

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma / Kansainväliset kuljetukset

Antti Streng

LASTINKÄSITTELYLAITTEIDEN PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMINEN

Opinnäytetyö 2014

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Logistiikan koulutusohjelma

STRENG, ANTTI	Lastinkäsittelylaitteiden päästöjen vähentäminen
Insinööriyö	34 sivua + 1 liitesivu
Työn ohjaaja	Lehtori Juhani Heikkinen
Toimeksiantaja	Ecologically Friendly Port -projekti
Toukokuu 2014	
Avainsanat	EFP, lastinkäsittely, satamat, ympäristöpäästöt

Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä keinoja lastinkäsittelylaitteiden päästöjen vähentämiseksi Mussalon satamassa. Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona suomalaisvenäläiselle yhteistyöprojektille Ecologically Friendly Port (EFP). Projektin tavoitteena on parantaa Ust-Lugan sataman ja sitä ympäröivän yritys- ja asuinalueen ympäristöturvallisuutta sekä kehittää HaminaKotkan ja Ust-Lugan satamien ympäristönsuojelun tasoa ja satamien kestävää kehitystä.

Aluksi kartoitettiin satamassa toimivien yritysten avulla lastinkäsittelylaitteista aiheutuvien päästöjen vähentämisen nykytilaa. Sen jälkeen tutkittiin keinoja, miten ympäristöystävällisyyttä voitaisiin parantaa. Lisäksi selvitettiin, minkälaisia lähitulevaisuudessa markkinoille tulevia päästöystävällisiä lastinkäsittelyratkaisuja on tarjolla. Tutkimuksessa käytettiin apuna yrityksissä tehtyjä haastatteluja, alan kirjallisuutta sekä Internet- ja lehtijulkaisuja.

Lyhyellä aikavälillä ja pienillä investoinneilla tehtäviksi ratkaisuiksi osoittautuivat taloudellisen ajotavan koulutus, katalysaattoreiden ja hiukkassuotimien asentaminen sekä vanhojen koneiden uudistaminen uudemmilla ympäristöystävällisemmällä komponenteilla. Lähitulevaisuudessa markkinoille tulevia merkittäviä ratkaisuja ovat vedyllä toimivat polttokennosovellukset ja nesteytettyä maakaasua eli LNG:tä käyttävät laitteet.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Logistics

STRENG, ANTTI

Reducing Emissions of Cargo Handling Equipment

Bachelor's Thesis

34 pages + 1 appendix page

Supervisor

Juhani Heikkinen, Senior Lecturer

Commissioned by

Ecologically Friendly -project

May 2014

Keywords

EFP, cargo handling, port, emissions

The aim of this thesis was to find solutions for reducing emissions caused by the cargo handling equipment in Port of Mussalo. This thesis was done as an assignment for Finnish-Russian cooperation project, called Ecologically Friendly Project (EFP). The goal of the EFP is to improve the level of environmental safety at the Port of Ust-Luga and its surrounding residential and industrial areas. Furthermore, the EFP aims to increase the level of environmental protection and sustainable development at the ports of HaminaKotka and Ust-Luga.

Firstly, the current state of acts for reducing emissions of cargo handling equipment by port operators were surveyed. The means of increasing the environmental friendliness of the machines were also discussed during the study process. In addition, it was examined what kind of low emission cargo handling solutions will be introduced in the near future. This study was based on the interviews of the port operators' representatives, professional literature and several publications in the journals and the Internet.

The solutions that could be implemented in a short period of time and with small investments turned out to be teaching the economical way to operate the machines, installing catalytic converters and particulate filters and retrofitting the old machines with newer, eco-friendlier components. Some of the more significant solutions arriving on the market in the near future are hydrogen fuel cell applications and engines run by LNG (liquefied natural gas).

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
1.1	EFP-projekti	6
1.2	Työn alkutilanne	6
1.3	Vastaavat tutkimukset ja projektit	7
	1.3.1 Demo 2013	7
	1.3.2 Green Cranes	8
2	TOIMINTAYMPÄRISTÖ	8
2.1	HaminaKotka Satama	9
2.2	Mussalon Satama	9
2.3	Steveco Oy	10
	2.3.1 Suomen Satamatekniikka Oy	10
2.4	Multi-Link Terminals Ltd Oy	11
3	LASTINKÄSITTELYLAITTEET	11
3.1	Satamassa käytettävät lastinkäsittelylaitteet	11
	3.1.1 Lukki (straddle carrier, shuttle carrier)	11
	3.1.2 Kurottaja (reach stacker)	12
	3.1.3 Terminaalitraktori	13
	3.1.4 Trukki	14
	3.1.5 RTG ja RMG	15
3.2	Laitevalmistajat	16
	3.2.1 Konecranes	16
	3.2.2 Cargotec Kalmar	17
	3.2.3 Fantuzzi (Terex Cranes Group)	17
4	LASTINKÄSITTELYLAITTEIDEN YMPÄRISTÖPÄÄSTÖT	17
4.1	Dieselmoottori ja pakokaasupäästöt	17

4.1.1 Pakokaasupäästöt	18
4.2 Melu ja värinä	20
5 KEINOJA PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEEN	21
5.1 Katalysaattori	21
5.2 Hiukkassuodin	22
5.3 Biodiesel	23
5.4 Hybridi	23
5.5 Polttokenno	24
5.6 LNG	26
5.7 Ajoreittien ja ajotavan optimointi	26
5.8 GPS-tekniikka	26
5.9 Taloudellisen ajotavan koulutus	27
5.10 Renkaat	27
6 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	30
LIITTEET	
Liite 1. Haastattelukysymykset	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on kartoittaa HaminaKotka sataman lastinkäsittelylaitteiden ympäristöpäästöjen nykytilaa ja pyrkiä löytämään keinoja päästöjen vähentämiseksi. Työn keskeisenä ideana on löytää vastauksia muun muassa kysymyksiin: Mitä kaikkea lastinkäsittelylaitteiden ympäristöpäästöjen vähentämiseksi on tehty? Mitä voitaisiin vielä tehdä tai miten jo tehtyjä asioita voitaisiin tehostaa? Minkälaisia ympäristöpäästöjä vähentäviä ratkaisuja on olemassa ja miten ne voisivat toimia käytännössä?

Työ tehdään toimeksiantona Ecologically Friendly Port (EFP) -projektille. Työ toteutetaan kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää käyttäen. Aihe on rajattu käsittelemään yksittäisten lastiyksiköiden käsittelyyn tarkoitettuja lastinkäsittelylaitteita eli esimerkiksi juniin tai bulk-lastien käsittelyyn tarkoitettuihin kuljettimiin ei ole perehdytty.

### 1.1 EFP-projekti

Ecologically Friendly Port on ENPI (European Neighbourhood and Partnership Instrument) -rahoitteinen suomalais-venäläinen yhteishanke. Hankkeen tavoitteena on parantaa Ust-Lugan sataman ja sitä ympäröivän yritys- ja asuinalueen ympäristöturvallisuutta sekä kehittää HaminaKotka ja Ust-Lugan satamien ympäristönsuojelun tasoa ja satamien kestävä kehitystä. Hanketta hallinnoi Venäjällä Pietarissa sijaitseva hydrometeorologinen yliopisto. Hankkeen partnereita ovat Turun yliopiston MKK, Kymenlaakson AMK sekä Ust-Luga Company JSC. Lisäksi yhteistyössä ovat mukana HaminaKotka satama, Kotkan kaupunki, Suomen satamaliitto sekä Lenigradin alueen luonnonvara- ja ympäristökomitea. (Anttila & Brunila 2013)

### 1.2 Työn alkutilanne

Haastattelin kahta Mussalon satamassa toimivaa satamaoperaattoria (Steveco Oy ja Multilink Terminals Ltd) ja sain suhteellisen kattavan käsityksen nykytilanteesta, lastinkäsittelylaitteiden päästöistä ja toimista niiden vähentämiseksi. Valitsin kyseiset yritykset haastateltaviksi, koska ne ovat tällä hetkellä merkittävimmät ahtaustoimintaa harjoittavat yritykset Mussalon satamassa. Yrityksissä kiinnitetään melko vaihtelevasti

huomiota koneiden päästöihin. Kummassakin yrityksessä kuitenkin tiedostettiin koneiden päästöihin liittyvät ongelmat ja jonkinlaisia toimia niiden vähentämiseksi on jo tehty. Näitä ovat esimerkiksi turhan koneen käyttämisen välttäminen, ajoreittien optimointi, katalysaattoreiden asennus koneisiin ja polttoaineen kulutukseen perustuva päästöseuranta. Haastatteluiden yhteydessä tuli esille selkeästi, että päästöjen vähentämiseen liittyvien ratkaisujen tulisi olla sellaisia, jotka eivät vaatisi suuria investointeja yrityksiltä tai parhaimmassa tapauksessa toisivat jopa säästöjä esimerkiksi polttoainekuluissa. (Harju, Sipola 2014; Värrä 2014)

### 1.3 Vastaavat tutkimukset ja projektit

Satamien ympäristöystävällisyyden parantamiseen keskittyviä projekteja on toteutettu ja toteutetaan paljon ympäri maailman. Näistä mainittakoon ainakin Vuosaaren satamassa toteutettava polttokennotekniikkaa satamakäytössä testaava Demo 2013 -projekti sekä muun muassa LNG- ja hybriditekniikoihin keskittyvä Espanjan, Slovenian ja Italian yhteistyössä toteutettava Green Cranes -projekti. Sekä Demo 2013 että Green Cranes -projektit ovat tätä työtä kirjoitettaessa vielä kesken, joten lopullisia raportteja projektien tuloksista ei tässä työssä voida esitellä. (Green Cranes -projektin esittely; Demo 2013 -projektin esittely)

#### 1.3.1 Demo 2013

Demo 2013 -projekti on osa Tekesin hallinnoimaa Polttokennot-ohjelmaa. Polttokennot-ohjelma on alkanut jo vuonna 2007 ja se huipentuu Demo 2013 -projektiin, joka kestää vuoden 2014 loppuun asti. Projektissa Vuosaaren satama toimii energiatehokkaiden, päästöttömien ja äänettömien ratkaisujen näyteikkunana. Lastinkäsittelylaitteiden lisäksi projekti kattaa myös muut satamaan liittyvät energiakysymykset, esimerkiksi valaistus, lämmitys ja joukkoliikenne. Demo 2013 -projektissa on tarkoitus tuoda esille koko Polttokennot-ohjelman aikana kerättyjä tuloksia ja kehitettyjä sovelluksia käytännön ympäristöön. Projektissa päästään tekemään pitkäaikainen testialusta oikeassa ympäristössä, jolloin käyttäjäkokemusten perusteella voidaan jatkaa kehitystyötä kohti polttokennojen kaupallisia versioita. (Demo 2013 -projektin esittely)

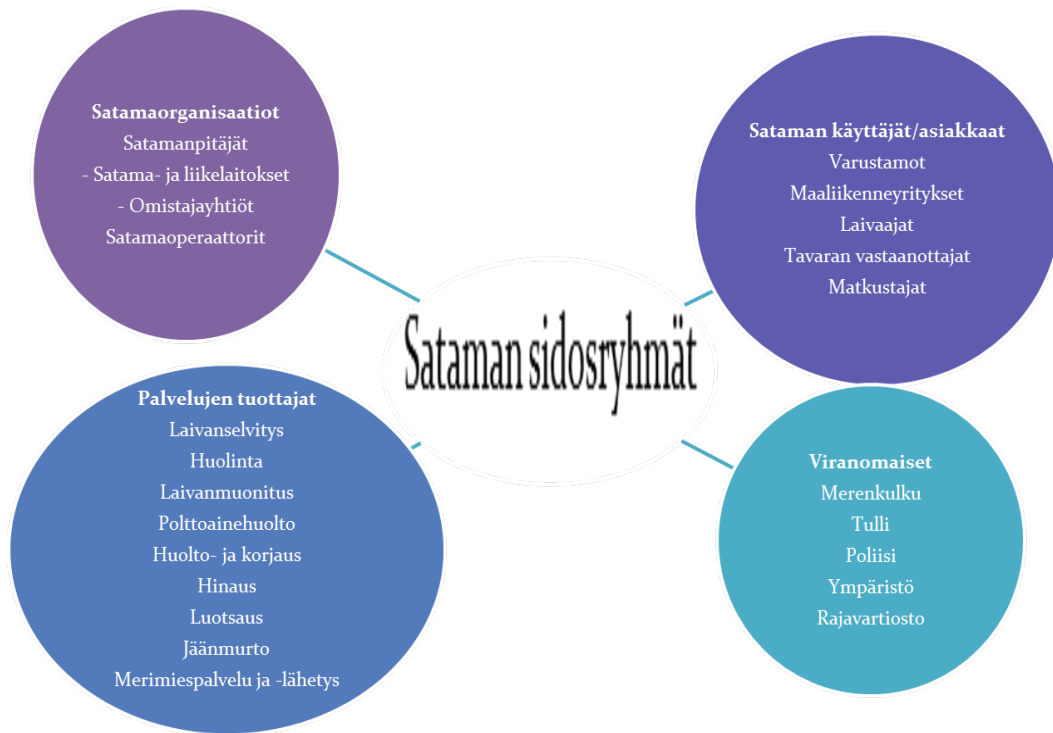
### 1.3.2 Green Cranes

Green Cranes -projektiin kuuluu Valencian, Koperin ja Livornon satamat. Nykypäivänä markkinoilla on jo saatavilla jonkin verran vaihtoehtoisia polttoaineita käytettäviä ratkaisuja perinteisten dieselkäyttöisten lastinkäsittelylaitteiden tilalle, mutta ongelmana on, että niistä ei kuitenkaan ole varsinaisia käyttäjäkokemuksia. Valtaosaa konttiterminalleista on myös käytännössä mahdotonta pysäyttää ja uusia kerralla koko satamalaitteistoa sekä alueen ympäristöä vaihtoehtoisia energianlähteitä käyttävään tekniikkaan. Green Cranes -projektin tavoitteena onkin todistaa oikeilla käytössä olevilla satamilla, että ympäristöystävällisemmät tekniikat todella toimivat ja että niitä kannattaa käyttää. Tavoitteena on myös näyttää, että jo käytössä olevia lastinkäsittelylaitteita voidaan suhteellisen helposti muuttaa toimimaan ympäristöystävällisemmällä polttoaineilla. Tarkoituksena on testata muun muassa sähköllä ja LNG-kaasulla toimivia RTG-nostureita, bio-polttoaineilla toimivia kurottajia ja IT-pohjaista reaaliaikaista seuranta koko sataman energiankulutuksesta. (Green Cranes esittely)

## 2 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Kun satamaa käsitellään toimintaympäristönä, se voidaan määritellä monella eri tavalla. Satamaa voidaan käsittää fyysisenä alueena, joka sisältää laiturit, kentät, varastot ja muut sataman alueet. Fyysisen alueen lisäksi satama voi käsittää myös satamaan liittyvät laitteet, koneet ja rakennukset. Laajimmassa tulkinnassa satamalla tarkoitetaan koko satama-alueita ja siihen liittyviä yrityksiä sekä viranomaisia. Oheisessa kuviossa (Kuva 1) on esitelty satamassa yleisesti toimivat yritykset ja viranomaiset. (Leskinen, 2012)





Kuva 1. Sataman sidosryhmät

## 2.1 HaminaKotka Satama

Vuonna 2011 Kotka Satama Oy ja Hamina Satama Oy yhdistyivät ja perustettiin HaminaKotka Satama Oy, jonka osakkeiden omistajina ovat Kotkan ja Haminan kaupungit. HaminaKotka satama on tällä hetkellä Suomen suurin satama ja se sijaitsee Kaakkois-Suomessa, EU:n ja Venäjän rajapinnassa. Satamasta on säännölliset yhteydet kaikkiin Euroopan merkittäviin satamiin. HaminaKotka on kaikkien kuljetusmuotojen läpikulkupaikka ja keskipiste sen loistavan sijainnin ja liikenneyhteyksien ansiosta. (HaminaKotka Satama 2013: Sataman esittely)

## 2.2 Mussalon Satama

Mussalon satama on yksi HaminaKotka Satama Oy:n Kotkassa sijaitsevista satamista. Mussalon konttiterminalissa käsitellään suurin osa Suomen vienti- ja transitoliikenteestä, ja se on yksi koko Itämeren vilkkaimmista terminaaleista. Mussalon sataman kuivabulk terminalissa käsitellään myös merkittävä määrä tuonti- ja transitotuotteita. Sen lisäksi säiliökapasiteetiltaan yli 200 000 kuutiometrin nesteterminali antaa mahdollisuudet myös kemikaalien monipuolisille varastointi- ja lisäarvopalveluille. Sataman varastoissa on myös tarjolla monipuolinen valikoima palveluita erilaisten kulje-

tusten varastointien tarpeisiin. Mussalon portista kulkee yli 4000 ajoneuvoa vuorokaudessa. (Mussalon Satama: Sataman esittely)



Kuva 2. Mussalon satama (HaminaKotka Satama Oy)

## 2.3 Steveco Oy

Steveco Oy on Suomen suurin satamaoperaattori ja tarjoaa mm. Ahtaus-, huolinta- ja laivanselvityspalveluita. Vuonna 2011 koko konsernin henkilöstömäärä oli noin 950 henkeä, josta Steveco Oy:n henkilöstömäärä oli 816. Konsernin liikevaihto oli 146,2 milj. € ja ahtausmäärä 11,1 milj. tonnia vuonna 2011. Steveco toimii Kotkassa Mussalon ja Hietasen satamissa sekä Helsingissä Vuosaaren satamassa. (Steveco yritysesittely)

### 2.3.1 Suomen Satamatekniikka Oy

Suomen Satamatekniikka Oy on Steveco Oy:n tytäryhtiö ja se on perustettu keväällä 2008. Yhtiö omistaa Steveco-konsernin käyttämät lastinkäsittelykoneet ja vuokraa niitä myös muille asiakkaille sekä lyhyt- että pitkäaikaisilla sopimuksilla. Yhtiö tarjoaa myös koneiden huolto- ja korjauspalveluita. Yhtiöllä on toimipisteet Mussalon sataman lisäksi Hietasen ja Vuosaaren satamissa.

Konekalustoon kuuluvat haarukkatrukit alle 10 tonnia, 12-20 tonnia ja yli 20 tonnia. Kontinkäsittelykalusto sisältää konttilukit, -kurottajat, ja containermoverit. Nosturika-

lustoon kuuluvat mobiili-, STS kontti- ja nivelpuominosturit. Näiden lisäksi kalustoon kuuluvat vielä vetomestarit, pyöräkuormaajat, nosto- ja siirtovaunut sekä muut apukoneet. Työkoneita on kaiken kaikkiaan 370 kappaletta. (Suomen Satamatekniikka Oy yritysesittely)

## 2.4 Multi-Link Terminals Ltd Oy

Multi-Link Terminals Ltd Oy on ahtaus-, terminaali- ja konttivarikkopalveluita tarjoava satamaoperaattori. Yhtiön toimipisteet sijaitsevat Helsingin Vuosaarella, Kotkan Mussalossa ja Pietarin Kronstadtissa. Kotkassa lastinkäsittelykalustona toimivat Fantuzzi MHC200 ja MHC5000 -mobiilinosturit. Kenttätoiminnoissa käytössä ovat lukit, kurottajat sekä Konecranesin RTG-nosturi. (Multi-Link Terminals Ltd Oy yritysesittely)

## 3 LASTINKÄSITTELYLAITTEET

### 3.1 Satamassa käytettävät lastinkäsittelylaitteet

Satamissa lastinkäsittely tehdään yleensä aina erilaisten koneiden tai laitteiden avulla. Tässä luvussa käydään läpi yleisimpiä satamassa käytettäviä lastiyksiköiden käsittelyyn tarkoitettuja koneita, kuten, lukit, erilaiset trukit, kurottajat, nosturit ja satamatraktorit.

#### 3.1.1 Lukki (straddle carrier, shuttle carrier)

Lukit (Kuva 3) ovat yleisesti konttien siirtelyyn ja pinoamiseen käytettäviä laitteita. Lukilla konttia siirrellään lukin ”jalkojen” välissä olevalla nosturilla. Lukki on näppärä työkone konttien siirtelyyn vaikkapa konttikentän ja laiturin välillä tehtävissä siirroissa. Lukkeja on saatavilla erikokoisia, suurimmat lukit pystyvät pinoamaan jopa neljä konttia päällekkäin. Yleensä kontteja kuitenkin pinotaan maksimissaan kolme päällekkäin, jotta säästyään ylimääräisiltä siirroilta ja työn tehokkuus säilyisi hyvänä (Kuva 4). Shuttle carrierit eli ”sukkulat” ovat pienempiä lukkeja, joilla pystytään pinoamaan kaksi konttia päällekkäin. Etuja tavalliseen lukkiin verrattuna ovat näppäryys, nopeus ja pienempi kääntösäde.



Kuva 3. Lukki (Kalmar)



Kuva 4. Lukki pinoamassa kontteja (Kalmar)

### 3.1.2 Kurottaja (reach stacker)

Kurottajan (Kuva 5) ero tavalliseen trukkiin on sen nostolaitteessa oleva teleskooppipuomi, jonka päähän voidaan kiinnittää nostotyökalu, esimerkiksi kontinkäsittelyä varten. Teleskooppipuomin ansiosta kurottajalla on suurempi ulottuvuus tavanomaiseen trukkiin verrattuna ja sillä voidaan pinota kontteja jopa kuuteen kerrokseen.



Kuva 5. Kurottaja (Konecranes)

### 3.1.3 Terminaalitraktori

Terminaalitraktori eli vetomestari (Kuva 6) on perävaunujen ja lauttavaunujen siirte-  
lyyn tarkoitettu kone. Vetomestaria käytetään ro-ro-lastien käsittelyssä, esimerkiksi  
siirretään paperirullilla tai kontilla lastattu lauttavaunu laivan ramppia pitkin ruumaan.  
Terminaalitraktori on huomattavasti ketterämpi ja kiinnitys vaunuun on nopeampi ver-  
rattuna tavalliseen rekan ”nuppiin”. Lisäksi terminaalitraktorin hytistä on huomatta-  
vasti parempi näkyvyys ulos.





Kuva 6, Terminaalitraktori (Kalmar)

### 3.1.4 Trukki

Satamassa on käytössä paljon erikokoisia trukkeja (Kuva 7) ja ne ovat enimmäkseen kaikki vastapainotrukkeja. Yleisesti ne jaotellaan nostokapasiteetin mukaan, esimerkiksi Stevecolla: alle 10 tonnia, 12–20 tonnia ja yli 20 tonnia. Markkinoilla on kuitenkin saatavilla nostokapasiteetiltaan jopa 80 tonnin trukkeja. Trukkeja voidaan varustaa erilaisilla nostotyökaluilla käyttötarkoituksen mukaan, esimerkiksi haarukkanostimella, erilaisilla konttien käsittelyyn soveltuvilla nostimilla tai paperirullien siirtelyyn tarkoitetuilla pihtinostimilla. (Suomen Satamatekniikka Oy yritysesitys; Konecranes, haarukkatrukit)



Kuva 7. Trukki (Konecranes)

### 3.1.5 RTG ja RMG

RTG eli rubber tyred gantry crane (Kuva 8) on nimensä mukaisesti kumipyörillä liikkuva portaalnosturi ja vastaavasti RMG (Kuva 9) eli rail mounted gantry crane liikkuu maassa olevia kiskoja pitkin. RTG:n etu kiskoilla kulkevaan RMG:hen verrattuna on se, että liikkuma-alue ei ole rajoitettu kiskoihin vaan sillä voidaan liikkua vapaasti. RMG:n tilankäyttö on hiukan RTG:tä parempi, sillä kiskoja voidaan asentaa sisäkkäin ja näin käyttää useampaa erikokoista nosturia samalla alueella. RMG on myös helposti automatisoitavissa, jolloin niissä ei välttämättä tarvita kuljettajaa lainkaan. (Pitkä 2009,28)



Kuva 8. RTG (Port Technology)



Kuva 9. RMG (Konecranes)

## 3.2 Laitevalmistajat

Satama- ja lastinkäsittelylaitteita valmistavia yrityksiä on maailmalla lukuisia. Mussalon satamassa käytettyjä merkkejä ovat muun muassa Kalmar, Konecranes ja Fantuzzi.

### 3.2.1 Konecranes

Konecranes on maailman johtava nosto- ja lastinkäsittelylaitteisiin keskittyvä konserni. Yritys tuottaa nostoratkaisuja, huoltopalveluita kaikille nosturimerkeille ja työstökoneille. Asiakkaita ovat esimerkiksi konepaja-, prosessi-, laivanrakennus- ja satamateollisuuden yritykset. Vuonna 2012 konsernin liikevaihto oli yhteensä 2 170,2 miljoonaa euroa. Työntekijöitä on 48 maassa, 626 kohteessa yhteensä 12 100 henkeä. (Konecranes yritysesittely)



### 3.2.2 Cargotec Kalmar

Cargotec on toinen maailman johtavista nosto- ja lastinkäsittelylaitteita ja palveluja tuottavavista yrityksistä. Cargotec käsittää kolme liiketoiminta-aluetta: MacGregor, Kalmar ja Hiab. Näistä Kalmar tarjoaa tuotteita erityisesti satama- ja terminaaliteollisuuden tarpeisiin. Yrityksen sivuilla kerrotaan, että jopa joka neljäs kontti ympäri maailman siirretään Kalmarin ratkaisun avulla. Kalmar on myös yksi edelläkävijöistä energiatehokkaiden ja ympäristöystävällisten koneiden kehittämisessä. (Cargotec yritysesittely)

### 3.2.3 Fantuzzi (Terex Cranes Group)

Vuonna 1960 italialaisen Luciano Fantuzzin perustama Fantuzzi Group on myös ympäri maailman suosittu satamalaitteita valmistava yritys. Vuonna 2009 Fantuzzista tuli osa amerikkalaista Terex Cranes Groupia. (Fantuzzi yritysesittely)

## 4 LASTINKÄSITTELYLAITTEIDEN YMPÄRISTÖPÄÄSTÖT

Vaikka ympäristöystävällisempiä ratkaisuja kehitellään jatkuvasti, nykypäivänä vielä suurin osa maailman satamissa käytössä olevista lastinkäsittelylaitteista toimii dieselmootoreilla. Dieselmootoreilla toimivat lastinkäsittelylaitteet tuottavat raskaalle liikenteelle tyypillisiä päästöjä, kuten pakokaasu-, hiukkas-, melu- ja värinäpäästöjä. Tekemieni haastatteluiden mukaan Mussalossa ainakin Steveco Oy kerää tietoa lastinkäsittelylaitteiden päästöistä. Tieto kerätään polttoainekulutuksen perusteella ja jaetaan päästöyksiköihin. (Harju, Sipola 2014)

### 4.1 Dieselmootori ja pakokaasupäästöt

Dieselmootori on yleisin työkoneissa käytetty voimanlähde. Dieselmootorin tuottama pakokaasu sisältää typpeä, happea, hiilidioksidia, vesihöyryä, typen oksideja, rikkioksidia, nokea ja hiilivetyjä. Pakokaasun koostumukseen ja määrään vaikuttavia seikkoja ovat muun muassa polttoaineen laatu, moottorin kuormitus sekä moottorin kunto ja ikä. Päästöjä on kuitenkin mahdollista vähentää esimerkiksi katalyysattoreilla, hiukkasuotimilla ja pakokaasun kierrätyksellä. (Niemi 2008)

Haitallisimpina päästöinä pidetään yleensä typen oksideja, jotka aiheuttavat esimerkiksi happamoitumista, hengityselinoireita ja nokea, joka sisältää syöpää aiheuttavia aineita eli karsinogeneja. (Niemi 2008)

Yleistäen maaöljypolttoaineet tuottavat enemmän haitallisia päästöjä kuin biopolttoaineet. Päästöjä voidaan vähentää esimerkiksi huolellisella palotapahtuman hallinnalla ja pakokaasujen jälkikäsittelylaitteilla, kuten hiukkasloukulla, hapetuskatalysaattorilla ja urearuiskutuksella. (Niemi 2008)

#### 4.1.1 Pakokaasupäästöt

Työkoneiden päästöjä tilastoitaessa pakokaasu on jaettu yksiköihin. Seuraavana on lueteltu ja selitetty yleisimpiä työkoneiden pakokaasupäästöjen päästöyksiköitä ja mitä vaikutuksia niillä on ympäristöön ja terveyteen.

CO = hiilimonoksidi, häkä

Hiilimonoksidi eli häkä syntyy polttoaineen hiilen epätäydellisestä palamisesta. Katalysaattorit pienentävät hiilimonoksidipäästöjä, mutta eivät kuitenkaan poista niitä kokonaan.

NMHC = hiilivedyt (poislukien metaani CH<sub>4</sub>)

Hiilivetyihin kuuluvat sadat eri hiilivety-yhdisteet. Ne jäävät pakokaasuun polttoaineen epätäydellisen palamisen seurauksena. Osa hiilivedyistä on itsessään myrkyllisiä ja useissa hiilivedyissä tavatut yhdisteet sisältävät karsinogeneja eli ovat syöpää aiheuttavia.

NO<sub>x</sub> = typen oksidit

Typen oksidit (NO<sub>x</sub>) syntyvät polttomoottoreissa, kun ilmassa oleva typpi sitoutuu happeen. Pakokaasujen typen oksideista suurin osa vapautuu typpimonoksidina, joka ilmassa muuttuu hapettuessaan typpidioksidiksi ja muiksi typen yhdisteiksi. Typen oksidien (NO ja NO<sub>2</sub>) määrä tyypillisesti ilmoitetaan typpioksidiksi (NO<sub>2</sub>) ja merkitään symbolilla NO<sub>x</sub>. Haitallisin typen oksideista on typpidioksidi (NO<sub>2</sub>), ja sen vaikutukset kohdistuvat pääasiassa hengitysteihin.

PM = pakokaasujen kokonaishiukkasmäärä

CH<sub>4</sub> = metaani

Metaani (CH<sub>4</sub>) on hiilivety ja se syntyy samalla tavalla kuin muutkin hiilivedyt. Metaani kuitenkin ilmoitetaan usein omana yksikkönään, koska se on olennainen kasvihuoneilmiöön vaikuttava aine. Metaanilla ei ole merkittäviä terveysvaikutuksia.

N<sub>2</sub>O = typpioksiduuli

Typpioksiduuli (N<sub>2</sub>O) tunnetaan myös nimellä ilokaasu, joka on typen oksidi, mutta sitä ei lasketa NO<sub>x</sub>-merkinnän alla oleviin typen oksideihin. Syynä tähän ovat typpioksiduulin vähäiset haittavaikutukset ja se, että sen määrittäminen pakokaasusta on vaikeaa. Ilokaasuun on kuitenkin alettu kiinnittämään huomiota, koska sillä on voimakas vaikutus kasvihuoneilmiöön.

SO<sub>2</sub> = rikkidioksidi

Rikkidioksidi on ekosysteemeille ja ihmisten terveydelle haitallinen hapan kaasu. Rikkidioksidia syntyy, kun polttoaineen rikki yhtyy palamisprosessissa happeen. Rikkipäästöjen vähentäminen on mahdollista vain pienentämällä rikin määrää polttoaineissa.

CO<sub>2</sub> = hiilidioksidi

Hiilidioksidi on täydellisen palamisen lopputuote vesihöyryn ohella. Se ei ole terveydelle haitallinen kaasu, mutta se on merkittävä kasvihuoneilmiötä edistävä kaasu. Tämänhetkisen tekniikan avulla hiilidioksidia ei ole pystytty poistamaan pakokaasusta.

CO<sub>2</sub>ekv. = hiilidioksidiekvivalentti

Hiilidioksidiekvivalentti on yleisesti kasvihuonekaasuja kuvaava yksikkö. Niihin lasketaan hiilidioksidipäästöt sellaisenaan, metaanipäästöt (CH<sub>4</sub>) kerrottuna luvulla 21 ja typpioksiduulipäästöt (N<sub>2</sub>O) kerrottuna luvulla 310. Kertoimilla kuvataan yhdisteiden vaikutusta kasvihuoneilmiöön hiilidioksidiin verrattuna. (Ojala 2000, 26-27)

## 4.2 Melu ja värinä

Lastinkäsittelylaitteet tuottavat pakokaasupäästöjen lisäksi myös muita ympäristöön vaikuttavia päästöjä, kuten melua ja värinää. Nämä päästöt vaikuttavat erityisesti koneiden käyttäjiin ja muihin alueella työskenteleviin ihmisiin.

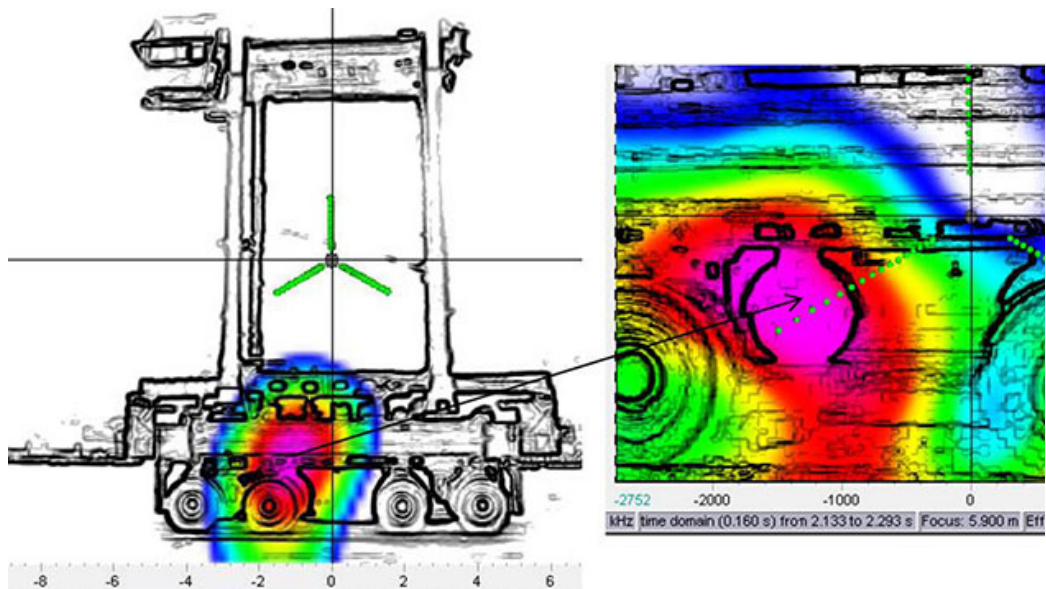
Työturvallisuuskeskus määrittelee melun seuraavalla tavalla: ”Melu on voimakasta, häiritsevää ja epämiellyttävää ääntä. Äänen kokemiseksi meluksi vaikuttavat yksilölliset tuntemukset”. (Työturvallisuuskeskus)

Melua syntyy etenkin polttomoottorikäyttöisissä lastinkäsittelylaitteissa moottorin käyntiäänestä. Lastia käsiteltäessä melua syntyy myös kolahduksista ja hankauksesta, kun kappaleet osuvat toisiinsa. Esimerkiksi kontin osuessa maahan tai laivan kanteen tai lastivaunun hankautuessa laivan seinään.

Melu voidaan jakaa tasaiseen meluun ja impulssimeluun. Tasaisessa melussa, esimerkiksi moottorin käyntiääni, melun vaihtelu on alle 6 desibeliä. Impulssimelulla taas tarkoitetaan äkillistä ja voimakasta melua, kuten iskut, kolahdukset tai kirskunta. Melu on impulssimelua, jos sen sisältämät meluhiiput kestävät alle sekunnin ja ovat yli 15 desibeliä taustamelua voimakkaampia. Kuulovaurioriski on suurempi impulssimelussa kuin tasaisessa melussa. (Työturvallisuuskeskus)

Värinällä tarkoitetaan kappaleen edestakaista liikettä. Värinä voidaan jakaa käsitärinään, jolla tarkoitetaan esimerkiksi porakoneesta käteen siirtyvää värinää, ja kokokehotärinää, joka voi tulla esimerkiksi työkoneen istuimesta ihmiseen. Värinähaittaa työkoneissa voidaan pienentää esimerkiksi sitä vaimentavilla istuimilla, oikeanlaisilla renkailla ja jousituksella. (Työturvallisuuskeskus)

Koneista ja työnteosta syntyvää melua ei pystytä poistamaan kokonaan, mutta hyviä ja helposti toteutettavia keinoja melun vähentämiseksi on paljon. Aluksi täytyy paikantaa melun kohde. Tähän on tarjolla erilaisia mittareita, joista erittäin kätevä ratkaisu on niin sanottu ”melukamera”. Se toimii lämpökameran kaltaisesti (Kuva 10) ja näyttää kuvassa eniten melua tuottavat kohdat. Tämän avulla voidaan helposti paikantaa melua tuottava kohta työkoneesta.



Kuva 10. Melukamera (Matinlauri 2013)

Kun melun synnyttäjät on paikannettu, on helpompi tehdä toimenpiteitä melun vaimentamiseksi. Mahdollisia ratkaisuja ovat vaikkapa kumista tai vaahtomuovista valmistetut vaimennuslevyt, löysällä olevien osien kiristäminen, pakoputkien vaimennusmateriaalit yms. Kolahduksia ja äkillisiä voimakkaita ääniä voidaan vähentää kiinnittämällä huomiota varovaisuuteen kuormia laskettaessa ja niitä siirrettäessä. (Matinlauri 2013)

## 5 KEINOJA PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEEN

Tässä luvussa käsitellään tekniikkaa ja keinoja, miten lastinkäsittelylaitteiden päästöjä voitaisiin vähentää. Osa näistä keinoista on jo käytössä myös Mussalon satamassa ja osa vielä kehitysvaiheessa ja tulossa markkinoille.

### 5.1 Katalysaattori

Dieselmootoreissa on jo kauan käytetty katalysaattoreita. Työkoneissakin niitä käytetään, mutta vanhemmista työkoneissa niitä ei ole. Katalysaattorit ovat todella tehokkaita ja niillä voidaan vähentää pakokaasun typen oksideista jopa 90%.

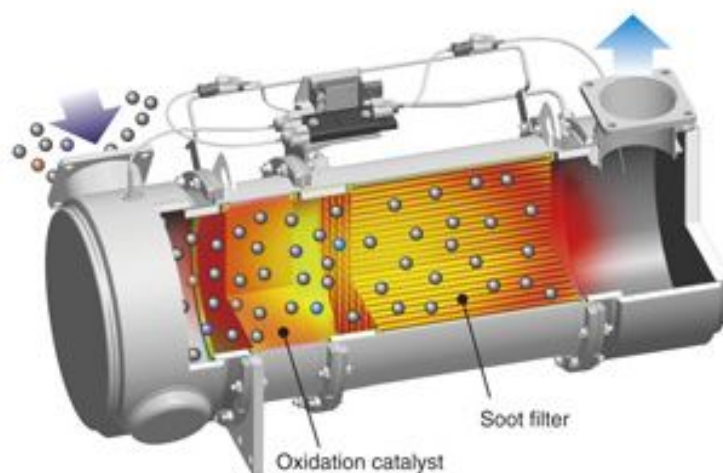
Katalysaattorin ideana on vähentää typen oksideja pakokaasusta pelkistämällä ne typiksi ja hapeksi. Katalysaattorit ovat yleisesti joko SCR-katalysaattoreita (selective catalytic reduction) tai HC-SCR-katalysaattoreita (HC, hydrocarbons). SCR-katalysaattorissa pakokaasun sekaan ruiskutetaan yleensä ureaa ja urean sisältämä

ammoniakki toimii pelkistäjänä. HC-SCR-katalysaattorit eivät tarvitse ureaa, vaan pelkistiminä toimivat pakokaasun sisältämät hiilivedyt. HC-SCR-katalysaattori on ratkaisuna yksinkertaisempi ja helpompi käytettävä, mutta ei niin tehokas kuin SCR-katalysaattori. (Niemi 2008)

## 5.2 Hiukkassuodin

Dieselmoottorin pakokaasu sisältää myös pienhiukkasia. Niiden vähentämiseen on kehitetty hiukkassuotimia (DPF). Hiukkassuotimet poistavat pakokaasun hiukkaset todella tehokkaasti, parhaimmillaan puhdistetun pakokaasun hiukkaspitoisuus on pienempi kuin ympäröivän ilman. (Niemi 2008)

Hiukkassuotimet tulee kuitenkin aika ajoin puhdistaa tai vaihtaa niihin kertyneiden hiukkasten takia, tätä kutsutaan regeneroinniksi. Regenerointi tapahtuu yleensä nostamalla pakokaasun lämpötilaa niin, että kertyneet hiukkaset palavat pois. Regeneroinnin helpottamiseksi pakokaasun typpimonoksidista voidaan hapettavalla katalyytilla (kuva 11) valmistaa typpioksidia. Typpioksidilla taas hapetetaan pienhiukkaset, jolloin ne syttyvät huomattavasti matalammassa lämpötilassa. Tässä ovat kuitenkin ongelmana myös ilmaan pääsevän ylijääneen typpioksidin haitalliset vaikutukset. Tämän takia on kehitelty myös avoimia suotimia (pDPF), jotka eivät kuitenkaan ole yhtä tehokkaita, mutta eivät myöskään tukkeudu niin helposti tai vaadi mutkikkaita puhdistustoimenpiteitä. (Niemi 2008)



Kuva 11. Hiukkassuotimen rakenne (Diesel Filters)

### 5.3 Biodiesel

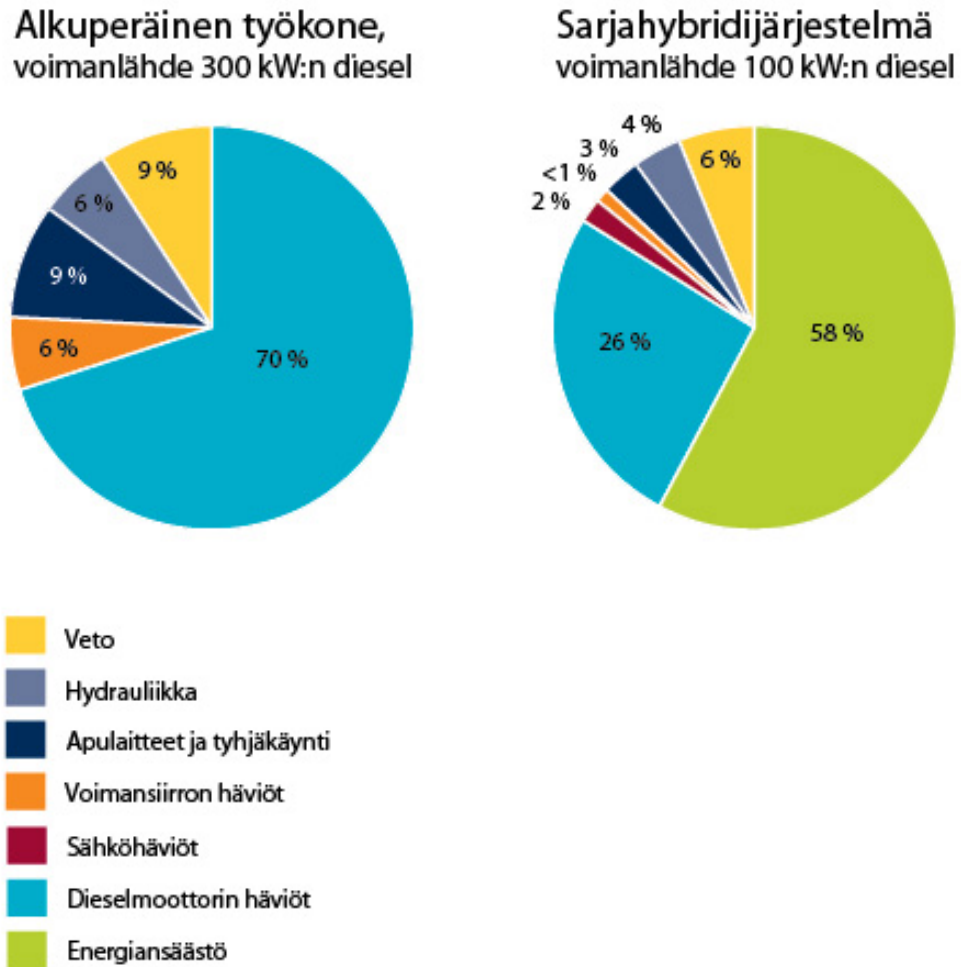
Biodieseliä valmistetaan pääasiassa kasviöljyistä, kuten auringonkukka-, rapsi-, rypsi-, palmu- ja soiijaöljyistä. Biodieselin valmistamista kasviöljyistä on kuitenkin kritisoitu ja pidetty epäeettisenä, koska se vie laajalti viljelysmaata ruokaviljelyltä. Lisäksi joidenkin tutkimusten mukaan biodiesel tuottaa tavallista dieseliä enemmän päästöjä sen tuotannosta syntyvien välillisten päästöjen takia. Tosin biodieselin raaka-aineena voidaan käyttää myös käytettyä paistorasvaa tai teurasjätettä, jolloin raaka-aine on syntyneiden jätteiden kierrätystä. Biodieseliä voidaan valmistaa myös puujätteestä. Kesällä 2014 Laukaalle valmistuva UPM:n biojalostamo käyttää raaka-aineena metsätalouden jätteitä, kuten hakkuutähteitä, haketta, kantoja ja puunkuorta. Ainakin vastuullisesti tuotettu biodiesel on siis hyvä vaihtoehto vähentämään päästöjä verrattuna tavallisen fossiilisen dieselin käyttöön. (Bioste Oy; Soisalon-Soininen 2012; Työ- ja elinkeinoministeriö)

### 5.4 Hybridi

Monissa tavallisissa dieselmoottorilla toimivissa lastikäsittelylaitteissa ja työkoneissa tarvittava moottorin keskimääräinen teho on vain murto-osa moottorin maksimitehosta. Tällöin moottorin hyötysuhde jää alhaiseksi ja polttoaineen kulutus on suuri verrattuna tehtyyn työhön. Tähän on ratkaisuna moottorin hybridisointi. (Immonen 2013)

Ajoneuvoista ja koneista puhuttaessa hybridillä tarkoitetaan yleisesti konetta, jonka voimanlähteeksi on yhdistetty kaksi tai useampi erilaista moottoria, esimerkiksi diesel- ja sähkömoottori. Tässä tapauksessa puhutaan sähköisestä hybridisoinnista, ja näin voidaan parhaimmillaan saavuttaa jopa 50%:n energian säästö verrattuna tavalliseen dieselkäyttöiseen moottoriin. (Immonen 2013)

Hybridisoinnissa on tarkoitus saada dieselmoottori toimimaan jatkuvasti lähellä moottorin keskitehoa ja sähkömoottorin on tarkoitus vastata enemmän tehoa vaativista töistä, esimerkiksi nostoista. Näin dieselmoottorin hyötysuhdetta saadaan parannettua ja päästöjä vähennettyä. Työkoneissa voidaan helposti varastoida esimerkiksi jarrutuksesta tai kuorman laskusta syntyvää energiaa akkuihin, jotka on kytketty sähkömoottoriin. Oheiset diagrammit (kuvio 1) havainnollistavat sähkömoottoreista saatavaa hyötyä työkoneissa. (Immonen 2013)



Kuvio 1. Sähkömootoreista saatava hyöty työkoneissa (Immonen 2013)

## 5.5 Polttokenno

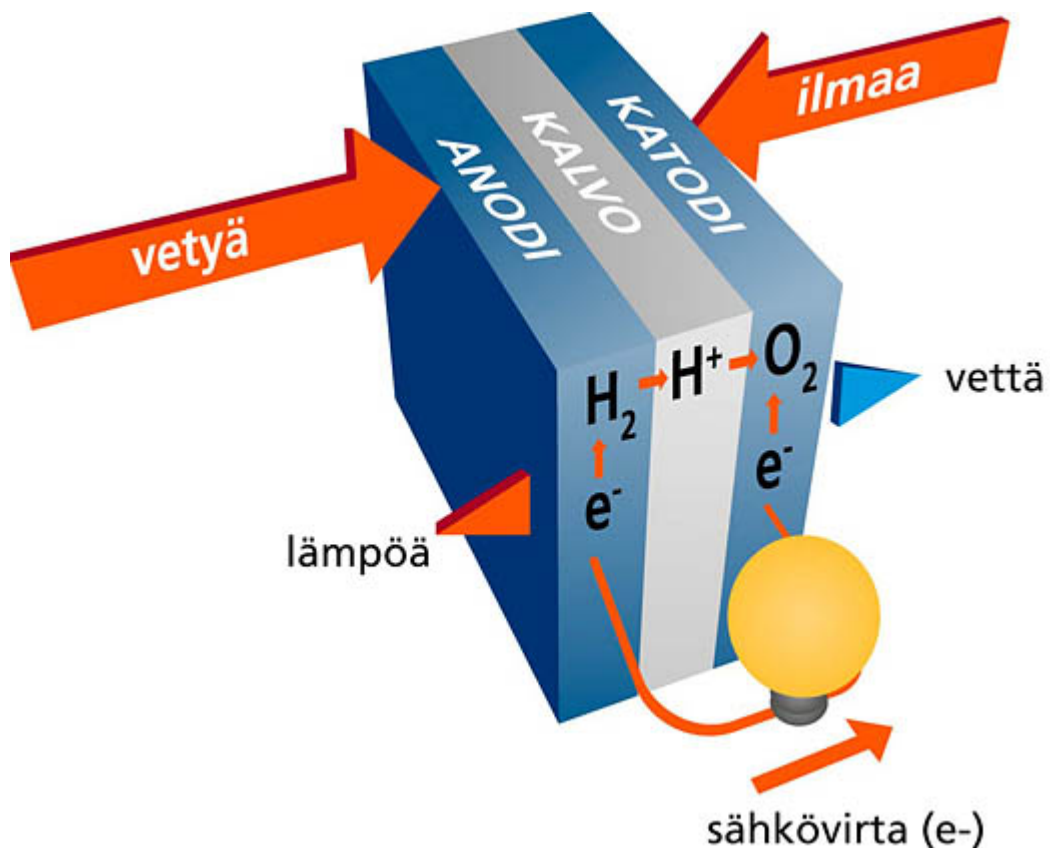
Etsiessäni tietoa vaihtoehtoisia voimanlähteitä käyttävistä työkoneista ilmeni, että polttokennotekniikka vaikuttaisi olevan yksi merkittävä lähivuosina markkinoille tuleva uudistus. Vuosaaressa Demo 2013 -projektissa on käytössä polttokennolla toimiva trukki. Tämän lisäksi polttokennolla toimivia trukkeja on ollut käytössä muun muassa Münchenin ja Hampurin lentokentillä Saksassa sekä supermarket-ketju Walmartin varastoilla USA:ssa. Polttokennoratkaisut ovatkin työkoneissa vielä melko harvinaisia ja toiminnassa olevat sovellukset ovat lähinnä testikäytössä, mutta niiden ennustetaan yleistyvän lähivuosina. Suuremmista satamakäyttöön soveltuvista polttokennolla toimivista lastinkäsittelylaitteista tietoa löytyi melko huonosti. Cargotec uutisoi vuonna 2011 kehittelevänsä polttokennolla toimivaa konttilukkia, mutta nyt keväällä 2014 se kuitenkin kertoi panostavansa tällä hetkellä enemmän hybriditekniik-



kaan polttokennotekniikan vaatimien, vielä melko harvinaisten vetytankkausasemien takia. (Haukkasalo 2010; H2andyou nd; Kiiski 2014, 14; Konekesko 2014)

Polttokennotekniikassa sähköä ja lämpöä tuotetaan sähkökemiallisella reaktiolla ilman palamista. Polttokenno on hiljainen ja vähän huoltoa vaativa ja se käyttää vetyä tai sitä sisältävää polttoainetta, kuten metanolia, etanolia, maakaasua tai biokaasua. (Teknologiateollisuus nd)

Polttokenno rakenne koostuu anodista ja katodista ja ne toisistaan erottavasta elektrolyyttikalvosta (Kuva 12). Polttokennossa voidaan käyttää vetyä sellaisenaan tai hiilivetyä, jolloin polttoaineena voidaan käyttää esimerkiksi maakaasua tai metanolia. Polttokennon hapettimena toimii ilman happi ja kun polttoaineena käytetään vetyä, reaktiossa vapautuu energiaa ja vettä. Jos polttoaineena käytetään hiilivetyä, vapautuu reaktiossa myös hiilidioksidia, mutta muita päästöjä ei polttokennossa ole käytännössä lainkaan. (Teknologiateollisuus nd)



Kuva 12. Polttokennon toimintaperiaate (Teknologiateollisuus)

## 5.6 LNG

Nesteytetty maakaasu eli LNG (Liquified natural gas) syntyy, kun maakaasu jäähdyytään -162 asteeseen. Sillä on samat ominaisuudet kuin maakaasulla mutta tilavuudeltaan se on vain noin kuudessadasosa verrattuna normaaliolotilassa olevan kaasun tilavuuteen. LNG:n hiilidioksidipäästöt ovat noin 25 prosenttia pienemmät verrattuna raskaaseen polttoöljyyn eikä se sisällä rikkiä tai raskasmetalleja. LNG ei ole syövyttävää ja sen käytöstä ei synny haitallisia pienhiukkasia eikä se aiheuta korroosiota tai syöpymistä. LNG on myös todella turvallinen vaihtoehto polttoaineeksi, sillä mahdollisten kaasuvuotojen sattuessa LNG höyrystyy ja haihtuu ilmaan välittömästi. (Gasum nd)

LNG-laivoja on ollut liikenteessä jo jonkin aikaa, mutta lastinkäsittelylaitteissa LNG:n käyttö on polttokennon tavoin vielä kehittelyasteella. Kalmar on kuitenkin jo esitellyt Italiassa, Livornon satamassa prototyyppin konttikurottajasta, joka käyttää polttoaineena dieselin lisäksi myös LNG:tä. (Gasum nd; Huokonen 2014)

## 5.7 Ajoreittien ja ajotavan optimointi

Satama-alueen lay-outin ja ajoreittien optimointi luonnollisesti vähentää ympäristöpäästöjä ja tehostaa toimintaa ajomatkojen lyhentyessä. Esimerkiksi konttiterminaalissa lastikontit tulisi pyrkiä sijoittamaan kentälle varustamoittain ja laivan saapuessa pyritään laituripaikka saamaan aina lähelle kyseisen varustamon aluetta. Turhia nostoja ja ajoja pyritään myös välttämään lastaamalla kontit kaistoittain ja kerroksittain.

## 5.8 GPS-tekniikka

Työkoneiden ajoreittejä ja -matkoja tehostettaessa hyvänä apuna voidaan käyttää GPS-tekniikkaa. Tämän avulla voidaan reaaliaikaisesti seurata jokaista työkoneita ja lastiyksikköä, kuten konttia. Näin voidaan jakaa työtehtävät niin, että ajo olisi mahdollisimman tehokasta. Tekniikan avulla voidaan esimerkiksi konttiterminaalissa työtehtävät jakaa lukeille niin, että järjestelmä osoittaa lähimpänä työkoneita olevan yksikön noudettavaksi, jolloin ajomatkat lyhenevät ja säästytään turhalta ajolta.

Tietokonepohjaisia järjestelmiä, joissa yksikkö kuitataan vaikkapa lastatuksi laivaan tai jätetyksi kentälle tiettyyn paikkaan, on ollut käytössä jo kauan. GPS-tekniikan

avulla ei ole kuitenkaan niin suurta riskiä esimerkiksi siihen, että kontti kuitataan kentällä väärälle paikalle, vaan kontin todellista sijaintia voidaan seurata koko ajan.

## 5.9 Taloudellisen ajotavan koulutus

Ympäristöpäästöjen vähentämiseen vaikuttaa oleellisesti koneiden taloudellinen ajotapa. Taloudellisella ajotavalla voidaan ympäristöpäästöjen lisäksi säästää suoraan polttoaine-, rengas- ja huoltokustannuksissa. Kun halutaan parantaa ajon taloudellisuutta, niin työkoneissa pätee melko lailla samat seikat kuin henkilöautoissakin. Tällöin tulisi pyrkiä välttämään pysähdyksiä, käyttämään vain tarvittavaa nopeutta ja pyrkiä käyttämään mahdollisimman isoa vaihdetta sekä pitää kierrosluvut alhaalla. Tämän lisäksi lastinkäsittelylaitteilla tulee kiinnittää huomiota myös kuorman nostamiseen ja laskeamiseen taloudellisesti. Myös koneen tyhjäkäyntiä tulisi välttää, eli silloin kun koneella ei ajeta se pitäisi sammuttaa.

Taloudellista ajotapaa käydään usein läpi yritysten kuljettajakoulutuksissa ja niiden lisäksi laitevalmistajilla on tarjolla omia koulutuksia sekä kuljettajille että henkilöille, jotka kouluttavat kuljettajia yrityksissä. Koulutuksessa voidaan käydä läpi vaikkapa taloudellista ajo- ja nostotekniikkaa, antaa tietoa kierrosluvun ja vääntömomentin suhteista tai miten tulkita lastinkäsittelylaitteen ajotietokoneen informaatiota. (Cargotec Training academy)

## 5.10 Renkaat

Kuten kaikissa kumipyörillä liikkuvissa ajoneuvoissa, niin myös lastinkäsittelylaitteissa, merkittävä päästöihin vaikuttava tekijä on niiden renkaat ja oikeat rengaspaineet. Jo pieni alipaine voi lisätä kulutusta huomattavasti. Jos rengaspaineet ovat liian alhaiset, vierintävastus kasvaa ja kone kuluttaa enemmän polttoainetta. Lisäksi renkaat kuluvat nopeammin sekä riski renkaan räjähtämiseen ja tämän kautta riski työtapaturmaan kasvaa. Suositukset oikeisiin rengastyyppeihin ja rengaspaineisiin vaihtelevat koneiden mukaan ja käyttökohteen mukaan. Laitevalmistajat yleensä tarjoavat ohjeituksen koneeseen sopivista rengasratkaisuihin. (Virtanen 2007)



Kuva 13. Lukin rengas (Cargotec)

## 6 YHTEENVETO

Satamateollisuus on talouden notkahteluista huolimatta jatkuvasti kasvava teollisuudenala. Suurempia laivoja, jotka mahdollistavat suurempien lastimäärien liikuttelun, kehitellään koko ajan. Yhdellä kerralla liikuteltavissa suurissa lastimäärissä on toki pienemmät päästöt verrattuna siihen, että joudutaan kuljettamaan sama määrä pienemmällä kapasiteetilla. Lastimäärien kasvu johtaa suoraan tietysti myös lastinkäsittelylaitteiden tuottamiin päästöihin.

Lastinkäsittelylaitevalmistajat ovat selkeästi huomanneet myös ympäristöystävällisen tekniikan lisääntyvän kysynnän, ja tällaista tekniikkaa on tarjolla ja sitä kehitetään. Tässä työssä esiteltujen vetyä tai LNG:tä käyttävien lastinkäsittelylaitteiden tuleamista suurille markkinoille joudutaan kuitenkin vielä odottamaan.

Lastinkäsittelylaitteiden hankinta ja varsinkin täysin uuden tekniikan hankinta on satamaoperaattorille aina merkittävä investointi, ja sellaista suunniteltaessa ei voida keskittyä ainoastaan ympäristönäkökohtiin. Uutta tekniikkaa hankittaessa on myös riskinä tekniikan mahdollinen toimimattomuus ja ongelmat, joita ei välttämättä esiinny jo pitkään työkäytössä olleen tekniikan parissa. LNG- ja polttokennosovellutuksia satamakäyttöön suunniteltaessa täytyy satamassa olla saatavilla niille soveltuvat tankkausasemat, huoltopalvelut yms. Näitä varten mukana kehityksessä täytyy olla satamaoperaattoreiden ja laitevalmistajien lisäksi monia muitakin tahoja, kuten sataman omistajat sekä valtio.

Uusien koneiden hankinta ei kuitenkaan ole välttämätöntä, jotta päästöjä voitaisiin tehokkaasti vähentää. Uuden koneen hintaan verrattuna jo pienillä investoinneilla ja muutoksilla koneisiin voidaan pienentää polttoaineen ja renkaiden kulutusta huomattavasti.

tavasti, mikä tuo suoraa rahallista säästöä yrityksille ja vähentää koneiden ympäristöpäästöjä. Näistä edullisin ja helpoin ratkaisu on kiinnittää enemmän huomiota taloudelliseen ajotapaan; jo pienillä ajotavan muutoksilla voidaan saada isoja säästöjä polttoaineen ja renkaiden kulutuksessa. Taloudellinen ajotapa on taidon lisäksi myös asennekysymys. Kulutuksen mukaan määräytyvä kannustinpalkkio voisi ehkä olla hyvä ratkaisu, mutta se saattaisi johtaa työtehon laskuun, ja toisaalta jokaisen meistä pitäisi kantaa oma vastuunsa ympäristönsä suojelusta ilman erillisiä palkkioitakin.

Toinen suhteellisesti pieni investointi kokonaan uuden lastinkäsittelylaitteen hankintaan verrattuna on vanhaan koneeseen tehtävät muutokset. Ainakin Cargotec tarjoaa tapauskohtaisesti räätälöitäviä koneiden eco-huoltopaketteja, joissa koneeseen voidaan vaihtaa ympäristöystävällisempiä moottoreita, vaihteistoja, pumppuja tai sähkökomponentteja.

## LÄHTEET

**Painetut lähteet:**

Leskinen, T. 2012. Lastinkäsittely ja satamatoiminnot. Luentomateriaali 2012. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Ojala, K. 2000. Työkoneiden yksikköpäästöt. Kestävän yhdyskunnan käsikirja. Helsinki: KL-Kustannus Oy

Pitkä, M. 2009. Sataman tehokkuuden osatekijät – tarkastelussa lastauksen ja purun automatisointi. Opinnäytetyö. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

**Sähköiset lähteet:**

Anttila, A. & Brunila, O-P. 2013. Ecologically Friendly Port public press release. Saatavissa: [http://ecoport.rshu.ru/materials\\_eng.html](http://ecoport.rshu.ru/materials_eng.html) [viitattu 19.3.2014]

Bioste Oy. Biodiesel. Saatavissa: <http://www.bioste.fi> [viitattu 8.4.2014]

Cargotec. Kalmar esittelee maailman ensimmäiset todelliset hybridilukit kontinkäsittelyyn. Saatavissa: <http://hugin.info/135578/R/1734444/580919.jpg> [viitattu 10.5.2014]

Cargotec training academy. Saatavissa:

<http://cta.cargotec.com/WebPage.Wide.aspx?Guid=fad2836520ab4a538bf3c41b1b8b4821> [viitattu 14.4.2014]

Cargotec, yritysesittely: Cargotec Kalmar. Saatavissa: <http://www.cargotec.com/fi-fi/kalmar/Sivut/default.aspx> [viitattu 28.4.2014]

Demo 2013: Demo2013 käynnistyy 10.9.2013. Saatavissa:

<http://www.tekes.fi/nyt/uutiset-2013/polttokennot-utisia/demo2013-kaynnistyy--uusien-energiaratkaisujen-nayteikkuna-ensiesittelyssa/> [viitattu 2.5.2014]

Diesel Filters, Diesel Particulate Filters Saatavissa: <http://www.dieselfilters.com.au> [viitattu 7.3.2014]

Fantuzzi, yritysesittely. Saatavissa:

<http://www.terex.com/cranes/en/aboutus/LegacyBrands/Fantuzzi/> [viitattu 28.4.2014]

Gasum: Nesteytetty maakaasu LNG. Saatavissa:

<http://www.gasum.fi/Kaasutietoutta/Nesteytetty-maakaasu-LNG/> [viitattu 18.4.2014]

Green Cranes, esittely: Project. Saatavissa: <http://www.greencranes.eu/index-1.html> ja

<http://www.greencranes.eu/index-2.html> [viitattu 2.5.2014]

H2anyou: Wal-Mart Chooses Fuel Cell Forklifts. Saatavissa:

[http://www.h2andyou.org/caseStudies\\_forklift.asp](http://www.h2andyou.org/caseStudies_forklift.asp) [viitattu 3.5.2014]

HaminaKotka Satama: Sataman esittely. Saatavissa:

<http://www.haminakotka.fi/fi/haminakotka-satama-oy> [viitattu 22.3.2014]

Haukkasalo, A. 2010. Konttilukki nielaisee polttokennon. Tekniikka&talous, 8.3.2010

Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi> [viitattu 7.5.2014]

Huokonen, N. 2014. Kalmar luottaa LNG:n tulevaisuuteen – esitteli uuden konttikurottajan prototyypin. Organisaatiosanomat, 20.1.2014 Saatavissa:

<http://www.organisaatio-sanomat.fi/kalmar-luottaa-lngn-tulevaisuuteen-esitteli-uuden-konttikurottajan-prototyypin/> [viitattu 29.4.2014]

Immonen, P. 2013. Väitös: Hybridikäyttöinen työkone säästää energiaa. Saatavissa:

[http://www.lut.fi/uutiset/-/asset\\_publisher/h33vOeufOQWn/content/vaitos-hybridikayttoinen-tyokone-saastaa-energiaa](http://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/vaitos-hybridikayttoinen-tyokone-saastaa-energiaa) [viitattu 1.5.2014]

Kalmar. Straddle Carriers – 40 000-60 000Kg. Saatavissa:

<http://www.kalmarind.co.uk/pages/straddle-carriers.php> [viitattu 1.5.2014]

Kalmar. Terminal Tractors Saatavissa: <http://www.cargotec.com/en-global/kalmar/Products2/terminal-tractor/Pages/default.aspx>

[viitattu 1.5.2014]

Kiiski, T. 2014. Cargotec päätyi vedyn sijasta hybrideihin. Kauppalehden logistiikka-

extra 7.4.2014, 14. Saatavilla: <http://www.digipaper.fi/extra/120941/> [viitattu 5.5.2014]

Konecranes: Trukit Saatavissa: <http://www.konecranes.fi/laitteet/trukit> [viitattu 16.4.2014]

Konecranes: Kiskoilla kulkevat pukkinosturit Saatavissa:  
<http://www.konecranes.fi/laitteet/konttienkasittelynosturit/kiskoilla-kulkevat-pukkinosturit> [viitattu 16.4.2014]

Konecranes, yritysesittely: tietoa Konecranesista, yleisesittely. Saatavissa:  
<http://www.konecranes.fi/tietoa-konecranesista/yleisesittely> [viitattu 28.4.2014]

Konekesko 2014: STILL – polttokennoteknologiaa jo toisessa sukupolvessa.  
25.03.2014 Saatavissa: <http://www.still-trukit.fi/uutiset> [viitattu 7.5.2014]

LIPASTO: Työkoneiden keskimääräinen päästö ja energiankulutus tehonkäyttöä kohden Suomessa vuonna 2011. Saatavissa:  
[http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/muut/tyokoneet/diesel\\_a\\_t.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/muut/tyokoneet/diesel_a_t.htm) [viitattu 23.3.2014]

Matinlauri, I. 2013. Voice of noise, Kalmar artikkeli 11.9.2013. Saatavissa:  
<http://port2060.kalmarglobal.com/voice-of-noise/> [viitattu 18.4.2014]

Multi-Link Terminals Ltd Oy, yritysesittely: Multi-Link Internet sivut. Saatavissa:  
<http://www.mlt.fi/> [viitattu 20.3.2014]

Mussalon Satama: Sataman esittely. Saatavissa: <http://www.haminakotka.fi/fi/mussalo>  
[viitattu 23.3.2014]

Niemi, S. Työkoneiden päästöt vähenevät kovaa vauhtia. Pohjalainen, 17.11.2008.  
Saatavissa: <http://www.pohjalainen.fi/arki-ja-el%C3%A4m%C3%A4/yhteiskunta-ja-ilm%C3%B6/tyokoneiden-paastot-vahenevat-kovaa-vauhtia-1.492337> [viitattu 5.3.2014]

Port Technology. Port of Santos orders 12 of Cargotec's Kalmar RTG cranes. Saatavissa: <http://www.porttechnology.org/news> [viitattu 5.5.2014]



Soinsalo-Soininen. 2012. Eikö biodiesel olekaan ekoteko?, Taloussanomat, 21.6.2012. Saatavissa: <http://www.taloussanomat.fi/autot/2012/06/21/eiko-biodiesel-olekaan-ekoteko/201231919/304> [viitattu 8.5.2014]

Steveco Oy, yritysesity: Stevecosta. Saatavissa: <http://www.steveco.fi/FI/Steveco/> [viitattu 20.3.2014]

Suomen Satamatekniikka Oy, yritysesity: Suomen Satamatekniikka Oy. Saatavissa: <http://www.steveco.fi/FI/Steveco/Avainluvut%2C%20omistusrakenne%2C%20tyt%C3%A4ryhti%C3%B6t/> [viitattu 24.3.2014]

Teknolomiteollisuus: Polttokennot. Saatavissa: <http://www.teknolomiteollisuus.fi/fi/palvelut/polttokennot-3027.html> [viitattu 26.4.2014]

Työ- ja elinkeinoministeriö: Biopolttoaineiden ja bionesteiden kestävyys. Saatavissa: [https://www.tem.fi/energia/uusiutuvat\\_energialahteet/biopolttoaineiden\\_ja\\_bionesteiden\\_kestavyys](https://www.tem.fi/energia/uusiutuvat_energialahteet/biopolttoaineiden_ja_bionesteiden_kestavyys) [viitattu 8.5.2014]

Työturvallisuuskeskus: Melu ja ääriä. Saatavissa: [http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/melu\\_ja\\_tarina](http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/melu_ja_tarina) [viitattu 25.4.2014]

Virtanen, P 3.4.2007. Älä säästä rengaspaineissa! Tuulilasi. Saatavissa: <http://www.tuulilasi.fi/uutiset/ala-saasta-rengaspaineissa> [viitattu 17.4.2014]

### **Haastattelut:**

Harju, M; Sipola, A. Haastattelu 18.3.2014. Kotka: Suomen Satamatekniikka Oy

Väri, J. Haastattelu 1.4.2014. Kotka: Multi-Link Terminals Ltd Oy

## Liite 1. Haastattelukysymykset

**Lastinkäsittelylaitteiden päästöjen vähentäminen – Case Mussalo****Yritys:****Haastateltavat:****Paikka:****Aika:**

Teemme selvitystä lastinkäsittelylaitteiden päästöjen vähentämiseen liittyen osana Ecologically Friendly Port-projektia. Tavoitteena on selvittää miten HaminaKotka satamassa (Mussalossa) toimivissa yrityksissä on huomioitu lastinkäsittelylaitteista aiheutuvat päästöt, ja mitä toimenpiteitä koneiden ja laitteiden päästöjen vähentämiseksi on tehty.

1. Miten työkoneiden päästöjä seurataan tai tarkkaillaan? Miten haitallisiksi päästöt koetaan?
2. Minkä ikäinen työkone- ja laitekanta on?
3. Koetteko nykyiset työkoneet riittävän tehokkaiksi ja ympäristöystävällisiksi?
4. Onko laitteisiin tehty päästöjä vähentäviä ratkaisuja tai kokeiluja?
5. Onko työkoneissa ja laitteissa käytön aikaista seuranta tai mittareita?
6. Mitä ohjeistusta koneiden käyttöön liittyy?
7. Onko yrityksellä suunnitelmissa lastinkäsittelylaitteiden tai laitekannan uudistaminen?
8. Onko suunnitteilla toimenpiteitä, joilla lastinkäsittelylaitteiden päästöjä voidaan vähentää?