

Joonas Eklund

SUORASYÖTTÖVARASTON MITTAAMINEN JA
MALLINTAMINEN

Logistiikan koulutusohjelma
2015

SUORASYÖTTÖVARASTON MITTAAMINEN JA MALLINTAMINEN

Eklund, Joonas
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Logistiikan koulutusohjelma
Toukokuu 2015
Ohjaaja: Karinen, Jarmo
Sivumäärä: 35
Liitteitä: 4

Asiasanat: Lean Six Sigma, mittaus, pohjapiirros, satama, suorasyöttövarasto

Opinnäytetyön aiheena oli suorasyöttövaraston nykyisen tilan mittaaminen ja mallintaminen. Työ toteutettiin Euroports Rauma Oy:ssä. Opinnäytetyön lähtökohtana oli lähteä parantamaan yrityksen suorasyöttövaraston kustannustehokkuutta ja poistaa pullonkaulat lastausprosessista.

Projektin teoriaosuudessa käsiteltiin varastointia yleisesti ja miten varastointi on toteutettu Rauman satamassa. Teorian toinen puoli keskittyi laatujohtamiseen, jota yrityksessä käytetään ja sitä käsiteltiin Leanin ja Six Sigman kautta. DMAIC, joka on yksi Six Sigman työkaluista, kuului läpi prosessin käytettäviin työkaluihin.

Projektin empiirinen osa toteutettiin projekti tapaamisilla/haastatteluilla, sekä mitaamalla ja havainnollistamalla nykyinen tilanne. Ongelmakohtien havainnollistamiseksi suoritettiin lastausprosessia koskevia mittauksia ja laskettiin nykyisen varastopohjan tarjoama varastointi pinta-ala. Mikäli tarvetta muutokselle ilmenee, niin suunniteltaisiin varastolle uusi pohjapiirros.

Projektin tuloksena oli, että nykyinen suorasyöttövarasto ei enää vastannut nykypäivän tarpeita, joten sen tilalle suunniteltiin sopivampi vaihtoehto vastaamaan muuttuvia tarpeita. Uuden pohjapiirroksen käyttöönottoa ei kirjoittamisen aikana ehditty toteuttamaan, koska muutokset ovat mahdollista vasta juhannuksena 2015, sillä UPM:n tehtailla on silloin seisokit, jolloin myös varastossa on vähiten rullia.

MEASURING AND MODELLING DIRECT FEED WAREHOUSE

Eklund, Joonas

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Logistic

May 2015

Supervisor: Karinen, Jarmo

Number of pages: 35

Appendices: 4

Keywords: Lean Six Sigma, measure, layout, port, direct feed warehousing

The purpose of this thesis was measure and model the current state of the direct feed warehouse. The project was carried out at Euroports Rauma Ltd. The starting point of this thesis was to analyse possible improvements to direct feed warehouse by removing bottlenecks from the loading, optimizing warehouse layout and that way improve the total efficiency of the company's direct feed warehouse.

The first theoretical part of this project consists general information of the warehousing and how the warehousing is implemented in the Port of Rauma. The second part focuses to the quality management at the Euroports. Lean Six Sigma was the used development tool in this project. DMAIC which is one of the Six Sigma analysis tools was used throughout the whole process.

The empirical part of the project was executed by the project meetings and interviews as well as measuring and elucidating the current situation from the direct feed warehouse. To illustrate the problem areas (bottlenecks) from the loading process, we measured the loading times and calculated the existing inventory area.

As a result of this project was that the current direct feed warehouse is not the optimal solution for today's needs. Therefore, it would be replaced by suitable layout which has been designed to meet new flexible needs of the loading process in the future. When writing this thesis, the commissioning of the new layout could not be implemented because the warehouse is in daily use with full capacity. This kind of change would require a service break. One option could be the midsummer break 2015.

SISÄLLYS

TERMILUETTELO	5
1 JOHDANTO.....	6
1.1 Projektin taustaa.....	6
1.2 Euroports Rauma Oy.....	7
1.3 Projektin toteuttaminen.....	8
2 VARASTOINTI	8
2.1 Yleistä	8
2.2 Varastonhallinta	9
2.3 Rullien varastointi satamassa.....	10
2.4 Opera.....	11
3 LAATUJOHTAMINEN.....	12
3.1 Lean Six Sigma.....	12
3.1.1 Lean	13
3.1.2 Six Sigma	14
4 ONGELMAN MÄÄRITTÄMINEN	14
4.1 Lastaus	15
4.2 Varastointi.....	16
4.3 Trukit.....	19
5 NYKYISEN TILANTEEN MITTAAMINEN.....	19
5.1 Varasto 19	20
5.2 Lastit	20
5.3 Mittaaminen	21
5.3.1 Varasto 19	21
5.3.2 Varasto 17	23
6 TULOSTEN ANALYSOINTI	24
6.1 Varastointi.....	24
6.2 Mittaustulokset.....	25
7 PROJEKTIN KEHITTÄMINEN	27
7.1 Uuden varastopohjan suunnittelu.....	27
7.2 Johtopäätökset ja pohdinta.....	30
8 YHTEENVETO	33
LÄHTEET.....	35
LIITTEET	

TERMILUETTELO

Ajokerta	Varastossa oleva tila/alue, johon rullat varastoidaan.
Eräkoko	Tilauksessa olevien rullien yhteismäärä.
Kontitus	Rullien varastointi konttiin kuljetuksen ajaksi.
Layout	Varaston pinta-ala piirros.
Opera	Operatiivinen toiminnanohjausjärjestelmä, joka on käytössä satamassa.
Plaanaus	Lastauksen suunnittelu.
Piste	Operassa jokainen laivaan menevä tilaus saa oman ”pisteen”, jonka mukaan lasti lasketaan. Lastauksen suunnittelussa se syötetään ajo-ohjelmaan. Pisteluvusta koneahtajat näkevät tilauksen tarkan sijainnin varastossa.
Ro-Ro	Roll on Roll off, eli lasti on koko matkan ajan alustan/pyörien päällä.
Sto-Ro	Stowable-Ro), eli lasti puretaan alustoilta ja varastoidaan kuljetuksen ajaksi laivan ruumaan. Vastaanottosatamassa lasti taas nostetaan alustan päälle ja kuljetetaan laivasta ulos.
Suorasyöttö	Trukilla tapahtuva toiminto, jossa ajokerrasta ajetaan rullia varastosta suoraan laivan hissille
Taakka	Taakalla tarkoitetaan trukilla liikuteltavaa kertalastia.
Tiiri	Rullia varastoidessa ajokertaan, niitä varastoidaan kaksi vierekkäin ja useita päälle, tätä yhtä sanotaan tiireiksi. Jos tilaus sisältää kymmenkunta rullaa näitä tiirejä tulee useampia.

1 JOHDANTO

1.1 Projektin taustaa

Toimeksiantona oli mitata ja mallintaa Euroports Rauma Oy:n suorasyöttövaraston lastausprosessi. Ongelmakohtien ilmetessä kehitellä uusi ratkaisu lastausprosessiin tai layouttiin. Nykyinen suorasyöttövarasto ei ollut enää kustannustehokas. Projektin tarkoituksena oli kartoittaa syyt, jotka vaikuttivat lastausprosessin tehottomuuteen. Vanha layout on tehty aikana, jolloin eräkoot olivat todella suuria. Vuosien aikana eräkoot ovat tippuneet radikaalisti, mutta vastaavasti valikoima sekä tilausmäärät ovat kasvaneet.

Olen itse työskennellyt viimeiset kaksi kesää työnjohtajana Euroports Rauma Oy:ssä. Työnkuvaan kuului pääsääntöisesti lastin luovutus. Vastasin siitä, että oikeaa tavaraa menee oikea määrä terminaalista laivaan.

Suorasyöttövarasto (varasto 19) palvelee pääosin Amerikan laivoja (Spliethoff), mutta ajan kuluessa varastoon on kulkeutunut muidenkin kohdemaiden rullia. Lisäksi varastoon on tilanpuutteen takia välillä varastoitu sellua sekä kontitus rullia, jotka tulevat Suomen paperitehtailta, muuan muassa UPM Raumalta. (Luoma henkilököhtainen tiedonanto 19.9.2014.)

Varsinaiset ongelmakohdat olivat lastaukseen kuluva hukka-aika, lastauksen tehokkuus tai paremminkin tehottomuus. Hukka-aikaa lastauksessa on se hetki, kun hissi on tyhjänä odottaen, että koneahtaaja laskee siihen taakan. Optimitilanne olisi se, että hissi olisi samalla hetkellä noussut ylös, kun koneahtaaja on taakan valmis laskemaan. Aikoinaan, kun eräkoot olivat suuria, laivan lastaukseen kului aikaa noin neljä vuoroa, joka on ajallisesti 32 tuntia. Nyt, kun eräkoot ovat muuttuneet laivan lastaukseen voi mennä yli viisi vuoroa. Tämä on ajallisesti noin 40 tuntia.

Projektin tarkoituksena on siis kartoittaa nykytilanne ja syyt, jotka tähän muutokseen ovat johtaneet verrattuna vanhaan. Lisäksi työhön kuului vielä uuden pohjan mietti-

minen ja suunnittelu, mikäli nykyinen pohja ei ole käyttökelpoinen. (Luoma henkilökohtainen tiedonanto 19.9.2014.)

1.2 Euroports Rauma Oy

Euroports Rauma Oy on osa maailman laajuista Euroports -konsernia. Konserniin kuuluu yhteensä 24 satamaa ympäri maailmaa, ja joista kaksi sijaitsee Suomessa, Raumalla ja Pietarsaareissa (Euroports www-sivut 2015). Vuonna 2007 Euroports osti sataman UPM:ltä. Yrityksen nimi vaihtui Euroports Raumaksi 1.1.2013.

Euroports Rauma Oy on raumalainen täyden palvelun satamaoperaattori. Satama tarjoaa seuraavia palveluita;

- Huolintaa
- Kansainvälisiä kuljetuksia
- Lastinkäsittelyä (purku/lastaus)
- Tullivarastopalveluita
- Varastointia
- Varustamopalveluita. (Euroports Rauman www-sivut 2015)

Rauman satamassa työskentelee yli 560 henkilöä ahtaus- ja toimistotehtävissä vuonna 2013. Liikevaihto samaisena vuonna oli hieman alle 67 miljoonaa euroa. (Kaupalehden www-sivut 2015.)

Pääosin sataman liikenne koostuu Sto-ro / Ro-ro liikenteestä, sekä kontti liikenteestä. Vuonna 2014 sataman tavaraliikenne oli 5,5 miljoonaa tonnia, joka on hieman vähemmän kuin edellisinä vuosina. Vuotuiset alusmäärät ovat olleet laskussa sitten 2008 alkaneen laman, toki vastapainona laivojen koot ovat kasvaneet, jolloin niihin mahtuu enemmän lastia. Vuonna 2014 satamassa kävi 1117 alusta, näiden keskiverto vetoisuus oli 5014 tonnia. (Rauman sataman liikennetilastot 1991–2014 2015.) (Rauman sataman liikennetilasto 2014 2015.)

1.3 Projektin toteuttaminen

Työn tarkoitus oli optimoida varaston tila mahdollisimman kustannustehokkaaksi ja poistaa pullonkaulat koko lastausprosessista. Työhön ei ollut saatavilla alkuun muuta materiaalia kuin varaston fyysiset mitat. Työ toteutettiin siten, että ensin piti mallintaa/havainnollistaa tämän hetkinen tilanne mittauksien avulla, jonka pohjalta lähdettiin miettimään ja kehittelemään mahdollista parannusta. Projekti tehtiin Lean Six Sigmaa apuna käyttäen. Parhaan tuloksen aikaan saamiseksi projektiin osallistui neuvonantajina Operations Manager (työ- ja tuotantopäällikkö) Kristian Luoma ja Qualitycontroller (laatukontrolleri) Juha Jussila, joilla molemmilla on lähes kahdenkymmenen vuoden kokemus yrityksestä. Opinnäytetyössä esitetyt kuviot ovat kirjoittajan itse tekemiä.

2 VARASTOINTI

2.1 Yleistä

”Varastoinnilla (warehouse management) tarkoitetaan varastorakennuksia ja -tiloja sekä varastotoimintoja” (Logistiikan Maailma www-sivut 2015). Logistiikassa varastointi on yleensä yksi osa logistista ketjua. Ostajalle varastointi tarkoittaa yleisesti ottaen lisähintaa tuotteelle. Myyjälle se taas aiheuttaa ylimääräistä kuluja, kun tarvitsee osata reagoida oikein alati muuttuvaan kysyntään tai tarpeeseen. Siksi nykypäivänä varastointipalvelut on ulkoistettu kolmannelle osapuolelle, joka tarjoaa varastointipalveluita. Varastointipalveluita tarjoavilla yrityksillä saattaa olla useita kymmeniäkin asiakkaita, joita se pyrkii palvelemaan parhaalla mahdollisella tavalla.

Satama tarjoaa varastopalveluita. Siellä varastoidaan muun muassa sellua, paperirullia, kartonkia(lavojen päällä), kumia, kaoliinia, kontteja (myös erillistä tilaa vaativia IMO-kontteja), puutavaraa, laivan potkureita, sekä erilaisia projektitarvikkeita.

Sellua löytyy melkein jokaisesta varastosta, mutta sille on pääsääntöisesti varattu kolme omaa varastoa.

Projektilastit ovat pääsääntöisesti varastoitu yhteen varastoon, tosin osa varastoidaan suoraan kentälle.

Kaoliinille on satamassa oma alue, joissa sitä varastoidaan kolmeen eri varastoon, koska se pölyää.

Konttikenttiä on yli kymmenen, mutta suurentuneiden konttimäärien takia tila on välillä tiukassa ja kontteja joudutaan varastoimaan varastoiden reunoille.

Sahatavaralle on kaksi omaa varastoa, jonka lisäksi näitä varastoidaan varastojen ulkopuolelle, mikäli kaikki ei mahdu sisälle.

Kumille on yksi oma varasto ja pieni alue toisesta varastosta.

Varastointia tapahtuu logistiikkaketjun jokaisessa vaiheessa läpi koko prosessin. Esimerkiksi komponenttivalmistaja joutuu jo aikaisessa vaiheessa varastoimaan tarpeeksi raaka-aineita, jotta tuotantoon ei tule taukoja. Nykypäivänä, kun kaikkea pyritään optimoimaan, myös yrityksen varastot pyritään pitämään mahdollisimman pieninä, jotta nämä eivät tuota ylimääräistä ja turhaa kuluu. Yksi vaihtoehto tämän toteuttamiseen on varastointihallintajärjestelmät.

2.2 Varastonhallinta

Varastonhallinnalla pyritään säätelemään varastotasoja yrityksen halujen mukaiseksi. ”Hallinnassa otetaan huomioon varastointi- ja ohjauskustannukset sekä palvelutasovaatimukset” (Logistiikan Maailman www-sivut 2015). Eräkoot ja varaston täydennykset ratkaistaan varastonohjauksessa, mutta Europortsin toimiessa UPM:n niin sanottuna välivarastona, matkalla lopulliselle asiakkaalle eräkokoihin ja täydennyksiin ei pystytä varastoinnin osalta vaikuttamaan, kuin itse varastointivarastolla.

Varasto-ohjattu logistiikka soveltuu parhaiten suurien määrien ohjaamiseen, jota kyseessä olevassa yrityksessä on koitettu saada mahdollisimman tehokkaaksi, sillä varastoinninohjaus vaikuttaa suoraan lastausaikoihin. ”Varastoinninohjausta tarvitaan yrityksissä, kun tuotteiden kysyntä on tasaista ja ennustettavaa” (Logistiikan Maailman www-sivut 2015).

Satamassa varastonhallinta ilmenee rullissa olevilla viivakoodeilla, jolloin tiedetään missä mikäkin rulla on. Nämä rullakohtaiset tiedot päivittyvät Operaan. Muita varastoinnin hallintaan käytettäviä työkaluja ovat RFID sirut, älytarrat tai tägit. Nykyisin myös puheohjausteknologiaa on tulossa markkinoille. Näiden varastohallinnan työkalujen ansiosta pääomien ja henkilöstön käyttö tehostuu, palvelutaso ja toiminnan laatu paranee sekä turha työ vähenee huomattavasti. (Logistiikan Maailman www-sivut 2015.)

Varastoinninohjaus ilmenee satamassa siten, että UPM Rauman tehtaasta rullat kuljettetaan suoraan tuoteautolla satamaan, joissa rullat varastoidaan odottamaan buukattua lähtöä. Muista UPM:n paperitehtaista rullat saapuvat Raumalle joko junan kyydissä tai rekka-autoilla.

2.3 Rullien varastointi satamassa

Rullia varastoidaan satamassa kahdeksaan eri varastoon, joista viisi varastoa ovat suurin piirtein saman kokoisia. UPM:n Rauman tehtaasta rullat tulevat oman tuoteauton mukana suoraan satamaan, kun ne tehtaasta valmistuvat. Muista UPM:n tehtaista rullat toimitetaan satamaan, joko junan vaunuissa tai rekka-autoilla. Satamassa on karkea jaottelu rullille sen päämäärän mukaan. Suurimmaksi osaksi liikenne Raumalta on Saksaan, Puolaan, Amerikkaan, Espanjaan ja Iso-Britanniaan. Lisäksi konteissa rullat liikkuvat ympäri maailmaa.

Pääsääntöisesti rullat pyritään jakamaan seuraavalla tavalla seuraaviin varastoihin;

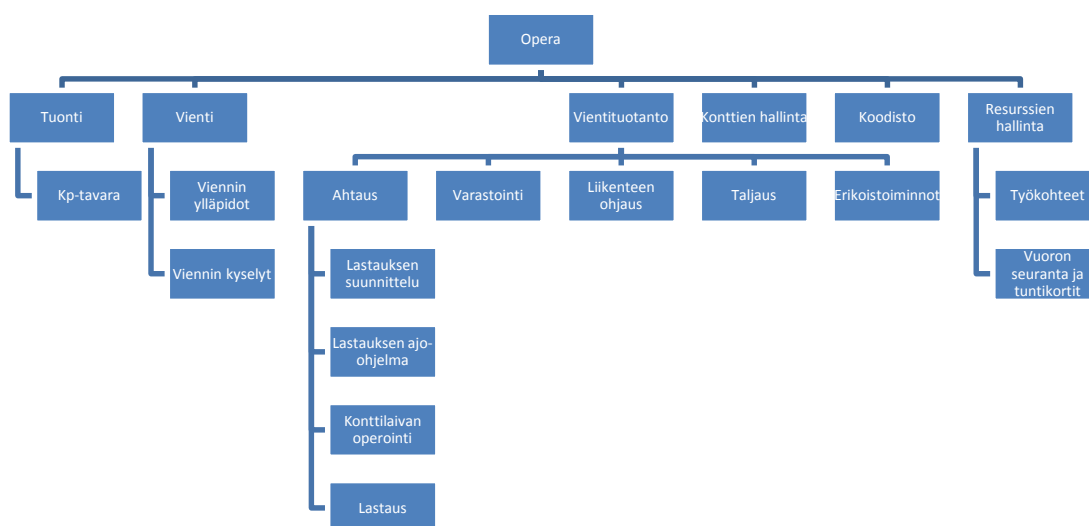
- Varasto 19 on Amerikan rullille
- Varasto 17 on Amerikan rullille ja Iso-Britannian rullille
- Varasto 16 & 15 on Puolan ja Saksan rullille
- Varasto 2 on Espanjan rullille
- Varasto 18 & 20 on kontitus rullille.

Tilan puute on yksi isoimpia ongelmia satamassa. Välillä, kun on paljon tilauksia ja laivoja on useampia tulossa, varastot ovat yleensä täynnä. Hiljaisina aikoina varastoissa on hyvinkin tilaa.

2.4 Opera

Euroports:lla käytetään Opera -nimistä operatiivista toiminnanohjausjärjestelmää. Sitä käytetään omilla tunnuksilla ja, jokainen tekemä funktio tallentuu järjestelmään. Operaa käytetään esimerkiksi lastauksen suunnittelussa, sillä saadaan lastausjärjestys halutunlaiseksi. Koneahtaaja, jotka näitä rullia laivaan lastaavat näkevät Operasta reaaliajassa, mitä rullia ja mistä heidän pitäisi näitä hakea/lastata. Työnjohtajat sitten muokkaavat näitä ajo-ohjelmia laivan plaanauksen eli lastauksen suunnittelun mukaan.

Projektiin liittyvät toiminnot Operassa tapahtuu vientituotannon alta. Sieltä valitaan kohta ”Ahtaus”. Työnjohto tekee lastauksen suunnittelut ”lastauksen suunnittelu” kohdasta. Työnjohtaja suunnittelee lastauksen laivan toiveiden tai valmiiksi tehdyn suunnitelman mukaisesti. Suunnitelma muokkautuu ajo-ohjelmaksi. Koneahtaajat hoitavat lastauksen ”Lastaus” kohdan alta. Avautuu sivu, minne koneahtaajat täyttävät aina laivakohtaisen matka- ja ajo-ohjelman numeron, jonka ovat saaneet työvuoron alussa. Alla olevasta kuvasta näkee pääpiirteittäin muita funktioita, joita Operalla hoidetaan. Alla oleva kuva ei pidä sisällään kuin osan Operan toiminnoista, ja mukaan on valittu vain Projektille oleelliset osat.



Kuvio 1. Operan käyttöjärjestelmä

Operan kautta tapahtuu kontittamisessa tarvittavat sanomien (rahtikirjojen) otot ja rullien erittelyt, jotta tiedetään mitä rullia on missäkin kontissa. Junavaunujen saapumisessa satamaan, koneahtaajat tietävät etukäteen mitä rullia on missäkin vaunussa. Tämä helpottaa varastointia.

3 LAATUJOHTAMINEN

3.1 Lean Six Sigma

Lean Six Sigma on Europortsilla käytettävä kehitystyökalu, jota tässä opinnäytetyössä käytettiin. Vaikka Lean Six Sigma on enemmänkin työkalu tiimityöskentelyssä, sitä päätettiin käyttää yrityksen ohjeiden mukaisesti tässä työssä. Se koostuu kahdesta osasta, jotka ovat Lean ja Six Sigma. Lean on tuotantoon liittyvä työkalu. Six Sigma taas on tilastotieteeseen perustava työkalu.

Lean Six Sigma pyrkii laadun parantamiseen poistamalla prosessista sille tarpeettomat ja turhat osat (jätteet), joita ovat;

- Käyttämätön taito/kyky prosessissa tai sen osana
- Kuljetuksesta syntyvä hukka-aika
- Liikehdintä prosessin välillä (muutokset)
- Odotus
- Varaston tarve/koko
- Viat
- Ylimääräinen käsittely (seisonta-aika)
- Ylituotanto. (George 2003, 3-18.)

Projektin laskut ja mittaukset suoritin itse. Pohjan suunnittelussa neuvoina toimivat laatukontrolleri Juha Jussila ja työ- ja tuotantopäällikkö Kristian Luoma. Pidimme suunnittelun aikana kolme erillistä palaveria, jossa kävimme läpi laskelmia ja vaihtoehtoja sopivan ratkaisun saamiseksi.

Lean Six Sigmassa on eri tasoja, joita kutsutaan vöiksi. Vyöt kertovat tasoista, joita on suorittanut.

- ”Keltainen vyö” on perustaso, joka tarkoittaa Lean Six Sigman tietoisuutta, eli tiedetään mihin tätä työkalua voidaan käyttää, ja mitä hyötyä se yritykselle antaa.
- Seuraava taso on ”vihreä vyö”. Tässä tasossa keskitytään enemmän työkalujen käyttöön, kuten DMAIC (Määritä, Mittaa, Analysoi, Paranna ja Ohjau) ja Lean periaatteiden soveltamiseen.
- ”Musta vyö” on tasoista seuraava, joka edellyttää täysiaikaista projektijohtamista Lean Six sigmalla.
- Ylin taso on ”Master musta vyö”, joka edellyttää useamman vuoden kokemusta ja opettamista Lean Six Sigmasta. (Six Sigman www-sivut 2015.)

3.1.1 Lean

Lean on työkalu, jota sovelletaan tuotantoon ja tuottamiseen. Lean-ajattelu perustuu kokonaisuuden hallintaan, jota pyritään parantamaan tarkastelemalla prosessin eri osia.

Leanin tarkoitus on;

- Poistaa turhat prosessit (jäte)
- Vähentää kiertoa ja läpimeno aikaa
- Kasvattaa suorituskykyä/kapasiteettiä
- Vähentää varastoinnin tarvetta
- Nostaa asiakas tyytyväisyyttä
- Poistaa pullonkaulat prosessista
- Parantaa viestintää prosessien välillä. (Plenert 2006, 145.)

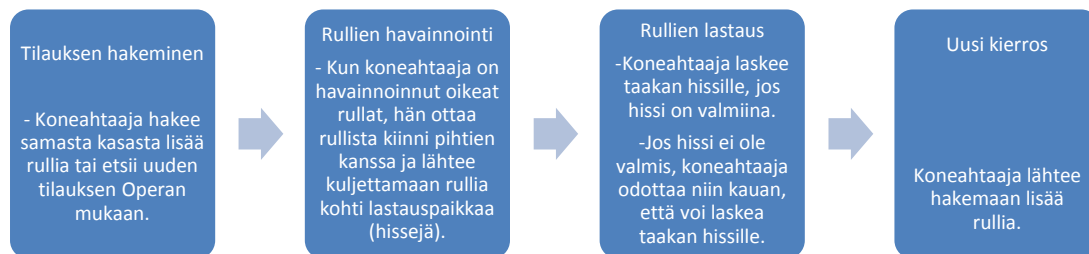
3.1.2 Six Sigma

Six Sigma on laatujohtamisen työkalu. Six Sigman juuret juontavat 1980 luvulle, jolloin se kehitettiin parantamaan prosessin laatua. Se perustuu tilastotieteelliseen johtamiseen, jossa jokainen prosessin vaihe pitää pystyä mittaamaan ennen kuin sitä voidaan alkaa kehittämään. Six Sigman ero Lean työkaluun on, että siinä pureudutaan yksittäisiin virheisiin, eli prosessia tarkastellaan systemaattisesti. Yleisin työkalu, jota Six Sigmassa käytetään, on DMAIC. Se tulee englanninkielisistä sanoista define, measure, analyze, improve, control, jotka suomennettuina ovat määritä, mittaa, analysoi, paranna ja ohjaus.

Six Sigman pyrkimyksenä on saavuttaa vakaa ja ennalta arvattava prosessikuvaus, esimerkiksi vähentämällä prosessissa ilmenevää vaihtelua. Valmistus ja liiketoimintaprosessi ovat tärkeitä tunnusmerkkejä, joita voidaan mitata, analysoida, parantaa ja ohjata. Jatkuva laadun parantaminen vaatii omistautuneisuutta ja sitoutumista koko organisaatiolta, eritoten ylemmiltä johtajatasen henkilöiltä. (Desai 2010, 2.)

4 ONGELMAN MÄÄRITTÄMINEN

Projektin ongelmana oli, että nykyisellään Spliethoffin laivojen lastaamiseen kuluu liikaa aikaa, joka kerrannaisvaikutteisena vaikuttaa koko muun sataman toimintaan vieden resursseja muista työkohteista. Olisi Europortsin ja Spliethoffin edun mukaisista, että lastausprosessi sujuisi tehokkaammin. Alla oleva kuvio kuvastaa lastausprosessia yksinkertaisuudessaan. Prosessin mentyä läpi koneahtaaja aloittaa prosessin uudestaan.



Kuvio 2. Lastausprosessin kuvaus.

4.1 Lastaus

Varsinaiset ongelmakohdat olivat lastaukseen kuluva hukka-aika, lastauksen tehokkuus tai paremminkin tehottomuus. Lastaustehokkuus lasketaan tonnimäärästä, joka on vuoron aikana saatu lastattua laivaan. Laivan lastaus tapahtuu hissien kautta, jolloin hukka-aikaa syntyy siitä, että hissi ei ole kokoajan liikkeellä. Suurimmat viiveet lastausprosessissa tulevat rullien hakemisesta varaston puolelta. Rullien hakeminen kestää liian kauan, jolloin hissi odottaa tyhjänä lastia.

Aikoinaan, kun Spliethoffin laivat alkoivat käydä Rauman satamassa, lastaukseen kului noin neljä vuoroa, joka on ajallisesti 32 tuntia. Nykyisin, kun eräkoot ovat muuttuneet laivan lastaukseen voi mennä yli viisi vuoroa, joka ajallisesti tarkoittaa noin 40 tuntia. Satamassa tehdään 2-vuorotyötä (aamu ja ilta) ja ylitöitä silloin, jos varustamo on valmis tämän työn maksamaan.

Esimerkkinä: Laiva olisi valmis lastattavaksi maanantaiaamulla kello 07:00, jolloin aamuvuoro aloittaa työnsä. Neljän vuoron jälkeen laiva olisi valmis tiistaina kello 24:00. Nykytilanteessa, kun laivan lastaus aloitetaan maanantaiaamuna, se olisi val-

mis keskiviikkona 15:30. Tästä seuraa suoraan kuluja niin Europortsille ja Spliethoffille.

Europortsille kuluja aiheuttaa lastausajan venyminen, jolloin ahtaajia joudutaan sirtomaan tähän yhteen työkohteeseen. Spliethoffille tulee kustannuksia siitä, että laiva on yhden ylimääräisen päivän laiturissa, kun se voisi olla jo matkalla seuraavaan satamaan. Lastausajan kasvaminen tuo haasteita resurssien suunnittelussa ja tuo huomattavia lisäkustannuksia niin varustamolle (Spliethoff), kuin Euroports Raumalle.

Lastauksen hitauteen/nopeuteen vaikuttaa oleellisesti myös laivan hissit, joissa rajoituksena on, että hissille saa kerralla lastata maksimissaan 4,2 metriä korkeita taakkoja. Taakkojen enimmäispaino saa olla 14 tonnia. Konepuolella rajat tulevat vastaan painoissa, koska yksi trukki voi kuljettaa kerrallaan vain maksimissaan 12 tonnin taakan. Hissien 4,2 metrin maksimi korkeus on ongelma, koska rullien korkeus vaihtelee paljon. Tähän ongelmaan ei voida tämän projektin puitteissa vaikuttaa. Laivan hissien rajoja ei pystytä muuttamaan ja UPM:ltä tulevat rullat ovat asiakkaiden toiveiden mukaisia.

4.2 Varastointi

Lähtötilanne projektin alussa oli se, että suurin osa laivaan menevistä rullista on varasto 19 ajokerroissa. Tilan puutteen vuoksi näitä rullia joudutaan varastoimaan viereisiin varastoihin, joista varasto 17 on lähin. Karkealla arviolla siellä on noin 25 % jokaiseen lähtöön lähtevistä rullista. Lisäksi rullia on voinut välillä eksyä muihinkin varastoihin. (Luoma & Jussila henkilökohtainen tiedonanto 26.9.2014.)

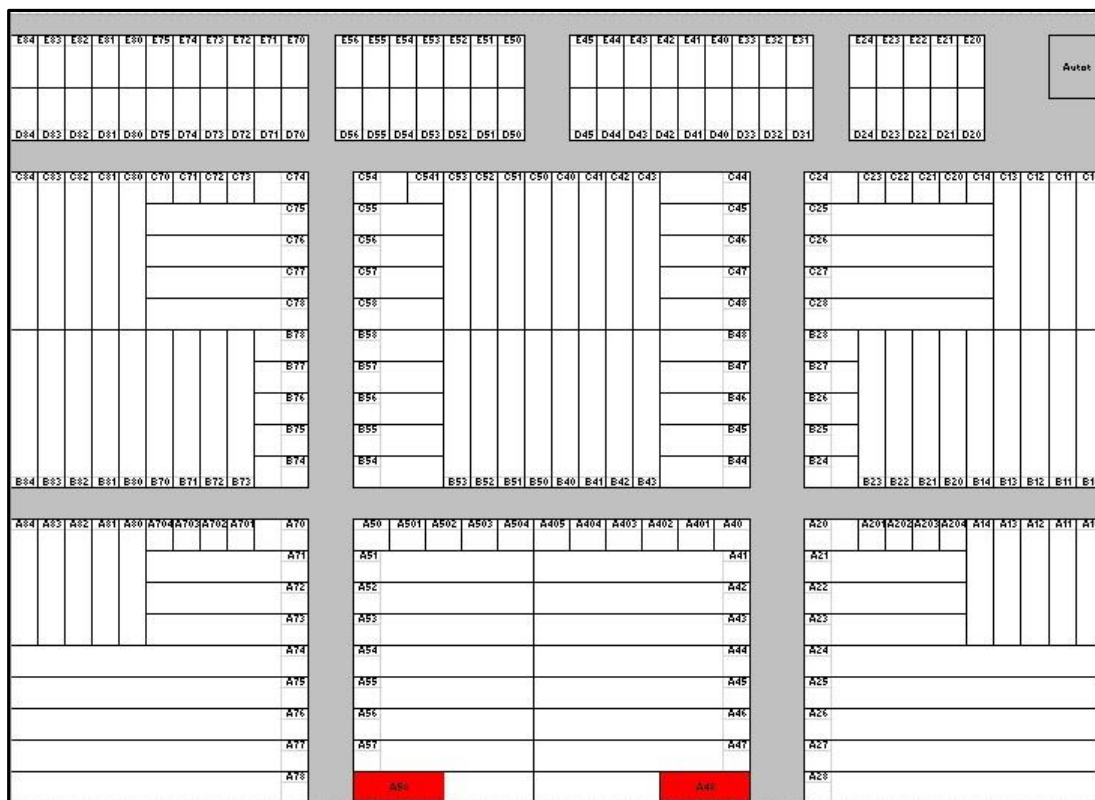
Suurin syy miksi kaikkia näitä rullia ei saa mahtumaan varastoon 19 on varaston tilan puute. Lähtökohtaisesti rullat, jotka menevät Amerikan laivoihin pyritään siis sijoittamaan varastoon 19. Pahimmillaan varastossa on samaan aikaan kolmen tai neljän lähden tilauksia. Näiden lisäksi on vielä laivaamattomia tilauksia. Laivaamaton tilaus on tilaus, jota ei ole vielä tilattu mihinkään laivaan.

Rullat eivät tule tehtailta kertaerissä, joka aiheuttaa ongelmia varastointivaiheessa. Rullat lastataan tehtaalla sitä mukaan junavaunuihin, kun ne paperikoneista tulevat valmiiksi. Tästä syystä yhtä tilausta on usein useammassa vaunussa. Vaikka vaunut saapuisivatkin samaan aikaan satamaan, niin yhteen varastoon mahtuu kerralla seitsemän vaunua purettavaksi. Tällöin voi muodostua tilanne, että osa tilauksen rullista tulee purettavaksi, ja osa odottaa vielä purkamista. Vuoron vaihtuessa näitä vaunuja voi olla purkamassa eri henkilöt. Vaikka Opera pitääkin koneahtajat ajan tasalla siitä, mihin mikäkin rulla on aikaisemmin varastoitu, voi olla, että ajokerran eteen on jo jostain toisesta vaunusta laitettu rullia. Tällöin saman tilauksen rullat joudutaan sijoittamaan johonkin toiseen ajokertaan.

Nykyisellä varastopohjalla tilan puute johtaa yleensä siihen, että rullia varastoidaan vaunuista sinne minne ne mahtuvat. Lastaus hidastuu lastausvaiheessa tämän vuoksi erittäin paljon. Esimerkiksi ensin ajokertaan on varastoitu rullia, jotka menevät seuraavaan lähtöön. Tilan puutteen tai erehdyksen takia näiden rullien eteen varastoidaan jonkin toisen lähdön rullia. Seuraavan laivan lastauksen aikana joudutaan sitten siirtämään väärän tilauksen rullat edestä pois, jotta saadaan oikeat rullat oikeaan laivaan lastattua. Aikaa kuluu hyvin paljon jopa sadan rullan erän siirtämiseen edestä pois, jotta saadaan laivaan oikea tilaus. (Luoma & Jussila henkilökohtainen tiedonanto 26.9.2014.)

Tämän takia satamassa on alettu viimevuoden aikana tekemään muutoksia layoutteihin, johon projekti osittain liittyy. Ruuhkaisina aikoina varastossa voi olla Amerikan rullien lisäksi kontitus rullia, sellua, Sto-Ro ja Ro-Ro rullia sekä paletteja joihin on varastoitu kartonkia.

Alla oleva kuva on nykyisen varasto 19 pohjapiirros/layout. Kuvassa tulee ilmi varaston varastopaikat. Kuva ei ole mittakaavassa vaan sen tarkoitus on havainnollistaa työn lähtökohta. Ajokertoja varastossa on 220.



Kuva 1. Varasto 19 pohjapiirros (ajokerrat)

Varasto 19 toimii pääosin rullavarastona laivoille, jotka matkaavat Amerikkaan Baltimoren ja Jacksonvillen satamiin. Jokainen ajokerta on numeroitu omalla numerolla, jotta konekuski osaavat hakea rullat oikeista paikoista. Eri varastoiden välillä numero on hyvin yhtenevää ja noudattavat suurin piirtein samaa kaavaa. Poikkikäytävät ovat jaettu kirjaimilla A, B, C, D, E, (F). Numerointi lähtee ”kaupungin puolelta” eli kuvasta katsottuna oikealta vasemmalle.

Pääsääntöisesti yksi ajokerta on noin 330cm leveä, mutta muutama poikkeus löytyy. Ajokerran 330cm leveys tulee siitä, että rullat ovat noin 125cm halkaisijaltaan ja ne varastoidaan aina kaksi vierekkäin siten, että niiden yhteenlaskettu halkaisija on 260cm (rullissa noin 10cm väli, että pihdit saavat rullista kunnon otteen). (Luoma & Jussila henkilökohtainen tiedonanto 5.11.2014.)

Nykyisin rullien halkaisijat vaihtelevat enemmän. Pääsääntöisesti halkaisijat vaihtelevat 100cm ja 180cm välillä. Rullia, joiden halkaisija on yli 150cm, on vaikeuksia varastoida nykyisille ajokerroille. Pelkistä rullista tulee jo 310cm leveyttä ja yksi

ajokerta on leveydeltään 330cm, jolloin viereisiin ajokertoihin jää vain 10cm väli. Viereisiin ajokertoihin välin tulisi olla 35cm.

Lastausta hidastaa myös halkaisijaltaan 180cm rullat. Näiden käsittelyyn tarvitaan ”leveämpipihtisempi” kone. Tänä päivänä 180cm halkaisijaltaan olevia rullia ei mene suuria määriä, mutta tämän määrän uskotaan olevan kasvussa.

4.3 Trukit

Vastapainotrukit, jotka käsittelevät näitä rullia ovat swl:tään 12tn. Swl tarkoittaa turvallista työskentelytaakkaa. Normaali vastapainotrukki, joita varastossa käytetään rullien varastointiin ja lastaukseen ovat 270cm leveitä ja 700cm pitkiä. Näitä koneita sanotaan ”kuusi-pihtiseksi”. Näillä koneilla pystyy hyvin käsittelemään rullia joiden halkaisijat ovat välillä 100cm-150cm. Näiden ”kuusi-pihtisten” kanssa pystytään käsittelemään kerralla yhdestä kahdeksaan rullaan riippuen rullien suuruudesta/koosta/painosta.

Halkaisijaltaan yli 150cm rullien käsittelyyn tarvitaan trukki, jossa on leveämmät pihdit. Tällaisilla trukeilla pystyy kerrallaan käsittelemään vain 1-3 rullaa. Halkaisijaltaan yli 150cm rullat pidentävät lastausaikaa: Rullien ollessa ympäri varastoa lastausaika venyy todella paljon. Tällöin olisi tärkeää, että nämä rullat olisivat varastoitu lähelle laivaa.

5 NYKYISEN TILANTEEN MITTAAMINEN

Ainoa mittatieto, joka alussa oli tiedossa, oli koko varaston pinta-ala. Saadaksemme kuvan lastauksen nykytilanteesta, suoritettiin lastauksen ajallinen mittaaminen sekä varastointialan laskeminen.

5.1 Varasto 19

Varastointialan mittaukset tehtiin normaalia metrimittaa käyttäen, jotta saatiin tietää nykyisin varaston varastointiala. Tämä tehtiin, jotta saatiin työlle vertailupohja. Tietoja voitaisiin jatkossa käyttää pohjana, mikäli uutta layoutia lähdetään suunnittelemaan. Aikaisempaa laskelmaa varaston varastointialasta ei ollut. Varaston pohjapiirros on vuosien saatossa muokkautunut käytössä sopivaksi, mutta viimeisestä uudistuksesta on jo kulunut kauan aikaa.

Koko varaston pinta-ala on $100\text{m} \times 140\text{m} = 14000\text{m}^2$. Trukkien koon takia varaston nykyiset käytävän leveydet ovat sivukäytävillä kahdeksan metriä, sekä pääkäytävillä 16,5m/11m. Käytävät D-E ajokertojen välissä ovat 5,9m leveitä. E ajokertojen ja junaraiteen välinen käytävä on 6,2m. Varaston pinta-alasta vähennetään junaraiteen osuus ja autojen purkupaikka, jäljelle jäävä varastointi pinta-ala nykyisellä pohjalla on 8042,02m². Varastopaikkoja varastossa on 220 paikkaa ja keskiarvo yhdelle varastointipaikalle on 36,6m². Tarkemmat laskut löytyvät LIITE1:stä (sivu 36).

5.2 Lastit

Yksi Spliethoffin laiva ottaa lastia keskimäärin noin 12000 tonnia. Nykyisin maksimi lasti on 13500 tonnia/laiva. Keskiarvolla satamassa käy kolme Amerikan laivaa kuukaudessa. Lastimäärässä tämä tekee 36000 tonnia kuukaudessa. Rauman satamaan johtava väylä tullaan syventämään lähivuosina, jolloin laivat voivat ottaa lastia suurempaan syvyykseen. Lastimäärät tulevat nousemaan 14000 – 15000 tonniin. (Luoma & Jussila henkilökohtainen tiedonanto 5.11.2014.)

Laivan purkusatamiin Jacksonvilleen ja Baltimoreen on aina eri määrä tilauksia. Jacksonvilleen lähtee suurin piirtein 30 – 50 eri tilausta, kun taas Baltimoren puolelle normaalisti lähtee 120 – 200 tilausta. Eräkoot vaihtelevat sen mukaan mitä asiakas on tilannut, mutta eräkoot liikkuvat siellä 1-400 tonnien välillä. Joskus voi olla isompia-kin eriä, mutta ne ovat nykyisin aika harvinaisia. (Luoma & Jussila henkilökohtainen tiedonanto 5.11.2014.)

5.3 Mittaaminen

Tämän hetkinen tilanne mallinnettiin ottamalla aikaa kauanko kestää trukilla taakan laittamisesta hissille palata uuden kuorman kanssa taakan laskuvalmiuteen. Mittaukset suoritettiin sekuntikellolla ja toimin mittauksien tekijänä. Mittauksia suoritettiin yhteensä 401 kappaletta. Näistä 303 oli varasto 19 aikoja, 82 aikaa oli varasto 17 aikoja, ja varasto 16 oli 16 aikaa. Mittaukset tehtiin, kun laivaa lastattiin, joten tulokset simuloivat täydellisesti tämänhetkistä tilannetta lastaukseen kuluvan ajan osalta.

Mittauksissa ei mitattu sitä aikaväliä, kun hissi menee lastin kanssa alas, ja palaa takaisin tyhjänä ylös. Tätä ei mitattu, koska hissi yleensä kerkeää nousemaan takaisin ylös, ennen kuin koneahtaja pääsee uuden lastin kanssa laivan kyljelle tai on lastin lasku valmiudessa.

5.3.1 Varasto 19

Tarkemman kuvan saamiseksi varasto 19 mittaustuloksista, saadut ajat on vielä jaettava sijaintinsa perusteella sopiviin sektoreihin. Sektorit ovat jaoteltu käytävien mukaisesti, koska yksi Spliethoffin laiva on noin 186m pitkä, ja varaston pituus on 140m. Laivassa on kolme hissiluukkua, jotka sijaitsevat sen kyljellä noin varaston ovien kohdilla. Varaston ovet sijaitsevat paikkojen A28, A48 ja A58, A78 välissä.

Mittauksien tuloksissa ei ole erikseen eroteltu aikoja eri hissien välissä. Tällöin sektoreihin jako voidaan toteuttaa alla olevalla tavalla. Sektoreihin jaottelu näkyy alla olevassa kuvassa väriivoin. Tilannekuvan hahmottamiseksi ei ollut järkevää merkitä yksittäisiä aikoja ajokerroittain, sillä kaikki ajokerrat eivät osuneet mittaukseen mukaan.



Kuva 2. Varasto 19 ajokertojen jaottelu sektoreihin

Tarkempi jaottelu ajokerroittain tapahtui seuraavasti;

- Sektori 1 (Sininen): A20-A28, A40-A48, A50-A58, A70-A78
- Sektori 2 (Vihreä): A10-A14, A201-A204, B10-B23, A401-A405, B40-B43, A501-A504, B50-B53, A701-A704, A80-A84, B70-B73, B80-B84
- Sektori 3 (Keltainen): B24-B28, C24-C28, B44-B48, C44-C48, B54-B58, C54-C58, B74-B78, C74-C78
- Sektori 4 (Violetti): C10-C23, C40-C43, C50-C53, C70-C73, C80-C84, D20-D84
- Sektori 5 (Punainen): E20-E84

Sektori yksi on laivaa lähimpänä oleva sektori. Tarkemmat mittausajat löytyvät LIITE2 (sivu 37). Seuraavassa on sektorikohtaiset keskiarvot ja mittausten lukumäärät sektoria kohden.

Taulukko 1. Mittauksien keskiarvot varasto 19

Sektorit	Keskiarvo (s)	Mittauksien määrät sektorikohtaisesti
1	101	61
2	110	91
3	109	78
4	127	60
5	125	13

Ajokerroissa on varastoituna yleensä yhden tilauksen rullat, jossain tapauksissa yhdessä ajokerrassa voi olla useammankin tilauksen rullat. Aikojäottaessa ei tullut yhtään tilannetta vastaan, jossa olisi jouduttu siirtämään jokin muu tilaus edestä pois oikean tilauksen saamiseksi laivaan.

5.3.2 Varasto 17

Paremmän yleiskuvan saamiseksi varaston 17 mittaustulokset on esitelty seuraavana. Kuitenkin 25 % jokaisen laivan lastista tulee varasto 17 puolelta. Lastimäärissä se on 3000 tonnia. Poiketen varasto 19 sektorijaottelusta on varasto 17 jaettu vain kolmeen sektoriin. Varasto 17 pohjapiirros on melkein samanlainen, kuin varasto 19, ainoana erona muutaman varastopaikan numerointi. Varasto 17:sta on 225 varastopaikkaa. Seuraavassa ovat sektorikohtaiset keskiarvot ja mittausten lukumäärät sektoria kohden. Tarkemmat sektorikohtaiset ajat löytyvät LIITE3 (sivulla 38).

Taulukko 2. Varasto 17 mittauksien keskiarvot

Sektorit	Keskiarvot (s)	Mittauksien määrät sektorikohtaisesti
1	159	30
2	183	43
3	287	9

Varaston sektorijaottelu on tehty seuraavasti:

Sektor 1: Varasto 19 puolinen pääty puoliväliin asti: A50-A84, B50-B83, C50-C84, D50-D84

Sektor 2: Toinen puoli varastosta: A10-A48, B10-B48, C10-C48, D20-D44

Sektor 3: E-käytävä: E20-E84

Varasto 16:sta mitattiin yhteensä kuusitoista aikaa, näiden keskiarvo oli 191 sekuntia. Varastossa ei mittauksia tehdessä ollut kuin muutama tilaus, jonka takia otanta jäi pieneksi.

6 TULOSTEN ANALYSOINTI

6.1 Varastointi

Varastointipinta-alaan ei voida nykyisellä pohjalla vaikuttaa, koska käytävät on tehty jo niin pieniksi, kuin vain on mahdollista. Lisäksi varastossa on fyysisiä esteitä, jotka rajoittavat varastointi pinta-alaan. Näitä ovat junaraide, rekka-autojen purkupaikka ja pylväät, jotka pitävät varaston pystyssä. Opinnäytetyössä käytetyissä kuvissa näitä pylväitä ei näy, mutta ne sijaitsevat varastojen reunoilla, sekä paikoilla: A20, A204, A40, A405, A50, A70, A704, C14, C24, C40, C54, C74, C70. Lastauksen kannalta olisi helpompaa ja nopeampaa, jos kaikki rullat olisivat varastossa 19, mutta mittaus-tulosten perusteella se ei ole mahdollista.

Varastoinnin osalta parannuksiin pystyttäisiin paremmalla varastoinnin suunnittelulla. Suunnittelu on kiinni monesta eri muuttujasta, kuten koneahtaajasta, varaston tilasta, Operasta, sekä vaunujen saapumispaikasta ja -ajasta. Ongelmat varastointiin liittyen lähtevät jo paperitehtailta, joihin Euroports ei pysty vaikuttamaan. Euroports pystyy vaikuttamaan siihen, mihin varastoon vaunut menevät. Rullia purettaessa vaunuista, Opera ehdottaa paikkaa, mihin kyseistä tilausta on varastoituna ennestään. Yleensä ajokerta on niin täynnä, että kyseiseen ajokertaan ei mahdu enempää saman

tilauksen rullia varastoimaan. Tilanne vielä korostuu niinä aikoina, kun varaston täyttöaste on yli 80 %.

Nykyisellä järjestelmällä varastointi on pitkälti kiinni koneahtaajasta. On aina koneahtaajan vastuulla tarkistaa, onko ajokerrassa jotain toista tilausta.

Opera ehdottaa varastointipaikaksi samaa paikkaa, johon tilausta on jo varastoitu, mutta se ei varoita siitä, jos kyseiseen paikkaan on jo varastoitu jotain muuta tilausta.

Varastoidessa koneahtaajat näkevät varastopaikassa olevat muut tilaukset. Operasta näkee mihin lähtöön tilausten pitäisi lähteä ja lähdön päivämäärän. Tilan puutteesta tai kiireestä johtuen ajokerran muita tilauksia ei ennätetä aina tarkastella. Tällöin syntyy tilanteita, että rullat varastoidaan lähimpään ajokertaan, missä vielä on tilaa. Voi käydä niin, että lastausvaiheessa joudutaan nämä väärät rullat siirtämään pois edestä, jotta saadaan oikean tilauksen rullat laivattua.

Nykyinen pohja aiheuttaa sen, että suurien, yli 30 metriä pitkien ajokertojen täyttäminen on ongelma. Kyseiset ajokerrat ovat olleet sopivia, kun eräkoot ovat olleet suuria. Nykyisin, kun tilauksia on monta ja eräkoot ovat pieniä, on vaikeuksia täyttää nämä isot ajokerrat. Tällöin niihin tulee pahimmillaan neljä eri tilausta, joista osa voi mennä vielä eri laivaankin.

Lisäksi ongelmia tuottaa E käytävän rullat. Käytävällä on 32 varastopaikkaa, joihin pienet eräkoot varastoidaan. Tilausmäärien kasvaessa on rullia jouduttu yhä enemmän varastoimaan kyseiselle käytävälle. Jos vaunuja puretaan samaan aikaan, kun laivan lastaus tapahtuu, niin suuri osa E käytävän paikoista on tilapäisesti pois käytöstä. Tämä tarkoittaa varastointi pinta-alan hetkellistä pudotusta.

6.2 Mittaustulokset

Varasto 19 mittaustuloksista on havaittavissa, että lastaus on nopeinta lähinnä laivaa, eli sektori yhdessä. Sektorin yhden keskiarvo on 1min41s. Mittaustuloksissa ei tule ilmi, että sektori yhdestä haettu taakka on nopeammin laivan kyljellä, kuin mitä hissi ehtii nousemaan takaisin ylös. Tämä vaikuttaa mittaustuloksissa aikoja alentavasti,

koska koneahtaajan ei tarvitse niin nopeasti ajaa hakemaan rullia. Sektori yhden nopeimmat paikkakohtaiset keskiarvoajat olivat 1min20s luokkaa. Sektori yhdestä lastattavat rullat saadaan laivattua niin nopeasti kuin hissi vain kulkee edestakaisin.

Mittaustuloksissa sektori kahden ja sektori kolmen välillä oli sekunnin aikaero lastausajoissa. Sektori kahden keskiarvo oli 1min50s ja sektori kolmen keskiarvo 1min49s. Matkassa näillä sektoreilla ei ole eroa. Arvelisin eron tulevan siitä, että sektori kahdesta hakiessa koneahtaajat joutuvat kääntymään 90° kulmassa, jolloin he joutuvat hieman hidastamaan vauhtia. Tästä syystä sektori kolmen lastaus sujui hieman nopeammin.

Sektorit neljä ja viisi ovat kauimpana laivasta. Sektorin viiden keskiarvo oli 2min5s ja sektori neljän keskiarvo oli 2min7s. Ero johtuu siitä, että sektori viiden otanta oli vain 13 aikaa, kun taas sektori neljän otanta oli 60 aikaa. Sektori 5 on todella ongelmallinen lastauksessa silloin, jos vaunusillalla puretaan samanaikaisesti vaunuja. Tällöin osa tai jopa kaikki E käytävän varastopaikoista ovat saamattomissa. Tässä tuliaan siihen tilanteeseen, että kumpi on tärkeämpää: saada laiva lastattua vai vaunut purettua? Jos lastauksessa tulee tällainen tilanne eteen, yleensä voidaan siirtyä seuraavaan pisteeseen. Väliin jäänyt piste otetaan käsittelyyn, kun se on mahdollista. Aina se ei onnistu, jos on esimerkiksi rullarinnan tiputtaminen menossa. Rullarinnan tiputtamisella tarkoitetaan laivan ruumassa tapahtuvaa rullan asteittain pudottamista. Tällöin joudutaan odottamaan, että kyseiset rullat saadaan lastattua ajo-ohjelman mukaisesti.

Varasto 17 puolella olennaisin tekijä oli kuljettu matka, joka vaikutti mittausaikoihin. Sektori yhden keskiarvo, joka oli laivaa lähimpänä, on 159 sekuntia eli 2min39s. Sektori kahden, joka on varaston kauimmaisina puoli, keskiarvo oli 183 sekuntia eli 3min3s. Sektori kolme, eli E käytävä, joka aikojen takia otettiin erilliseksi sektoriksi, oli keskiarvoltaan 287 sekuntia eli 4min47s. Sektori kolmen pidempi lastausaika selittyy sillä, että samaan aikaan varasto 17 vaunusillalla on purettu vaunuja. Tästä huomaamme, että vaunujen purku samaan aikaan lastauksen kanssa hidastaa lastausta todella paljon. Useasti E käytäviltä haetaan kerralla useampikin taakka, jolloin lastaukseen kulunut aika helposti tuplaantuu verrattuna muihin sektoreihin. Sama tilanne on varastossa 19, mutta aikoja mitatessa ei tullut samanlaista tilannetta vastaan.

Varasto 16 keskiarvo oli 191 sekuntia eli 3min19s. Varasto 16 keskiarvoa voi hyvin verrata varasto 17 sektori kahden keskiarvoaikaan, joka oli vain 16 sekuntia nopeampi kuin varasto 16 aika. Kyseinen 16 sekunnin ero johtuu pidemmästä matkasta. Itse luulin, että tuo ero varasto 16 ja varasto 17 sektori kahden välillä olisi ollut suurempi, kuin mitä mittaukset todistavat, joten se oli pieni yllätys.

Mittaustulokset antavat hyvän yleiskuvan, sillä mittauksissa on käytetty useampaa koneahtajaa. Jokaisen vauhti ja ajotyylit ovat omanlaisia, jolloin se antaa sopivan hajonnan mittauksille. Mittauksesta olisi tullut virheellinen, jos olisi seurattu vain yhtä koneahtajaa, koska ahtaajien ja eri trukkien erot vaihtelevat todella paljon.

7 PROJEKTIN KEHITTÄMINEN

Analyysin pohjalta todettiin, että nykyisillä resurssimäärillä ei pystytä tehostamaan lastausaikaa nykyisellä varaston pohjapiirroksella. Lastauksen tehostaminen nykyisellä pohjalla vaatisi muutaman ylimääräisen koneahtajan. Europortsin puolelta tämä ei ollut sopiva vaihtoehto, sillä se sitoisi henkilöstö- ja koneresursseja pois muista kohteista ja säästöt olisivat minimaalisia ajassa. Saatujen tulosten ja analyysien pohjalta työn seuraava vaihe oli lähteä kehittelemään uutta layoutia.

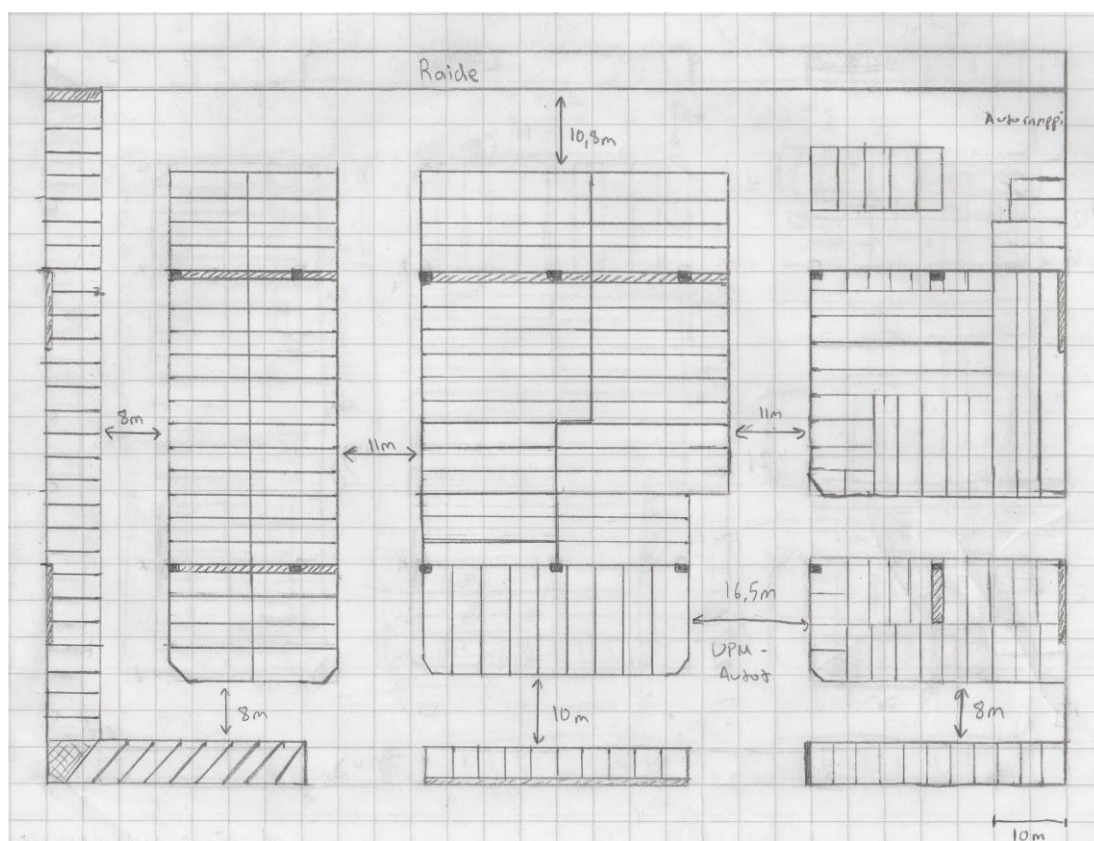
7.1 Uuden varastopohjan suunnittelu

Uutta varastopohjaa lähdettiin suunnittelemaan lastauksen nopeuttamiseksi. Mittaustuloksista saatujen tietojen perusteella tehtiin päätelmä, että lastaus sujuu nopeammin, jos varastopaikat ovat pääkäytävillä. Mitä enemmän sivukäytäviä joudutaan ”ylittämään”, sen hitaampi lastausvauhti on. Hieman lastausvauhtia hidasti rullien etsiminen ensimmäisessä hakukerrassa.

Uuden varastopohjan suunnittelussa on huomioitu, että halkaisijaltaan 150cm rullat tarvitsevat hieman isomman tilan varastoinnissa. Suunnittelussa tiedostettiin beto-

nipyivät, jotka hieman rajoittavat varastopaikkojen sijaintia. Lisäksi huomioitiin turvallisuuseikat, kuten kuinka monta ovea pitää saada aukinaiseksi, hätäpoistumistiet ja paloturvallisuuteen liittyvät säännökset. Näitä ovat, että varastossa pitää olla jokaisesta paikasta näköyhteys vähintään kahteen vaahtosammuttimeen. Yksi rajoittava tekijä varaston suunnittelussa oli UPM:n tuoteauto. Sille pitää olla varastossa paikka, jolloin sataessa rullat saadaan tyhjennettyä ilman niiden kastumista. Mikäli keli olisi hyvä, nämä rullat voitaisiin purkaa varaston ulkopuolellakin. UPM:n tuoteauto tarvitsee tilaa noin 16,5 metriä leveän alueen. (Luoma & Jussila henkilökohtainen tiedonanto 5.11.2014.)

Alla olevan uuden varastopohjan tavoitteena oli, ettei nykyinen varastointitila pienenesi liikaa ja vanhasta varastopohjasta saataisiin pitkät ajokerrat pois, tai niiden määrää vähennettyä. Tuloksena saatiin uusi varastolayout, joka hieman muistuttaa varasto 15 layoutia. Varaston layout on mittakaavassaan.



Kuva 3. Varasto 19 uusi layout

Uudessa pohjassa (kuvassa yllä) olisi 192 ajokertaa. Nykyisessä pohjassa näitä on 220, mutta ottaessa huomioon E käytävän ongelmat, ajokerta määrä vaihtelee 188–220 paikan välillä. Uudella pohjalla käytävät tultaisiin merkitsemään siten, että käytävät menisivät järjestyksessä A, B, C, D, E ja F vasemmalta oikealle.

Uudessa pohjassa on 17 ajokertaa 380cm leveydellä, jotka ovat tarkoitettu vain halkaisijaltaan 150cm rullien varastointiin. Loput 175 varastopaikkaa ovat leveydeltään noin 330cm. Erotuksena vanhaan pohjaan, yli 30 metriä pitkistä ajokerroista on päästy eroon tai laskennallisesti näitä tulisi olemaan maksimissaan kolme (tarkat mitat paikoista saadaan vasta, kun muutos on tehty, koska varastopohjan maalaamisessa voi tulla pieniä heittoja, jolloin nämä kolme paikkaa voivat mennä tuon 30 metrin yli). Vastaavasti 20–30 metriä pitkien ajokertojen määrä kasvaa. Vanhassa pohjassa niitä oli vain kahdeksan ja uudessa pohjassa niitä tulisi olemaan 17 tai 20, riippuen varastopohjan maalauksesta. Määrän kasvaminen ei ole ongelma, jos kyseisille paikoille varastoidaan sille sopivia eräkokoja.

Suurin ero vanhan ja uuden pohjan välillä ovat alle 5 metriä pitkät ajokerrat, joita vanhassa pohjassa oli peräti 93 kappaletta. Nykyisessä pohjassa niitä olisi vain 23. Ero selittyy sillä, että uudessa pohjassa suurin osa näistä vanhoista viiden metrin paikoista tulevat olemaan 7,5 / 6,5 / 5 metriä pitkiä.

Varastointipinta-alassa uusi layout on hieman pienempi. Vanhan layoutin tarjotessa 8042 m² varastointipinta-alan, uusi layout tarjoaisi 7755 m². Uudella layoutilla pinta-alaa saa vielä lisättyä, mikäli yrityksen puolelta näin haluttaisiin. Lähtökohtaisesti varaston pohjapiirroksen muutos tullaan toteuttamaan layoutilla, joka löytyy sivulta 28. Tarkemmat laskut uuden varasto layoutin varastointipinta-alasta löytyy LIITE 4 (sivulta 39).

Suunnittelun seuraavana vaiheena oli suunnitella ajokertoihin numerointi. Numerointi noudattaa hieman varasto 15 numerointia, jotta se olisi edes vähän tutunolainen koneahtaajille. Täysin uudenlainen numerointi voisi olla aluksi vaikea oppia, jolloin virheiden määrä voisi olla huomattavan suuri, kun muutosta lähdetäisiin toteuttamaan. Alla oleva kuva on hahmotelma tulevasta numeroinnista. Kuva ei ole mitta-kaavassa.

A40	B40	C40	D40	E40																				
A45	B39	C39	D45	E45																				
A44	B38	C38	D44	E44																				
A43	B37	C37	D43	E43																				
A42	B36	C36	D42	E42																				
A41	B35	C35	D41	E41																				
A40	B34	C34	D40	E40																				
A39	B33	C33	D39	E39																				
A38	B32	C32	D38	E38																				
A37	B31	C31	D37	E37																				
A36	B30	C30	D36	E36																				
A35	B29	C29	D35	E35																				
A34	B28	C28	D34	E34																				
A33	B27	C27	D33	E33																				
A32	B26	C26	D32	E32																				
A31	B25	C25	D31	E31																				
A30	B24	C24	D30	E30																				
A29	B23	C23																						
A28	B22	C22																						
A27	B21	C21																						
A26	B20	C20																						
A25																								
A24																								
A23																								
A22																								
A21																								
A20																								
A17/A16/A15/A14/A13/A12/A11/A10			D10	D11	D12	D13	D14	D15	E4	E3	E2	E1	E10											
													F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F191	

Kuva 4. Varasto19 pohjapiirroksen numeroiden hahmotelma

Uuden pohjapiirroksen toteutuskustannukset tulevat olemaan matalat, mikä oli yksi kriteeri projektin toteutuksessa. Muutoksia varastoon ei tule kuin ajokerroissa, joten muutuskustannukset tulevat koostumaan vain maalaamisesta. Uuden pohjan maalaaminen olisi tarkoitus toteuttaa juhannuksena 2015, sillä silloin UPM:n tehtailla on seisokit. Tällöin varastoissa on reilummin tilaa, jolloin muutokset saadaan toteutettua.

DMAICin mukaan seuraavana vaiheena olisi control eli ohjaus. Kyseistä vaihetta ei voitu suorittaa opinnäytetyön puitteissa, koska muutokset tehdään vasta juhannuksena 2015 aikana.

7.2 Johtopäätökset ja pohdinta

Kokonaisuutena olen itse tyytyväinen saatuihin tuloksiin. Uskon, että lastaus tulee nopeutumaan uudella pohjalla verrattuna nykyiseen. Opinnäytetyön aikana uutta pohjaa ei vielä pystytä testaamaan, jolloin uuden pohjan tiedot ovat vain teoreettisia.

Itse en näe syytä miksi uuden pohjan mittaustulokset tulisivat eroamaan merkittävästi nykyisen pohjan mittaustuloksista.

Saaduilla tuloksilla voitaisiin teoreettisesti laskea säästöt lastausajassa, kun sektoria neljä ja viisi ei enää olisi uudessa pohjassa. Verrattaessa sektorien kolme ja neljä aikojia huomataan, että niissä oli 18 sekunnin ero kertahaussa. Uudessa pohjassa ei ole sivukäytäviä, jolloin kuljettu matka pääkäytävillä hieman kasvaa. Kuljettu matka tuo arviolta maksimissaan kahdeksan sekunnin lisän keskiarvoon, jolloin erotukseksi jäisi vielä kymmenen sekuntia. Sektorit neljä ja viisi vievät noin 1985m² varaston varastointipinta-alasta. Tämä on melkein 25 % koko varaston varastointialasta.

Esimerkiksi koneahtaaja tekee vuoronsa aikana 250 hakua kasoista. Näistä 25 % osuisi sektoreille neljä ja viisi, eli yhteensä 62,5 hakua, joka voidaan pyöristää 62 haku kertaan. Ero vanhan ja uuden välillä näissä sektoreissa oli nyt teoreettisesti se 10 sekuntia, jolloin yhden vuoron aikana säästyisi lastausaikaa 10min20sek per koneahtaaja. Laivaa pyritään normaalisti lastaamaan viiden tai kuuden koneahtaajan voimin, jolloin tämä säästö olisi tunnin luokkaa per vuoro.

Uudella pohjalla on päästy eroon vanhan pohjan pullonkauloista, joita olivat E käytävä ja yli 30 metriä pitkät ajokerrat. Tarkalleen nämä olivat 34,5 metriä pitkiä ja näitä on kymmenen kappaletta. Uudessa pohjassa pisimmät ajokerrat tulevat olemaan maksimissaan 31 metriä ja näitä on maksimissaan kolme. Mikäli uudessa pohjassa havaitaan tulevaisuudessa puutteita tai ongelmia, pystytään mahdollisia korjauksia tekemään tilanteen mukaisesti. Suurin huolenaihe uuden pohjan toimivuudessa tulee olemaan alentuneet ajokerta määrät ja varastointi pinta-ala, joka on pudonnut 3,75 %.

Mikäli uuteen pohjaan halutaan lisää varastointi paikkoja ja samalla varastointi pinta-alaa, sitä on mahdollisuus saada raiteen ja lähimpien varastointipaikkojen B, C, D ja E käytävien päädyistä. Raiteen ja päätyjen väli on 10,8m. Riittävä tila vaunujen purussa olisi 8 metriä. Tällöin B-C ja D-E ajokertojen päätyihin saataisiin tehtyä vielä noin 2,8 metriä syvät ajokerrat. Tämä nostaisi varastointipinta-alaa, joka tällä hetkellä on hyvin tiukka. Ajokertoja tulisi lisää 20 kappaletta, jolloin ajokertojen kokonaismäärä nousisi 212 paikkaan, joka olisi jo lähellä nykyistä määrää. Samalla varastointipinta-ala nousisi 185m², jolloin varastointipinta-ala kokonaisuudessaan olisi 7940m². Ainoa haittapuoli tässä tilanteessa olisi rullien haku, joka tapahtuisi raiteen

puolelta. Uuden layoutin suunnittelussa junaraiteen puoleinen haku pyrittiin eliminoimaan, koska se hidastaa lastausaikaa.

Uusi layout ei poista sitä tosiasiaa, että kaikki rullat eivät tule mahtumaan varastoon 19. Rullia tullaan varastoimaan ainakin osittain vielä varasto 17 puolelle. Varasto 17 puolelta olisi syytä miettiä jokin oma tila Amerikan rullille.

Mikäli layoutia ei muuteta, yksi keino lastausajan nopeuttamiseksi olisi lisätä henkilöresursseja. Normaalisti laivaa on lastaamassa 5-6 koneahtajaa varaston puolella, ja 5-6 koneahtajaa laivassa. Kahden tai kolmen koneahtajan lisä molemmin puolin lisäisi hieman lastausnopeutta. Jossain vaiheessa tultaisiin kuitenkin tilanteeseen, jossa varastopuolen koneahtajat odottavat hissiä. Henkilöstömäärän lisääminen toisi mukanaan ongelmia henkilöstöressurssien suunnittelussa. Se sitoisi melkein yhden porukan verran ahtaajia pois toisesta työkohteesta, jolloin toinen lastauskohde myöhästyi.

Konkreettisempi tapa, jonka kanssa lastausaikaa saataisiin nopeutettua, olisi luopua plaanin (lastauksen suunnittelun) tarkasta noudattamisesta tai vastaavasti sitä olisi hyvä pystyä muokkaamaan lastauksen yhteydessä. Spliethoff laivojen lastauksen suunnittelu tapahtuu siten, että varustamolta tulee tarkka plaani, jossa näkyy mihin mikäkin piste tulisi lastata ja missä järjestyksessä pisteet lastataan. Varustamolta tuleva tarkka plaani johtuu siitä, että sen avulla saadaan otettua huomioon kuljettava merimatka ja olosuhteet. Tarkalla plaanilla saadaan lastin painotus- ja neliöpainot.

Ongelma tässä kohtaa muodostuu siitä, että rullien varastointivaiheessa ei ole tietoa, mihin väliin mikäkin piste tulee lastauksessa. Tällöin saman sataman tilauksia laiteetaan samoihin ajokertoihin. Siinä vaiheessa, kun työnjohto saa alustavan laivan plaanin, samassa ajokerrassa olevat tilaukset voivat olla aivan eri paikoissa lastaus plaanissa. Välillä takana oleva tilaus tarvitsee lastata ensimmäisenä laivaan, jolloin joudutaan siirtämään edessä oleva tilaus sivuun. Lastauksen nopeuttamiseksi olisi hyvä, jos edessä olevan pisteen voisi lastata samalla laivaan, kun takimmaista pistettä ollaan lastaamassa. Tällöin välttyttäisiin turhilta rullien siirroilta. Toki tätäkin aihetta tulee tarkastella kriittisesti, sillä omat muutokset plaanissa voivat vaikuttaa koko laivan lastaukseen.

Mikäli lastauksen suunnittelua ei pystytä muokkaamaan enemmän tilannekohtaiseksi olisi hyvä miettiä Operan kehitystä enemmän varastoinnihallintaan/ohjaukseen pohjautuvaksi. Tällöin ainakin osittain välttäisiin tilauksien ristiin menemiseltä, joka lastausajassa aiheuttaa ylimääräistä aikaa, kun rullia lähdetään siirtelemään.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli mitata ja mallintaa nykyinen suorasyöttövarasto Euroports Rauma Oy:lle ja etsiä lastausprosessista mahdollisia pullonkauloja lastaukseen liittyen. Mikäli mahdollisia ongelmakohtia varastoinnin pohjapiirroksessa ilmenee niin mahdollisesti suunnitella ja mallintaa uusi pohja. Tämän tyypiseen työhön ei oikein löydy kunnollista teoriamateriaalia, koska vastaavia varastoratkaisuja ei löydy Suomesta tai koko maailmastakaan. Teoria keskittyi pitkälti yrityksessä käytettävään laatujohtamisen työkaluun Lean Six Sigmaan. Lisäksi teoriassa käsiteltiin varastointia linkitettyinä yrityksen omaan toimintaan ja käytäntöön. Tietolähteinä käytettiin pitkälti kirjoittajan omia kokemuksia ja tietoa, sekä projektitapaamisista saatua tietoa. Opinnäytetyö tehtiin DMAICin mukaisesti.

Opinnäytetyön empiirisessä osassa havainnollistettiin mittaamalla ja mallintamalla nykyinen tila suorasyöttövaraston osalta. Saatuja tuloksia ja havaintoja käytiin läpi projektitapaamisissa, joissa ideoitiin yrityksen kannalta parhaimmat ratkaisut. Mittaustulosten määrä oli riittävä saadaksemme kattavan kuvan nykyisestä yleistilanteesta lastausajoissa.

Saatujen mittaustulosten pohjalta tultiin siihen tulokseen, että lähdettiin kehittelemään uutta layoutia suorasyöttövarastolle, koska vanhassa pohjassa ei ollut enää varaa tehdä muutoksia. Vanha layout oli yksinkertaisesti tehty jo niin täyteen, että lisää varastopaikkoja tai varastointipinta-alaa ei ollut mahdollista saada lisää. Uuden layoutin tekeminen oli ainoa keino edistää lastausprosessia.

Seuraavana on yhteenveto vanhan ja uuden layoutin eroista. Taulukossa on varastointipinta-ala laskettuna vanhalle ja uudelle layoutille. Lisäksi huomioon on otettu mahdollinen kehitysehdotus, joka löytyy kappaleesta 7.2 johtopäätökset alaotsikon alta (sivulta 31). Taulukosta löytyy varastopaikkojen lukumäärät ja vielä tarkempi jaottelu paikkojen pituuksien mukaan.

Taulukko 3. Varasto 19 layoutin vertailu

	Nykyinen	Uusi	Mahdollinen
Varastointipinta-ala	8042 m ²	7755 m ²	7940m ²
Varastopaikkojen määrä	220	192	212
Ajokerrat yli 30m	10	0 tai max 3*	0 tai max 3*
Ajokerrat 20m-30m	8	17* tai 20	17* tai 20
Ajokerrat 15m-20m	65	27	27
Ajokerrat 10m-15m	29	47	47
Ajokerrat 5m-10m	15	75	75
Ajokerrat alle 5m	93	23	43
Yhteensä:	220	192	212

*Varasto 19 varastokartan mukaan yhteenlaskettu ajokerran pituus alueella olisi 31,6 metriä. Mittauksessa saatu pituus oli hieman alle 30 metriä.

Uusi layout tulee toimimaan pohjana uudelle varasto layoutille. On mahdollista, että pieniä muutoksia tulee vielä siinä vaiheessa, kun uutta layoutia päästään testaamaan käytännössä. Suuria muutoksia pohjaan tuskin tulee, mutta pienet muutokset ovat mahdollisia.

Lisätäkseen lastausnopeutta yrityksen tulisi vielä miettiä erikseen lastauksen suunnittelua. Tarkoittaen sitä, että nykyiseen valmiiseen plaaniin olisi pystyttävä tekemään muutoksia, kun niitä havaitaan. Nykyisellään laivanlastaus plaani on saatavilla vasta muutama päivä ennen laivan saapumista ja osa rullien varastoinnista tapahtuu jopa viikkoa/viikkoja ennen laivan saapumista. Rullien ylimääräinen siirtely varastopaikoissa lisää rullien rikkoutumisriskiä. Mikäli tilauksilla on sama satama, on periaatteessa turhaa siirrellä toinen tilaus pois edestä, kun molemmat kuitenkin ovat kyseiseen laivaan menossa. Samalla laivan lastaus nopeutuisi, kun turhia siirtelyjä ei tulisi. Mikäli laivan lastaukseen ei haluta koskea, niin yksi vaihtoehto olisi kehittää Operaan varastoinnin hallinnan/ohjauksen osalta.

LÄHTEET

Desai, D. K. 2010. Six Sigma. Mumbai: Himalaya Publishing House. Viitattu 27.4.2015.

<http://site.ebrary.com.lillukka.samk.fi/lib/SAMK/reader.action?docID=10415095>

Euroports Rauman www-sivut. Viitattu 12.1.2015. <http://www.euroports.fi/rauma/fi>

Europortsin www-sivut. Viitattu 12.1.2015. <http://www.euroports.com/>

George, M. L. 2003. Lean Six Sigma for Service. United States of America: McGraw-Hill.

Kauppalehden www-sivut. Viitattu 19.1.2015.

<http://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/euroports+rauma+oy/02130650>

Logistiikan Maaailman www-sivut. Viitattu 11.5.2015.

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

Luoma, K. 2014. Työ- ja tuotantopäällikkö Euroports Rauma Oy. Rauma. Projekti haastattelu/tapaaminen 19.9.2014. Haastattelijana Joonas Eklund. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Luoma, K. & Jussila, J. 2014. Työ- ja tuotantopäällikkö & laatukontrolleri, Euroports Rauma Oy. Rauma. Projekti haastattelu/tapaaminen 26.9.2014. Haastattelijana Joonas Eklund. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Luoma, K. & Jussila, J. 2014. Työ- ja tuotantopäällikkö & laatukontrolleri, Euroports Rauma Oy. Rauma. Projekti haastattelu/tapaaminen 5.11.2014. Haastattelijana Joonas Eklund. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

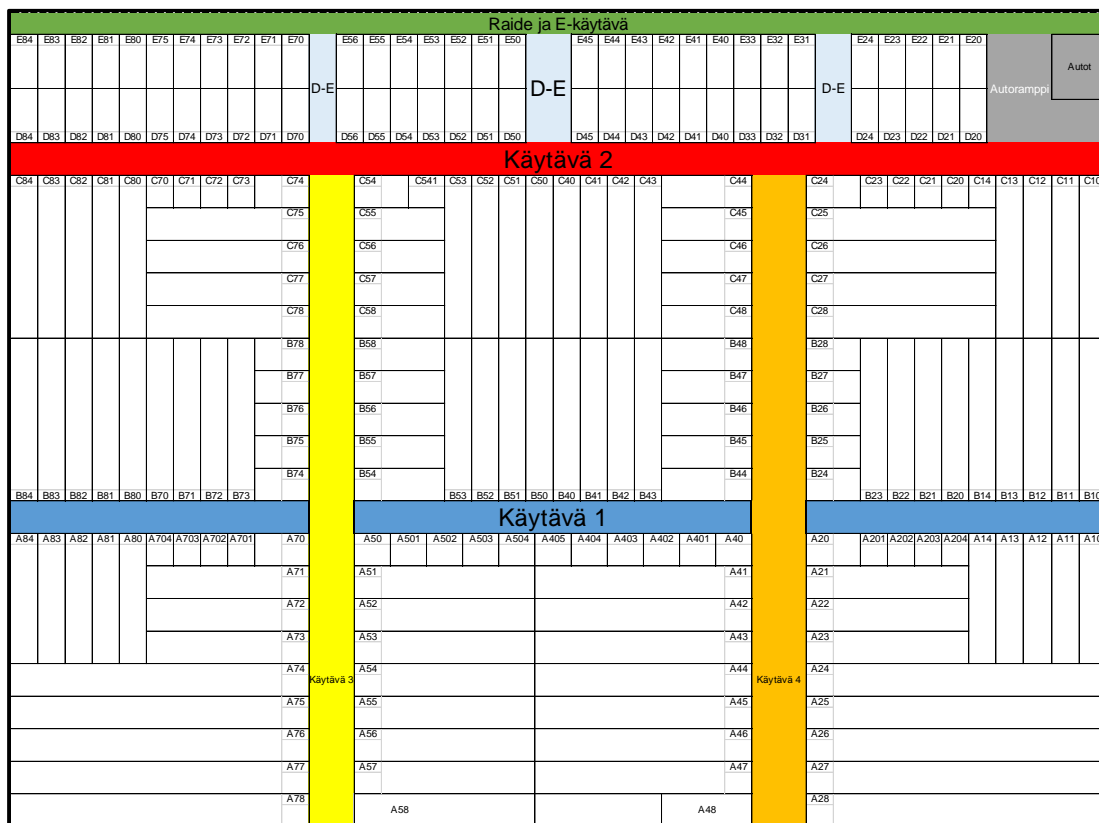
Plenert, G. 2006. Reinventing Lean: Introducing Lean Management into the Supply Chain. United Kingdom: Butterworth-Heinemann. Viitattu 27.4.2015.

<http://site.ebrary.com.lillukka.samk.fi/lib/SAMK/detail.action?docID=10150558>

Rauman sataman liikennetilastot 1991–2014.pdf. Viitattu 12.1.2015. Euroports Rauma intranet

Rauman sataman liikennetilasto 1.1–31.12.2014.pdf. Viitattu 12.1.2015. Euroports Rauma intranet.

Six Sigma www-sivut. Viitattu 27.4.2015. <http://www.sixsigma.fi/fi/etusivu>



Kuva ei ole mittakaavassa

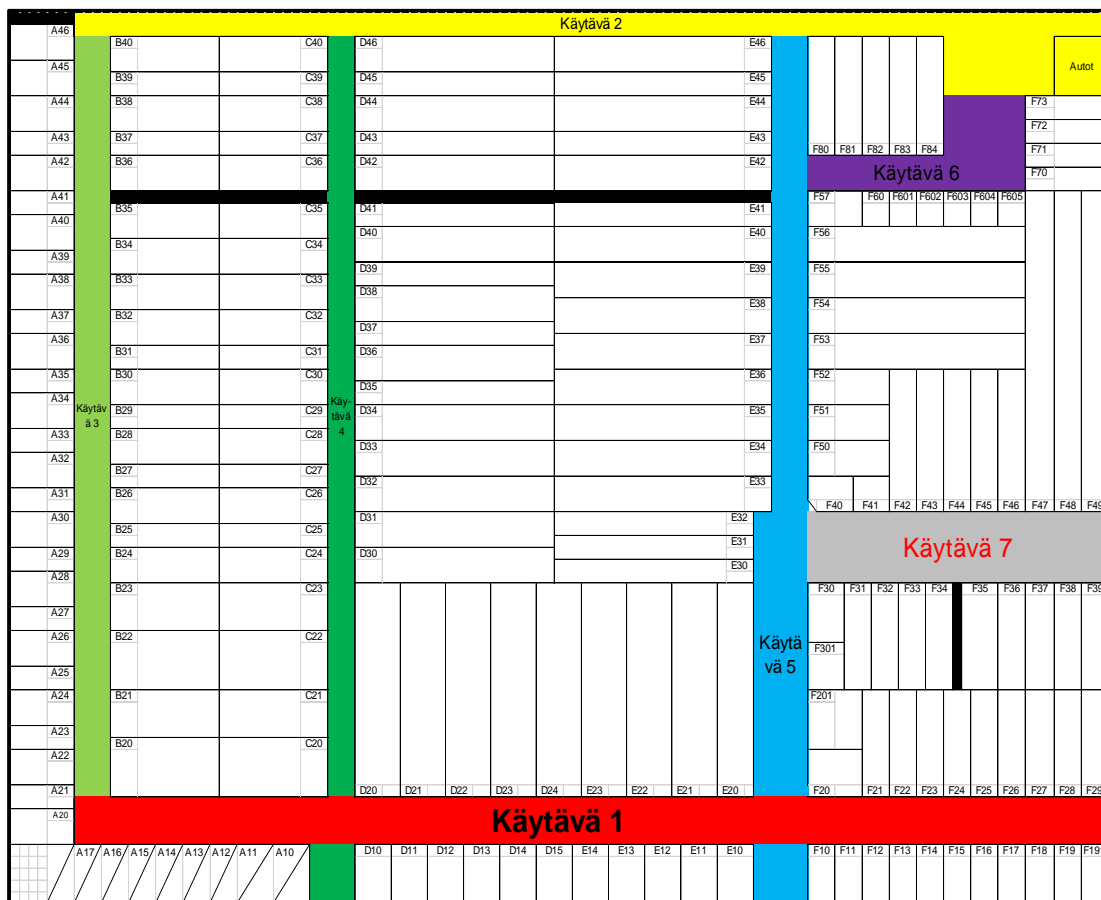
Varasto 19 pinta-ala			Väri "koodi"
Koko varasto	100m*140m =	14000m ²	
Käytävä 1	8m*107m =	856m ²	Sininen
Käytävä 2	8m*140m =	1120m ²	Punainen
Käytävä 3	16,5m*40m +11m*30m =	990m ²	Keltainen
Käytävä 4	16,5m*40m +11m*30m =	990m ²	Oranssi
Välikäytävät D-E	5,9m*9,4m*3 =	166,38m ²	Vaalen Sininen
Raide ja E-käytävä	6,2m*122m =	756,4m ²	Vihreä
Autojen purkupaikka	16,4m*18m =	295,2m ²	Harmaa
Raide	5,6m*140m =	784m ²	(ei näy kuvassa)
Yhteensä:		8042,02m²	

LIITE 2

Mittausten jaottelu sektoreihin: Varasto 19									
Ajat sekuntteina									
Sektori 1	Sektori 2	Sektori 3	Sektori 4	Sektori 5					
Ajat	91	Ajat	128	Ajat	116	Ajat	136	Ajat	154
	107		129		105		93		116
	90		177		98		112		128
	100		155		101		101		117
	105		124		90		125		125
	83		149		109		140		107
	88		156		99		93		137
	94		130		108		121		132
	96		139		96		118		124
	100		140		102		113		98
	104		141		104		140		104
	97		136		110		107		100
	101		148		104		115		180
	107		136		107		120		
	101		141		102		118		
	78		128		109		121		
	86		137		120		120		
	99		125		107		116		
	85		118		109		120		
	91		136		100		116		
	111		133		128		132		
	175		117		90		120		
	107		140		110		119		
	120		130		107		118		
	117		151		98		155		
	127		87		126		114		
	92		116		109		90		
	106		94		135		93		
	108		87		99		105		
	91		101		110		98		
	103		84		106		138		
	100		88		118		129		
	110		96		104		126		
	99		84		111		121		
	77		87		99		135		
	80		89		155		163		
	73		87		137		165		
	74		136		110		187		
	70		85		101		217		
	100		83		111		178		
	98		82		121		154		
	109		87		116		144		
	91		79		99		174		
	100		76		109		135		
	102		77		103		151		
	99		82		100		151		
	107		76		115		157		
	108		78		104		96		
	136		70		113		87		
	104		72		102		107		
	163		92		109		122		
	117		92		127		132		
	123		82		124		131		
	152		90		107		121		
	105		82		108		124		
	80		91		105		116		
	85		134		115		106		
	73		176		124		120		
	87		124		118		117		
	84		105		147		127		
	97		123		116				
			113		118				
			110		117				
			115		112				
			118		112				
			117		113				
			115		123				
			137		123				
			124		73				
			111		90				
			127		79				
			123		82				
			114		101				
			121		100				
			83		104				
			87		101				
			76		100				
			79		105				
			123						
			130						
			125						
			102						
			88						
			80						
			103						
			87						
			82						
			84						
			90						
			99						
			103						
Keskiarvo	101	Keskiarvo	110	Keskiarvo	109	Keskiarvo	127	Keskiarvo	125
Aika	1,41	Aika	1,50	Aika	1,49	Aika	2,07	Aika	2,05

LIITE 3

Mittausten jaoittelu sektoreihin varasto 17					
Ajat sekuntteina					
Sektori 1		Sektori 2		Sektori 3	
Ajat	130	Ajat	151	Ajat	302
	124		133		267
	105		140		178
	132		144		162
	130		132		179
	126		135		261
	140		125		228
	141		136		470
	165		129		537
	183		137		
	180		123		
	170		162		
	177		173		
	190		165		
	211		167		
	182		178		
	171		174		
	259		151		
	140		164		
	110		157		
	119		158		
	128		160		
	113		155		
	126		156		
	190		161		
	240		176		
	176		167		
	189		135		
	152		148		
	164		140		
			385		
			216		
			231		
			241		
			218		
			231		
			272		
			218		
			220		
			292		
			221		
			330		
			243		
Keskiarvo	159	Keskiarvo	183	Keskiarvo	287
Aika	2,39	Aika	3,03	Aika	4,47



Kuva ei ole mittakaavassa.

Varasto 19 pinta-ala			Väri "koodi"
Koko varasto	100m*140m =	14000m ²	
Käytävä 1	8m*63,1m + 10m*69,4m=	1198,8m ²	Punainen
Käytävä 2	10,8m*132,5m =	1431m ²	Keltainen
Käytävä 3	8m*69,6m=	556,8m ²	Vaalean vihreä
Käytävä 4	16,5m*5m +11m*69,6m =	848,1m ²	Tumman vihreä
Käytävä 5	11m*44,6m +16,5m*29m =	969,1m ²	Vaalen Sininen
Käytävä 6	5,2m*25m +8,5m*5,2m	174,2m ²	Violetti
Käytävä 7	8m*35,3m	282,4m ²	Harmaa
Raide	5,6m*140m =	784m ²	(ei näy kuvassa)
Yhteensä:		7755,6m²	