

Konttiterminaalien layout-suunnittelu

Juuso Mäntylä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Mäntylä, Juuso	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 1.5.2016
	Sivumäärä 43	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Konttiterminalin layout-suunnittelu		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), Logistiikka		
Työn ohjaaja(t) Hannu Lähdevaara, Toni Kokkonen		
Toimeksiantaja(t) Finnsteve Oy Ab		
Tiivistelmä <p>Suomen riippuvuus merikuljetuksista tuonnissa ja viennissä osaltaan asettaa satamissa toimivat satamaoperaattorit haastavaan tilanteeseen. Kovan kilpailun vuoksi operaattorien täytyy jatkuvasti kehittää ja arvioida toimintaansa satamassa. Kontinkäsittelyn tehokkuuden lisäksi sataman kilpailukykyä määrittelee suuresti myös kontinkäsittelyn ja siirtymien pitäminen turvallisina.</p> <p>Konttiterminalin layout-suunnittelulla pyritään vaikuttamaan kontinkäsittelylaitteiden ajomatkojen lyhentämiseen turvallisuusriskeittä. Layoutin suunnittelussa täytyy pohtia, miten konttiterminalin toimintaa voitaisiin tehostaa ettei konttiterminalin toiminnan tehostuminen tapahtuisi pohjapaikkojen määrän kustannuksella. Kehittämisen ja suunnittelutyö tapahtui havainnoinnin ja haastattelun avulla. Tutkimus ja layout-ehdotus tehtiin yhteistyössä toimeksiantajan kanssa huomioiden yrityksen tarpeet.</p> <p>Tuloksista ilmeni, että layoutin vaihdolla ja lyhentyneillä ajomatkoilla voitaisiin saada huomattavia ajallisia säästöjä. Niiden tuomat kustannussäästöt ovat varsin suuria, kun kyseessä on ison kokoluokan satamaoperaattori. Pienetkin ajalliset vähennykset voivat tuoda huomattavia kustannussäästöjä vuosittain, kun on kyse näinkin suurista kustannuksista ja materiaalivirroista.</p> <p>Tutkimuksen tuloksista voidaan päätellä, että layoutin vaihdolla saataisiin operaattorille aikasäästöjä lukkityöskentelystä. Pelkällä layoutin vaihdolla ei välttämättä saada kaikkea hyötyä irti, mikä voitaisiin saada sisällyttämällä muutosprosessiin kaluston päivitys. Muutosprosessissa pitää huomioida Vuosaaren sataman muutokset sekä liikenne- ja tavaramäärien tasainen kasvu Itämeren alueella.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Layout, Konttiterminali, Satama, Vuosaaren satama		
Muut tiedot Liitteet luottamuksellisia		

Author(s) Mäntylä, Juuso	Type of publication Bachelor's thesis	Date 1.5.2016 Language of publication: Finnish
	Number of pages 43	Permission for web publication: x
Title of publication Layout designing in container terminal		
Degree programme Degree programme in Logistics		
Supervisor(s) Hannu Lähdevaara, Toni Kokkonen		
Assigned by Finnsteve Oy Ab		
Abstract <p>Finland's dependence on sea transport sets the port operators in a difficult position. This situation results in hard competition at the ports. Port operators are forced to constantly develop their operations and at the same time assess their situation at the port. Port operator's ability to compete is dependent on their efficiency of container handling and at the same time maintaining safety on routes.</p> <p>The research aimed at reducing driving distances from ship-to-shore cranes to containers by changing the layout of the design. The starting point for reducing the driving distances is not to increase safety threats. In layout design the efficiency of the container handling must be done without reducing the amount of the ground slots. The research plan and development work was carried out observing and interviewing. The research and layout plan was done in co-operation with the client taking into consideration their needs and hopes.</p> <p>The results indicated that operator save time by reducing driving distances during the container handling processes. These time savings would be considerable and would help reduce costs. Port operators dealing with big volumes have big maintenance costs because of the machinery and workforce needed in the processes. Even minor time savings in container handling will have a big impact on a yearly basis.</p> <p>The results point out that changing the layout might give some time savings to the operator but in order to maximize the benefits the machinery needs to be updated as well. The upcoming changes at the Baltic sea and constantly increasing freight traffic must be taken into account.</p>		
Keywords/tags (subjects) Layout, Container terminal, Port, Port of Vuosaari, Container handling		
Miscellaneous All attachments are confidential		

Sisältö

1	Johdanto.....	4
1.1	Suomi on riippuvainen meriliikenteestä.....	4
1.2	Finnsteve Oy Ab	4
1.3	Finnsteve Vuosaarella	5
2	Konttiliikenne	6
2.1	Kontti	6
2.2	Kontin käytön edut ja haasteet	7
2.3	Konttiliikenne Suomessa.....	8
2.4	Konttiterminaali	8
2.5	Sataman sidosryhmät	10
3	Satamatoiminnot.....	10
3.1	Lastaaminen ja purkaminen	11
3.2	Lastinkäsittely	11
3.3	Varastointi.....	12
4	Kalusto.....	12
4.1	Konttilukki	12
4.2	Kurotintrukki	13
4.3	Laiturikonttinosturi	14
4.4	Kumipyöräkonttinosturi.....	15
4.5	Kiskoilla kulkeva pukkinosturi.....	16
5	Layout-suunnittelu	17
6	Tutkimusmenetelmät.....	19
6.1	Tutkimusote	19
6.2	Kvantitatiivinen tutkimus.....	20
6.3	SWOT-analyysi	20
7	Lähtötilanne ja layout-suunnitelmat.....	20
7.1	Layout 1	22

	2
7.2 Layout 2	22
7.3 Layout 3	23
8 Tulokset	24
9 Analysointi.....	27
10 Pohdinta	31
Lähteet.....	33
Liitteet	35

Kuviot

Kuvio 1. Vuosaaren satama	6
Kuvio 2. Finnsteven konttikenttä	9
Kuvio 3. Konttilukki.....	13
Kuvio 4. Kurotintrukki.....	14
Kuvio 5. Ship to shore gantry crane	15
Kuvio 6. Kumipyöräkonttinosturi	16
Kuvio 7. Kiskoilla kulkeva pukkinosturi	17
Kuvio 8. Konttilukin ajoreitti nykyisessä layoutissa	21
Kuvio 9. Vaihtoehto 1.....	22
Kuvio 10. Vaihtoehto 2	23
Kuvio 11. Vaihtoehto 3.....	24
Kuvio 12. Göteborgin satama	25
Kuvio 13. Wilhemshavenin satama	25
Kuvio 14. Erikokoisten laivojen suuntaa antavia kääntöaikoja.....	27
Kuvio 15. Suuntaa antavat kustannussäästöt käsittelyajoissa.....	29

Taulukot

Taulukko 1. Konttien mitat.....	7
Taulukko 2. Konttiterminaalien valintojen vaikutus	18
Taulukko 3. Satunnaisotannan keskiarvot	26
Taulukko 4. SWOT-analyysi	30

1 Johdanto

1.1 Suomi on riippuvainen meriliikenteestä

Suomen meriliikenne on kasvanut tasaisesti lukuun ottamatta vuotta 2008, milloin alkoi talouden laskusuhdanne Euroopan Unionin alueella. Vuoden 2009 jälkeen Suomen meriliikenne on kasvanut jälleen ja on saavuttamassa vuoden 2008 tason. Vuonna 2011 Suomen viennistä 88,5 % ja tuonnista 82 % suoritettiin meriteitse laivakuljetuksina. Voidaan siis sanoa, että Suomi on riippuvainen merikuljetuksista. (Liikennevirasto 2013.)

Helsingin Vuosaaren satama voidaan luokitella feeder-satamaksi, jonka tehtävänä on toimittaa kontteja suuriin Keski-Euroopan valtamerisatamiin, kuten Travemundeen ja Amsterdamiin. Feeder-satamille joustavuus kontinkäsittelyssä on ensisijaisen tärkeää, koska aina kaikki ennakkoon suunnitellut konttien siirrot eivät toteudu. Kontit saattavatkin vaihtaa laivaa viime hetkellä ja tämä korostuu varsinkin konttiterminaalin layoutin toimivuutta, tehokkuutta ja joustavuutta kontinkäsittelyssä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Helsingin Vuosaaren satamassa toimivalle Finnsteve Oy Ab:lle uusi konttipihan layout, jonka avulla operaattorin tehokkuutta konttien käsittelyssä voitaisiin parantaa ilman kaluston päivityksiä. Suunnittelutyö kohdistuu pääasiassa toimeksiantajan omien fyysisten resurssien uudelleen sijoitteluun jo olemassa olevalla konttiterminaali-alueella.

1.2 Finnsteve Oy Ab

Finnsteve Oy Ab on kokonaan Finnlines-varustamoyhtiön omistama satamaoperaattori, jolla on toimintaa Helsingin Vuosaaren satamassa sekä Turun satamassa. Finnsteve-yhtiöiden alle kuuluvat Finnsteve Oy Ab, Containersteve Oy Ab sekä FS Terminals Oy Ab. Finnsteven tarkoituksena on tuottaa säännöllisen linjaliikenteen tarvitsemia suuryksikköpalveluita operoimissaan satamissa. Liikeidean tavoitteena on tuottaa asiakkaille parhaat satamapalvelut Vuosaarissa ja Turussa.

Finnsteven toiminnan perustuu on asiakaslähtöisyyteen ja toiminnallinen erinomaisuus. Asiakkaan vuoksi tehdään jatkuvaa työtä, jotta voidaan taata koko kuljetusketjun toimivuus ja yhteensopivuus satamasta eteenpäin asiakkaalle asti. Finnsteve tarjoaa asiakkailleen kaikki satamaoperoinnissa tarvittavat palvelut, kuten ahtaus, terminaalitoiminnot, varastointi, huolinta ja dokumentointi. Finnsteven suurin yksittäinen asiakas on sen emoyhtiö Finnlines Oyj. (Finnsteve n.d.)

Finnsteve siirsi toimintansa Helsingin Länsisatamasta ja Sompasaaresta Vuosaaren satamaan marraskuussa 2008. (Grön 2010, 8.) Yrityksen liikevaihto vuonna 2014 oli noin 21,5 miljoonaa euroa ja töissä oli 191 henkeä. (Taloussanomat n.d.)

1.3 Finnsteve Vuosaarissa

Vuosaaren satama on yksi Suomen tärkeimpiä tuonti- ja viennin satamia. Vuonna 2015 sataman kokonaistavaraliikenne nousi noin 11,4 miljoonaan tonniin, kasvua oli 5,3 % verrattuna edellisvuoteen. Tuonnin määrä yksiköitystä tavarasta oli noin 4,8 miljoonaa tonnia ja viennin 5,5 miljoonaa tonnia. Vuonna 2015 konttiliikenne Vuosaarissa kasvoi 7,5 % vuoteen 2014 verrattuna, saavuttaen 430 000 TEU:n määrän. TEU on konttiliikenteessä käytettävä perusmitta. Yksi TEU tarkoittaa yhtä kahdenkymmenen jalan konttia. Vuosaaren sataman läpi kulki vuonna 2015 yhteensä 516 000 tavarakuormayksikköä. Kokonaismatkustajaliikenne nousi satamassa vuonna 2015 11,6 miljoonaan henkilöön. Satamaväylän syväys on Vuosaaren satamassa nykyään 12,5m, jolloin nykyisellä syvyyksellä satamaan kykenevät saapumaan kokoluokaltaan 800-1000 TEU:n alukset. (Port of Helsinki n.d.)

Finnstevellä on Helsingissä konttifeeder-lastinkäsittelyyn neljä kappaletta Post-Panamax luokan STS-konttinostureita (Ship-to-Shore). Yhden nosturin nostoteho on 65tn ja niillä voidaan nostaa kaksi kahdenkymmenen jalan konttia yhtäaikaaisesti tai yksi neljänkymmenen jalan kontti. Yli 90 tonnia painavat taakat nostetaan koukun avulla. Finnstevellä on tällä hetkellä mitoitettuna 2500 TEU:n pohjapaikat konttiterminaalissa. Nykyisellä kontinkäsittelykalustolla voidaan pinota kaksi konttia päällekkäin, joten kentälle mahtuu käytännössä 5000 TEU:ta. (Kts. kuvio 1.) Kentältä löytyy myös 184 reefer-kenttäpaikkaa kylmävarastointia vaativille konteille, sekä 7000 TEU:n depot-kapasiteetti tyhjille konteille. Lastin käsittelyyn ja varastointiin on

käytössä kolme varastoterminaalia, joissa on varastointitilaa yhteensä 50 000m².
(Finnsteve n.d.)



Kuvio 1. Vuosaaren satama, Finnsteve oikealla merkittynä FS (Finnsteven n.d.)

2 Konttiliikenne

2.1 Kontti

Kontin käyttöönotto on mahdollistanut nykyaikaisen kansainvälisen kaupankäynnin maailmassa. Kontti on kustannustehokas ja joustava kuljetusväline, jota käytetään nykypäivänä maailmanlaajuisesti. Tavaraliikenteen on ennustettu kasvavan talouden suhdannevaihteluista huolimatta. Kontit ovat tavallisimmin meriliikenteessä käytettäviä kuljetusyksiköitä, mutta nykypäivänä ne ulottuvat jo juna- ja maantiiliikenteeseen. Meriliikenteessä käytettävät kontit ovat suurimmaksi osaksi 20 jalkaa (twenty-foot equivalent unit = TEU) tai 40 jalkaa (forty-foot equivalent unit = FEU). Näistä TEU luokitellaan meriliikenteen perusmitaksi, jolla ilmaistaan kuljetusalusten kuljetuskapasiteettia sekä konttiterminaalien varastointikapasiteettia. Yksi FEU vastaa kahta TEU:ta. Konttien mitat (kts. taulukko 1 Konttien mitat) on ilmoitettu kansainvälisessä ISO-standardissa (International Standardization Organisation), Suomessa SFS-standardeissa (Suomen Standardisoimisliitto). Muut vaatimukset turvallisista konteista on ilmoitettu International Maritime Organizationin kansainvälisessä yleissopimuksessa. (Santala 1989, 65-67.)

Taulukko 1. Konttien mitat (Santala 1989, 67.)

	20 '-kontti		40 '-kontti	
Sisätilavuus	32,8 m ³		67,2 m ³	
Bruttopaino	21640 kg		26500 kg	
Kontin paino	2360 kg		3 980 kg	
	Ulkomitta	Sisämitta	Ulkomitta	Sisämitta
Pituus	6,05 m	5,90 m	12,19 m	12,01 m
Leveys	2,44 m	2,35 m	2,44 m	2,35 m
Korkeus	2,59 m	2,38 m	2,59 m	2,38 m
Oviaukko				
Korkeus	2,28 m		2,28 m	
Leveys	2,33 m		2,33 m	

2.2 Kontin käytön edut ja haasteet

Kontit soveltuvat hyvin mitoitukseltaan erilaisiin kuljetusmuotoihin sekä niiden lastaaminen että purkaminen pystytään suorittamaan nopeasti. Kontteja voidaan pinota päällekkäin, jolloin niiden varastointi helpompaa ja tehokkaampaa. Varastointia helpottaa myös se, että konttia voidaan pitää itsessään varastona siinä kuljetettaville tavaroille. Lastiin kokonaisuudessaan kohdistuneet käsittelykerrat ovat vähentyneet kontin käyttöönoton myötä suuresti. (Santala 1989,67.)

Konttien käyttö tavaraliikenteessä asettaa alalla toimijoille omat haasteet. Tehokkaan toiminnan takaamiseksi toimijat joutuvat investoimaan suuria rahasummia kontteihin ja niiden käsittelylaitteisiin. Kontin tehokas käyttö vaatii koko toimitusketjulta soveltuvuutta konttikuljetuksiin lähettäjältä vastaanottajalle saakka. Pienillä tavaramäärillä on vaikeuksia hyödyntää yhden kontin kapasiteettiä täydellisesti painon ja tilan suhteen. Konttien katoaminen tai varastetuksi tuleminen aiheuttaa suuria vahinkoja, sillä yhden kontin menetyksen myötä katoaa suuria määriä tavaroita. (Santala 1989,67.)

2.3 Konttiliikenne Suomessa

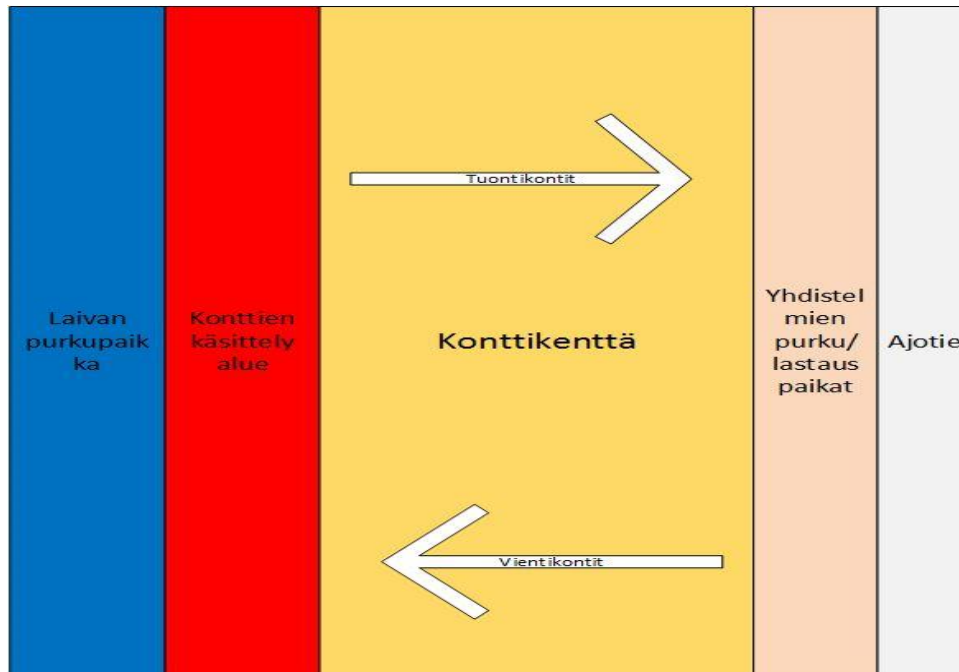
Vuonna 2007 Suomen satamien läpi kuljetettiin konteissa 12,5 miljoonaa tonnia (1,6 miljoona TEU:ta) tavaraa. Liikenne jakautui siten, että lähes puolet oli Euroopan Unionin sisäistä liikennettä, noin kolmannes EU:n ulkopuolisiin maihin suuntautui ja loput olivat transitio-kuljetuksia. Transitio-kuljetuksilla tarkoitetaan tavaran kulkemista määränpää valtioon toisen maan kautta. Transitio-kuljetuksia ei tullata tai merkitä ulkomaankaupaksi (Tilastokeskus n.d.) Suomeen meriteitse kuljetettujen konttien vuotuinen määrä on kasvanut 2000-luvulla vajaasta 900 000 TEU:sta lähes 1,6 miljoonaan TEU:hun. Lloyd's Register Fairplayn ennusteessa Suomen vuotuisten konttikuljetusten arvioidaan kasvavan jopa 3,5 miljoonaan TEU:hun vuoteen 2020 mennessä. (Merenkulkulaitos n.d.)

Kaikki Suomen satamat luokitellaan pääsääntöisesti feeder-satamiksi. Linjaliikenteen avulla vältetään suurien valtamerialusten saapuminen jokaiseen pieneen satamaan. Suuremmille laivoille riittää siis, että ne liikennöivät suurien valtamerisatamien välillä. Linjaliikenteessä käytettävät laivat ovat yleensä kuljetuskapasiteetiltaan noin maksimissaan 1000 TEU:ta. Merenkulunlaitos arvioi, että Itämeren feeder-liikenteeseen siirretään aikaisemmin valtamerialuksina palvelleita laivoja, joiden kokoluokka olisi noin 1500-2000 TEU:ta. Alusten koon kasvua yli 2000 TEU:n epäillään, koska Suomessa sitä rajoittavat Suomen satamien edellytykset käsitellä isoja aluksia sekä jäävahvisteiden puuttuminen näistä aluksista. Haasteena voidaan nähdä, että alusten olisi myös vaikeaa saada riittävän paljon lastia ilman pitkää odotusaikaa satamassa. (Merenkulkulaitos n.d.)

2.4 Konttiterminaali

Konttiterminaalin tarkoituksena on toimia yhteytenä maa- ja merikuljetuksille. Tilanteessa missä kontti ei laivan tai yhdistelmän purkamisen jälkeen siirry suoraan toiseen kuljetusmuotoon, täytyy se varastoida satamassa ja tätä varten jokaisella satamaoperaattorilla on oma konttiterminaali. Konttiterminaaliin kuuluvat varasto-alue, jossa tyhjiä tai vahingoittuneita kontteja säilytetään, reefer-alue

lämpösäädelyille kuljetuksille sekä konttien purkamiseen että täyttämiseen käytettävät varastot. (Port Technology n.d.) Kuviossa 2 on selitettyä tuonti ja vientikonttien kulkusuunnat Finnsteven konttikentällä.



Kuvio 2. Finnsteven konttikenttä

Konttiterminaalien toimintaa kuvaa parhaiten tuonti- ja vientikonttien käsittely, missä vientikontit kulkevat maalta kohti merta ja tuontikontit päinvastoin. Tehokas konttien käsittely perustuu kaikkien terminaalien osien yhtenäiseen toimintaan. Todella tärkeän osan muodostaa myös toiminnanohjausjärjestelmä, jota kutsutaan englanninkielisellä nimellä TOS (Terminal Operation System). TOS:stä löytyy jokaisen terminaaliin saapuvan kontin tiedot. Vientikontit kirjautuvat järjestelmään heti sataman portilla kuorma-autonkuljettajan ilmoitettua niistä ja tuontikontit varustamoyhtiö ilmoittaa operaattorille etukäteen ennen laivan saapumista satamaan. Suurena haasteena feeder-satamissa on yleensä se, että tuontikonttien lähtöaikaa ei ole aina valmiiksi tiedossa, joten niiden sijoittaminen konttikentälle on haastavaa. (Haastattelu Niskanen.)

Konttiterminaalien toiminnan tehokkuuden optimoimiseksi on tärkeää, että satamaoperaattoreilla olisi käytössään mahdollisimman paljon ennako- sekä operatiivista tietoa. Epätasaiset tavaravirrat saattavat aiheuttaa

satamaoperaattoreille ongelmia, jos tavaravirrassa tapahtuu äkillinen piikki. Operaattoreiden on kyettävä saamaan laivakohtaiset kääntöajat minimoitua. (Pitkä 2009, 15.)

2.5 Sataman sidosryhmät

Satamissa on joukko erityyppisiä organisaatioita, joiden tehtävät ja toiminta ovat sidoksissa satamaan. Nämä eri organisaatiot on jaoteltu neljään eri toiminnalliseen ryhmään: satamaorganisaatiot, sataman käyttäjät, viranomaiset ja palvelujen tuottajat. (Santala 1989, 136.) Satamaorganisaatioksi voidaan lukea kunta, jolloin puhutaan yleisestä satamasta. Toinen toimintamalli on teollista toimintaa harjoittava liikeyritys, jolloin kyseessä on yksityinen satama. Helsingin Vuosaaren satamaa hoitaa Helsingin satama Oy, joka on Helsingin kaupungin omistama osakeyhtiö.

Sataman käyttäjiä ovat varustamot, laivaajat ja maaliikenneyhtiöt. Kaikissa satamissa viranomaisilla on merkittävä rooli niin matkustaja- kuin tavaraliikenteessä. Viranomaisiin voidaan lukea merenkulkuviranomaiset, joiden toiminta kohdistuu erityisesti meriturvallisuuteen, tullilaitos, joka hoitaa erilaiset valvonta- ja tilastotehtävät. Poliisi keskittyy matkustajaliikenteeseen ja laivojen henkilökuntaan kulkulupiin, sekä muut pelastus- ja ympäristöviranomaiset, jotka vastaavat ympäristönsuojelusta ja vahingontorjunnasta sataman alueella. (Santala 1989, 137.)

3 Satamatoiminnot

Satama on oman toimitusketjunsä solmukohta, joka yhdistää maa- ja meriliikenteen. Sataman toimintojen tehokkuus on avainasemassa koko ketjun tehokkuuden nostamisessa. Tämä tarkoittaa sitä, että mitä vähemmän alus viettää satamassa odottamassa purkamista tai ahtaamista, sitä enemmän se pystyy esimerkiksi vuositasolla tekemään useampia matkoja. Lisääntyneiden matkojen määrä tarkoittaa lisää rahaa varustamolle. (Tapaninen 2013, 92.)

3.1 Lastaaminen ja purkaminen

Satamaoperaattorin tehtävänä on huolehtia sataman purku- ja lastaustoiminnoista. Laivanselvittäjät ilmoittavat satamaoperaattorille aluksen aikataulun ja lastin tiedot, mukaan lukien ilmoitukset aineista tai tavaroista. Osa satamiin saapuvista tavaroista vaativat erillisen lastaus- tai purkamisluvan. Varustamon vastuulla on päättää ja ohjeistaa satamaoperaattoria siitä, miten se haluaa lastin sijoiteltavan aluksen ruumaan ja kannelle. Ohjeistus voi olla havainnollistava tai eräänlainen tiedonsiirtosanoma. Sijoittelu on tärkeä osa lastaamista, koska sillä on vaikutus aluksen vakauteen merellä. Vaarallisten aineiden sijoittelu on myös syytä huomioida se, miten niitä saa keskenään lastata aluksen ruumaan. Hyvällä sijoittelulla saadaan ruuman kapasiteetti optimoitua halutulle tasolle. Lastauksen valmistuttua satamaoperaattori toimittaa varustamolle toteutuneen lastikartan. Varustamon vastuulla on tarkastaa, että lastaus on tehty suunnitelmallisesti. Alus voidaan todeta vakaaksi vasta vakauslaskujen jälkeen. Purkamistilanteessa satamaoperaattori lähettää varustamolle ja tullille purkuraportin, josta ilmenevät ilmoitetun ja saapuneen lastin erot. Satamaoperaattorin vastuulla on varastoida lastia, kunnes toimitusketjun seuraava toimija ottaa tavaran haltuunsa. Ennen luovutusta pitää lastin kaikki velvoitteet, kuten rahtimaksut ja ennalta määrätyt tarkistukset olla suoritettuina. (Tapaninen 2013, 98.)

3.2 Lastinkäsittely

Lastinkäsittelyyn liittyviksi välineiksi luokitellaan aluksissa ja satamissa olevat käsittelylaitteet. Näille voidaan suorittaa vielä ala-luokittelu:

- Nostolaitteet, joilla lasti siirretään aluksesta maalle tai toisinpäin. Näihin luetaan konttinosturit ja irtolasteja varten olevat laitteet
- Siirtolaitteet, joilla siirrellään lasti vaakasuuntaisesti sataman sisällä konttipihan ja aluksen välillä
- Pumput ja putkistot, näillä siirrellään pääsääntöisesti nestemäisiä tai kaasumaisia irtolasteja

Maailmalla on suuria satamia, joissa lastinkäsittely on pystytty automatisoimaan.

Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki nosturit ja laitteet toimivat täysin tietokone varaisesti. Yleisesti automatisoidun sataman toimimiseen vaaditaan, että satama on

erikoistunut vain yhdenlaiseen tuotetyyppiin, kuten esimerkiksi konttiliikenteeseen. Suomessa ei ole ollut mahdollista automatisoida satamia kokonaan. Syynä tähän on, että satamat eivät ole täysin erikoistuneita tietyn tyyppiseen rahtiin. Vaikka Suomen satamat eivät ole automatisoituja, saavat nostureiden ja käsittelylaitteiden kuljettajat työohjeet tiekonepohjaisesti. (Tapaninen 2013, 97-101.)

3.3 Varastointi

Aluksen purkamisen jälkeen lastin vastuu varastoinnista on satamaoperaattorilla. Operaattori varastoi rahdin konttipihalleen. Konttipihalla on paikat myös kylmäsäilytystä vaativille reefer-konteille ja ro-ro-aluksilla saapuville perävaunuille. Ro-ro-aluksissa (roll on- roll off) lataus ja purku tapahtuu siirtämällä lasti alukseen ja aluksesta käyttämällä aluksen keula- ja peräramppia. (Santala 1989, 50.) Konttikentältä löytyy myös depot-alue, jossa säilytetään tyhjiä kontteja.

4 Kalusto

Satamissa käytetään todella paljon isoja koneita ja laitteita, tämä on enemmänkin välttämättömyys alati kasvavien tavaramäärien vuoksi. Konttiliikenteessä satamaoperaattoreiden täytyy tehdä suuria investointeja konttienkäsittelylaitteisiin ja satamanostureihin. Yleisimpinä koneina mainitaan satamanosturit, konttilukit, kurottajat ja vetomestarit. Finnstevellä on käytössään kaikkia mainittuja koneita. Nämä suuren investoinnit on todella tärkeää mitoittaa sopimaan oman toiminnan mittakaavaan, pitäen mielessä myös tulevaisuuden muutokset.

4.1 Konttilukki

Konttilukkien (Straddle carrier) pääasiallinen käyttötarkoitus on konttien siirtäminen terminaalissa. Konttilukilla voidaan siirtää kontteja kuorma-auton lavalta konttikentälle ja konttikentältä satamanosturin alle ahdattavaksi laivaan. Kyseinen prosessi voidaan tehdä myös päinvastoin. Konttilukin voidaan sanoa koostuvan kahdesta rungosta, ohjauskopista, jalkojen väliin sijoitetusta nosturista ja moottorista. Konttilukkien yleisimmissä malleissa on kahdeksan pyörää. Finnstevien konttilukista on kuva kuviossa 3.



Kuvio 3. Konttilukki (Finnsteve n.d.)

Konttilukin suuremmalla versiolla pystytään koneen korkeudesta riippuen pinoamaan jopa neljä konttia päällekkäin. Tällaista konetta kutsutaan yksi yli kolmen (one over three) siis kolmen päällekkäin pinotun kontin yli pääsee vielä koneella ylitse, jos kyydissä on yksi kontti. Näiden konttilukkien nostokapasiteetit ovat nykypäivänä jo 60 tonnia. (Konecranes N.d.) Näillä konttilukeilla voidaan siis nostaa kahta täyttä kahdenkymmenen jalan konttia tai yhtä neljänkymmenen jalan konttia, jos nosturissa on twin lift- ominaisuus. Konttilukin pienemmässä vaihtoehdossa (Shuttle carrier) on yleensä vain kuusi pyörää, ja sillä voidaan pinota vain kahta konttia päällekkäin, joten niiden ensisijainen käyttö onkin vain konttien siirtäminen terminaalissa.

4.2 Kurotintrukki

Kurotintrukki (reach stacker) on teleskooppipuumilla varustettu kone, jonka avulla on tarkoitus lähinnä siirtää ja pinota kontteja koneen ulottuvuuden mukaan.

Kurotintrukit ovat tärkeitä varsinkin pienemmissä satamissa, koska ne tuovat joustavuutta ja niillä kyetään siirtämään kontteja varsin nopeasti, niin satamanostureille kuin myös kuorma-autojen kyytiin. Kurottajatrucki on todella

kätevä myös satamaoperaattorin depot-alueella, jossa käsitellään tyhjiä kontteja.

Kurottajatruckista on esimerkki kuviossa 4 kuvan kurotintrukin valmistaja on Kalmar.



Kuvio 4. Kurotintrukki (Kalmar n.d.)

4.3 Laiturikonttinosturi

Laiturikonttinosturi (STS-nosturi, Ship to Shore gantry crane) on tarkoitettu nimensä mukaisesti konttien siirtämiseen laivasta konttikentälle. Nosturin alle on yleensä rakennettu valmiit ajoradat tai rautatiekiskot siirtojen vähentämiseksi. Nosturit voivat muodostaa yhden mahdollisen pullonkaulan, jos lukit ja kurottajat eivät ehdi tuoda tai viedä kontteja tarpeeksi nopeasti. Nosturit kykenevät siirtämään noin 40-50 konttia tunnissa. (Santala 1989, 152.)



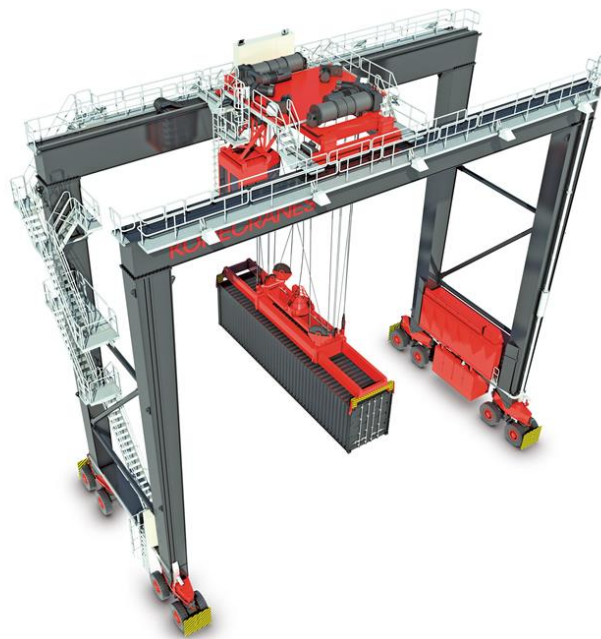
Kuvio 5. Ship to shore gantry crane (Valomerkki, 25.11.2008.)

STS-nosturit luokitellaan yleensä kolmeen kokoluokkaan: Panamax, post-Panamax ja super-post-Panamax. Panamax-laivat ovat sitä kokoa, että niillä on vielä mahdollista kulkea Panaman kanavan läpi. Post-Panamax laivat eivät enää mahdu kulkemaan nykyisen kanavassa läpi. Super-post-Panamax-luokan alukset eivät varmasti tulevaisuudessakaan tule kulkemaan kanavan läpi. Super-post-panamax-luokan aluksia ovat tällä hetkellä maailman suurimmat konttialukset. Tosin Panaman kanavassa on käynnissä maailman suurimpia rakennustyömaita, sillä kanavaa hallinnoiva järjestö laajentaa kanavassa sitä niin, että sen läpi voisivat kulkea kaksi kertaa suuremmat Panamax-luokan alukset. Nykyinen Panamax-koko on noin 5000 TEU:ta, ja laajennuksen jälkeen uusi Panamax-koko on jopa 13 000 TEU:ta. (Mi Canal de Panama N.d.)

4.4 Kumipyöräkonttinosturi

Kumipyöräkonttinostureiden ja kiskoilla kulkevalle pukkinostureiden tavoitteena on vähentää sekä lastaus- että purkuaikoja konttiterminaalissa. RTG-nosturi (Rubber tired gantry crane) on kumipyörillä varustettu portaalinosturi, jolla pystytään liikkumaan vapaammin konttikentällä verrattuna RTG-nostureihin, joissa kiskot rajoittavat liikkuvuutta. Kumipyöräkonttinosturi löytyy kuviosta 6. Tilankäytön tehokkuudella ei päästä aivan kiskoilla kulkevan pukkinosturin tasolle, mutta sen korvaa edellä mainittu liikuteltavuus. RTG- nosturilla operoitaessa tarvitaan kuljettaja

ajamaan konetta, mutta se kykenee myös toimintaan ilman kuljettajaa. Pää tarkoituksena nostureilla on nostaa kontteja kuorma-autojen kyydistä tai päinvastoin nostaa niitä kuorma-autojen kyytiin nosturin omalta toiminta-alueelta. RTG-nosturilla järjestellään ja ylläpidetään terminaalia omalla alueella. Tyypillinen kumipyöräkonttinosturi operoi 5-8 konttia leveällä alueella ja voi pinota 3-5 konttia päällekkäin.



Kuvio 6. Kumipyöräkonttinosturi (Konecranes USA. n.d.)

4.5 Kiskoilla kulkeva pukkinosturi

Kiskoilla kulkeva pukkinosturi kts. kuvio 7 (Rail mounted gantry crane) eli lyhennettynä RMG-nosturit ovat täysin sähköistettyjä koneita. RMG-nosturilla järjestellään ja siirretään kontteja tietyllä konttiterminaalin lohkolla tai alueella. RMG:n tilankäyttö on todella tehokas, ja sillä voidaan pinota jopa yli 10 konttia rinnakkain ja yleisesti viisi päällekkäin. RMG:n suurimpana etuna voidaan pitää mahdollisuutta automatisoida laite. Näitä automatisoituja koneita näkee maailmalla suurissa satamissa, joissa automaation avulla on mahdollistettu entistä suuremmat käsittelykapasiteetit. Kyseisiä täysin automatisoituja nostureita kutsutaan yleensä

ASC:ksi (Automatic stacking crane). Niissä kuljettajasta voidaan luopua. (Conductix n.d.)



Kuvio 7. Kiskoilla kulkeva pukkinosturi (Konecranes n.d.)

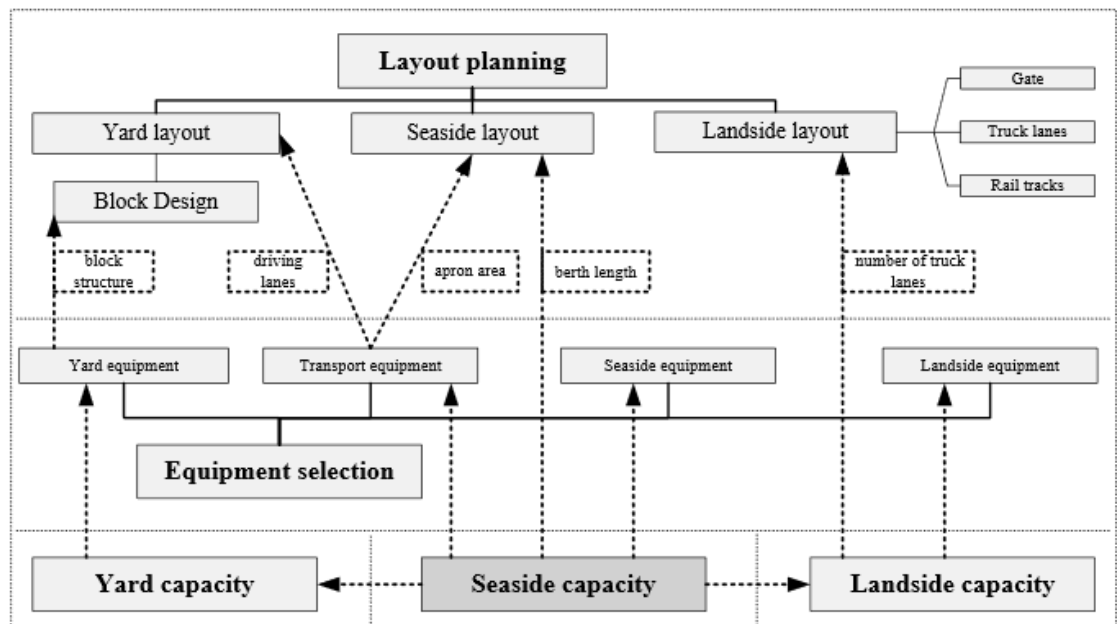
5 Layout-suunnittelu

Layout-suunnittelulla tarkoitetaan omien fyysisten resurssien sijoittelua omassa toimitilassa. Satamissa ja ennen kaikkea konttiterminaalisuunnittelussa tämä tarkoittaa, että terminaalin maan- ja merenpuoliset osuudet tukevat valinnoiltaan toisiaan. Konttipihalla layout-suunnittelu näkyy konttien järjestyksessä. Terminaalin maanpuoleisella osuudella kuorma-autojen lastaus- ja purkupisteiden sijoittelua ja mahdollisen rautatieyhteyden huomiointia. Terminaalin merenpuoleisella osuudella pitää huomioida laiturin pituus, nostureiden lukumäärä ja välimatka itse konttien luo. (Böse 2011, 25.) Hyvin onnistuneella layout-suunnittelulla voidaan saavuttaa huomattavia ajallisia ja rahallisia säästöjä. Monissa operaatioissa, joissa uutta layout-suunnitelmaa ollaan ottamassa käyttöön, vaaditaan myös koneiden ja laitteiden päivittämistä. Ilman näitä päivityksiä uudesta layoutista ei välttämättä saada kaikkea potentiaalia irti. (Greasley 2008, 27.)

Konttiterminaalien neljäksi hallittavaksi osaksi voidaan lukea laituripaikkojen optimaalinen käyttö, konttipihan suunnittelu, varastoinnin suunnittelu ja logististen toimintojen suunnittelu. (Ramani 1996, 197-211.)

Konttiterminaalin suunnittelun haastavuus on siinä, että kaikki koneet ja valinnat ovat aina kytköksissä myös tuleviin päätöksiin layout-suunnittelussa. Tätä havainnollistaa taulukko 2. Yleisesti on tapana, että layout-suunnittelu konttiterminaalissa alkaisi määrittämällä terminaaliin merenpuoleinen kapasiteetti, koska tarvittavat konttipihan ja maanpuolen päätökset perustuvat yleensä juuri merenpuolen valintoihin. Tämän avulla voidaan muodostaa perusteet sille, miten paljon konttipihaa tarvitaan. Perusteiden avulla pystytään määrittämään millaiset maanpuoleiset toiminnot riittävät arvioidulle konttivirralle merenpuolelta. Konttipihalla konttien sijoittelu eri tavoin vaikuttaa jälleen koneiden valintaan ja maanpuoleisissa toiminnoissa miten monta kuorma-autojen purkupaikkaa tarvitaan ja miten mahdollinen rautatieyhteys saataisiin hyödynnettyä parhaiten. (Böse 2011,26.)

Taulukko 2. Konttiterminaalin valintojen vaikutus (Böse 2011, 26.)



6 Tutkimusmenetelmät

6.1 Tutkimusote

Tämän opinnäytetyönä tehtävän työn tutkimusote oli pääasiassa kvantitatiivinen. Tutkimustyyppinä oli tapaustutkimus, koska tehtävässä on kyseessä satamaympäristössä olevan tietyn ilmiön tutkiminen. Ilmiön olemuksen ja piirteiden selville saamiseksi käytettiin haastattelua, jolloin voidaan myös puhua kvalitatiivisesta aineistosta. Numeerinen aineisto saatiin käyttöön yrityksen henkilöstöltä. Tässä tutkimuksessa Finnsteven saapuvan ja lähtevän tavarahan suhde oli määritetty oletusarvoisesti tasan. Tehtävässä käytettiin myös omaa havainnointia, joka kohdistettiin lukkityöskentelyyn. Lukkityöskentelyä vertailtiin nykyisen ja suositeltavan layoutin välillä suorittamalla keskiarvoaika laskut kaikista noutokierroksista. Keskiarvoaika laskujen tueksi suoritettiin myös satunnaisotannalla muutamien noutopaikkojen keskiarvo ajat. Satunnaisotannan tarkoituksena oli vahvistaa näkemystä siitä, että keskiarvoaika laskut näyttävät oikeaan suuntaan. Tehtävä oli suurelta osin suunnittelutyötä, jossa suunnittelu kohdistuu nykyisen konttiterminaalin layoutin parantamiseen. Lopuksi käytettiin vielä SWOT-analyysia, jolla pyritään tuomaan esille tavoitellun layoutin vahvuuksia ja mahdollisia kehittämistarpeita. Lisäksi tietoja kerättiin alan kirjallisuudesta.

Tutkimustyön johtoajatuksena on käytetty taulukossa 2 esitettyä layout-suunnittelun ajattelumallia satamassa. Konttipihan layout-suunnittelun voidaan sanoa jakautuvan ensin alueiden suunnitteluun ja sen jälkeen alueiden fyysisiin rakenteisiin. Alueiden suunnittelu eli block design tarkoittaa, millä tavoin kyseisten kohteiden resurssit kyetään hyödyntämään parhaiten ja optimaalisesti. Suunnittelussa huomioidaan myös se miten kontit järjestetään kyseisellä alueella ottaen huomioon myös ajolinjat ja kaistat.

Työn tuloksia analysoidaan erilaisten sijaintilukujen avulla, kuten aritmeettinen keskiarvo ja keskihajonnan laskemisen avulla. Aritmeettinen keskiarvo lasketaan, kun kaikki havainnot lasketaan yhteen ja jaetaan havaintojen lukumäärällä.

(Nummenmaa 2006. 66.) Keskihajonta kuvaa, miten kaukana yksittäisen muuttujan arvot ovat keskimääräisen muuttujan arvosta.

6.2 Kvantitatiivinen tutkimus

”Kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus on menetelmä, joka antaa yleisen kuvan muuttujien (mitattavat ominaisuudet) välisistä suhteista ja eroista.” (Vilkkä 2007, 13.)

Kvantitatiivinen tutkimus vastaa kysymyksiin kuinka moni, kuinka paljon ja miten usein. Em. tutkimuksen lähtökohtana on tutkimusongelma, johon etsitään ratkaisua tai ratkaisuja. (Kananen 2008, 11.) Määrällisessä tutkimuksessa tutkija on objektiivinen eli puolueeton. Toisin sanoen tutkimustulos ei saa vaikutteita tutkijasta itsestään. Tutkimustieto on numeroina tai laadullinen tieto ryhmitellään numeeriseen muotoon. Tulokset esitetään numeroina tai tunnuslukuina. Oleellinen numerotieto selitetään määrällisessä tutkimuksessa sanallisesti, miten asiat liittyvät toisiinsa tai eroavat toisistaan. (Vilkkä 2007, 14.) Määrällisen tutkimuksen tavoitteena on selittää, kuvata, kartoittaa tai ennustaa asioita tai ihmisiä koskevia ilmiöitä. Tässä tutkimuksessa pääasiallisena tiedonkeruumenetelmänä toimivat oma havainnointi tutkimuskohteessa ja haastattelulla saatiin tukea tehdyille omille havainnoille. Oma havainnointi tehtiin ulkopuolisena tarkkailuna osallistumatta itse toimintoihin.

6.3 SWOT-analyysi

SWOT-analyysi on analyysityökalu, jota käytetään arviointimenetelmänä strategisessa suunnittelussa. SWOT- lyhenne tulee englannin kielen sanoista vahvuudet (strengths), heikkoudet (weaknesses), mahdollisuudet (opportunities) ja uhkakuvat (threats). Analyysin avulla pystytään määrittämään asian suhde sisäisesti ja ulkoisesti. Menetelmää käytetään myös ideoinnin hyödynnettävyyssarvioissa. SWOT-analyysia pidetään helppokäyttöisenä, mukautuvaisena ja vähän resursseja vaativana. Analyysin hyödyntäminen ei ole aina suoraviivaista. Tässä työssä SWOT-analyysia sovellettiin ehdotettavan layoutin analysoimiseen.

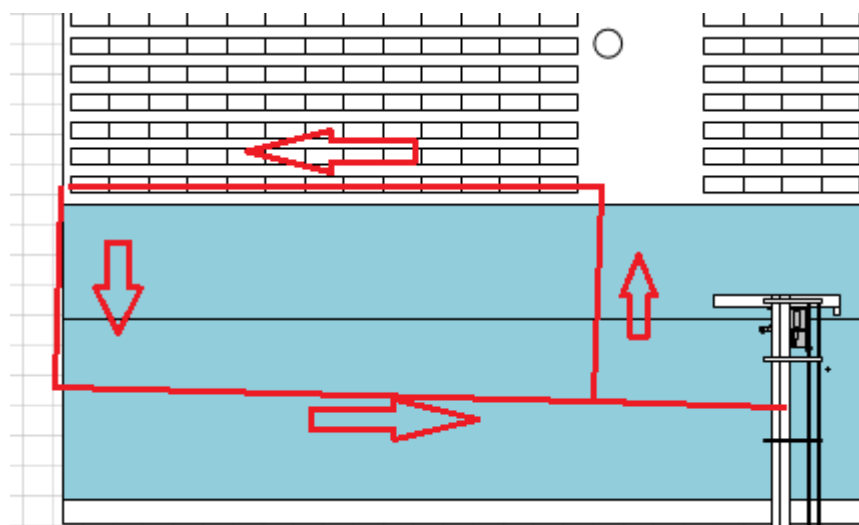
7 Lähtötilanne ja layout-suunnitelmat

Tutkimustyötä aloitettaessa keskusteltiin toimeksiantajan kanssa, millaisia mahdollisia muutoksia konttiterminaaliin voitaisiin tehdä. Tutkimus rajattiin koskemaan vain konttipihan aluetta, jossa tuonti- ja vientikontit ovat operaattorin

hallinnassa ennen rahtausta tai aluksen purkamisen jälkeen, odottamassa seuraavaa toimintoa.

Finnsteven nykyinen konttiterminaali on pinta-alaltaan 18,31 hehtaaria. Layout mallinnettiin Finnsteveltä saadusta satamapohjapiirroksesta Microsoft Visioon 1:100 mittakaavalla ja se on liitteessä 1. Nykyisessä layoutissa konttiterminaali on jaettuna kuuteen lohkokoon. Lohkoja on kaikkiaan kolme eri kokoa ja ne on eritelty kirjaimilla A:sta E:hen. A-lohko on kooltaan 33X13 TEU:ta, lohkot B,C ja D ovat kokoluokaltaan 33X18 TEU:ta. Konttiterminaalin kaakkoispäässä sijaitsevat E- ja F-lohkot ovat alueista pienimmät. E-lohkon ollessa kooltaan 25X18 ja F-lohkon 26X4 TEU:ta. Nykyisellä layoutilla on kahdenkymmenen jalan kontin pohjapaikkoja yhteensä 2765 kappaletta.

Lähtötilanteessa ongelma on, että lukkien toiminta ei ole tarpeeksi tehokasta lastinkäsittelytilanteessa. Syyksi epäillään konttilukin pitkiä ajomatkoja, sillä lukki joutuu konttia viedessään tai noutaessaan ajamaan koko konttijonon loppuun asti. Lukkientoiminta muodostuu näin ollen purku- ja rahtaustilanteessa pullonkaulaksi. Yleisesti oletetaan, että yhtä STS-nosturia palvelee purku- ja rahtaustilanteessa kaksi konttilukkiä. Kuviossa 8 on havainnollistettuna, miten konttilukki joutuu ajamaan koko jonon läpi viedessään tai hakiessaan konttia nykyisessä layoutissa.

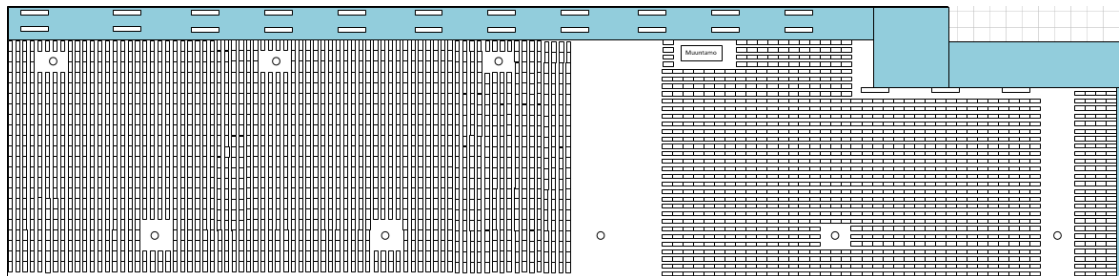


Kuvio 8. Konttilukin ajoreitti nykyisessä layoutissa

7.1 Layout 1

Ensimmäisessä layoutvaihtoehdossa oli ajatuksena, että vain osa konteista käännettäisiin nykyisestä laiturin suuntaisesta järjestyksestä pitkittäin. Suunnitelma on esitetty kuviossa 9. Tässä vaihtoehdossa haasteena on se, miten konttien sijoittelu toteutettaisiin alkuperäiseksi jätettävään osaan ja miten se toteutettaisiin uudelleen järjestetyllä osalla. Haasteeksi muodostuu myös uudelleen järjestelyn vaikutukset lukkityöskentelyyn. Konttilukkien kuljettajien olisi haastavaa miettiä aina lohkoa toiseen siirryttäessä, miten kontti olisi tehokkainta noutaa ja miten mahdollista ajautumista samalle ajokaistalle toisen konttilukin kanssa voitaisiin välttää.

Vaihtoehto 1 ei myöskään mahdollista tehokasta tilankäyttöä terminaalin alueella, koska osien väliin on pakko jättää käytävä lukkien ajotavan vuoksi. Ongelmaksi havaittiin myös se, miten materiaalivirrat joutuisivat risteämään monta kertaa, jolloin mahdollisia vaaratilanteita saattaisi muodostua usein. Satamissa on tärkeää panostaa työntekijöiden turvallisuuteen, koska suuria massoja käsiteltäessä vahingot saattavat olla usein jopa hengenvaarallisia.

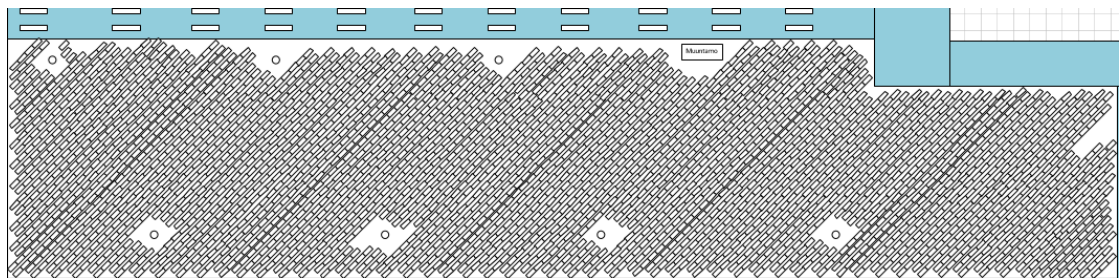


Kuvio 9. Vaihtoehto 1

7.2 Layout 2

Vaihtoehdossa 2 ajatuksena oli kääntää kontit ensin pitkittäin ja hieman viistosti laiturin nähden. Tällä vaihtoehdolla ei olisi saavutettu juurikaan minkäänlaista hyötyä verrattuna alkuperäiseen tilanteeseen, tilankäytön heikkous olisi ongelma. Tilankäyttö, varsinkin konttiterminaalin molemmissa päissä, jää todella alhaiseksi. Joissakin suurissa valtamerisatamissa osa konttiterminaalin lohkoista käännetty

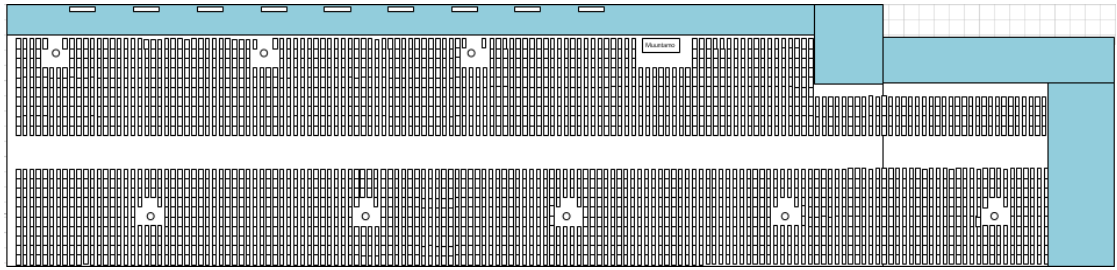
viistosti kuvion 10 mukaan. Nämä erikoislohkot saattavat sisältää reefer-paikkoja tai erikoispaikkoja niitä vaativille konteille. Suurien volyymien yhteydessä esitelty sijoittelu tuottaa liikaa haasteita toimivuudelle ja tehokkuudelle. Haasteena olisi saada layout toimimaan tehokkaasti ilman materiaalivirtojen risteämisiä ja pitkiä noutokierroksia. Tässä tilanteessa vaadittaisiin konttien väliin välikäytävä, jossa konttilukeilla olisi mahdollisuus kääntyä ja lyhentää ajomatkaansa huomattavasti. Välikäytävän viemä tila heikentäisi edelleen jo entuudestaan alhaista tilankäyttöprosenttia.



Kuvio 10. Vaihtoehto 2

7.3 Layout 3

Kolmannen layout-vaihtoehdon ideana on kääntää kontit alkuperäisestä suunnitelmasta 90 astetta pystysuoraan laiturin suunnasta. (ks. kuvio 11) ko. vaihtoehdossa pystyttäisiin pitämään tilankäyttö tehokkaana ja välikäytävä mahdollistaisi merenpuoleisella osalla nopean kierron sekä nouto- että purkamistilanteessa. Tämä vaihtoehto antaa konttilukkien kuljettajille hyvät näkymät konttijonojen väliin niin että mahdolliset samalle kaistalle ajautumiset voitaisiin välttää tehokkaasti kummankaan konttilukin joutumatta peruuttamaan. Tilannetta helpottaisi myös se, että konttijonot eivät olisi läheskään niin pitkiä kuin nykyisessä layoutissa, jolloin peruuttamismatkaa ei siis olisi paljon. Välikäytävä tulisi mitoittaa mahdollisimman pieneksi. Konttilukkien tulisi saada tehtyä välikäytävällä helppoa ja tehokas kääntyminen.



Kuvio 11. Vaihtoehto 3

8 Tulokset

Parhaimmaksi vaihtoehdoksi valikoitu vaihtoehto 3, jossa on eniten hyviä puolia ja teoreettiset mahdollisuudet saada toimintaa tehostettua verrattuna nykyiseen layouttiin ilman kaluston päivityksiä. Tavoitteena oli saada layoutista mahdollisimman symmetrinen helpottamaan jaottelua ja tehokkuutta. Yleisesti satamissa haetaan, että layoutissa lohkot olisivat samankokoisia ja symmetrisiä keskenään. Vaihtoehto 3 mallinnettiin Finnsteven alkuperäisen layoutin tapaan 1:100 mittakaavaan Microsoft Vision avulla, se on liitteestä 2.

Maailman satamia tutkittaessa huomataan, että konttien järjestykset ovat joko alkuperäisen layoutin tai vaihtoehdon 3 mukaisia sisältäen pieniä variaatioita. Kyseinen vaihtoehto edustaa toista valtavirran layout-vaihtoehtoa. Kuvioista 12 ja 13 on nähtävissä Göteborgin ja Wilhemshavenin satamien ilmakuvat. Niistä voidaan nähdä suuret Euroopan satamat ja satamaoperaattorit ovat konttiterminalinsa järjestäneet.



Kuvio 12. Göteborgin satama (Nordregio, 2008.)



Kuvio 13. Wilhemshavenin satama (Eurogate n.d.)

Vaihtoehto 3:ssa kontit ovat jaettuina selkeästi kahteen eri osaan: merenpuoleiseen ja maanpuoleiseen osaan. Molemmilla puolilla pääosa jonoista on kymmenen TEU:ta pitkiä, mikä tekee yhdestä jonosta 65m pitkän. Layoutin oikeassa päädyssä on myös pieni osa, missä maanpuoleisella osuudella konttijonoille on varattuna tilaa vain neljän TEU:n verran. Kahden osan välillä on mitoitetuna 22m leveä välikäytävä, jossa

konttilukkien on helppo kääntyä ja ajaa takaisin STS-nosturille. Välikäytävän ansiosta varsinkin merenpuoleisen osan kiertonopeus saadaan nopeutettua. Konttilukin tekninen piirros on nähtävissä liitteessä 3. Välikäytävä on riittävän leveä, jotta kaksi vastaantulevaa konttilukia kykenee ohittamaan toisensa vaivatta. Pohjapaikkojen määrä pysyy melkein samana, mutta käytännössä terminaalin täyttöasteen ylittäessä 75 % alkaa kontinkäsittelyn tehokkuus heikentyä. Syynä tähän on jos koko alusta ei pureta Vuosaarella, niin samanaikainen rahtaaminen ja purkaminen täyttää konttipihan nopeasti. Konteille tulee myös ylimääräisiä käsittelykertoja ennen niiden siirtymistä alukseen tai vapaalle paikalle konttipihalle.

Nykyistä ja suositeltavaa layouttia vertailtiin keskenään laskemalla kaikkien noutokierrosten keskiarvoajat, jonka lisäksi laskettiin muutaman satunnaisotoksen keskiarvot (kt taulukko 3.) Satunnaisotoksen tarkoituksena oli vahvistaa, että keskiarvoaika laskuista saadut tulokset näyttävät samaan suuntaan. Nykyisen layoutin noutokierrosten keskiarvolaskelmat löytyvät liitteestä 4. Noutokierros oli helppo laskea, koska lukki joutuu noudattamaan määriteltyä ajotapaa. Tässä tapauksessa reitti kulkee koko konttijonon päähän asti ja jonon päästä suuntaa takaisin operoivalle nosturille kuvion 8 mukaisesti. Nykyisen layoutin kaikkien noutokierrosten keskiarvoksi tuli 155,5 sekuntia. Tätä voidaan verrata ehdotuksen noutokierrosten yhdistettyyn keskiarvoon, joka on nähtävissä liitteessä 5. Ehdotetun layoutin yhdistetyksi keskiarvoksi tuli 127,5 sekuntia. Tämä keskiarvo voidaan jakaa vielä maanpuoleisen ja merenpuoleisen osan omiin keskiarvoihin. Maanpuoleisella osalla keskiarvoksi tuli 156,9 sekuntia ja merenpuoleisella 98,1 sekuntia. Kaikissa keskiarvolaskuissa konttilukin nopeutena on oletusarvona 10km/h, jota pidetään varsin realistisena ajonopeutena kontin ollessa mukana. Muutenkin satama-alueella liikuttaessa on syytä noudattaa pienempiä nopeuksia vaaratilanteiden välttämiseksi.

Keskiarvolaskujen tueksi päätettiin myös suorittaa satunnaisotannalla neljän satunnaisen konttipaikan noutokierrosten keskiarvolaskut. Satunnaisotannan keskiarvolaskut ovat nähtävissä kuviossa 14.

Taulukko 3. Satunnaisotannan keskiarvot

Alkuperäinen layout				Ehdotettava layout			
Otos	Arvo	Aika		Otos	Arvo	Aika	
1	1534	183,3	s	1	1472	145,3	s
2	791	168,3	s	2	1962	133,0	s
3	2260	137,7	s	3	651	56,8	s
4	1321	164,6	s	4	2120	121,9	s
		163,5	s			114,3	s

Nykyinen layout						
TEU:t	Nostureita	Tarvittava aika		Tuntia		Kustannus
400	1	518,4	min	8,6	h	1 555,29 €
400	2	259,2	min	4,3	h	1 555,29 €
800	3	345,6	min	5,8	h	3 110,57 €
1200	3	518,4	min	8,6	h	4 665,86 €
2000	3	864,0	min	14,4	h	7 776,43 €
Ehdotettava layout						
TEU:t	Nostureita	Tarvittava aika		Tuntia		Kustannus
400	1	416,7	min	6,9	h	1 250,00 €
400	2	208,3	min	3,5	h	1 250,00 €
800	3	277,8	min	4,6	h	2 500,00 €
1200	3	416,7	min	6,9	h	3 750,00 €
2000	3	694,4	min	11,6	h	6 250,00 €

Kuvio 14. Erikokoisten laivojen suuntaa antavia kääntöaikoja

Suuntaa antavien laskelmien perusteella laskettiin myös, miten paljon layoutin noutokierrosten nopeutuminen vaikuttaa erikokoisten alusten kääntöaikoihin. Kääntöaikojen nopeutumisen myötä voidaan laskea säästettävien lukkituntien määrä, kun käytetään Finnsteveltä saatua materiaalia vuotuisten siirtojen määrästä ja lukkien kustannuksista. Kääntöaikojen laskut löytyvät liitteestä 7, ja lukkituntien vähentymisen tuomat säästöt ja laskut ovat esillä liitteessä 8.

9 Analysointi

Finnsteven konttiterminaalien alue on pinta-alaltaan tutkimuksessa vakiona. Konttiterminaalien alueella vain konttien sijoittelua voidaan muuttaa. Tutkimus keskittyy siihen, miten layoutin muutoksella pystyttäisiin tuomaan lukkituoksentelyyn lisää tehokkuutta lyhentämällä lukkien tekemiä siirtymiä. Erilaisia layout vaihtoehtoja

analysoitaessa pyrittiin tuomaan esille ajatuksia, miten ne soveltuisivat käyttöön kyseisessä tilanteessa. Väistämättä jokaisesta ehdotetusta vaihtoehdossa on hyviä ja huonoja puolia. Niiden vertaileminen keskenään johtaa vaihtoehdon hylkäämiseen tai hyväksymiseen. Laivanosturit, eli jo tekstissä mainitut STS-nosturit, kykenevät yleisesti käsittelemään tunnissa noin 40 konttia. Konttilukkien konttien käsittelykapasiteetti tunnissa on noin 25 konttia. Tämä tarkoittaa sitä, että yhtä nosturia pitää olla tehokkaassa toiminnassa palvelemaan vähintään kaksi konttilukkia. Tehokkaassa työskentelyn takaamiseksi operaattorin toiminnanohjausjärjestelmän ja kommunikaation niin laivanosturin kuin konttilukkien välillä täytyy olla saumatonta.

Vaihtoehdon 1 hyvänä puolena on mahdollisuus tuoda vaihtelua konttikentän järjestelyyn, mikä saattaisi nopeuttaa työskentelyä käännetyllä osalla. Huonoina puolina on varsinkin layoutin toteuttaminen käytännössä, kun materiaalivirrat risteävät monessa kohdassa ja lukkien noudattama ajotapa tuottaisi liikaa haastetta. Kuljettajien sopeutuvuus muutokseen, että osalla konttikentällä on erilainen järjestys saattaisi tuottaa vaikeuksia. Tämä saattaisi johtaa mahdollisiin vaaratilanteisiin, jotka satamatyöskentelyssä yritetään pitää minimissä.

Vaihtoehdossa 2 konttien kääntäminen osittain saattaisi nopeuttaa kierrosaikaa jonkin verran, jos vaihtoehtoon olisi myös tuotu välikäytäväratkaisu vaihtoehdon 3 mukaisesti. Vaihtoehdossa 2 tilankäyttö on huono, koska molemmissa päädyissä ei saada hyödynnettyä kaikkea tilaa mahdollisimman tehokkaasti. Tässä tutkimuksessa tilankäytön tehokkuus on ollut tärkeänä osana, jotta kyseessä olevalle alueelle voitaisiin sijoittaa mahdollisimman monta konttia. Tärkeimpinä suunnittelu parametreina voidaan pitää konttiterminaalien pinta-alaa ja muotoa. Layout-suunnittelussa pitää muistaa valintojen vaikutus suhteessa muihin valintoihin.

Vaihtoehto 3 valikoitui layout-vaihtoehdoista parhaaksi ja siihen päätettiin kohdistaa enemmän tutkimuksia. Vaihtoehdolla oli teoreettiset mahdollisuudet tehostaa konttiterminaalien toimintaa ilman Finnsteven omien fyysisten resurssien päivittämistä uudempiin laitteisiin. Tilankäytön tehokkuus saatiin pidettyä käytännössä alkuperäisen layoutin kanssa samalla tasolla.

Vaihtoehdosta 3 ja nykyisestä layoutista suoritettiin Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmalla vertailukelpoiset kaikkien noutokierrosten keskiarvolaskut sekä neljän satunnaisotannan noutokierrosten keskiarvolaskut. Laskut on toteutettu käyttämällä Finnsteven konttilukkien ajotapaa: siinä lukki ajaa aina kyseisen jonon loppuun asti yrittäen välttää peruutustilannetta, joka johtuu hytin sijainnista lukin vasemmalla puolella. Näissä noutokierrosten keskiarvolaskuissa voidaan huomata, että vaihtoehdossa saadaan kierrosaikaa pienennettyä alkuperäisen layoutin lukemista 28,0 sekuntia. Kaikkien noutokierrosten keskiarvolaskujen tueksi satunnaisotannalla saatiin layouttien eroksi huima melkein 50 sekunnin ero. Pitää kuitenkin muistaa, että nämä laskut eivät välttämättä ole aivan viimeisin totuus ja niitä pitää tarkastella suuntaa antavina tuloksina layoutin vaihtoa mietittäessä. Finnsteven konttilukkikalusto on edelleen pääasiassa alkuperäistä, eikä sitä ole päivitetty operaattorin siirryttyä Vuosaareen. Kuviossa 15 on esitetty suuntaa antavat laskelmat, miten paljon operaattorin olisi mahdollista saada säästöjä kontinkäsittelyn tehostuessa layoutin vaihdon yhteydessä. Kuviossa on sekä nykyisen että ehdotettavan layoutin arviot keskiarvolaskelmien mukaan, siitä miten paljon käsittelyaikaa Finnsteven vuotuiset siirrot veisivät ja niiden vertaaminen keskenään veisivät.

Käsittelyajat vuodessa		
Ehdotus	Nykyinen	
5312	6480	tuntia
Kustannus vuodessa		
478 118 €	583 232 €	
Säästöä vuodessa	105 114 €	

Kuvio 15. Suuntaa antavat kustannussäästöt käsittelyajoissa

Layout-suunnittelussa pitää huomioida valintojen vaikutus muihin toimintoihin taulukon 2 mukaisesti. Pitää miettiä, tarkasti millaiset valinnat tukevat seuraavia valintoja parhaiten, niin että layoutista saataisiin kaikki mahdollinen hyöty operaattorin käyttöön. Satamaan saapuvan konttivrannan arvioinnin perusteella täytyy pystyä tekemään konttipihan valinnat. Valinnoissa täytyy huomioida konttien

sijoittelu ja kaluston sopivuus ko. tilanteessa. Lisäksi vielä terminaalialueelle pitää pystyä sijoittamaan ajoradat sekä kuorma-autojen ja lastaus- ja purkupaikat, etteivät ne estä lukkien tehokasta toimintaa tai aiheuta vaaratilanteita. Ehdotettavalle layout-suunnitelmalle voidaan lukea hyväksi puoleksi myös talvikunnossapidon helpot järjestelyt, jotka saattavat joissain malleissa tuottaa operaattorille päänvaivaa. Tässä mallissa konttilohkojen talvikunnossa pito on helppoa ja välikäytävän pitäminen lumesta vapaana on vaivatonta.

Valittua layout-mallia tarkasteltiin myös vielä SWOT-analyysin avulla.

Analyysityökalun avulla tuotiin esille ehdotettavan layout-mallin hyviä ja huonoja puolia, sekä pohdittiin mahdollisia uhkakuvia ja muita mahdollisuuksia. SWOT-analyysi on taulukosta 4.

Taulukko 4. SWOT-analyysi

Ehdotus	SWOT-analyysi	
	Vahvuudet	Heikkoudet
Sisäinen ympäristö	-Lyhyet ajomatkat vientikonteille	-Tuontikonttien jäädessä kauas, matkasta tulee todella pitkä jos kontteja ei ole järjestelty
	-Konttilukkien ajautuessa samalla kaistalle, helppo peruuttaa kun konttijonot ovat lyhyet	
	- Pienentyneet kierrosajat verrattuna nykyiseen layouttiin	
	Mahdollisuudet	Uhkakuvat
Ulkoisen ympäristö	-Hiljaisena aikana mahdollisuus järjestellä kontteja lähtöjärjestykseen	-Konttiterminaalilla ei ole enää fyysistä laajentumistilaa, joten seuraava suunta on ylöspäin
		-Itämeren alueen liikenteen kasvu ja sataman sisäiset muutokset voivat vaikeuttaa layoutista saatavien hyötyjen saamista operaattorin käyttöön

10 Pohdinta

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa Finnstevelle uusi layout-vaihtoehto, jonka avulla operaattorin olisi mahdollista tehostaa omien konttilukkiensa toimintaa kehittämällä konttiterminaalin konttipihan järjestystä. Tutkimuksen tuloksena luotiin uusi layout vaihtoehto. Suuntaa antavat laskelmat näyttäisivät, että layoutin vaihdolla voitaisiin saada huomattavia säästöjä lukkitoimintaan ja sitä kautta laivojen kääntöaikoja pienemmiksi. Kääntöaikojen pienentyessä saatiin laskettua säästetyt lukkien työtunnit. Uudelle layoutille täytyy miettiä kuorma-autojen lastaus- ja purkupaikkojen mahdollinen uudelleen järjestely. Näiden paikkojen lopullinen sijoittelu kannattaa tehdä vasta viimeisenä osana prosessia. Tuloksia pitää kuitenkin tarkastella kriittisesti eikä niitä voida suoraan yleistää käytettäväksi muussa toimintaympäristössä.

Tutkimuksen pohjalta luotiin ja mahdollisesti säästö potentiaalia omaava layout-malli, mitä toimeksiantaja oli toivonut. Tuotettua layout-mallia voitaisiin tarkastella lisää ja erilaisia kierrosaikojen vertailutapoja voitaisiin voinut vielä sisällyttää jatkotutkimukseen, mutta ne päätettiin jättää pois ajan rajallisuuden takia. Keskiarvolaskujen tueksi olisi ollut hyvä tehdä myös tukevia laskutoimituksia ja havainnointia. Tulevaisuudessa tuloksia kannattaa tarkastella myös lukkitoiminnan havainnoilla sekä kartoittaa lukkien toiminta-ajat ja muodostaa näiden toiminta-aikojen jakauma keskiarvolaskelmien tueksi. Lisäksi kannattaisi tarkastella uutta layouttia rakentamalla simulaatio-malli tarkastelemaan kontinkäsittelytilanteita.

Tutkimuksen ollessa tapaustutkimus esitetystä tuloksista ei voida tehdä yleistystä, jonka lisäksi kaikkia tuloksia on syytä tarkastella kriittisesti. Tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina mietittäessä, kannattaako Finnsteven keskittyä pelkästään layoutin muuttamiseen. Pitäisikö muutosprosessiin sisällyttää myös kaluston päivitykset ja Vuosaaren sataman tulevaisuuden suunnitelmat? Siitä, onko sataman syväys mahdollisesti muuttumassa ja voidaanko Itämeren alueen satamiin olettaa saapuvan yhä entistä suurempi aluksia. Huomioon voisi ottaa myös RMG -ja RTG-vaihtoehdot jos operaattorin toimintaa ja kapasiteettia pitäisi saada suurennettua. Käytännössä konttikentän pinta-alaa ei voida enää suurentaa, sillä satama-alue alkaa olla täynnä. Ainoa tapa suurentaa kapasiteettia on päivittää koneita myös layoutin tueksi. Tässä

tilanteessa pelkällä layoutin vaihdolla ei välttämättä saada riittävästi hyötyä, jotta nämä vaihtoehdot olisi hyödynnetty. Jos konttiterminaalien layouttia päätettäisiin vaihtaa, niin esiteltyjä tuloksia voitaisiin käyttää osana suunnitteluprosessia.

Lähteet

Alasuutari P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Tampere: Vastapaino.

Böse J. 2011. Handbook of Terminal handling. Lontoo: Springer. Viitattu 17.2.2016.

Conductix. Nd. RTG/RMG container crane. Viitattu 15.2.2016.

<http://www.conductix.fi/en/applications/rtgrmg-container-crane#>

Debjit R. & De Koster R. Nd. Optimal design of container terminal layout. Viitattu 17.2.2016.

Eurogate. N.d. Wilhelmshavenin sataman ilmakekuva. Viitattu 12.4.2016.

<http://www1.eurogate.de/en/Terminals/Wilhelmshaven>

Eskola J & Suoranta J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino. Viitattu 4.4.2016.

Finnsteve Oy Ab. N.d. Yrityksen kotisivut. Viitattu 1.2.2016.

www.finnsteve.fi

Greasey A. 2008. Operation management. UK: Sage publish.

Grön. T. 2010. Konttien sisäiset siirrot Finnstevellä Mussalossa, Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 4.2.2016.

Heikkilä T. 2008. Tilastollinen tutkimus. Helsinki:Edita.

Jokivuori P & Hietala R. 2007. Määrällisiä tarinoita, monimuuttajamenelmien käyttö ja tulkinta. Helsinki:WSOY.

Kananen J. 2008. Kvantti, kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylä. Jyväskylän yliopistopaino.

Konecranes. N.d. Kiskoilla kulkevat pukkinosturit. Viitattu 23.3.2016.

<http://www.konecranes.fi/laitteet/konttienkasittelynosturit/kiskoilla-kulkevat-pukkinosturit>

Konecranes USA. N.d. Container handling equipment. Viitattu 23.3.2016.

<http://www.konecranesusa.com/equipment/container-handling-equipment/rubber-tired-gantry-cranes>

Liikennevirasto. 2013. Meriliikenteen trendikatsaus. Viitattu 1.2.2016.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2013-02_meriliikenteen_trendikatsaus_web.pdf

Merenkululaitos. 2009. Suomen konttikuljetukset meritse. Merenkululaitoksen julkaisu. Viitattu 8.2.2016.

http://www.internationaltransportforum.org/2009/pdf/FIN_container.pdf

Mi Canal de Panama. N.d. Panama canal expansion. Viitattu 15.2.2016.

<http://micanaldepanama.com/expansion/>

Niskanen M. 2016. Vanhempi esimies Finnsteve. Haastattelu 18.1.2016.

Nordregio. 2008. Containers challenge rails and roads. Viitattu 12.4.2016.

<http://www.nordregio.se/en/Metameny/About-Nordregio/Journal-of-Nordregio/2008/Journal-of-Nordregio-no-2-2008/Containers-challenge-rails-and-roads/>

Nummenmaa L. 2006. Tilastolliset menetelmät. Helsinki:Tammi.

Pitkä M. 2009. Sataman tehokkuuden osatekijät. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 8.2.2016.

http://www.merikotka.fi/safgof/mika_pitka_OPINNAYTETYO.pdf

Port of Helsinki N.d. Uutiset. Viitattu 5.2.2016.

<http://www.portofhelsinki.fi/uutiset#>

Port technology N.d. Container terminal. Viitattu 8.2.2016.

<https://www.porttechnology.org/results/search&keywords=container%20terminal>

Ramani, K.V. 1996. An interactive simulation model for the logistics planning of container operations in seaports.

Taloussanommat N.d. Finnsteve Oy Ab. Viitattu 5.2.2016.

<http://yritys.taloussanommat.fi/y/finnsteve-oy-ab/helsinki/0196831-2/>

Tapaninen U. 2013. Merenkulun logistiikka. Tampere: Tammerprint Oy.

Tilastokeskus. Tieliikenteen transitio. N.d. Viitattu 26.4.2016

http://www.stat.fi/meta/kas/tieliik_transit.html

Santala, J. 1989. Kauppamerenkulku ja satamatoiminnot. Espoo.

Valomerkki. Kirkko ja kaupunki 25.11.2008. Verkkajulkaisu. Viitattu 15.2.2016.

<http://www.valomerkki.fi/kirkko-ja-kaupunki/kirkko-ja-kaupunki-arkisto/9837>

Vilkka H. 2007. Tutki ja mittaa. Jyväskylä: Gummerrus.

Liitteet

Liite 1. Finnsteven nykyinen layout

Liite 2. Finnstevelle tuotettu uusi layout

Liite 3. Konttilukin tekninen piirros

Liite 4. Nykyisen layoutin keskiarvot

Liite 5. Ehdottettavan layoutin merenpuoleisen osan ja yhdistetty keskiarvo ja keskihajonta

Liite 6. Ehdotettavan layoutin maanpuoleisen osan keskiarvolaskut