

LO-LO-LAIVAUSTEN PULLONKAULAT

Kemi Shipping Oy

Perikangas Tuomas

Opinnäytetyö
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Kone- ja tuotantotekniikka
Inisnööri (AMK)

Tekijä	Tuomas Perikangas	Vuosi	2020
Ohjaaja	Ins. (AMK) Petri Kesälahti		
Toimeksiantaja	Kemi Shipping Oy Teemu Kauppi, Tuotantopäällikkö		
Työn nimi	Lo-lo-laivausten pullonkaulat		
Sivu- ja liitesivumäärä	35		

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin toimeksiantajayritys Kemi Shipping Oy:n lo-lo-laivauksia, eli nosturilla tehtäviä laivanlastauksia, etsittiin niissä esiintyviä pullonkauloja sekä mietittiin ratkaisuja niiden poistamiseksi. Opinnäytetyössä oli mukana toimeksiantajayrityksen lisäksi myös Havator Oy, jolta Kemi Shipping Oy alihankkii nosturipalvelut laivan lastauksiin. Opinnäytetyössä keskityttiin nosturilla lastattavan sellun ja kartongin lastausprosesseihin.

Aineistoa koostettiin tähän opinnäytetyöhön toimeksiantajayrityksen sisäisistä materiaaleista kuten toimintakäsikirjasta, työohjeista ja tuotannonohjausjärjestelmästä. Lastausprosesseissa esiintyviä pullonkauloja selvitettiin pitkälti kentällä havainnoimalla sekä haastatteleamalla lastauksissa työskenteleviä työnjohtajia, ahtaajia ja nosturinkuljettajia.

Lopputuloksena opinnäytetyöhön listattiin kartonkirullien ja selluysiköiden lastauksissa esiintyviä pullonkauloja, ja ratkaisuja niihin erilaisilla toimintatavoilla ja myös mahdollisella laiteinvestoinnilla. Työn alkuvaiheessa oli jo selvää, että selluysiköiden lastausta voitaisiin parantaa päivittämällä manuaalinen sellunnostolaite automaattiseen, ja siksi tässä työssä tutkittiin ja arvioitiin manuaalisen ja automaattisen laitteen teho eroa, sekä esitettiin kaksi erilaista automaattista sellunnostolaitetta.

Opinnäytetyön tuloksena huomattiin myös, että ilman investointejakin voidaan lastausta tehostaa niin kartonkirullien kuin sellupaalienkin lastauksessa muuttamalla ahtaajien ja nosturinkuljettajien työtapoja tietyissä tilanteissa. Lastauksia tarkkailtaessa selvisi, että ajoittain työntekijät saattoivat huomaamattaan aiheuttaa lisää viivästystä lastausprosessiin omalla toiminnallaan. Työssä havaittiin myös se, että pullonkaula vaihtelee lastauksissa, ja tästä syystä on tärkeää, että kaikki lastauksessa työskentelevät henkilöt myös tietävät aina sen hetkisen pullonkaulan, jottei sen aiheuttamaa viivästystä ainakaan lisätä.

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Tuomas Perikangas	Year	2020
Supervisor	Petri Kesälahti, B.Eng.		
Commissioned by	Kemi Shipping Oy Teemu Kauppi, Production Manager		
Subject of thesis	Bottlenecks of lo-lo-loading processes		
Number of pages	35		

The thesis investigates the lo-lo-ship loading (lift on – lift off) processes of Kemi Shipping Oy. Lo-lo loading means ship loading where the cargo is lifted into a vessel's hold by a crane. The bottlenecks appearing in the loading processes were also sought and figured out solutions to remove them. Kemi Shipping Oy was the principal company of the thesis and there was also the subcontractor Havator Oy which delivers and operates crane services for Kemi Shipping Oy. The thesis focused on board reels and pulp bale units which were loaded into the vessel by a crane.

The contents of this thesis were composed from the principal company's interior materials like the working handbook, working instructions and production management program. The bottlenecks of loading processes were investigated by observing in the field and interviewing foremen, stevedores and crane operators who worked in loadings.

The final result listed the bottlenecks of the board reels and pulp bale units loading and solutions to them with different procedures and a possible device investment. In the early stage of the thesis project it was clear that the pulp units loading could be improved by upgrading the manual pulp bale unit spreader to an automatic one. The efficiency of the manual and automatic spreaders were investigated and compared to each other. The thesis also includes the introduction of two different automatic spreaders.

In the result of the thesis, it was noticed that without investments the loading processes of the board reels and pulp bale units could be improved by changing stevedores' and crane operators' working methods in certain cases. It was noticed that the workers delayed the loading process sometimes accidentally by their own actions during loading. During the project it was also noticed that the bottleneck changes repeatedly in loading processes. That is why it is important that every one of the working crew always knows where the existing bottleneck is in each case so the delay will not be increased by workers' inaccurate actions.

Key words

lo-lo-loading, stevedoring, production, bottleneck

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 KEMI SHIPPING OY	7
2.1 Yrityksen toiminta-alue	8
2.2 Liikenne	10
3 LO-LO-LAIVAUKSET	11
3.1 Pullonkaula	12
3.2 Havator Oy	13
4 US-LAIVAUKSET	14
4.1 Prosessin kuvaus	14
4.2 Varastotilanne	17
4.3 Alaruumien lastaustapa	18
4.4 Antotrukkien ja nosturin yhteistyö	19
5 SELLU-LAIVAUKSET	21
5.1 Prosessin kuvaus	21
5.2 Sellun lastausteho	23
5.3 Turbolavojen lastausjärjestys	24
5.4 Pinkkojen lastausjärjestys	25
5.5 Selluyksiköiden pölyntyminen	27
5.6 Automaattinen sellupaalinostin	28
6 POHDINTA	32
LÄHTEET	34

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Lo-lo	lift on – lift off. Laivan purkaus/lastaus tehdään nosturilla.
Ro-ro	Roll on – roll off. Laivan purkaus/lastaus tehdään ajamalla lasti suoraan laivan ruumaan/ruumasta.
Pinkka	Varastossa oleva yksi varastoruutu.
FIFO	First-in-first-out. Varastoitu tavara lähetetään samassa järjestyksessä asiakkaalle, kuin se on varastoon tullut.

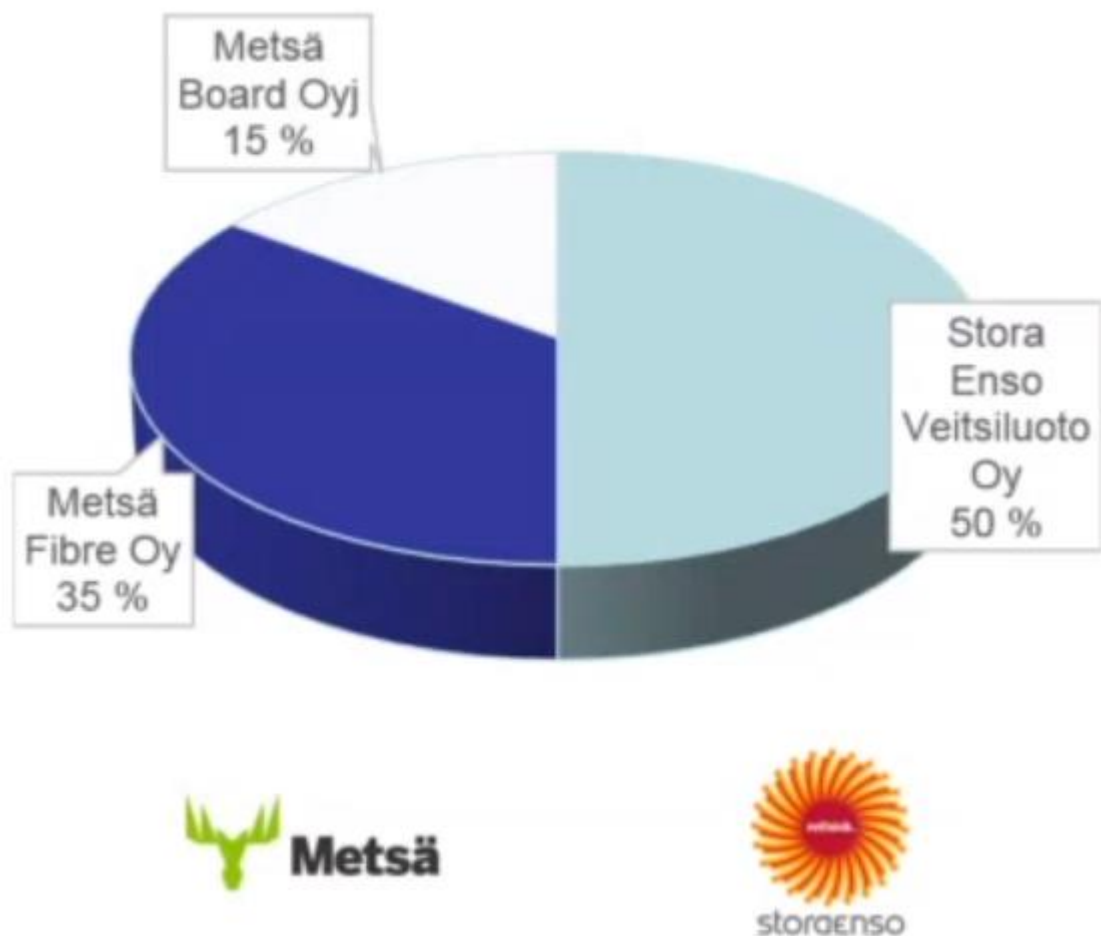
1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Kemi Shipping Oy, ja sen yhteyshenkilönä on tuotantopäällikkö Teemu Kauppi ja opinnäytetyön ohjaajana toimii opettaja Petri Kesälahti. Opinnäytetyössä selvitetään lo-lo-laivauksien (lift on – lift off) lastausprosesseissa esiintyviä pullonkauloja ja parannusmahdollisuuksia, jotta laivojen lastaustoimintaa voitaisiin tehostaa. Opinnäytetyö rajataan siten, että siinä tutkitaan nosturilla lastattavan sellun ja kartongin lastausprosesseja.

Toimeksiantaja tahtoo teettää tämän opinnäytetyön yhteistyössä Havator Oy:n kanssa, jotta niiden toiminta- ja kustannustehokkuutta saataisiin parannettua. Toiminnan tehostuessa on toimeksiantajayrityksellä helpompaa kasvattaa toimintaansa tulevaisuudessa. Opinnäytetyötä tehtiin työn lomassa kesän 2020 aikana, kun työskentelin työnjohtajana toimeksiantajayrityksessä, ja se kirjoitettiin loppuun syksyllä työsuhteen päättymisen jälkeen.

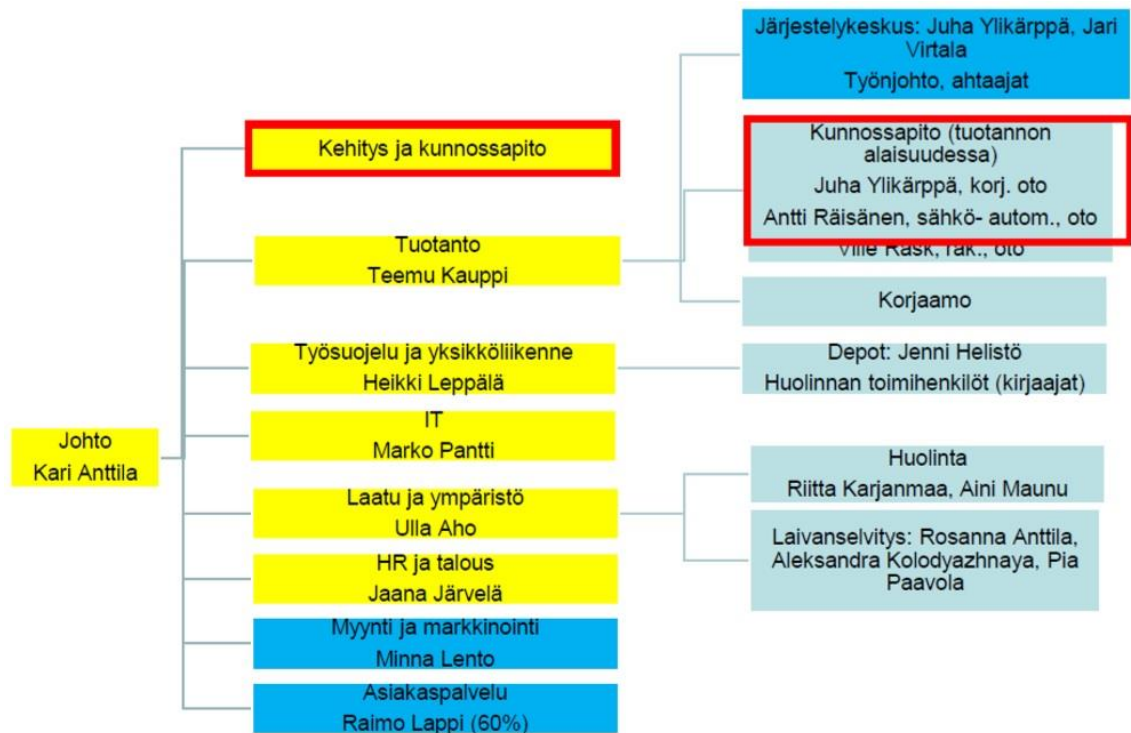
2 KEMI SHIPPING OY

Kemi Shipping Oy on metsäteollisuuden omistama satamaoperaattori, joka on perustettu vuonna 1894. Satamaoperaattori on logistiikkatoimija, joka on erikoistunut ahtaustoimintoihin. Sen tehtäviä ovat tavaroiden ja kuljetusyksiköiden lastaus ja kiinnitys laivoihin tai muihin kuljetusvälineisiin sekä purku laivoista tai muista kuljetusvälineistä ja muunlainen lastinkäsittely satama-alueen sisäpuolella. 1930-luvulla paikalliset metsäteollisuuden yritykset Kemi Oy ja Veitsiluoto Oy tulivat yhdessä omistamaan Kemi Shipping Oy:n, ja nämä yritykset omistavat sen tänä päivänäkin. Omistusosuudet jakautuvat nykyään seuraavasti: Stora Enso Veitsiluoto Oy 50%, Metsä Fibre Oy 35% ja Metsä Board Oyj 15% (Kuvio 1). Omistaja yritykset ovat samalla myös Kemi Shipping Oy:n suurimmat asiakkaat. (Tapaninen 2018, 74; Anttila 2020)



Kuvio 1. Kemi Shipping Oy:n omistus (Anttila 2020)

Kemi Shipping Oy:n toimitusjohtajana toimii Kari Anttila. Organisaatiokaaviossa (Kuvio 2) on johtoryhmä keltaisella pohjalla ja laajennettu johtoryhmä sinisellä pohjalla. Johtoryhmä kokoontuu kuukausittain, ja se toteuttaa ja tarkastelee toimintasuunnitelmaa, havaintojen toimeenpanoa, toimenpiteiden vaikuttavuutta, kuukausiraportointia sekä mittareita. Laajennettu johtoryhmä eli suunnittelu-ryhmä on neuvoa antava elin, joka kokoontuu 2-4 kertaa vuodessa. Sen tehtävänä on muun muassa suunnitella ja kehittää yrityksen toimintoprosesseja, parantaa toimintojen välistä yhteistyötä sekä henkilöstön ja johdon vuorovaikutusta, laatia ja valvoa yrityksen henkilöstö- ja koulutussuunnitelmat sekä asettaa ja toteuttaa yrityksen laatu-, ympäristö- sekä työterveys-, työturvallisuus- ja työhyvinvointitavoitteita. (Kemi Shipping Oy 2020, 5-6)



Kuvio 2. Organisaatiokaavio (Kemi Shipping Oy 2020, 5).

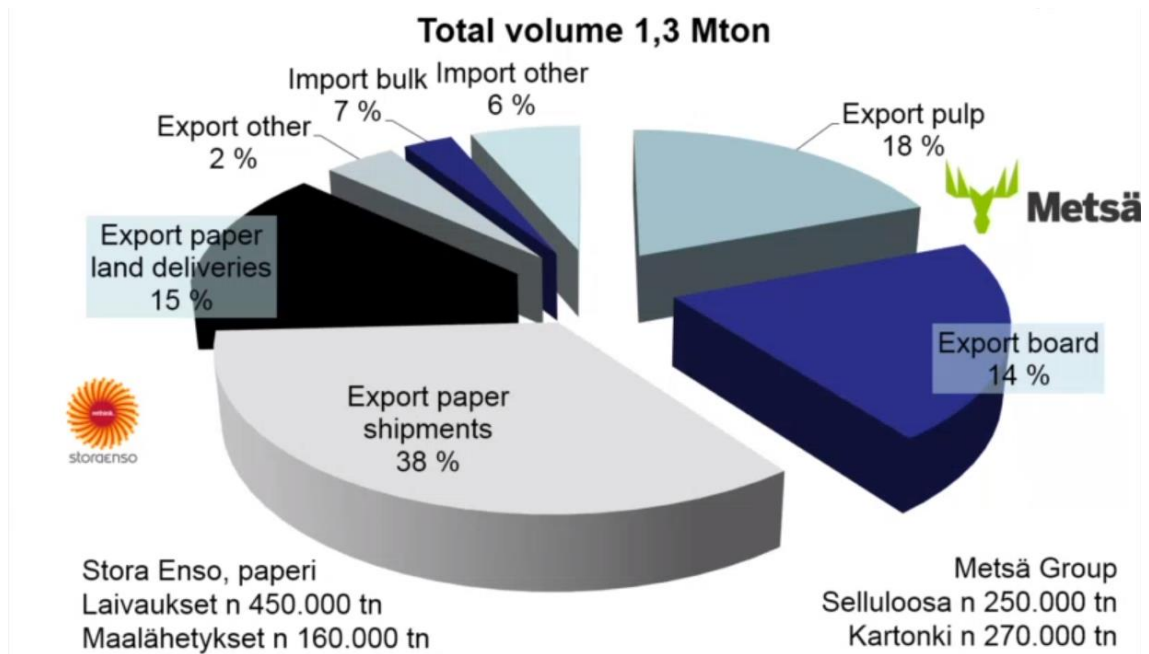
2.1 Yrityksen toiminta-alue

Kemi Shipping Oy on Kemissä Ajoksessa toimiva satamaoperaattori, joka palvelee sen omistaja-asiakkaita, alueen teollisuutta, kauppaa ja logistiikkaa. Sen liiketoiminta-alueet ovat ahtaus, huolinta, laivanselvitys ja korjaamo (Kuva 1).



Kuva 1. Ajoksen satama (Falcam Aerial 2016)

Metsäteollisuuden vienti on yrityksen päätehtävä, ja sen omistaja-asiakkaiden tuotteet kattavat 85 % Kemi Shipping Oy:n vuodessa käsittelemästä kokonaisrahtimäärästä, joka on n. 1,3 miljoonaa tonnia (Kuvio 3). Näitä tuotteita ovat Stora Enso Veitsiluoto Oy:n hienopaperirullat ja -arkit sekä päällystetyt aikakauslehti-paperirullat, Metsä Fibre Kemin tehtaan havupuusellu sekä Metsä Board Kemin tehtaan laineri -kartonki. Valtaosa näistä vientituotteista lähtee Ajoksen satamasta laivoilla ja noin 15 % maakuljetuksina. (Anttila 2020)



Kuvio 3. Rahtimäärä jaoteltuna (Anttila 2020)

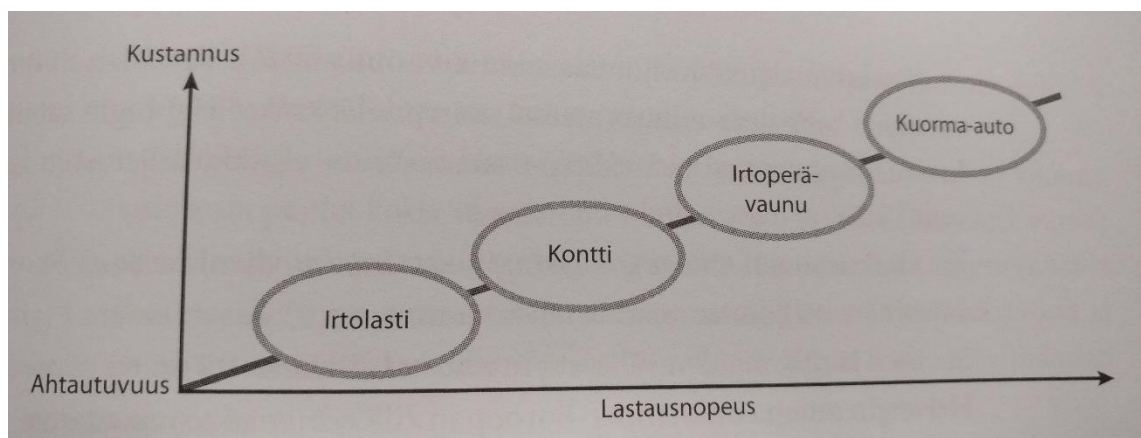
2.2 Liikenne

Lähes puolet Kemi Shippingin Ajoksen satamassa operoimasta laivaliikenteestä on linjaliikennettä, johon kuuluvat Ro-Ro -laivat, joita kulkee viikoittain kahtena päivänä Saksaan, Belgiaan ja Iso-Britanniaan. Noin kaksi kertaa viikossa Ajoksesta lähtee konttien syöttöliikennettä konttilaivoilla Hampuriin, Bremerhaveniin ja Antwerpeniin. (Anttila 2020)

Lisäksi on säännöllinen Lo-Lo -liikenne Pohjanmerelle, Välimerelle ja Philadelphiaan, näillä laivoilla viedään pääasiassa sellua ja kartonkia. Ajoksen satamaan myös tuodaan Lo-Lo laivoilla bulk-lasteja metsäteollisuuden käyttöön päällystys- ja täyteaineiksi, jotka puretaan Kemi Shipping Oy:n toimesta. Lisäksi Kemi Shipping Oy operoi erilaisia projektilasteja kuten tuulivoimaloiden osia. (Anttila 2020)

3 LO-LO-LAIVAUKSET

Lo-lo (lift on – lift off) laivauksissa lastia käsitellään erilaisilla nostureilla tai kauhoilla aluksen partaan yli. Nosturit voivat olla laivan omia kiinteitä nostureita tai satamassa sijaitsevia. Lo-lo laivauksissa käsitellään kuivaa irtolastia tai kappale-tavaralastia, joissa lastattavia tuotteita ei pakata erikseen mihinkään kuljetusyksikköihin matkan ajaksi kuten esimerkiksi merikontteihin, vaan tuotteet lastataan sellaisenaan ilman pakkausta tai omassa pakkauksessaan aluksen kyytiin. Kuivaa irtolastia ovat esimerkiksi vilja, malmi sekä hiili ja kappaletavaraa esimerkiksi teräskelat, sahatavara ja paperirullat. Ajoksessa lo-lo-laivauksina lastataan pääasiassa sellupaaliyksiköitä ja kartonki- sekä paperirullia. Lo-lo-lastaukset ovat lastausnopeudeltaan hitaita verrattuna esimerkiksi kontti ja ro-ro-liikenteeseen (roll on - roll off). Kontti liikenteessä rahti pakataan kontteihin ja kontit lastataan laivaan nosturilla ja ro-ro-liikenteessä rahti voi olla esimerkiksi kuorma-auton perävaunussa, lauttavaunussa tai kasetin päällä, ja nämä yksiköt ajetaan esimerkiksi laivan peräportista suoraan laivaan. Ahtautuvuudeltaan lo-lo-laivaus on kuitenkin tehokkaampaa verrattuna kontti- ja ro-ro-liikenteeseen, sillä varsinaista lastia saadaan alukseen enemmän (Kuvio 4). (Tapaninen 2018, 74-75; Logistiikan maailma 2020b)



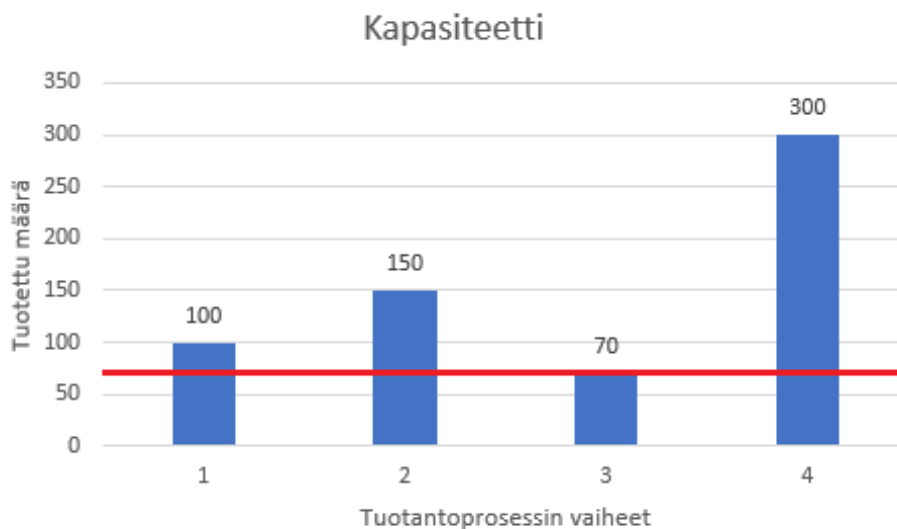
Kuvio 4. Lastauksen nopeus ja kuljetusyksikkö (Tapaninen 2018, 75)

Kuiviin irtolasteihin ja kappale-tavaralasteihin erikoistuneet alukset operoivat yleensä hakurahtiliikenteen periaatteen mukaisesti. Hakurahtiliikenteessä tuotteet kuljetetaan satunnaisten satamien välillä ilman säännöllistä aikataulua ja rahti määräytyy yleensä vapaasti kysynnän ja tarjonnan mukaan. Laivojen koot

vaihtelevat 1000 tonnin rannikko- ja lähiliikenteen aluksista aina yli 400 000 tonnin valtamerialuksiin. Lisäksi lastin luonne voi edellyttää laivalta erityisvaatimuksia, kuten ruumien puhtautta, ilmanvaihtoa, sammutuslaitteistoa tai vahvistettuja pohjarakenteita. (Logistiikan maailma 2020a)

3.1 Pullonkaula

Pullonkaulalla tarkoitetaan prosessin hitainta vaihetta, joka hidastaa koko prosessin etenemistä. Pullonkaula viittaa resurssiin, joka vaatii eniten aikaa tuotantotoiminnassa vastaamaan tiettyyn kysyntään. Niin laivan lastauksessa kuin muunkinlaisissa tuotantoprosesseissa havaitaan ilmiöitä, kuten tavaran kertymistä ennen pullonkaulaa, ja tavaran puuttumista sen jälkeen. Jokainen tapahtuma, joka lopettaa tuotannon, lisää kustannuksia ja voi viivästyttää tuotteiden toimittamista asiakkaalle. Viiveet voivat merkitä asiakkaan tilauksen menettämistä ja mahdollisesti tulevan liiketoiminnan menetystä. Pullonkaulojen välttämällä voidaan saavuttaa tuotantoprosessin korkea kapasiteetti. (Investopedia 2020)



Kuvio 5. Tuotannon kapasiteetti

Kuviosta 5 nähdään, että neljävaiheisessa tuotantoprosessissa vaihe 3 on prosessin pullonkaula, ja se määrittää kokonaisprosessin kapasiteetin, eli 70 tuotet-

tua kappaletta tietyssä ajassa. Tuotannon kapasiteettia voidaan nostaa, parantamalla pullonkaulavaihe kolmosta. Muiden prosessivaiheiden parantaminen ei tuo kokonaiskapasiteetin nousua, sillä prosessi ei kykene tuottamaan enemmän kuin pullonkaulavaihe kykenee tuottamaan. (Investopedia 2020)

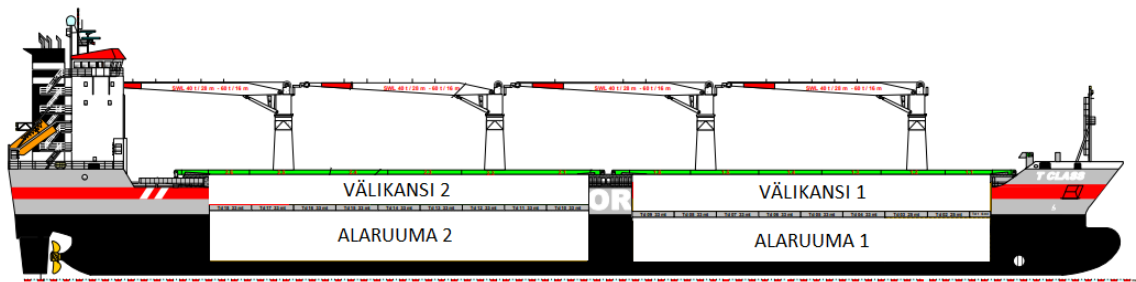
3.2 Havator Oy

Havator Oy on tärkeä yhteistyökumppani Kemi Shipping Oy:n operoimissa lolo-laivauksissa, sillä kaikki tarvittavat nostopalvelut laivojen lastauksen ja purkauksen yhteydessä Kemi Shipping Oy hankkii Havator Oy:ltä, joka on nostopalveluita, erikoiskuljetuksia ja raskassiirtopalveluita tarjoava konserni, ja se toimii pääasiassa Suomessa ja Ruotsissa työllistäen yhteensä 450 henkilöä. Satamanosturipalvelut ovat konsernin yksi tärkeä osa-alue Suomessa. Ajoksen satamassa Havator Oy:llä on käytössään neljä mobiilinosturia. Lolo-laivauksissa kartongin ja sellun lastauksissa käytetään pääasiassa Mantsinen 200R ja Sennebogen 880 Classic materiaalinkäsittelykoneita. (Havator Oy 2020)

Havator Oy on perustettu vuonna 1956, ja varhaisessa historiassaan se rakensi toimintaansa maanrakennukseen, jota tukivat murskaus- ja nosturitoiminta. Pohjois-Suomessa alkoivat kuitenkin suuret maanrakennusurakat vähentyä 1980-luvulla, jolloin Havator joutui etsimään urakoita kauempaa, mikä tarkoitti kilpailua alan suurten valtakunnallisten yritysten kanssa. Perheyrityksen resurssit kuitenkin loppuivat tässä kilpailussa kesken, eivätkä maanrakennusurakat olleet muutenkaan tuottaneet toivottua voittoa yritykselle. Näistä syistä yritys päätti jättäytyä maanrakennusliiketoiminnasta pois. Lopullisesti yrityksen toimiala muuttui nosturiliiketoimintaan vuonna 1993, kun murskaukseen erikoistuneen Havator Kiven liiketoiminta myytiin. Nykyään Havator Oy tuottaa satamanosturipalvelunsa Polar Liftin nimellä, ja se toimii Perämeren kaarella Torniossa ja Kemissä sekä Norjassa maailman pohjoisimmassa kaupungissa, Hammerfestissa. (Huhta & Kulju 2006, 114)

4 US-LAIVAUKSET

Yhdysvaltojen itärannikolle Philadelphiaan kulkee Ajoksesta Wagenborg -varustamon laiva noin kahden viikon välein. Nämä US laivat eli niin sanotut jenkkilaivat ottavat Ajoksesta lastikseen pääasiassa Metsä Board Kemian tehtaan tuottamia kartonkirullia, mutta myös Stora Enso Veitsiluodon ja Oulun tehtaiden paperirullia sekä Metsä Tissue Mäntän tehtaan paperirullia. Alusten lastikapasiteetti vaihtelee 15 000–21 000 tonnilla välillä. Näiden laivojen ruumat ovat niin syviä, ettei rullia voida lastata niin montaa päällekkäin, että ruumat saataisiin täyteen, vaan ruumat pitää jakaa välikansilla kahteen osaan, jolloin lastattavia ruumia on neljä: alaruumat 1 ja 2 sekä välikansat 1 ja 2 (Kuva 2). US-laivalla voidaan lastata yhtäaikaista kahta eri ruumaa. Silloin tarvitaan kaksi nosturia ja työryhmää eli jengiä.



Kuva 2. US-laivan ruumat

Oranjeborg, mikä on yksi Ajoksessa käyvistä US-laivoista, hakee lastin noin kahden kuukauden välein Ajoksesta. Oranjeborg on peräporttilaiva, jolloin sen lastaaminen tehdään Storo -menetelmällä, eli kartonkirullat siirretään ruumaan ve-tomestarilla lauttavaunun päällä, ja siitä rullat ahdataan trukeilla ruuman perälle. Peräportin lisäksi Oranjeborgissa on sivuportti, jossa on hissi, jonka avulla alaruumat lastataan. Koska Oranjeborgia ei lastata Lolo -menetelmällä, sitä ei huomioida tässä opinnäytetyössä.

4.1 Prosessin kuvaus

Työnjohtajat suunnittelevat lastausjärjestyksen Wagenborgin Supercargon toimittaman alustavan lastaussuunnitelman pohjalta. Tuotteiden lastausjärjestys

suunnitellaan siten, että lastaus olisi mahdollisimman tehokasta ja kaikki suunniteltu lasti mahtuu laivaan. (Pöyliö 2020)



Kuva 3. US-laivaus käynnissä Mantsinen 200R nosturilla.

US-laivauksen jengi koostuu nosturista, antotrukeista, ruumatrukeista, nostojen valvojasta eli täkkimiehestä ja ruumamiehestä. Lepakkopihdein varustetut 12 tonniset antotrukit tuovat kaksi lastattavaa rullaa kerrallaan varaston pinkalta nosturin vieressä olevalle lavalle, mistä rullaklampein varustettu nosturi nostaa rullat laivan ruumaan (Kuvat 3 & 4). Työnjohtaja ilmoittaa antotrukkien kuljettajille pinikat, mistä rullia lastataan. Ruumassa olevat ruumatrukit ottavat nosturin ruumaan nostamia rullia yksi kerrallaan ja ahtaavat ne ruuman perälle rintuuseen mahdollisimman tiiviisti (Kuva 4). Nosturissa voidaan käyttää joko kahden tai neljän rullan klamppeja.



Kuva 4. US-laivan alaruuma

Rullien koosta ja ruuman korkeudesta riippuen rullia pinotaan aina päällekkäin niin monta, että ruuman tila saadaan hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. Rullat lastataan ruumamiehen levittämien dunnage lautojen päälle. Ruumassa syntyy kosteutta koneellisesta ilmanvaihdosta huolimatta pitkän laivamatkan aikana varsinkin talvisin, kun lämpötila vaihtelee paljon matkan aikana. Lisäksi ruuman lattian epätasaisuus voi aiheuttaa rullille vaurioita matkan aikana. Näiden syiden vuoksi on levitettävä ruuman lattialle dunnage laudat estämään rullien mahdollinen kastuminen ja vaurioituminen.

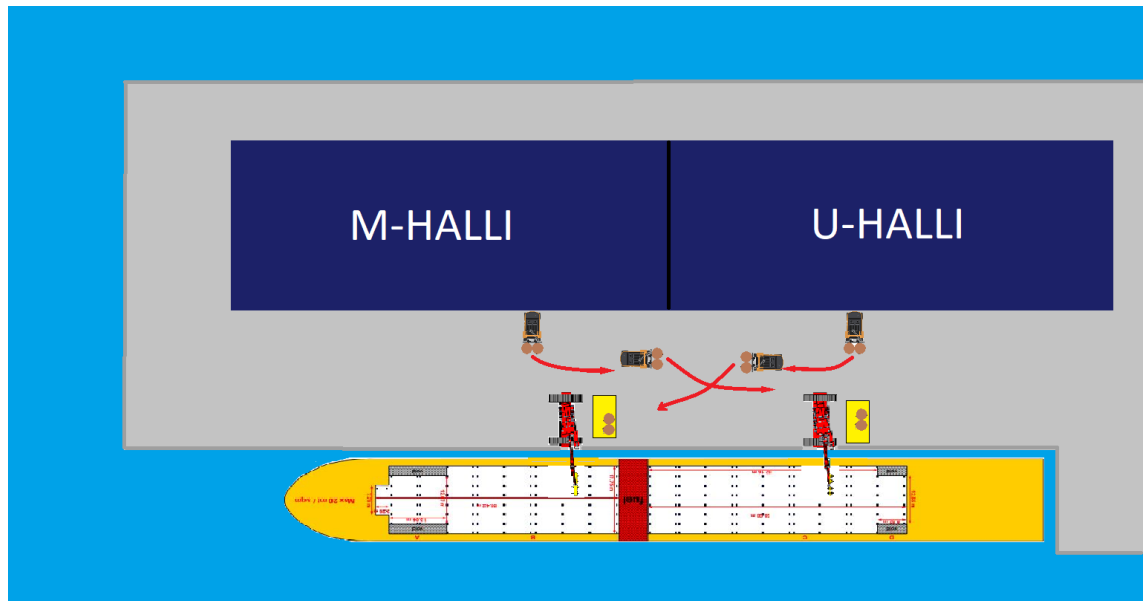
Ruumaa ahdataan ruumatrukeilla niin pitkään, kunnes ruuma on niin täynnä, ettei trukeilla enää mahdu siellä rullia käsittelemään. Jäljelle jäävä osuus ruumasta lastataan suoraan nosturilla, eli nosturi nostaa viimeiset rullat kahden rullan klampeilla suoraan lopullisille paikoilleen ruumassa mahdollisimman tiiviisti.

4.2 Varastotilanne

US-laivausprosessin tehokkuutta heikentää usein tilanne, että läheskään kaikkia laivaan lastattavia rullia ei ole vielä kuljetettu ja varastoitu Ajokseen, ennen kuin laivan lastaus aloitetaan, vaan osa rullista on vielä tehtaalla varastossa tai kokonaan tuottamatta kartonkitehtaalla, ja ne tulevat vasta kesken laivanlastausprosessin varastoon. Tällöin lastausjärjestystä ei pystytä suunnittelemaan niin paljoa etukäteen, koska kaikkia rullia ei ole käytettävissä.

Tämä tilanne voi aiheuttaa lastin ahtautuvuuden heikentymistä, eli laivan ruumien tilaa ei saada käytettyä mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi. Lisäksi antokoneiden työ monimutkaistuu, kun joudutaan ahtaamaan eri mittaisia rullia samanaikaisesti ruumaan, jotta rullat saadaan ahdattua ruumaan mahdollisimman lähelle tavoitekorkeutta. Tällöin antokoneiden täytyy ajaa rullia eri pinkoilta tietyssä sekoitussuhteessa, kuten esimerkiksi yksi nosto tietyn mittaista rullaa yhdeltä pinkalta ja kaksi nostoa eri mittaista rullaa toiselta pinkalta.

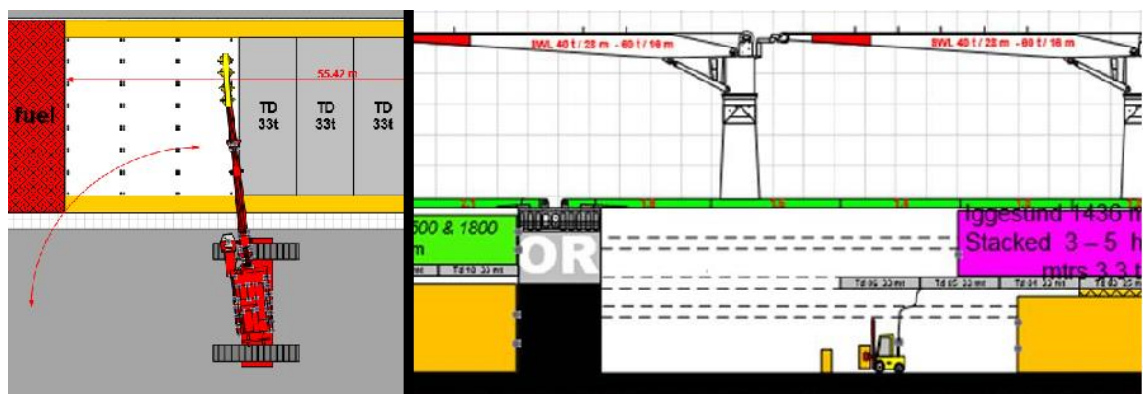
Tällainen varastotilanne voi aiheuttaa myös antotrukeille ajomatkan pidentymistä. Jenkkilaivoihin menevien kartonkirullien varastointi suunnitellaan ja toteutetaan siten, että 1 alaruumaan ja välikannelle lastattavat rullat varastoidaan M-halliin, sillä se on laivan keulan puolella ja 2 alaruumaan ja välikannelle lastattavat rullat puolestaan U-halliin (Kuva 5), koska ruumien korkeuksissa on eroa. Jos rullat ovat kuitenkin vähissä varastossa, täytyy silloin rullia lastata mahdollisesti myös kauemmasta varastosta. Tällainen tilanne hidastaa lastausta erityisesti silloin, jos lastataan yhtäaikaisesti sekä laivan ykkös- että kakkosruumaa kahdella jengillä, sillä antotrukeilla tulee siinä tapauksessa ristiin ajoa, mikä aiheuttaa sen, että trukkien vauhti hidastuu, koska ne joutuvat väistelemään toisiaan.



Kuva 5. Antotrukkien ristiinajo M- ja U-hallista.

4.3 Alaruumien lastaustapa

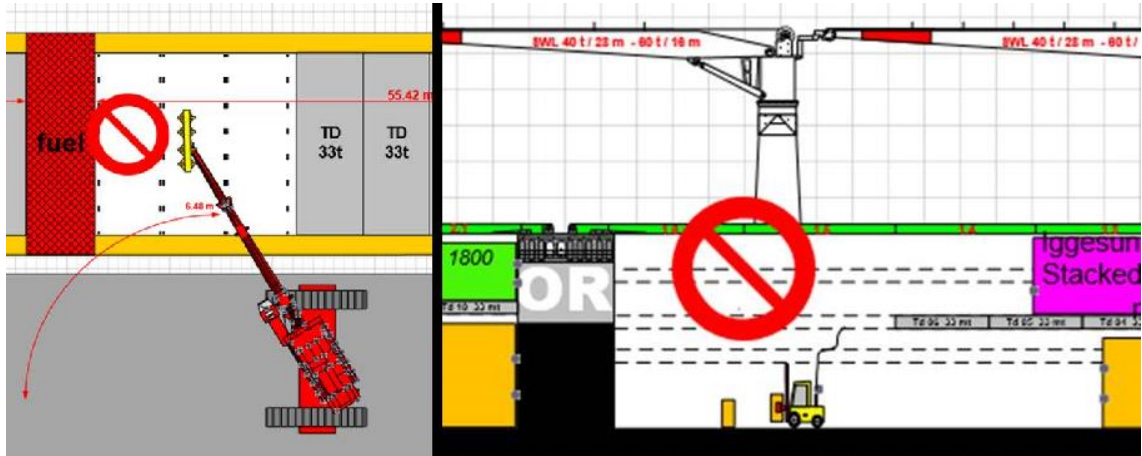
Kun lastataan jenkki-laivan alaruumaa, on tehokasta, että nosturi nostaa rullat mahdollisimman lähelle kiinni olevan välikannen reunaa. Kun rullat nostetaan näin ruumaan, on ruumakoneilla lyhempi matka kuljettaa rullat rintuuseen (Kuva 6). Tehokkuuden lisäksi tämä lastaustyyli on myös turvallisempi, kuin tyyli, jossa rullat nostetaan keskelle alaruuman aukinaista tilaa, koska ruumakoneet ovat välikansien alla koko lastausprosessin ajan, eivätkä nosturin työskentelyalueella.



Kuva 6 Tehokas lastaustapa (Snijders 2020)

Jos menetellään niin, että nosturi nostaa rullat keskelle alaruuman auki olevaa tilaa, pitenee ruumatrukkien ajomatka, ja lisäksi ruumatrukeilla on riskinä sijoittua

noston alle (Kuva 7). Lastaustehossa havaittiin suurehko ero näiden kahden lastaustylin välillä kesällä 2020. Hitaammalla lastaustavalla lastattiin alle 70 prosenttia nopeammalla lastaustavalla lastatusta määrästä.



Kuva 7 Hitaampi lastaustapa (Snijders 2020)

4.4 Antotrukkien ja nosturin yhteistyö

Silloin kun nosturi on lastausprosessin pullonkaula, eli antotrukit ehtivät tuoda nosturille rullia enemmän kuin se ehtii niitä laivaan nostamaan, ne joutuvat odottamaan, että lavalle tulee tilaa uusille rullille. Tällöin myös ruumakoneet ehtivät ahdata rullat rintuuseen ja joutuvat odottamaan uusia rullia nosturilta ruumaan. Tässä tilanteessa antotrukin on huolehdittava siitä, ettei se aiheuta lisää turhaa viivästystä nosturille tuomalla rullia lavalle silloin kun nosturi on alkamassa nostamaan rullia maanpuolelta antotrukista katsottuna, jolloin antotrukki on sijoittuneena nostettavien rullien ja laivan väliin, eli tulevan noston alle. Tämä estää nosturin rullien nostamisen siihen asti, kunnes antotrukki on saanut rullat laitettua lavalle ja poistunut lavan läheisyydestä tulevan noston alta pois. Tällainen tilanne syntyy, kun trukki tuo rullat lavalle paikalle 1 tai 2 juuri silloin, kun nosturi on nostamassa rullia paikalta 3 (Kuva 8).



Kuva 8. US-laiva ja kolme kahden rullan nostopaikkaa lavalla

5 SELLU-LAIVAUKSET

Kemi Shipping Oy varastoi ja lastaa laivoihin Metsä Fibre Oy:n Kemin sellutehtaan tuottaman havupuusellun. Sellulaivoja lähtee Ajoksesta noin viikoittain Eurooppaan ja Välimerelle. Alusten koko vaihtelee lastikapasiteetiltaan noin 3000 tonnista 11 000 tonniin (Kuva 9). Lisäksi Saksaan ja Alankomaihin lähtee kolmen viikon välein laiva, joka ottaa lastikseen sekä sellua että kartonkia.



Kuva 9. Sellun lastaus (Lento 2020)

5.1 Prosessin kuvaus

Sellulaivauksessa toimiva työryhmä koostuu nosturista, kahdesta trukista, kahdesta lastin kiinnittäjästä, nostojen valvojasta eli täkkimiehestä, ruumamiehestä ja selluvaraston apumiehestä. Lastaus alkaa varastolta, missä pinkasta otetaan yksi nosto, eli kuusi selluysikköä kerrallaan 16 tonnin sellupihdein varustetulla antotrukilla. Jokaisessa selluysikössä on oma RFID-tagi, joka luetaan trukin sellupihdeissä olevilla luentalaitteilla ja syötetään tuotannonohjausjärjestelmässä laivatuksi ruumaan. Yksi selluysikkö painaa kaksi tonnia, ja se koostuu kahdeksasta sellupaalista, jotka ovat sidottuna yhteen teräslangoilla. Yksiköt merkitään tarvittaessa apumiehen toimesta, lisäksi hän poistaa alus- ja välilaudat pinkalta

sitä mukaa kun pinkka tyhjenee selluyksiköistä. Trukit vievät yksiköt pinkalta nosturin vieressä olevalle lavalle laivaan nostoa varten. Sellun nosto laivaan suoritetaan siten, että nosturissa kiinni olevan sellunostimen koukut kiinnitetään käsin lastin kiinnittäjien toimesta selluyksiköissä oleviin teräslankoihin. Nosturinkuljettaja nostaa yksiköt täkkimiehen valvonnassa ja ohjeistamana laivan ruumaan noudattaen lastaussuunnitelmaa (Kuva 10). Kun yksiköt on nostettu ruumaan halutulle paikalle, yksiköt irrotetaan nostimen koukuista avaamalla paineilmatoimiset salvat koukuista. Ennen kuin sellua voidaan lastata ruuman pohjalle, ruumamiehen on levitettävä sinne pohjapaperi selluyksiköiden suojaksi.

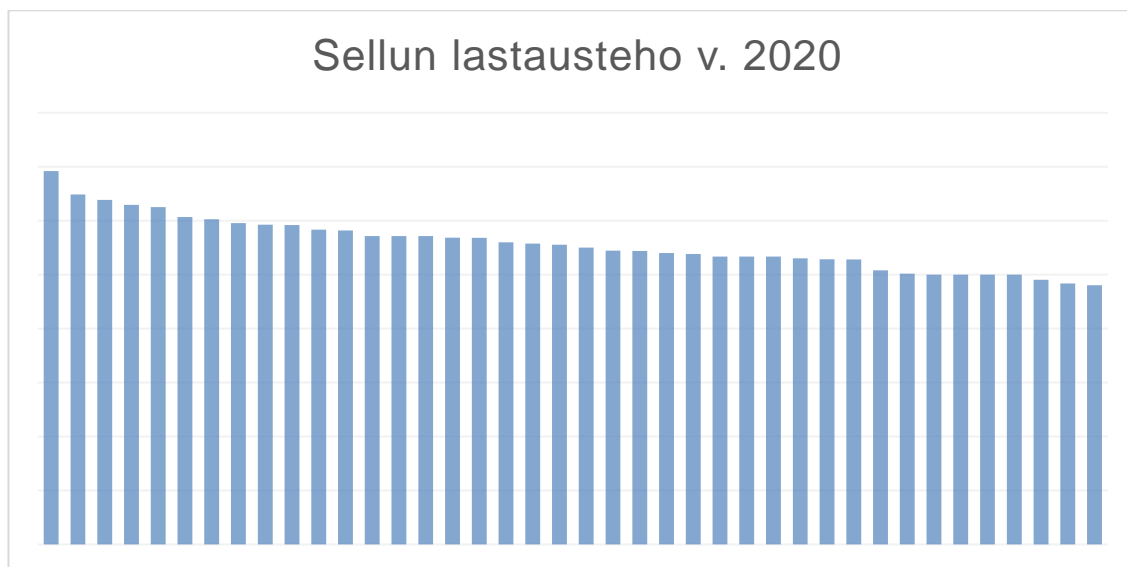


Kuva 10. Selluyksiköiden nosto ruumaan kuuden yksikön sellupaalinostimella.

Jos lastattava sellu on varastoituna kauempana lastauslaiturista, tarvitaan lastaamiseen lisäksi kaksi vetomestaria kuljettamaan yksiköt varastolta lastauslaiturille. Tällöin trukit siirtävät lastattavat yksiköt pinkasta varaston eteen tuodulle vetomestarin lavalle, ja vetomestari vetää lavan nosturille, jolloin yksiköt nostetaan laivaan vetomestarin lavan päältä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää lifterillä varustettua vetomestaria ja turbolavoja. Turbolavalle mahtuu neljä nostoa sellua, kun taas vetomestarin lavalle kaksi. Yksi nosto tarkoittaa kuutta selluyksikköä. Turbolavoja käytettäessä riittää yksi vetomestari yksiköiden kuljettamiseen varastolta lastauslaiturille.

5.2 Sellun lastausteho

Kun katsotaan vuonna 2020 lastattujen sellulaivojen lastaustehoja, huomataan että tehoissa on melko paljon vaihtelua (Kuvio 6). Tehottomimman lastauksen tulos on vain kaksi kolmasosaa parhaasta lastaustuloksesta. Syitä sille, miksi lastausteho vaihtelee, on monia.



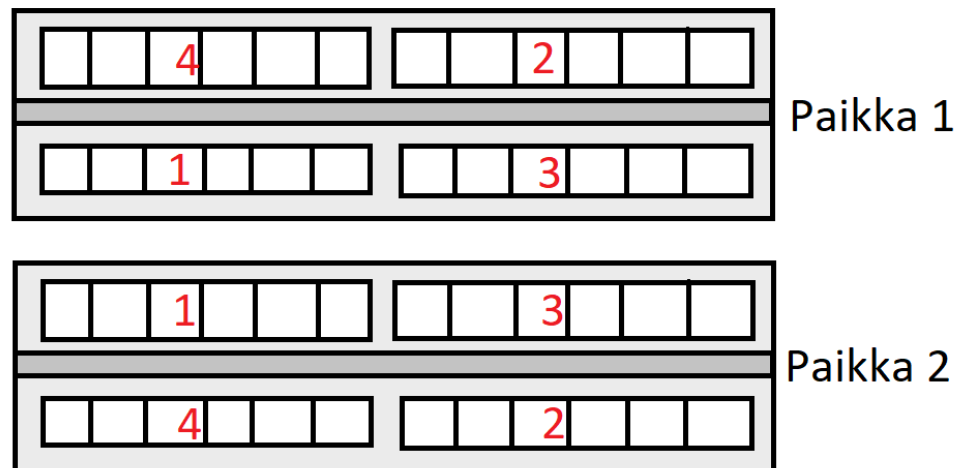
Kuvio 6. Laivojen lastaustehot pylväskuvaajina

Muun muassa matka selluvarastolta laivalle vaikuttaa lastausnopeuteen ja lastauksessa tarvittavaan resurssimäärään. Joidenkin selluvarastopinkkojen edessä on vanha, nykyään käyttämätön junaraide, ja sen tuoma epätasaisuus maassa aiheuttaa hidastusta trukeille ja vetomestareille lastauksessa. Ruuman koko ja malli vaikuttavat sellun lastauskuvaan, eli siihen, miten päin selluysiköt sijoitetaan laivan ruumaan. Aina kun ruumaan alkaa täyttyä yksi täysi kerros selluysiköitä, niin yleensä nostoja joudutaan tällöin pilkkomaan kerroksen lopetuksessa, eli nosturilla joudutaan nostamaan vajaita nostoja, eli vähemmän kuin kuusi yksikköä kerrallaan, jotta pienetkin kolot saadaan täytettyä ja kerroksesta tulee mahdollisimman täysi. Luonnollisesti mitä pienempi ruuma, sitä vähemmän yhteen kerrokseen mahtuu selluysiköitä, ja siksi kerroksen lopetuksia on useammin kuin isoissa ruumissa. Toisaalta jos pienen ruuman koko sattuu olemaan sellainen, että kerrokset saadaan lopetettua helposti, eli vajaita nostoja ei tarvitse nostaa montaa kertaa, voi se olla nopeampaa lastata kuin ison ruuman lastaami-

nen, sillä nosturia ei tarvitse liikuttaa kesken lastauksen, vaan nosturi yltää ope-
roimaan koko ruuman yhdestä paikasta. Lisäksi pienen ruuman kansiluukkuja ei
tarvitse siirrellä kesken lastauksen, koska pieni ruuma saadaan kokonaan ker-
ralla auki.

5.3 Turbolavojen lastausjärjestys

Turbolavoja käytettäessä sellun lastauksessa tulee antotrukkien huomioida tur-
bolavojen lastausjärjestys. Vetomestari pyörittää yleensä kolmea eri lavaa las-
tausprosessissa, jolloin yksi lava on nosturilla, yksi varastolla pinkan edessä ja
yksi matkalla pinkan ja nosturin välillä, joko matkalla nosturille purettavaksi lai-
vaan tai matkalla pinkalle lastattavaksi. Tyhjä lava tuodaan nosturilta pinkalle täy-
den lavan vierelle. Aina ei kuitenkaan edellistä lavaa ole ehditty lastata täyteen
ennen kuin vetomestari tulee tuomaan tyhjää lavaa ja ottamaan täyttä, minkä
vuoksi on tärkeää, että lastattavana oleva lava lastataan aina ensin siltä puolelta,
minne vetomestari tulee jättämään seuraavan tyhjän lavan. Jos lastaus on kes-
ken siltä puolelta, joutuu vetomestari odottamaan ennen kuin se pääsee jättä-
mään tyhjän lavan paikalleen ja tämän jälkeen ottamaan täyttä lavaa. Lavaa ei
kuitenkaan voida lastata ensin kokonaan pelkästään vain toiselta puolelta, jotta
se ei mene liian epätasapainoiseksi. Kuvassa (Kuva 11) näkyvien punaisten nu-
meroiden osoittamassa järjestyksessä lastattaessa pääsee vetomestari yhtä nos-
toa aiemmin tarvittaessa vaihtamaan lavaa, kuin silloin, että vasta viimeinen nel-
jäs nosto lastattaisiin sille puolelle.



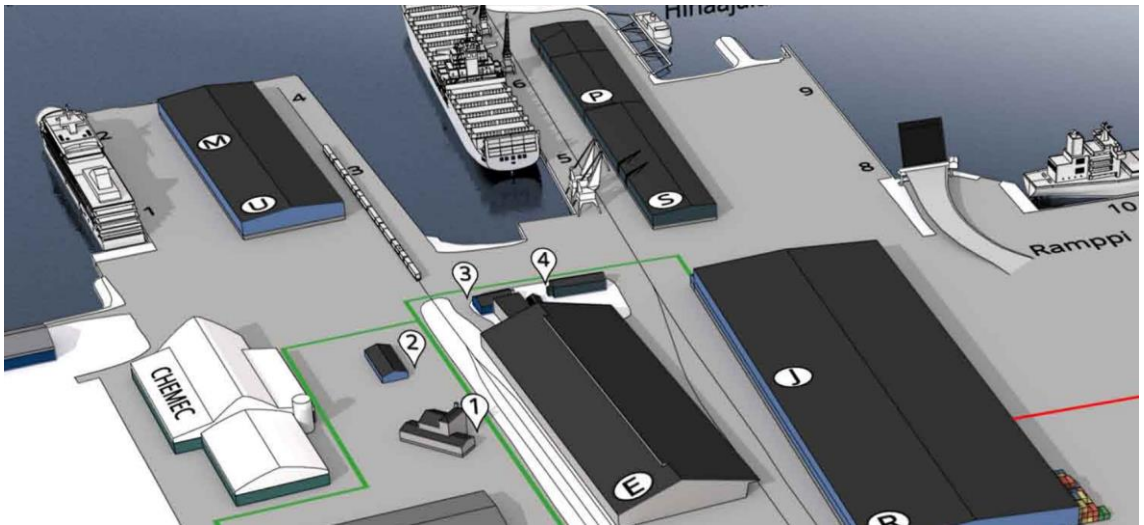
Kuva 11. Turbolavojen lastausjärjestys

5.4 Pinkkojen lastausjärjestys

Sellu varastoidaan pääasiassa E-, P- ja S-halleihin ja sellulaivat lastataan yleensä laituripaikalla 6 (Kuva 12). Kun lastattava sellu on varastoituna P- tai S-halliin, pystytään laiva lastaamaan niin, että trukit siirtävät selluyksiköt suoraan varastopinkalta nosturin viereen lavalle. Tämä lastaustilanne on nopein, ja se vaatii vähemmän kone- ja henkilöstöresursseja kuin silloin kun sellu on varastoituna E-halliin, jolloin tarvitaan yksiköiden siirtoon nosturille vetomestareita ja vetomestarinlavoja tai turbolavoja.

Joskus samaan laivaan voi sellua olla varastoituna niin P- ja S-halleissa kuin E-hallissakin. Näissä tilanteissa on tärkeää mahdollisuuksien mukaan suunnitella pinkkojen lastausjärjestystä siten, että hitaammin lastattavat E-hallin pinkat lastataan silloin, kun lastausnopeus on normaalia hitaampaa muutoinkin esimerkiksi

lastattavan ruuman mallista johtuen. Lo-lo-lastattavien laivojen ruumat on suunniteltu laatikkomaisiksi, jotta niiden lastaaminen nosturilla olisi mahdollisimman helppoa, mutta monesti kuitenkin laivan keularuuma on kärjestään kapeneva, mikä tekee sen lastaamisesta hitaampaa. Tällöin olisi hyvä lastata kaukana olevat pinkat, jos niitä on laivaan tulossa ja taas laivan peräpuolen ruumat, jotka ovat isompia ja muodoltaan laatikoita, olisi hyvä lastata lähellä olevista pinkoista, sillä niitä on nopeampaa lastata.



Kuva 12. Laituripaikat ja varastot (Anttila 2020)

Lastausta voidaan nopeuttaa tietyissä tapauksissa myös sillä tavalla, että jos laivaan on menossa kaksi vierekkäistä pinkkaa, ja niillä on sama määräsatama, asiakas ja tilausnumero, niin voidaan niitä lastata samanaikaisesti. Tällöin kummallekin antotrukille on siis oma pinkka (Kuva 13), ja etuna siinä on se, että antotrukit voivat ajaa selluysiköitä vapaammin omaan tahtiin, eikä niiden tarvitse väistellä toisiaan niin paljon, kuin silloin kun ne ottavat yksiköitä vuorotellen samasta pinkasta. Tämän tavan hyödyntäminen vaatii kuitenkin myös sen, ettei selluysiköitä merkata. Jos yksiköt merkataan, niin tämä lastaustapa ei ole enää kannattavaa, koska apumiehen täytyy kulkea kahden pinkan välillä merkkamassa yksiköitä, kun ne ovat trukien pihdeissä kiinni. Tällöin trukit eivät voi vapaasti lastata yksiköitä yhtäaikaisesti, vaan ne joutuvat odottamaan apumiestä merkkamaan yksiköt, sillä apumies ei voi olla kahdessa paikassa yhtä aikaa merkkamassa. Tästä syystä tämä lastaustyyli voi käydä hitaammaksi, kuin se

että lastataan vain yhtä pinkkaa kerrallaan vuorotellen. Ilman merkkausta tällä tyyllillä voidaan saavuttaa lisänopeutta selluysiköiden syöttämisessä nosturille.



Kuva 13. Kolme sellupinkkaa varastossa

5.5 Selluysiköiden pölyntyminen

Pitkään satamassa varastoidut selluysiköt pölyntyvät ajan mittaan, varsinkin kevät aikaan. Selluysiköt, joissa on paljon pölyä päällä, täytyy puhdistaa lastauksen yhteydessä, sillä likaisia tai pölyisiä selluysiköitä ei voida laivata ja toimittaa asiakkaalle. Pölyntymisongelmaa esiintyy enemmän E-hallissa varastoiduissa selluissa kuin P- tai S-halleissa varastoiduissa, koska E-halli on avonainen halli, eli siinä ei ole suljettavia ovia, kun taas P- ja S-halleissa on ovet, jotka pidetään suljettuina aina kun pinkoille ei tuoda tuotantosellua tai siellä ei tehdä mitään muita töitä. Pölyiset sellut aiheuttavat lastausprosessiin ylimääräisen työvaiheen. Tämän työn tekee pinkan apumies, joko lehtipuhaltimella puhaltamalla tai laudalla taputellen yksiköiden yläpinnat puhtaaksi pölystä, kun yksiköt ovat antokoneen pihdeissä kiinni. Tämä ylimääräinen työvaihe aiheuttaa usein sen, että pinkalla työskentelevästä apumiehestä tulee lastausprosessin pullonkaula. Pullonkaula saadaan poistettua lisäresursseilla lisäämällä pinkalle toinen apumies,

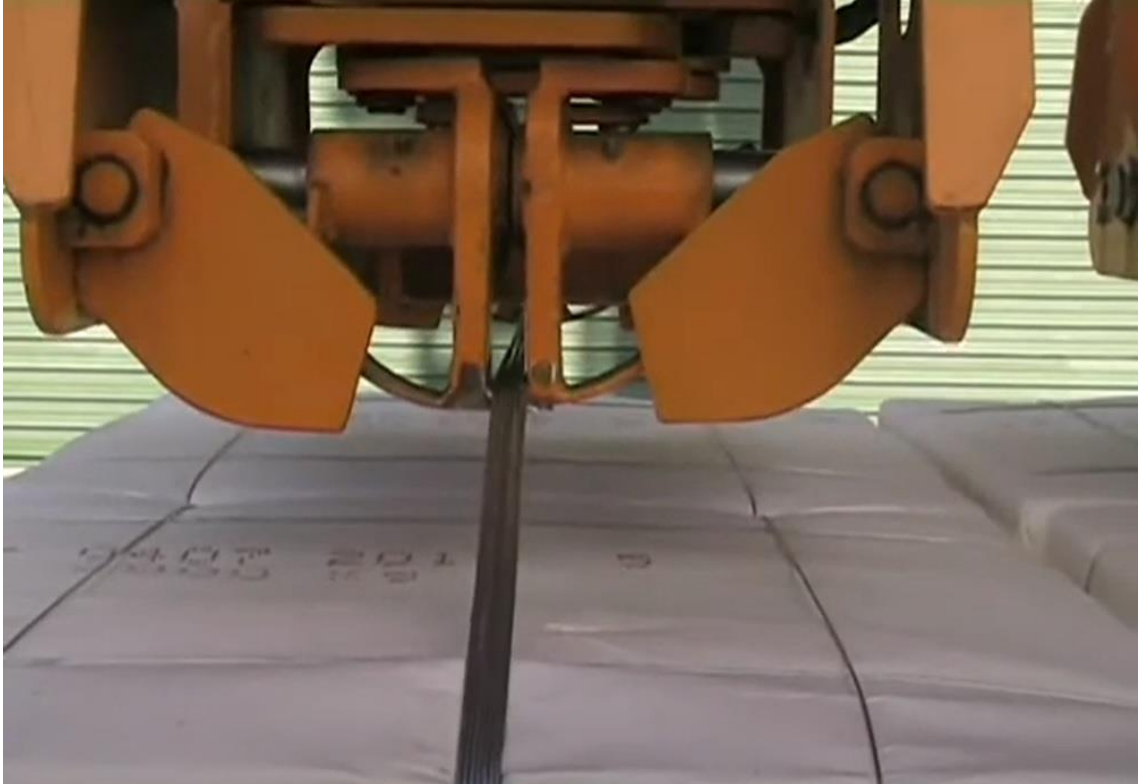
joka huolehtii tästä puhdistamisesta. Ongelmana on se, että toinen apumies joudutaan irrottamaan pois jostain muusta työtehtävästä, ja aina tämä ei ole mahdollista, koska kaikilla vuorossa olevilla ahtaajilla voi olla sellaiset työtehtävät meillä, ettei niitä voida keskeyttää ja jättää myöhempään ajankohtaan, ja silloin pullonkaulaa ei saada poistettua lisäresursseilla, vaan lastausprosessi hidastuu.

Pölyntymisongelmaa voidaan ehkäistä varastoinnin suunnittelemisella. Pölyntyminen voidaan tavallaan ajatella selluyksiköiden pilaantumisenä ajan mittaan, vaikka yksiköt eivät pölystä todellisuudessa pilaannu, koska yksiköissä on suojakääreet ympärillä, vaan ongelma on enemmänkin kosmeettinen. Yksiköiden pölyntyminen riippuu pitkälti siitä, kuinka kauan ne ovat varastoituna, ennen kuin ne laivataan. Mitä pidempi varastointiaika, sitä enemmän yksiköiden pinnoille kertyy pölyä, ja siksi onkin syytä toteuttaa FIFO-varastointitapaa (First in first out), eli tavara lähtee varastosta siinä järjestyksessä kuin se on sinne tullutkin. (Logistiikan maailma 2020c)

5.6 Automaattinen sellupaalinostin

Kemi Shipping Oy:llä on käytössään sellulastauksissa puoliautomaattinen sellupaalinostin, jolla voidaan nostaa kuusi selluysikköä kerrallaan. Lasti kiinnitetään sellupaalinostimen koukkuihin ahtaajien toimesta manuaalisesti, mutta nosturin kuljettaja pystyy irrottamaan yksiköt nostoapuvälineestä automaattisesti, eikä irrottamiseen tarvita erikseen henkilöitä.

Kun lastattavaa sellua otetaan läheltä lastauslaituria, eli P- tai S-hallista, tulee usein se tilanne lastauksessa, että lastin kiinnittämiseen kuluva aika vähentämällä voitaisiin koko lastausprosessia tehostaa, sillä se muodostuu pullonkaulaksi. Koska työn tekee ihminen, eikä automaatio, on luonnollista, että lastin kiinnittämiseen kuluva aika vaihtelee eri ihmisten välillä. Selluysiköiden kiinnittäminen sellupaalinostimeen vaatii ahtaajalta fyysistä kuntoa, ja mitä lyhyempi ahtaaja on työtä tekemässä, sitä haastavampaa se hänelle on, koska yksiköt ovat 178 cm korkeita.



Kuva 14. Sevenel Oy:n hydraulinen gripperi (Stevenel Oy 2020)

Markkinoilla on tarjolla nostureihin täysin automaattisia sellupaalinostimia, jotka eivät vaadi työntekijöitä lastin kiinnittämiseen tai irrottamiseen nostoapuvälineestä. Automaattisissa nostoapuvälineissä olevat tartuntapihdit eli niin sanotut gripperit (Kuva 14) tarttuvat selluysiköiden teräslankoihin joko hydraulisesti tai mekaanisesti painovoiman avulla.



Kuva 15. Stevenel Oy:n hydraulinen automaattinen selluysiköiden nostoväline. (Stevenel Oy 2020)

Automaattisilla nostoapuvälineillä (Kuvat 15 & 16) saadaan pienennettyä nosturilla kuluvaa aikaa selluysiköiden kiinnittämiseen nostovälineeseen. Yksi nosturin työkierto sellun lastauksessa sisältää selluysiköiden kiinnittämisen nostovälineeseen, niiden nostamisen laivaan ja irrottamisen nostoapuvälineestä. Nykyisellä lastausmenetelmällä ja nostovälineillä yhteen nosturin työkiertoon kuluu sellunlastauksessa aikaa keskimäärin 75 sekuntia. Internetistä löytyvistä automaattisten nostoapuvälineiden valmistajien kuvaamien lastausvideoiden perusteella, niillä yhteen kiertoon kuluu aikaa keskimäärin 48 sekuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että yhdessä tunnissa nykyisellä lastausteholla saadaan nostettua 48 kertaa ja automaattisella nostovälineellä taas nostoja on tunnissa 75 nostoa, eli nostoja tehdään puolet enemmän.



Kuva 16. Ganterud AB:n mekaanisesti toimiva automaattinen selluysiköiden nostoväline. (Ganterud AB 2020)

Lastauksen nopeutumisen lisäksi on automaattisella nostolaitteella myös se hyöty, ettei kiinnittämiseen tarvita työntekijä resursseja lainkaan, toisin kuin nykyään kiinnittämässä tarvitaan kaksi työntekijää. Automaattisella nostimella lastaukseen tarvittaisiin vähemmän resursseja. Myös työturvallisuus lisääntyisi automaattisen nostimen myötä, koska henkilöitä ei olisi nosturin operointi alueella työskentelemässä, kun taakkoja nostetaan. Tosin automaattista nostinta käytettäessä tarvittaisiin yksi työntekijä varmistamaan aina ennen jokaista nostoa, että selluysiköt ovat oikein kiinni grippereissä, ellei näihin nostoapuvälineisiin ole saatavilla kameroita, joiden avulla nosturin kuljettaja pystyy varmistamaan itse taakkojen kunnollisen kiinnittymisen nostovälineeseen.

Automaattisella nostolaitteella saavutetaan lastaustehon kasvu, kun lastattavat selluysiköt ovat lähellä laivan lastauspaikkaa. Jos selluysiköt ovat varastoituna kauempana lastauspaikasta, ei automaattisella selluysiköiden nostolaitteella pystytä lastauksen tehokkuutta nostamaan ainakaan paljoa, sillä siinä tapauksessa yksiköiden kuljettaminen vetomestareilla nosturille muodostuu pullonkaulaksi. Kuljetuksesta muodostuva pullonkaula on tietenkin poistettavissa resursseilla lisäämällä yksi vetomestari yksiköiden kuljettamiseen.

6 POHDINTA

Tavoitteena opinnäytetyössä oli tutkia lo-lo-lastausprosesseja ja etsiä niissä esiintyviä pullonkauloja, ja miettiä niihin parannusmahdollisuuksia. Työn tekeminen sisälsi paljon kentällä havainnointia ja keskusteluja muiden Kemi Shipping Oy:n työnjohtajien ja ahtaajien kanssa sekä Havator Oy:n nosturinkuljettajien kanssa, ja lähteenä käytin myös paljon yrityksen sisäisiä aineistoja ja työohjeita.

Työni kallistui enemmän sellulaivausten tutkimiseen siitä syystä, että työskentelin niissä huomattavasti enemmän kuin US-laivauksissa. Kentällä havainnoinnin lisäksi tein lastauksista tilastointia Excel -taulukoin, kokoamalla viimeisen vuoden aikana lastattujen sellulaivojen lastaussuunnitelmat, lastauslaiturit, varastopinkkojen sijainnit sekä lastauksessa käytetyt resurssit, ja tätä kautta yritin löytää syitä, mitkä voisivat vaikuttaa lastauksen tehokkuuteen. Näiden raporttien avulla ei kuitenkaan pystynyt nimeämään mitään toistuvia yksittäisiä syitä, millä olisi lähes poikkeuksetta vaikutusta lastausten tehokkuuteen.

Aluksi opinnäytetyöhön oli haastavaa kerätä tietoa, koska olin itselle entuudestaan tuntemattomalla alalla töissä, eli perehtymisessä oman työn tekemiseen meni aikaa, eikä silloin pystynyt keskittymään opinnäytetyöhön niin paljoa. Kuitenkin melko nopeasti omassa työssä alkoi huomata näitä pullonkauloja, mistä sitten tähän opinnäytetyöhön sai sisältöä kerättyä, ja mihin alkoi miettiä ratkaisuja.

Satamassakin näkyi kesän aikana koronapandemia, ja siitä syystä oli myös ajoittain vähemmän töitä kuin normaalisti. Hiljaisemmat ajat kuitenkin mahdollistivat sen, että pystyin käyttämään työaikaa enemmän opinnäytetyön tekemiseen, ja se auttoiikin paljon tämän tekemisessä.

Lastauksessa työskentelevän jengin kanssa on syytä käydä läpi yhdessä, miten lastausta voidaan ahtaajien omilla toimintatavoilla tehostaa tietyissä tilanteissa. Työnjohtaja on tässä avainasemassa, sillä hänen on helpointa tarkkailla lastausprosessin kokonaisuutta, ja tunnistaa siellä mahdollisia ajoittain esiintyviä pullon-

kauloja, mutta tietenkin myös työtä tekevät ahtaajat ja nosturinkuljettaja näitä voivat havaita, ja heidänkin on tärkeää tuoda havaitsemansa ongelmat esille työjohtajalle ja muille työntekijöille. Tehokkuutta voidaan parantaa ajoittain, kun koko lastausta tekevä jengi tiedostaa sen hetkisen pullonkaulan lastauksessa, niin silloin kukaan ei huomaamattaan ainakaan lisää pullonkaulavaiheen aiheuttamaa viivästystä lastausprosessissa, sillä välillä on tilanteita, jolloin ei kokonaisuuden kannalta ole eduksi se, että joku tekee oman osa-alueensa työn lastausprosessissa mahdollisimman nopeasti, vaan täytyy tietää lastausprosessin kokonaistila, ja toimia sen edun vaatimalla tavalla.

LÄHTEET

Anttila, K. 2020. Kemi Shipping Oy. Toimitusjohtaja. Yritysesittely 24.4.2020.

Falcam Aerial 2016. Port of Kemi – Kemin Satama 4K. Viitattu 2.9.2020.

<https://www.youtube.com/watch?v=CPy0eQCmYuA&t=1s>

Ganterud AB 2020. Ganterud Automatic Bale Spreader. Viitattu 7.10.2020.

<https://www.ganterud.se/automatic-bale-spreader.html#features>

Havator Oy. Kotisivut 2020. Viitattu 2.9.2020.

<https://havator.fi/>

Hokkanen, S. & Karhunen, J. 2014. Johdatus logistiseen ajatteluun. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.

Huhta, S. & Kulju, M. 2006. Luja tahto: Havator Group 1956-2006. Tornio: The Havator Group.

Investopedia 2020. Bottleneck. Viitattu 2.9.2020.

<https://www.investopedia.com/terms/b/bottleneck.asp>

Kemi Shipping Oy 2020. Toimintakäsikirja. Viitattu 10.8.2020.

Lento, P. 2020. Kuvat Kemin satamasta. Email tuomas.perikangas@hotmail.com 8.10.2020. Tulostettu 9.10.2020.

Logistiikan maailma 2020a. Hakurahtiliikenne. Viitattu 11.8.2020.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/merikuljetus/hakurahtiliikenne/>

Logistiikan maailma 2020b. Lo-lo-irtolastialukset. Viitattu 11.8.2020.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/merikuljetus/alustyytit/irtolastialukset/>

Logistiikan maailma 2020c. Varastonojaus. Viitattu 7.10.2020.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>

Mäkelä, T., Mäntynen, J. & Vanhatalo, J. 2008. Logistiikka ja kuljetusjärjestelmät. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenne- ja kuljetustekniikan laitos. Opetusmoniste 38.

Pöyliö, M. 2020. Työohje US-laivaus työnjohto. Viitattu 10.8.2020.

Snijders, A. 2020. Safety and production issues. Email chief.foreman@kemishipping.fi 17.7.2020. Tulostettu 2.9.2020.

Taipale, J. & Ylinen, J. 2020. Työohje Sellun laivaus työnjohto. Viitattu 10.8.2020.

Tapaninen, U. 2018. Logistiikka ja liikennejärjestelmät. Helsinki: Gaudeamus Oy.