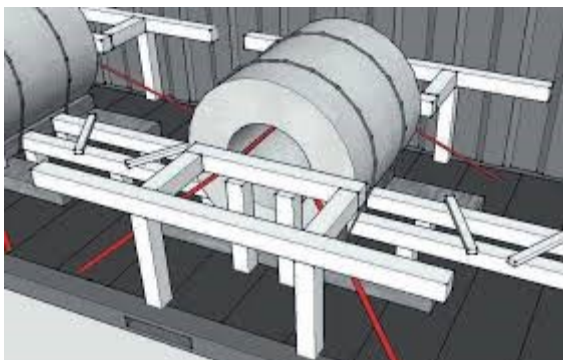
Teräskelojen kuljetukseen on kehitelty monenlaisia ratkaisuja, joita esitellään tässä kappaleessa.

Esimerkiksi maakuljetuksiin on kehitelty useita erilaisia trailereita ja vaunuja, joissa on pohjassa kiilanmuotoinen syvennys tai muu tukea antava rakenne, johon kelat asetetaan sekä sidontapisteet kiinnityksiä varten.

### 6.2 Kontittaminen

Teräskeloja kuljetetaan jonkin verran myös konteissa, mutta isommalla volyymilla se ei ole kovin kustannustehokasta, koska yhteen konttiin voidaan lastata yleensä vain yhdestä kahteen kela. Konventionaalisen konttiin on kehitelty erilaisia alustoja, joka tekee ahtauksesta helpompaa. Lisäksi on kehitelty useammanlaisia erikoiskontteja kelojen kuljetusta varten.

Kuvassa 16 näytetään seuraavanlainen ahtaustapa perinteiseen konttiin. Kelat lastataan puiselle alustalle ja tuetaan kontin seinämiin puutavaralla. Lisäksi kelat varmistetaan kiinnitysvöillä konttiin (TT Club 2016, 9).



Kuva 16. Teräskelan lastaus konttiin (TT Club 2016, 13)

### 6.3 Kehtovälikannet ja -kasetit

Seuraavaksi käydään läpi Langh Ship Oy:n kehittelemiä kehtovälikansia ja -kasetteja, jotka ovat uudempia kuljetusratkaisuja teräskeloille.

#### 6.3.1 Kehtovälikannet

Kuvan 17 tapaiset kehtovälikannet ovat irrotettavia välikansia, joille voidaan lastata teräskeloja, mutta käyttöönottoa varten ruumiin täytyy tehdä muutoksia telakalla. Välikansissa käytetään aiemmin tässä työssä esiteltyjen kuljetusratkaisujen kaltaisia kumipäällysteisiä v-ura mallisia pohjia.

Kehtovälikannet kiinnittyvät ruuman seinissä oleviin konsoleihin ja ne nostetaan paikoilleen BOFO-pihtejä käyttäen. Kelat kiinnitetään alustaan manuaalisesti kiristysliinoilla. Kehtovälikannet mahdollistavat teräskelojen lastauksen korkeammalle, joka parantaa aluksen GM-arvoa. Tämä vähentää aluksen liikehdintää sekä lastiin kohdistuvia voimia.

Kehtovälikannet nopeuttavat lastausta, purkausta sekä lastinkiinnitystä. Lastinkiinnitykseen tarvitaan myös vähemmän materiaaleja sekä henkilöstöä. Pienempi GM-arvo vähentää laivalle ja lastille aiheutuvia rasituksia sekä parantaa miehistön oloja aluksella.

Kehtovälikansissa on myös omat ongelmansa, kuten niiden suuri koko ja ne vievät tilaa sekä pienentävät lastikapasiteettia. Käyttöönottokustannukset ovat myös suhteellisen korkeat telakoinnin myötä. (Langh Ship www-sivut 2020; Tulkki 2012, 24–30.)



Kuva 17. Kehtovälikansi (Langh Ship www-sivut, 2020)

### 6.3.2 Kehtokasetit

Kuvan 18 tapaiset kehtokasetit ovat toiminnaltaan paljon kontin kaltaisia alustoja teräskelojen kuljetukseen ja ne ovat kehitelty kehtovälikansien pohjalta. Kasetit ovat perusmitoiltaan 40 jalan kontin eli noin 12,2 x 2,4 metrin kokoisia ja niissä käytetään kehtovälikansien kaltaista kumipäällysteistä v-ura mallista pohjaa. Yhteen kasettiin mahtuu seitsemän halkaisijaltaan 1,2–2,2 metrin kelaa. Kasetit voidaan kiinnittää konttikenkiiin ja kasetteja voidaan pinota käyttämällä konttikenkkiä.

Kehtokasetteja voidaan liittää rinnakkain toisiinsa käyttämällä kahdeksaa liitoskappaletta, mikä mahdollistaa kahden kasetin noston samanaikaisesti. Itsessään nostoihin parhaiten soveltuu BOFO-pihdit, joille kasettien keskellä on nostokolot. Yksittäisiä kasetteja voidaan nostaa myös nostovöillä tai -ketjuilla.

Kehtokasetit pitää paikallaan perinteisten konttikenkäkiinnityksien sijaan konttikenkäkoloihin upotettavat kevyemmät kiinnikkeet. Tällä tavalla kehdon paino ei jää konttien lailla kiinnitysten varaan, vaan jakautuu koko kehdon pinta-alalle. Kasettiin kelat kiinnitetään manuaalisesti kiristysliinoilla. Kasetit on suunniteltu rakenteellisesti suojaamaan keloja mekaanisilta vaurioilta sekä kestäämään iskuja itse kasettiin.

Myös kehtokasetit mahdollistavat teräskelojen lastauksen välikansille sekä RoRo-aluksiin mafeilla tai RoRo-kaseteilla. Kehtokaseteilla saavutetaan suurin piirtein samat

hyödyt kuin kehtoväläkansilla, mutta kasettien käyttöönottoa varten ei tarvita telakointia. Lisäksi kasettien kiinnitys- ja nostomahdollisuudet ovat hyvät. Haittapuolena on lastikapasiteetin väheneminen ja tilan vieminen aluksella. (Langh Ship www-sivut 2020; Tulkki 2012, 32–39.)



Kuva 18. Kehtokasetti (Langh Ship www-sivut 2020)



## 7 YLEISET VAATIMUKSET JA SOPIMUKSET

Teräskelojen arvon ja vahingoittuvuuden vuoksi kaikki osapuolet ovat erittäin kiinnostuneita rahdin tilasta ja siksi on tehty useita ohjeistuksia niiden kuljetuksia varten. IMO:n CSS-koodissa (Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing), vakuutusyhtiöillä, aluksen lastinkiinnityskäsikirjassa, ahtaajilla sekä osalla teräksenvalmistajista on ohjeistuksia kelojen lastaukseen ja kiinnityksiin.

### 7.1 Sopimukset ja konossementti

#### 7.1.1 Sopimukset

Teräskuljetukset ovat sopimusten valossa kiistanalaisia, koska niille ei ole omaa yleistä merikuljetussopimusta kuten monilla muilla rahdeilla. Kuljetuksissa käytetään yleisiä sopimuksia, joita on muokattu sopivammiksi.

Päättäntävalta lastaustoimenpiteistä määräytyy sopimuksen mukaan ostajalle tai myyjälle, jonka jälkeen he voivat delegoida sen huolitsijalle, ahtaajille tai alukselle (Sparks 2003, 108). Useimmiten lastauksen ja kiinnityksen suorittaa ahtaajat, mutta viime kädessä aluksen päällikkö on varustamon edustajana vastuussa sen riittävästä kiinnittämisestä ja ahtaamisesta sekä turvallisesta merikuljetuksesta.

#### 7.1.2 Konossementti

Konossementin yksi tarkoitus on toimia eräänlaisena kuittina lastista ja siitä ilmenee lastin lastauksen aikainen laatu. Konossementtiin tulee merkitä kaikki vahingot, joita lastissa on huomattu. Mikäli lastissa ilmenee vahinkoja, syntyy ongelma, koska myyjä haluaa puhtaan eli merkitsemättömän konossementin kaupantekoon, kun taas lain mukaan ja suojatakseen varustamo korvausvaatimuksilta aluksen päällikön on merkitävä vahingot konossementtiin (Sparks 2003, 118). Konossementtiriidat ovat epäsuo-

tuisia molemmille osapuolille, koska niistä aiheutuu viivästyksiä, mikäli lastia joudutaan vaihtamaan tai muita rahallisia menetyksiä. Varustamo puolestaan saattaa menettää asiakkaan ja siksi onkin suositeltavaa käyttää itsenäistä tarkastajaa.

## 7.2 Ohjeistukset

Lähtökohtaisesti kaikki konventionaaliset lastaus- ja kiinnitysohjeistukset ovat hyvin samankaltaisia ja pohjautuvat IMO:n CSS-koodin mukaiseen tapaan. Ainoastaan teräksen valmistajien omat ohjeistukset ovat hieman enemmän poikkeavia.

Useimmiten ahtaajat suorittavat lastauksen ja kiinnitykset omien tai nimetyn lastausvalvojan ohjeistuksien mukaisesti (Sparks 2003, 19). Varustamon P&I-klubin osoittamaa ulkopuolista tarkistajaa voidaan käyttää varmistamaan toimintatapa. Teräksen valmistajilla voi olla omia satamaterminaaleja, ahtaajia ja laivoja, jolloin käytetään useimmiten yrityksen omia toimintamalleja. Aluksen lastinkiinnityskäsikirjasta saadaan tietoja ja rajoituksia lastausta varten ja joissain tapauksissa aluksen miehistö suorittaa lastauksen ja/tai kiinnitykset.

## 7.3 Tarkastukset

Kolmannen osapuolen tarkastaja on hyvä ratkaisu vähentää konflikteja, varmistaa lastin laatu sekä varmistaa oikeat toimintatavat lastioperaatioissa. Lisäksi tarkastajaa voidaan käyttää varmentamaan aluksen valmius ottaa lasti vastaan. Tarkastaja tuo lastaukseen kokemusta ja tietoa kyseenomaisesta lastista, mitä aluksen päällystöllä ei välttämättä ole.

P&I-klubit vaativat tai suosittelevat vahvasti tarkastajan käyttöä lastin tarkastamiseen ja suosittelevat tarkastajaa myös lastausoperaatioihin. Osa klubeista kattaa täysin tai osittain kustannukset tarkastajan käytöstä. (American Club n/d, 53 2018, 53; Gard 2014, 5; Standard Club 2018, 9; UKP&I 2018, 531.)

### 7.3.1 Eri tarkastukset

Lastin tarkastuksessa tarkastaja pystyy tarkistamaan lastin varastointitilat, mahdolliset vauriot sekä määrän ennen aluksen saapumista, jolloin alusta voidaan alkaa lastaamaan heti sen saavuttua. Tarkastaja tekee tarvittavat muokkaukset konossementtiin päällikön kanssa.

Tarkastajaa voidaan pyytää jäämään valvomaan lastausta, jolloin hän varmistaa, että lastaus on kaikin puolin asianmukainen, kirjaa lastauksen aikana syntyneet mahdolliset vahingot sekä neuvoo tarvittaessa. Tarkastajaa voidaan käyttää myös aluksen tarkastamiseen, jolloin hän varmistaa aluksen valmiuden ottaa lasti vastaan. Tarkastuksessa voidaan käydä läpi muun muassa ruumatilat ja niiden puhtaus, ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus sekä lastiluukkujen vedenpitävyys. (Gard 2014, 21.)

## 8 TYYPILLISET VAURIOT JA KUSTANNUKSET

### 8.1 Yleistä

Teräskelat altistuvat monenlaisille riskitekijöille kaikissa kuljetusketjun vaiheissa, joista tyypillisimpiä ovat erilaiset mekaaniset vauriot ja kastuminen. Esimerkiksi American Clubin vuosien 2000–2015 vahinkovaatimuksista 40 % aiheutui kastumisesta, 32 % lastin liikkumisesta ja 11 % käsittelystä (American Club n/d, 11).

Koska yhdessä kelassa voi olla monta tonnia terästä, ovat ne todella kallisarvoisia ja painonsa vuoksi voivat aiheuttaa vakavia vahinkoja myös kuljetusvälineille sekä ympäristölle.

### 8.2 Mekaaniset vauriot

Kuljetusketjun aikana keloja käsitellään useaan kertaan trukeilla ja nostureilla, joista voi aiheutua mekaanisia vaurioita kuten repeämiä, lommoja ja naarmuja. Erityisesti sinkittyjen tai maalattujen kelojen vahingoittuminen on epäsuotavaa, koska ne voivat menettää suojaavan ominaisuutensa. Pelkän pakkauksenkin vahingoittuminen voi johtaa kalliisiin vaurioihin, koska silloin kela altistuu kosteudelle, merivedelle ja muille tekijöille.

Kelan kasassa pitävien teräspantojen murtuminen kuljetuksen rasitteiden tai käsittelyn vuoksi ei ole erityisen epätavallista. Tällöin kela löystyy ja voi alkaa purkaantua, mikä taas lisää kelan vahingoittumisalttiutta. Löystyneen kelan sisään voi esimerkiksi ruuman pohjalta päästä pieni kivi, joka naarmuttaa pinnan. Löystyneet ja purkaantuneet kelat aiheuttavat ongelmia myös nostoissa kelapihdeillä sekä tehtaan jatkokäsittelyssä.

Lastatessa keloja useampaan kerrokseen alemman kerroksen kelat voivat painua kaasaan ylempien kelojen painosta. Liian soikeaa kelaa ei pystytä jatkokäsittelyssä avaamaan automatisoiduilla koneilla. Ylilastaus ja huonosti levitetyt sälepuut aiheuttavat epämuodostumisien lisäksi myös vahinkoja laivan rakenteille. (Sparks 2003, 29–32.)

Huonot kiinnitykset ja kiinnitysten pettäminen voi johtaa erittäin vakaviin seuraamuksiin kaikissa kuljetusmuodoissa. Vähäisemmissä tapauksissa kelat löystyvät tai purkautuvat pantojen vahingoittuessa, mutta jos monta tonnia painava kela pääsee rullaamaan vapaasti, aiheutuu aina mittavia vahinkoja. Vapaana rullaava teräskela voi tehdä itsensä ja muun lastin lisäksi vahinkoa myös kuljetusvälineelle ja ympäristölle. Pahimmillaan se voi aiheuttaa junan suistumisen raiteilta, rekan ohjaamon murskautumisen tai vahinkoa muille lähistöllä oleville.

### 8.3 Korroosio

Teräskelan matkalla tehtaalta kuluttajalle yksi suurimmista riskeistä on kastumisesta johtuva korroosio, joka voi tapahtua monista eri syistä. Matkan aikana vallitsevat sääolosuhteet kuten sade ja kova aallokko merellä vaikuttavat suuresti kelojen mahdolliseen kastumiseen. Vaikka kuljetukseen käytettäisiin katettuja kuljetusvälineitä, on kastumisen riski aina olemassa. Myöskään laivojen lastiruumien luukut eivät ole puutteellisista huoltotoimenpiteistä johtuen aina täysin vesitiiviitä. Tällöin aallon pyyhkäisessä kannen yli, ruumaan voi päästä merivettä, joka on haitallista myös mustille keloille.

Laivojen liikkeessa lämpimien ja kylmien maiden välillä teräslasti sekä laiva niin sanotusti hikoilevat kondensaatioveittä, joka voi aiheuttaa lastin ruostumista, jos ruumaa ei tuuleteta oikein (Sparks 2003, 17).

Teräskeloja viedään yleensä vain yhteen suuntaan, joten paluulastina kuljetetaan monenlaisia tuotteita joiden jäämät voivat vaikuttaa kelojen ruostumiseen ja siksi ruuman puhtaus on ensiarvoisen tärkeää. Pelkkä edellisestä lastista jäänyt tomu voi edesauttaa ruostumista sitomalla kosteutta teräksen pintaan, jolloin kosteus ei haihdu yhtä nopeasti. Myös tiettyjen kuivaraitien, kuten lannoitteiden, kanssa täytyy olla erityisen huolellinen, sillä ne sitovat itseensä kostetutta ilmakehystä ja voivat aiheuttaa vahinkoa teräkselle. (Sparks 2003, 11–15, 152.)

## 8.4 Kustannukset

Vauriot teräskeloille ovat erittäin epäsuotavia yksinkertaisesti niiden arvon takia. Taulukosta 4 nähdään erityyppisten kelojen hintoja vuonna 2019, jolloin kylmävalssatun 20 tonnisen teräskelan globaali hinta oli yli 12 000 euroa. Käsittely ja käytetty materiaali nostavat hintoja huomattavasti korkeammiksi.

Taulukko 4. Teräskelojen globaali hinta 2019 (Meps www-sivut 2020)

Tyyppi	HRC	CRC	Sinkitty
Hinta 1 t (€)	543	621	723
Hinta 20 t (€)	10860	12420	14460

Vauriot voivat lisätä kustannuksia useammilla eri osa-alueilla. Kustannuksia tulee materiaalihukan lisäksi esimerkiksi uusista kuljetustarpeista ja uusintakäsittelystä. Osittain mekaanisesti vaurioituneista tai ruostuneista keloista leikataan mahdollisuuksien mukaan vaurioituneet kohdat pois, kun taas purkautuneet kelat on rullattava uudestaan, jotta ne voidaan leikata levyiksi. Liian epämuodostuneet kelat menevät romuraudaksi ja osittain epämuodostuneita keloja voidaan oikaista siihen erikoistuneiden yritysten välityksellä.

Kelojen aiheuttamat vahingot voivat nousta myös todella suuriksi. Laivojen rakenteiden korjaaminen on kallista ja aikaa vievää, mikä lisää kustannuksia edelleen menetetyt ajan puitteissa.

## 9 ONGELMAT JA HAASTEET

### 9.1 Teräskelojen fyysiset ominaisuudet

#### 9.1.1 Paino ja muoto

Teräskelojen suuri paino yhdistettynä pyöreään muotoon aiheuttaa useita ongelmia kuljetusten eri vaiheissa. Vaikka kela on muotona optimi suurien teräsmäärien kuljetukseen, aiheuttaa se haasteita eri osa-alueilla. Kelana teräksen pinta-ala pienenee huomattavasti ja paino keskittyy siten pienemmälle alueelle, joka rajoittaa kelojen lastausta akselimassojen ja alusten ruumien tankkitopin vahvuuksien rajoitusten myötä. Pyöreä muoto antaa kelalle liikkuvuutta, joka on vaarallista erityisesti kuljetuksien aikana keloihin kohdistuvien voimien johdosta ja lisää siksi kiinnitystarpeiden määrää.

#### 9.1.2 GM eli vaihtokeskuskorkeus

Perinteisesti teräskelat lastataan aluksen ruuman pohjalle, joka nostaa aluksen GM-arvoa ja tekee aluksesta ylivakaan. Tällöin aluksen liikkeistä tulee voimakkaampia, joka taas aiheuttaa lisää rasituksia kelojen kiinnityksiin ja siten lisäävät riskejä koko alukselle. Lisäksi nämä rajut liikkeet tekevät aluksella työskentelyn epämiellyttävämmäksi ja heikentävät miehistön turvallisuutta.

Aluksen GM-arvoa voidaan parantaa lastaamalla keloja välikansille, mutta vain erityisillä menetelmillä, kuten aiemmin mainituilla kehtovälikansilla. Koska välikansilla keloihin kohdistuu enemmän rasituksia, kuten suurempi kallistava momentti, konventionaalinen tapa ei ole riittävä. Ongelmana on myös, ettei suuressa osassa tämänhetkisistä teräskelojen kuljetuksiin käytettävistä aluksista ole välikansia tai välikannet eivät kestä kelojen painoa.

## 9.2 Lastaus ja kiinnitykset

### 9.2.1 Lastauksen yleiset ongelmat

Teräskelojen konventionaalinen lastaus vaatii paljon suunnittelua ja on hidasta sekä vaativaa. Keloja voidaan nostaa vain muutama kerrallaan ja kiinnitykset tehdään manuaalisesti, joka on hidasta sekä vaatii paljon henkilötyötunteja. Lastauksessa joudutaan käyttämään paljon kertakäyttöistä puutavaraa ja kiinnityksiä, jotka aiheuttavat kustannuksia materiaaleina ja henkilötyötunteina.

Kelojen lastaus työturvallisuuden näkökulmasta on riskialtista, koska kelojen välissä ja päällä täytyy kulkea. Myös paineilmakäyttöiset pannankiristimet ja itse pannat voivat aiheuttaa työtaturmia.

### 9.2.2 Lastin jakautuminen

Lastauksessa ongelmaksi muodostuu myös erikokoiset kelat ja lukkokelojen valinta etenkin, kun lastia viedään useampaan satamaan. Koska lukkokeloiksi täytyy valita aina sopivan kokoiset kelat ja vaurioiden ehkäisemiseksi kevyemmät kelat on lastattava painavampien päälle, aiheutuu viivästyksiä satamissa, kun keloja joudutaan siirtämään ja lastaamaan uudelleen. Esimerkiksi, jos ensimmäiseen satamaan viedään vain painavampia keloja, täytyy kevyemmät kelat siirtää, jotta painavampia keloja voidaan nostaa pois. Kelojen siirtämiseksi kiinnitykset on irrotettava ja kun purettavat kelat on nostettu pois, täytyy jäljelle jääneet kelat kiinnittää ja tukea uudelleen, joka vie aikaa ja lisää kustannuksia.

## 9.3 Vauriot

### 9.3.1 Arvo ja vahingoittuvuus

Kuten aiemmin todettiin, teräskelat ovat erittäin arvokas ja vaurioherkkä lasti ja siksi niiden turvaaminen on ensiarvoisen tärkeää. Vauriot ovat kalliita, mutta niin ovat myös



niiden ehkäisemiseksi tehdyt toimenpiteet kuten tarkastajien käyttö ja pakkaukset. Yksi suurimmista ongelmista teräskuljetuksissa on lastin laadun määrittäminen eri vaiheissa (Sparks 2003, 9).

### 9.3.2 Vaurioiden estäminen

Vaurioiden estäminen nykyisillä menetelmillä on hankalaa, koska keloja joudutaan käsittelemään paljon, jolloin on aina vaurioitumisriski. Kelojen käsittelijöiden eli työntekijöiden huolimattomuudesta johtuvia virheitä on lähes mahdotonta poistaa ilman materiaalisia uudistuksia. Korroosion totaalinen estäminen on hyvin vaikeaa, koska kelat voivat ruostua niin monessa vaiheessa kuljetusketjua.

### 9.3.3 Pakkaukset

Kelojen pakkaus manuaalisesti on hidasta, noin yksi tunti per kela ja koneellisesti taas saadaan pakattua 20 kela tunnissa (Pesmel [www-sivut](#), 2020), mutta pakkauslaitteisto on iso investointi. Lisäksi pakkausten materiaalit aiheuttavat kustannuksia.

## 9.4 Kuljetukset

Teräskelakuljetukset ovat vakiintuneita, mikä aiheuttaa haasteita uuden kuljetustavan kehittämiseksi, koska käytössä on tietty kalusto, jolloin uutta kuljetustapaa pitäisi pystyä käyttämään kyseenomaisella kalustolla. Esimerkiksi täytyy huomioida, että suurin osa tämänhetkisistä teräskuljetuksista meriteitse kuljetetaan irtolastialuksilla, jolloin uuden kuljetustavan on suotavaa soveltua tämän tyyppisille aluksille. Kuljetusmuotojen eri tarpeet ovat haasteellisia, eivätkä kuljetukset ole tällä hetkellä kovin intermodaaleja, mikä lisää kelojen käsittelyn määrää ja sitä kautta vahinkoja.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Teräskelakuljetukset ovat erittäin haastavia ja vaikka niitä varten on kehitelty paljon eri ratkaisuja, löytyy kehitettävää edelleen. Nykyiset ratkaisut tuovat vastauksia vain suhteellisen pieneen osaan ongelmista ja niissä on omat haittapuolensa.

Yksi tärkeä parannettava asia on henkilöstön ja kuljetusmuotojen turvallisuus, ja siksi etenkin aluksen lastaus ja kelojen kiinnitykset kaipaavat parannuksia, jotta henkilövahingot ja vauriot kuljetusmuotoon saataisiin minimoitua.

Vaurioiden minimoiminen on erittäin suotavaa, sillä vauriot aiheuttavat paljon kustannuksia, vievät aikaa ja aiheuttavat turhaa työtä. Mekaanisia vaurioita voitaisiin vähentää parantamalla kiinnityksiä sekä vähentämällä kelojen käsittelyn määrää, mikä vähentäisi myös jonkin verran korroosiovahinkoja. Korroosion estäminen pelkästään kuljetusratkaisuilla on erityisen haastavaa, mutta mikäli kelojen kastuminen voitaisiin estää, olisi se todella suuri etu, koska suurin osa vaurioitumisista johtuu nimenomaan korroosiosta. Se vähentäisi myös tarkastajien käytön tarvetta. Kuitenkin jo korroosiovahinkojen vähentäminen olisi iso edistys.

Teräskelojen lastaus ja kiinnitys yleisimmin tällä hetkellä käytetyn tavan mukaisesti on hidasta ja vaatii työvoimaa. Mikäli keloja voitaisiin nostaa useampi kerralla, saataisiin kustannuksia vähennettyä esimerkiksi satamamaksuissa. Tämä tietysti vaatii myös sen, että keloja pystyttäisiin kiinnittämään nopeammin. Kelojen kiinnitysten parantamisessa on useita hyötyjä saavutettavissa, kuten aiemmin mainittujen turvallisuusongelmien parantaminen ja vaurioiden vähentäminen. Lisäksi itsessään kiinnitysprosessin nopeuttamisella ja kertakäyttöisten kiinnitysten korvaamisella saavutettaisiin huomattavia etuja.

Kaiken kaikkiaan jo pelkästään kiinnityksiä parantamalla pystytään parantamaan turvallisuutta sekä vähentämään kustannuksia useilla eri alueilla, kuten henkilötyötunneissa, satamamaksuissa, kiinnitysmateriaaleissa sekä aluksen ja kelojen vaurioitumisien vähenemisessä.

Lastauksen yksinkertaistaminen on myös varteenotettava ajatus, sillä konventionaalisella lastaustavalla lukkokelat sekä erikokoiset ja painoiset kelat aiheuttavat paljon ylimääräisiä kustannuksia menetetyssä ajassa, saattavat vähentää lastikapasiteettia ja hankaloittavat lastauksen suunnittelua. Mikäli kelojen kokoja tai painoja ei tarvitsisi huomioida lastauksessa, olisi lastaus kaikin puolin yksinkertaisempaa. Se vähentäisi kelojen käsittelyn määrää, työtunteja ja satamassa käytettyä aikaa sekä helpottaisi lastauksen suunnittelua. Jos kelat voitaisiin lastata ilman lukkokeloja, lastaussuunnitelma olisi tarkempi ja lastauksen toteutus helpompaa. Samalla voisi olla mahdollista ratkaista ongelmat pienempien kelamäärien kuljetuksissa, mikäli keloja ei tarvitsisi lastata aluksen laidasta laitaan.

Kuljetusten intermodalisoiminen on yksi mahdollinen keino vähentää kelojen käsittelyn määrää sekä mahdollisesti korroosiota. Optimitilanne olisi, että kelat voisivat olla samassa kuljetusyksikössä koko matkan tehtaan varastosta kuluttajalle asti. Kuljetusmuotojen eri tarpeet ja rasitteet sekä nostolaitteiden moninaisuus aiheuttavat kuitenkin ongelmia intermodaalien kuljetusyksikön toteuttamiselle. Lisäksi tällaisen järjestelmän laaja toteutus olisi todella vaikeaa ja aiheuttaisi erittäin korkeat kustannukset. Yksi mahdollinen ratkaisu voisi olla osittain intermodaali kuljetusyksikkö. Esimerkiksi, jos kelat voitaisiin varastoida ja kuljettaa rautateitse samalla kuljetusyksiköllä, vähentyisi käsittelyn määrä huomattavasti. Mikäli yksikkö olisi mahdollista vielä nostaa alukseen ja purkaa siellä, nopeutuisi myös aluksen lastaus.

Ratkaiseviksi tekijöiksi kuljetusten kehittämisessä muodostuu kustannukset sekä uusien kuljetusratkaisujen käyttöönottomahdollisuudet. Koska teräskelat ja rahtaus ovat kilpailun alaisia, on uusien kuljetusratkaisujen tuotettava taloudellista etua muiden saavutettavien hyötyjen lisäksi. Käyttöönoton kannalta kuljetusratkaisun on paras soveltua nykyiselle kalustolle ja olla kohtuullisen helposti asennettavissa. Käyttöönotossa täytyy huomioida myös uuden menetelmän omaksumisen helppous, koska kuljetuksissa on useita osapuolia, joiden on osattava käyttää sitä.

Tämän opinnäytetyön tekeminen on ollut haastavaa, mutta mielenkiintoista. Olen päässyt soveltamaan koulutustani niin akateemisten kuin käytännön oppien puolesta.

Olen myös oppinut paljon uusia asioita sekä päässyt oivaltamaan asioita omien pohdintojen kautta. Työn tekeminen on kasvattanut tietojani etenkin epäsuorasti koulutukseeni liittyvistä aihepiireistä sekä laajentanut kokonaiskuvaani rahtauksesta.

## LÄHTEET

American Club. n/d. Transport Guidance for Steel Cargoes. Viitattu 9.3.2020.

[https://www.american-club.com/files/files/steel\\_cargo\\_guide.pdf](https://www.american-club.com/files/files/steel_cargo_guide.pdf)

Buck www-sivut 2020. Viitattu 3.1.2020.

<http://www.buck-mhe.ch/handling-equipment-en/coil-tongs-en.html>

Dnvgl www-sivut 2020. Viitattu 15.1.2020.

<https://www.dnvgl.com/expert-story/maritime-impact/Supporting-safe-steel-coil-transport.html>

Drives www-sivut 2020. Viitattu 3.1.2020.

<http://www.ddrives.com/c-coil-lifters.html>

Euroopan komissio. 2014. Kuorman varmistaminen tieliikenteessä. Viitattu 7.1.2020.

[https://www.logy.fi/media/liitetiedostot/lastiturvallisuus/eu\\_bpg\\_fi.pdf](https://www.logy.fi/media/liitetiedostot/lastiturvallisuus/eu_bpg_fi.pdf)

Gard. 2014. The Carriage of Steel. Viitattu 1.2.2020.

<http://www.gard.no/Content/73016/The%20carriage%20of%20steel%20July%202014.pdf>

IACS 2020. Common Structural Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers.

International Maritime Organization 2019. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing.

International Trade Administration. 2019. Global Steel Report. 14.12.2019.

<https://legacy.trade.gov/steel/pdfs/global-monitor-report-2018.pdf>

Langharcargosolutions:in www-sivut 2020. Viitattu 12.4.2020.

<http://www.langharcargosolutions.fi/>

Logistiikan tutkimus ja kehitys LORDA ry. 2004. Kuormansidonnan käsikirja. Helsinki: SKAL Kustannus Oy

MacGregor www-sivut 2020. Viitattu 19.9.2020.

<https://www.macgregor.com/>

Marketline. 2020. Global Steel

<https://marketline.com/>

Meps www-sivut 2020. Viitattu 15.5.2020.

<https://www.meps.co.uk/gb/en/products/world-steel-prices>

Packard, W. 2004. Cargoes. Colchester: Shipping Books

Pesmel www-sivut. 2020. Viitattu 20.4.2020.

<https://www.pesmel.com/>

Qhmagnet www-sivut 2020. Viitattu 3.1.2020.

<https://www.qhmagnet.com/product/China-heavy-duty-20ton-magnetic-lifter-for-hot-steel-roll-coil-horizontal-lifting.html>

Sparks, A. 2003. Steel Carriage by Sea. Lontoo: Informa Ltd

Standard Club. 2018. The Carriage of Steel Cargo. Viitattu 9.3.2020.

<https://www.standard-club.com/media/2767879/a-masters-guide-to-the-carriage-of-steel-cargo-2nd-edition.pdf>

Transport Information Service www-sivut 2019. Viitattu 14.12.2019.

[https://www.tis-gdv.de/tis\\_e/ware/stahl/coils/coils.htm/#transport](https://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/stahl/coils/coils.htm/#transport)

TT Club. 2016. Transport of Coiled Materials in Containers. Viitattu 29.1.2019.

[https://www.ttclub.com/fileadmin/uploads/tt-club/Publications\\_Resources/TT\\_Talk/Transport\\_of\\_Coiled\\_Materials\\_in\\_Containers.pdf](https://www.ttclub.com/fileadmin/uploads/tt-club/Publications_Resources/TT_Talk/Transport_of_Coiled_Materials_in_Containers.pdf)

Tulkki, T. 2012. Outokumpu oy:n terästuotteiden merikuljetukset Lanh Ship oy:n kehittämällä kuljetusratkaisuilla. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Viitattu 12.4.2020.

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43588/Tulkki\\_Teemu.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43588/Tulkki_Teemu.pdf?sequence=1)

UK P&I. 2018. Carefully to Carry. Viitattu 9.3.2020.

[https://www.ukpandi.com/fileadmin/uploads/uk-pi/LP%20Documents/Carefully\\_to\\_Carry/C2C\\_Articles\\_2018/Cargo\\_Pre-loading\\_Surveys.pdf](https://www.ukpandi.com/fileadmin/uploads/uk-pi/LP%20Documents/Carefully_to_Carry/C2C_Articles_2018/Cargo_Pre-loading_Surveys.pdf)

Unicoil www-sivut 2019. Viitattu 14.12.2019.

<https://www.unicoil.com.sa/en/gi-product-packaging/>

U.S Federal Motor Carrier Safety Administration www-sivut 2014. Viitattu 7.1.2020.

<https://cms8.fmcsa.dot.gov/regulations/cargo-securement/drivers-handbook-cargo-securement-chapter-5-metal-coils>

VR Transpoint. 2020. Kuormausohjeet. Viitattu 12.1.2020.

<https://vrgroup.studio.crasman.fi/file/dl/i/HSFwbA/hMWcZT-67mST-HOh1EK1CMw/9.pdf>

World Steel Association. 2019. World Steel in Figures. Viitattu 14.12.2019.

<https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:96d7a585-e6b2-4d63-b943-4cd9ab621a91/World%2520Steel%2520in%2520Figures%25202019.pdf>

Kuva 9.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rolled\\_coils\\_in\\_Tornio\\_Sep2008.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rolled_coils_in_Tornio_Sep2008.jpg)

Kuva 10. By Manfred Kopka - Own work, CC BY-SA 4.0. [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Coil\\_railway\\_wagons#/media/File:Taems\\_892.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Coil_railway_wagons#/media/File:Taems_892.jpg)

Kuva 15. By Dave, R - Own work, CC BY-NC 2.0  
<https://www.flickr.com/photos/daver6/5101445032>