

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketoiminnan logistiikka, Tradenomi

2024

Erkka Ylikoski

Automatisoitu lastaussuunnittelu ro-pax aluksilla



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Liiketoiminnan logistiikka, Tradenomi

2024 | 39 sivua

Erkka Ylikoski

Automatisoitu lastaussuunnittelu ro-pax aluksilla

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda tutkielma varustamon aluksilla tapahtuvasta lastauksesta, sekä tutustua erilaisiin vaihtoehtoihin, joilla laivojen lastaus voidaan optimoida. Tavoitteena oli tutkia automatisoitua lastaussuunnittelua ja pohtia miten se olisi toteutettavissa.

Opinnäytetyö toteutettiin Finnlines Oyj:n uusien alushankintojen jälkeen kuljetusvolyymien kasvaessa verrattaen edellisiin aluksiin. Uusien alushankintojen myötä kaistakapasiteetin optimointi huomattiin tarpeelliseksi toimenpiteeksi. Nykyhetkinen varausmäärä perustuu aluksilta annettuun niin sanottuun hiljaiseen tietoon. Automatisoidulla lastaussuunnittelulla, varausmäärät pystytään realisoimaan vapaan tilan mukaan reaaliaikaisesti.

Tutkielmassa tutustutaan satamaan toimintaympäristönä, meriliikenteeseen ja alustyyppeihin, kapasiteetin hallintaan, sekä ohjelmistokehitykseen. Tutkielma luotiin alustavaksi apuvälineeksi mahdollisen uuden kehityshankkeen toteuttamiseksi. Tutkielmassa puututaan lastaussuunnittelun haasteisiin, sekä tuodaan esille niin varustamolle kuin myös asiakkaalle tuotetut hyödyt.

Asiasanat:

Logistiikka, Meriliikenne, Lastaussuunnittelu

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Business logistics

2024 | 39 pages

Erkka Ylikoski

Automated loading planning on ro-pax vessels

The goal of the thesis is to create a study on the loading processes on the ships of a shipping company and to explore various options for optimizing ship loading. The aim was to examine automated loading planning and consider how it could be implemented.

The thesis was carried out following Finnlines Plc's acquisition of new vessels, which led to increased transport volumes compared to previous vessels. With the introduction of these new vessels, optimizing lane capacity was recognized as a necessary measure. The current reservation system relies on so-called tacit knowledge provided by the ships. With automated loading planning, reservation amounts can be accurately adjusted to available space in real-time.

The study explores the port as an operational environment, maritime transport and vessel types, capacity management, and software development. The thesis was created as a preliminary tool for implementing a potential new development project. It addresses the challenges of loading planning and highlights the benefits provided to both the shipping company and its customers.

Keywords:

Logistics, Maritime transport, Loading planning

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Toimintaympäristö	9
2.1 Toimeksiantaja	11
2.2 Finnlines Naantali	12
3 Merikuljetukset ja alustyypit	13
4 Kapasiteetinhallinta	15
5 Nykytila ja prosessikuvaus	17
5.1 Lastauksen prosessikuvaus	19
5.2 Yksikön siirtyminen alukseen	20
6 Lastaussuunnittelu	22
6.1 Olemassa olevat lastaussuunnittelu järjestelmät	23
6.2 Aluksen painojakauma	24
7 Uusi järjestelmä rahdinkäsittelyyn	26
7.1 Lastikansien kaistakapasiteetti	27
7.2 Toteutustapa	29
7.3 Tarvittava data	30
7.4 Haasteet toteutuksessa	31
7.5 Varustamon hyödyt	32
7.6 Asiakkaan hyödyt	34
8 Ohjelmistokehitys	35
9 Lopuksi	37
Lähteet	38

Kuvat

Kuva 1. Autoload järjestelmä. (Autoship Systems Corporation Ro-Ro autoload 2024)	23
Kuva 2. Aluksen painojakauma. (Bernt Olav Øvstebø, Optimization of stowage plans for ro-ro ships,2011)	24
Kuva 3. Konttialuksen painojakauma. (Container Vessels, autoship 2024)	25
Kuva 4. Lastikannnen paikoitus. (Varustamon sisäinen materiaali 2024)	28
Kuva 5. Lastikansi varausvaiheessa. (Varustamon sisäinen materiaali 2024)	29

Kuviot

Kuvio 1. Yksikö siirtyminen alukseen	20
--------------------------------------	----

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

IMDG	International Maritime Dangerous Goods, Kansainvälinen merikuljetusten vaarallisten aineiden kuljetusmääräys (Traficom)
Ro-ro	Roll on – Roll Off alus, jonka lastaus sekä purkaus voidaan suorittaa ajamalla yksikkö laivaan sisään (Brodie 1994)
Ro-pax	Ro-Ro alus, johon on mahdollistettu myös matkustajaliikenne. (Brodie 1994)
Kaistametri	Käytettävä mittayksikkö, jota käytetään meriliikenteessä, 1 metri lastikannesta (Tapaninen Ulla 2019)

1 Johdanto

Tässä Finnlines Oyj:n toimeksiantona suoritettussa opinnäytetyössä perehdytään yksikkökapasiteetinhallintaan laivojen operatiivisessa toiminnassa. Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia kapasiteetin hallintaa yleisesti sekä erityisesti meriliikenteessä. Opinnäytetyössä perehdytään lisäksi sataman toimintaan sekä meriliikenteessä käytettäviin aluksiin. Toimeksiantajana toimivan varustamon tavoitteena on vähentää vuoteen 2050 mennessä kasvihuonekaasupäästöjen määrä nollaan. Tavoitteen myötä yhtiö on sitoutunut vähäpäästöisempien merikuljetusten kehittämiseen. Tämän vuoksi lastauskapasiteetin hyödyntäminen tulee olemaan tärkeää tulevaisuudessa, jotta yksikkökohtaisia päästöjä päästöjä pystytään laskemaan merikuljetusten aikana.

Opinnäytetyötä tutkitaan erilaisista näkökulmista, kuten asiakkaan sekä varustamon hyödyistä sekä haitoista. Näkökulmien tarkastelu opinnäytetyössä näin ollen perehtyy lastaussuunnitteluun sekä sen prosesseihin, kuin myös asiakkaille tuotettuun hyötyyn. Opinnäytetyöni tutkimusmenetelmänä käytetään kvalitatiivista tutkimusta.

Lastaussuunnittelun kehityksen tarve huomattiin Finnlines Oyj:n tekemien uusien alushankintojen jälkeen, kun kuljetettavien yksiköiden määrä kasvoi huomattavasti. Tiedon kerääminen lastaussuunnittelusta sen nykytilassa, sekä olemassa olevista ratkaisuista konkretisoitui rahdin määrän kasvaessa. Lastaussuunnittelun automatisoinnin tarve on varustamon kuljettamien rahtiyksiköiden nykyisellä kasvuvauhdilla välttämätöntä, jotta laivoja pystytään lastaamaan mahdollisimman tarkasti ja nopeasti. Tietoa automatisoiduista lastaussuunnittelu järjestelmistä tarvitaan varustamon omaan kehityshankkeeseen, jolla pyritään pureutumaan ongelmaan. Varustamon omia kehityshankkeita ajatellen tieto jo valmiina olevista järjestelmistä, sekä omista hyödynnettävistä järjestelmistä on tarpeen. Opinnäytetyössä perehdytään lastaussuunnitteluun ja sen olennaisuuteen meriliikenteessä.

Teoriaosuudessa käsitellään kapasiteetin hallintaa sekä satamien toimintaa osana kauppaa- ja merenkulkua. Tutkielman aiheen kannalta on olennaista käsitellä satamien toimintaa, jotta opinnäytetyöni toimintaympäristö ja tutkimukseen vaikuttavat asiat ja asiasanat tulevat tutuksi.

Opinnäytetyön tavoitteena ei ole luoda uutta automatisoitua lastaussuunnittelu järjestelmää, vaan tutkia miten tällainen olisi toteutettavissa ja mitä asioita on otettava huomioon järjestelmän toimimisen kannalta.

Työn tavoitteiden määrittämisessä on luotu apukysymyksiä ohjaamaan tutkielmaa sekä antamaan työlle runko. Tutkielman toteutuksessa on hyödynnetty empiirisiä kokemuksia ja havaintoja päivittäin kapasiteetin hallinnan kanssa työskentelevältä henkilöstöltä, mikä on tuonut tutkielmaan uusia näkökulmia, sekä oivalluksia erilaisten asioiden ratkaisuun.

Opinnäytetyötäni ohjaa seuraavat tutkimuskysymykset:

- Miten nykytilanteessa aluksen lastaus toteutetaan?
- Mitä linjaliikenne tarkoittaa?
- Mitä asioita on otettava huomioon lastauksen suunnittelussa?
- Minkälaista dataa tarvitaan lastaussuunnitteluun?
- Mitä hyötyjä uudesta työkalusta syntyy varustamolle / asiakkaalle?

2 Toimintaympäristö

Opinnäytetyö on tehty laivavarustamolle, jonka toiminta sijoittuu satamaan. Tässä yhteydessä toimintaympäristöllä tarkoitetaan toimijan taloudellista, sosiokulttuurillista, poliittista tai ekologista kokonaisuutta, jossa toiminta tapahtuu. (Anita Rubin 2022)

Suomessa toimii 20 kunnallista satamatoimijaa, joka tarkoittaa niiden omistuksen kuuluvan kunnallisille tahoille. Näiden lisäksi Suomessa toimii muutamia yksityisiä tahoja, jotka harjoittavat liiketoimintaa omistamissaan satamissa.

Maa- ja merikuljetusten yhdistävänä tekijänä ovat satamat, joissa maakuljetukset muuttuvat merikuljetukseksi ja merikuljetukset taas maakuljetuksiksi. Satamat ovat Suomen talouden kannalta merkittävässä asemassa, sillä lähes 90 % Suomen vientiteollisuudesta kulkee satamien kautta. (Satamaliitto 2024)

Satamien toimintaan ja liikennöinnin mahdollistamiseen tarvitaan runsaasti erilaisia toimijoita, jotka yhdessä muodostavat toimintaympäristön aktiivisen käytön ja kehittymisen. Näihin toimijoihin kuuluu muun muassa sataman toimihenkilöitä, palveluntuottajia, asiakkaita sekä viranomaisia.

Satamayhtiö on sataman omistava taho, joka kunnossapitää aluetta ja mahdollistaa liiketoiminnan harjoittamisen meriliikenteelle, sekä muille alueella liiketoimintaa harjoittaville toimijoille. Satamayhtiöiden liiketoiminta perustuu erilaisten maksujen keräämiseen satamaoperaattoreilta. Satamamaksuja ovat esimerkiksi tavaramaksut, alusmaksut, veden ja sähkön myynti, alusjätemaksut, matkustajamaksut sekä alusten kiinnitys sekä irrotus maksut. (Port of Helsinki 2024)

Satamayhtiöt pyrkivät investoimaan uusien teknologioiden käyttöön sekä uusien projektien mahdollistamiseen. Satamayhtiöt voivat kasvattaa alusmääriä ja satamien läpi kulkevaa materiaalivirtaa kunnossapitämällä ja mahdollistamalla toimivan toimintaympäristön. Tämän vuoksi satamat ovat valmiita panostamaan alueidensa kehitykseen, mikä tuottaa usein satamalle lisäarvoa.

Satamassa liiketoimintaa harjoittavia toimijoita kutsutaan satamaoperaattoreiksi. Satamaoperaattorien keskeisiä tehtäviä ovat palveluntuottaminen logistiikan sekä matkustajaliikenteen saralla sekä tavarankäsittely sataman alueella. (Satamaliitto 2024)

Viranomaistoimintaa nähdään myös satamien toiminnassa. Suomen poliisi, tullit ja rajavartiolaitos yhteistyössä valvovat ja pyrkivät puuttumaan PTR-yhteistoiminta strategiallaan järjestäytyneeseen rikollisuuteen. PTR lyhennys syntyy sanoista Poliisi, Tulli ja Rajavartiolaitos. Viranomaiset pyrkivät puuttumaan rajat ylittävään rikolliseen toimintaan sekä valvomaan rajojen yli tapahtuvia vienti- ja tuontirajoituksia. (Suomen poliisi 2020)

2.1 Toimeksiantaja

Finnlines Oyj on yksi johtavista Itämeren, Pohjanmeren sekä Biskajanlahden meriliikenteen toimijoista. Liiketoiminnan perusteena Finnlinesillä on aikataulutetut linjaliikenteet ja tämän vuoksi yhtiö on Suomen huoltovarmuudelle yksi tärkeimmistä toimijoista. Yhtiön päätoimena on yhdistää mannerten välinen liikenne meriteitse.

Varustamon palveluihin kuuluu rahti- ja matkustajaliikenteen lisäksi erilaisia satamaoperatiivisia palveluita, joita suorittaa yhtiön konserniin kuuluva sisaryhtiö Finnsteve Oy.

Finnlinesin ollessa osa Grimaldi-konsernia, pystyy yhtiö tarjoamaan asiakkailleen myös laajan linjaliikenne mahdollisuuden globaalisti meriteitse. (Finnlines Oyj) Finnlines Oyj tärkeimmät reitit yhdistävät Suomen meriteitse Ruotsiin, Saksaan sekä Puolaan. Finnlinesin laivastoon kuuluu tällä hetkellä 21 alusta, jotka muodostavat kokonaisuudessaan 77 000 kaistametriä. Vuonna 2022 Finnlines kuljetti n. 750 000 rahti yksikköä. (Finnlines Oyj)

Finnlines on vuosien saatossa luonut itsestään kuvan vahvana ja asiakaskeskeisenä yrityksenä, johon asiakkaat ovat voineet luottaa. Asiakaskuntaan kuuluu useita suuria rahtiasiakkaita, sekä yksityishenkilöitä.

Varustamon käyttämään laivastoon kuuluu pääosin Ro-Ro aluksia, mutta uudet Ro-Pax rahtialus hankinnat ovat tuoneet uuden kysytyn tuotteen matkustajaliikenteen markkinoille. Ro-Ro sekä Ro-Pax alusten käyttö mahdollistaa varustamolle suurten yksikkömäärien kuljetuksen, joihin lukeutuu irtoperien, kuskillisten sekä kuskittomien yksiköiden laivaamisen. (Varustamon sisäinen materiaali 2024)

2.2 Finnlines Naantali

Finnlinesin toimipiste Naantalissa satamassa tarjoaa nopean ja luotettavan yhteyden Suomen ja Ruotsin välille. Naantalissa satama sijaitsee länsirannikolla Varsinais-Suomessa. Naantalissa satamassa on erikoistuttu erityisesti teolliseen rahtiliikenteeseen, mutta Finnlinesin uusien alusten myötä myös matkustajaliikenteeseen.

Naantalissa operoitu linjaliikenne tarkoittaa aikataulutettua liikennöintiä tietyllä reitillä. Nykytilassa Finnlines tarjoaa päivittäin sekä aamu- että iltalähdön. Linjaliikennöinti vakioreitillä mahdollistaa nopean lastinkäsittelyn sekä luotettavan aikataulun.

Naantalissa käsiteltäviä yksiköitä rahtiliikenteessä on pääsääntöisesti kuljettajalliset sekä ilman kuljettajaa operoitavat rahtiliikenteen yksiköt. Suurin osa näistä yksiköistä on puoliperävaunu- sekä täysperävaunuyhdistelmiä. Näiden lisäksi kuljetettaviin yksiköihin kuuluu irtoperävaunujen kuljetus, joka tarkoittaa perävaunujen ahtausta laivaan ilman vetoautoa. Kuljetettavaan materiaaliin kuuluu myös omilla pyörillä ajettavia työkoneita kuten metsäkoneita, jotka ahtaajat sijoittavat aluksen kansille.

Matkustajaliikenteen kasvaessa on kuljetettaviin yksiköihin tullut myös lisääntyvä henkilöautoliikenne. Henkilöautojen lisäksi matkustajapuolelta kuljetettavaksi tulee matkailuvaunuja sekä linja-autoja.

Jalkamatkustajien eli risteilymatkustajien kuljettaminen terminaaliin alukseen tapahtuu linja-auto kyydityksillä. Jalkamatkustajien kyyditys päättyy aluksen lastauskannen keskiosaan, mikä tulee ottaa huomioon alusten lastausten aikana. Lastauksen aikana jalkamatkustajia voidaan kuljettaa useita kertoja aluksen ja terminaalin välillä, jolloin linja-autolle on jätettävä tarpeeksi tilaa, jotta matkustajien ja työntekijöiden turvallisuus voidaan varmistaa.

3 Merikuljetukset ja alustyypit

Merikuljetus on Suomelle erittäin tärkeä kuljetusmuoto ja taloudellisesti Suomen viennille sekä tuonnille elintärkeä. Vuonna 2023 Tullin ulkomaankaupan tilastojen mukaan merikuljetukset nostivat prosentuaalista määrää vuoden takaiseen 3,2 % verrattuna, kokonaismäärän ollessa 95,7 % kaikesta Suomen ulkomaankaupasta. Vuonna 2023 Suomen vienti oli 40,8 miljoonaa tonnia ja tuonti 44,4 miljoonaa tonnia. (Tulli 2024)

Meriliikenteen toiminta koostuu kuljetettavan tavaran siirtämisestä satamasta toiseen meriteitse. Erilaisten tavaratyyppien kuljetus mantereiden välillä vaatii suurta kuljetusyksikköä, jotta voidaan liikuttaa suuria määriä kerrallaan. Merikuljetukset mahdollistavat erillisten materiaalien kuljetukset riippuen alustyyppistä. (Alan E. Branch 2007) Merikuljetuksissa käytettävä kalusto jaotellaan erilaisiin alustyyppisiin, joiden määrittäminen perustuu kuljetettavaan lastiin, kokoluokkaan tai lastinkuljetusmenetelmään. Alustyypit voidaan jaotella neljään ryhmään, joihin kuuluu matkustaja-alukset, kuivarahtialukset, tankkialukset sekä merenkulkua tukevat ja huoltavat alukset.

Matkustaja-alukseksi luokitellaan laivat, jotka kuljettavat yli 12 matkustajaa. Matkustaja-aluksia on myös muunneltu käyttötarkoitusten mukaan. Tällaisia aluksia ovat matkustaja-autolautat, matkustajalinjalaivat ja risteilyalukset.

Kuivarahtialukset jaetaan kahteen alustyyppiin, yleislastialuksiin sekä irtolastialuksiin. Yleislastialusten kuljetettava rahti koostuu ro-ro, lo-lo, sto-ro, konttien sekä jäähdytettävien lastien kuljetuksesta. Ro-ro lasti tarkoittaa kuljetettavan tavaran siirtoa laivaan lauttavaunuilla tai yksikön ajamisella laivaan sisään, käyttäen aluksen keulassa tai perässä olevaa ramppia. Ro-ro alukset mahdollistavat yksiköiden läpiajamisen aluksella, joka nopeuttaa alusten satamakäyntejä.

Ro-ro aluksella tarkoitetaan lastinkäsittelymenetelmää, jossa lastaus sekä purkaus tapahtuu keula- sekä peräporteista. Lastinkäsittelymenetelmä mahdollistaa pyörillä kulkevien yksiköiden käsittelyn aluksella. (Santala 2011,119.)

Lo-lo aluksen lastinkäsittely tapahtuu siten, että lasti nostetaan ja puretaan kansiluukkujen kautta tai käyttämällä laiturinosturia. Ro-Pax alus kuljettaa rahdin lisäksi matkustajia. Ro-Pax alusten hyöty saadaan käyttötarkoituksen monimuotoisuudesta. Alusten monimuotoisuus ilmenee matkustajaliikenteen ja rahtiliikenteen yhdistymisestä. Näillä aluksilla voidaan ro-ro yksiköiden lisäksi käsitellä Sto-Ro yksiköitä, jotka ovat ahdattavia lasteja. Ahdattavia lasteja käsitellään trukkien avulla, jolloin irtoperät ja lauttavaunut voidaan joko vetää tai työntää haluttuun kohtaan aluksen lastikannella.

Irtolastialuksien yleisimmät kuljetettavat lastit ovat pakatut kappaletavarat sekä kuivat raaka-aineet. Irtolastialukset käyttävät aluksissa olevaa ruumaa lastin kuljettamiseen, jonne voidaan lastata suuria määriä erilaisia raaka-aineita kuten viljaa, haketta sekä erilaisia mineraaleja. (Merenkulun perusteet 2010)

Konttialukset kuljettavat metallisia konttivalmisteita, joiden yleisimmät mitat ovat 20 ja 40 jalkaa. Konttien käytännöllisyys tulee niiden vakaasta ja kestävästä rungosta, joka mahdollistaa konttien pinoamisen päällekkäin. Pinoaminen mahdollistaa suuren lastinkäsittely kapasiteetin, jolloin alus pystyy kuljettamaan suuria määriä rahtia.

4 Kapasiteetin hallinta

Tässä osiossa esitetään opinnäytetyön tietoperusta, eli teoreettinen viitekehys. Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys on Ro-Pax alusten kaistakapasiteetin hallinta. Luvussa perehdytään tarkemmin siihen, mitä kaistakapasiteetin hallinta on, millaisia lainsäädännöllisiä asioita siihen liittyy ja miten kaistakapasiteettiä hallitaan rahtialuksilla. Kappaleessa käsitellään myös varustamon kapasiteetin hallintaa.

Kapasiteetin hallinta terminä tarkoittaa tuottavuuden lisäämistä paketoimalla sekä standardisoimalla palvelunsa tarjonta, jolloin yritykset pystyvät lisäämään palvelutyön määrää samalla työntekijä määrällä. (Ritvanen 2011, 185.)

Kapasiteetin hallinta tarkoittaa strategian muodostamista yritykselle, jonka avulla pyritään reagoimaan markkinatilanteeseen kysynnän mukaan.

Kapasiteetin hallinnalla pyritään optimoimaan resurssien hallintaa, jotta voidaan saavuttaa maksimaalinen liiketoiminnallinen voitto. Kapasiteetin hallintaan kuuluu erilaisia tavoitteita, joihin lukeutuu esimerkiksi:

- Kustannusten suunnittelu ja arviointi. Yritykset pyrkivät ennustamaan markkinatilannetta ja tunnistavat kasvukaudet sekä taantumia.
- Tuotannon tehokkuus. Optimoivat tuotannon tehokkuuden. Tehokkuuden optimoinnilla yritykset pystyvät lisäämään tuotannon tai palvelun määrää samalla toimijalla määrällä.
- Vähentää kustannuksia. Pyritään löytämään kustannustehokkain ratkaisu olemassa oleville työtehtäville. Tutkitaan myös, onko prosessissa ylimääräisiä työvaiheita ja pystytäänkö eri työtehtäviä muuntamaan tuottavammiksi.
- Analysointi. Liiketoiminnan laajentamisen kannalta tärkeää, jotta saadaan selville, miten pitää toimia. (TeamDeck 2024)

Maailmanlaajuisesti noin 90 prosenttia kuljetetuista tavaroista liikkuu meriteitse. Raaka-aineet, kappaletavara, elintarvikkeet ja erilaiset energiamuodot kuten polttoaineet vaativat kuljetustavaksi laivauksen. Suurten volyymien vuoksi mikään muu kuljetusmuoto ei kykene näitä kuljettamaan yhtä kustannustehokkaasti ja ympäristöystävällisesti.

IMO (International Maritime Organisation) on asettanut vuoteen 2050 mennessä tavoitteeksi vähentää meriliikenteestä syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä 50 %, johon Finnlines on reagoinut optimoimalla aikataulunsa sekä reittinsä. Uudet Superstar-luokan alushankinnat mahdollistavat myös suuremman lastinkäsittely määrän, jolloin varustamo voi optimoida lastinkäsittelyä samalla vähentäen lastiyksikköä kohden laskettavan ympäristörasitteen. (Finnlines 2024)

Superstar alusten hankinta Naantali – Långnäs – Kapellskär reitille on tuonut käytettäviä kaistametrejä 1700 metriä lisää, verrattuna edellisiin reitillä liikennöiviin aluksiin. Tämän lisäksi Superstar alusten hyttikapasiteetti on kasvanut yli puolella, joka on mahdollistanut suurempien matkustajamäärien kuljettamisen.

Varustamo on tällä hetkellä ottamassa käyttöön uutta digitaalista rahtiyksiköiden varausjärjestelmää, joka luodaan asiakkaille. Kyseinen virtuaalinen järjestelmä kantaa niemeä B2B ShortSea, ja se mahdollistaa kiintiön omaaville yrityksille yksiköiden varaamisen, sekä varauksen muuttamisen. (Varustamon sisäinen materiaali 2024)

Kapasiteetin hallinta tätä järjestelmää käyttävillä yrityksillä tapahtuu kiintiöiden kautta, jolloin asiakkaalle on myönnetty kuljetettaviin volyymeihin perustuva kiintiömetrimäärä. Kiintiöitä säädellään varustamon asiakaspalvelun kautta. Asiakkaille voidaan siis täten myöntää erikokoisia kiintiöitä, joita he voivat käyttää eri lähdöissä.

5 Nykytila ja prosessikuvaus

Nykyhetkinen Finnlines Oyj:n rahtivarausr määrä perustuu niin sanottuun hiljaiseen tietoon, joka on annettu laivalta ja saatu toteutuneiden lastimäärien pohjalta. Tällä tiedolla rahdinvaraus pystyy varaamaan yksiköitä vain tiettyyn pisteeseen asti, jolloin konkreettista tietoa ei ole siitä, miten ja kuinka paljon vapaata tilaa on vielä käytettävissä.

Vaarallisten aineiden osalta erottelua ei Itämeren sopimuksen mukaan tarvita, jolloin rajoittavia määriä näiden laivaukseen Naantali – Långnäs – Kapellskär reitillä on vain sää kansille luokiteltujen yksiköiden määrä. (IMDG koodi) Sähköpaikkoja aluksilla on rajoitettusti, jotka ovat sijoitettu alusten lastikansien reunoihin.

Ro-ro aluksen lastaukseen liittyy eri vaihteita, jotka kuvataan kuviossa 1.

Yksiköiden varaaminen on ensimmäinen vaihe, jolloin yksiköistä kerätään alustavat tiedot. Varausta tehdessä annetut tiedot voivat vaikuttaa paikan saamiseen. Yksikön ylileveys tai vaarallisten aineiden luokitus voivat vaikuttaa eri lähdöillä siihen, että yksikköä ei voida laivata. Vaarallisten aineiden luokitus voi esimerkiksi vaikuttaa siten, että kyseinen luokitus vaatii rajoitetun matkustajamäärän. Yksiköiden ylileveys voi myös rajoittaa laivapaikan saamista, mikäli alus on kiireellisillä lähdöillä varattu täyteen.

Yksiköiden varaus voidaan tehdä joko ottamalla yhteys suoraan asiakaspalveluun, tai vaihtoehtoisesti varata yhtiön sisäisestä varausjärjestelmästä. Asiakkaat voivat tehdä varauksen joko sähköpostitse tai soittamalla rahdinvaraukseen. Varausta tehdessään asiakas ilmoittaa yksikön pituuden, rekisterinumeron, mahdolliset vaaralliset aineet, erityistä huomiota vaativat asiat, kuten yksikön ylileveys, korkeus tai pituus, tarvitseeko yksikkö sähköä ja mille lähdölle halutut yksiköt varataan. Myös erityisen painavat yksiköt on ilmoitettava varausvaiheessa.

Toinen tapa varata yksiköitä on varustamon Extranet – järjestelmä. Tämä varausportaali on asiakkaiden kiintiöihin perustuva järjestelmä, johon asiakas

voi itse ilmoittaa varaamillensa yksiköille tarvittavat tiedot. Extranetissä asiakkaalle annetaan käytettäväksi kiintiömetrit, jolloin asiakas voi itse käyttää annetut kaistametrit haluamallaan tavalla. Extranetissä varatessa vaarallisten aineiden kuljetuksia tai erikoiskuljetuksia, tulee rahdinvaraukselle hälytys, jonka yhtiön työntekijä hyväksyy järjestelmän kautta. Hälytykset hyväksymällä varmistetaan, että yhtiö on saanut tiedon erikoiskuljetuksista ja rahti on hyväksytty laivattavaksi.

Kun tiedot varattavasta yksiköstä on annettu rahdinvaraukselle, siirretään tiedot yhtiön toiminnanohjaus järjestelmään Atlakseen. Atlaksessa asiakkaalle luodaan varaus haluttuun lähtöön ja haluttuun määränpäähän. Tähän varaukseen syötetään annetut tiedot, jotka tallentuvat järjestelmään.

5.1 Lastauksen prosessikuvaus

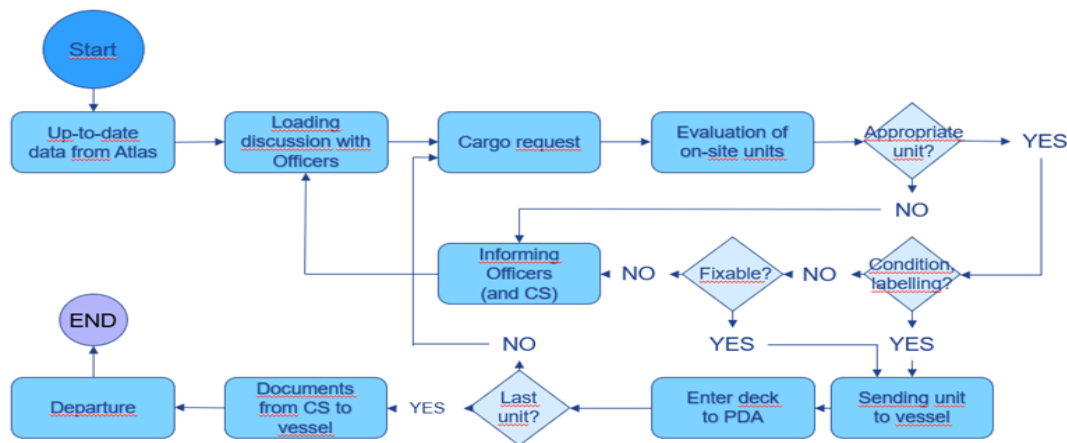
Kun asiakkaalle on luotu varaus ja annetut tiedot on tallennettu varustamon sisäiseen toiminnanohjasjärjestelmään, voidaan yksikölle ja yksikön kuljettajalle suorittaa lähtöselvitys. Lähtöselvityksessä varmistetaan vielä erikseen kuljettajalta tiedot, sekä mikäli kuorman paino, yksikön mitat tai kuljetettava tavara on muuttunut.

Lähtöselvityksen jälkeen kuljettajaa opastetaan siirtymään kansainvälisen SOLAS-yleissopimuksen määrittelemälle alueelle, jossa on eriteltyinä kaistat. SOLAS-yleissopimus on määritelty Euroopan Unionin jäsenmaissa käytettäväksi asetuksen (EY) N:o 725/2004 mukaan, tällä säännöstöllä turvataan satama-alueen turvallisuus. Tätä aluetta kutsutaan ISPS-alueeksi (Traficom 2024)

Lähtöselvitetty yksikkö on Lähtöselvityksen jälkeen valmis sijoitettavaksi lastausalueelle. Lastausalueelle on ennen lastauksen alkua valmisteltu kaistat, joissa erotellaan yksiköt pituuden, vaarallisten aineiden, erikoiskuljetusten ja sähköä tarvitsevien yksiköiden mukaan. Yksiköiden erottelu ennen lastausta helpottaa ja nopeuttaa lastausta siten, että lastauksen aikana ei tarvitse etsiä erinäisiä yksiköitä kaikkien seasta, vaan kaikille on ennalta suunniteltu paikka, josta kenttähenkilö voi nopeasti lähettää yksikön laivaan.

5.2 Yksikön siirtyminen alukseen

Kentältä lähetetyt yksiköt sijoitetaan laivan kansille siten, että sähköyksiköt ja muut erikoiskuljetukset kuten vaarallisia aineita kuljettavat yksiköt ajatetaan sopiville paikoille. Laivaliikenteessä rajoittavia tekijöitä ovat esimerkiksi vaarallisten aineiden kuljetukset. Vaarallisten aineiden rajoitteita ja vaatimuksia säätelee kansainvälinen merikuljetusten järjestö IMO (International Maritime Organisation) IMO:n yksi tärkeimpiä päämääriä on myös valvoa turvallisuutta merellä työskennellessä. (IMDG-Code) Laivan kansille sijoittamiseen johtavat vaiheet esitetään seuraavassa prosessikaaviossa. (kaavio 1).



Kuvio 1. Yksikö siirtyminen alukseen

Tässä prosessikaaviossa on esitelty seuraavat vaiheet:

- Päivitettyjen tietojen saaminen toiminnanohjausjärjestelmästä

Yksiköiden sen hetkiset tiedot tarkastetaan lähdönselvittäjien käyttämästä Atlas järjestelmästä, josta näkyy varaukseen liittyvät tiedot. Lähtöselvityksessä tarkastetut tiedot siirtyvät kenttähenkilökunnan sekä alusten perämiesten käyttämään rahdinkäsittely järjestelmään.

Rahdinkäsittelyjärjestelmä on toteutettu käytettäväksi käsipäätteellä. Tämä toteutus mahdollistaa nopean lähetettyjen yksiköiden kirjaamisen.

Rahdinkäsittely järjestelmästä näkyy yksiköiden pituus, erikoimerkinnot, vaaralliset aineet ja sähköä vaativat yksiköt. Tämä järjestelmä näyttää myös lähtöselvitetyt yksiköt sekä yksiköt, joita vielä odotetaan saapuvaksi.

- Lastaussuunnittelu kenttähenkilökunnan kanssa.

Kenttähenkilökunta keskustelee ja suunnittelee laivan lastauksen aloituksesta yliperämiehen kanssa ja samalla saadaan tietoa, onko poikkeamia lastauksen kulussa.

- Rahti- tai matkustajayksikön tilaus

Alukselta tulevien tilausten ja heidän suunnitelmiansa perustuvan lastaussuunnitelman mukaan kenttähenkilö varmistaa yksiköiden saatavuuden.

- Lastauskentällä olevien yksiköiden arviointi

Ennen yksikön lähettämistä alukseen varmistetaan vielä yksikön kunto, joka katsotaan silmämääräisesti siten, ettei yksiköstä vuoda mitään ja päällisin puolin yksikkö näyttää turvalliselta lastattavaksi.

- Yksikön lähettäminen

Yksikkö lähetetään rahtikentältä kohti laivaa joko ala- tai yläkannelle. Riippuen aluksen tilauksesta.

- Kansinumeron syöttö järjestelmään

Kenttähenkilö valitsee yksikölle lastattavan kannen, jonne yksikkö paikoitetaan. Paikoitus aluksen kansille tapahtuu aluksen työntekijöiden toimesta, joka tallennetaan rahdinkäsittelyjärjestelmään.

- Dokumenttien lähetys laivalle ja laivan lähtö

Ennen lähtöä asiakaspalvelun lähtöselvittäjät lähettävät listat vaarallisista aineista, kuljettajatiedoista sekä yksiköiden tiedoista manifestin. Dokumenttien saamisen jälkeen, on alus valmis lähtöä varten.

6 Lastaussuunnittelu

Ennen lastausta on laadittava lastaussuunnitelma, jolla pystytään luomaan aluksen pohjaan mukautuva alustava lastaustapa. Lastauksen suunnittelu on tehtävä, jotta eri yksiköt noudattavat voimassa olevia säännöksiä ja rajoituksia. Suunnitelma määrittelee, miten alus lastataan ja miten yksiköt sijoitetaan aluksen eri kansille ja alueille. (Wärtsilä)

Ro-ro aluksilla lastaussuunnitelma on erityisen tärkeä, sillä lasti koostuu liikkuvista ajoneuvoista, joiden koko ja paino vaihtelevat huomattavasti. Lastaussuunnittelussa on otettava huomioon elementtejä, jotka vaikuttavat lastaussuunnitelman tekoon. Huomioon otettaviin elementteihin kuuluvat ajoneuvon sijoittaminen, kansikohtainen suunnittelu, painojakauma, kiinnitys ja turvallisuus sekä purkujärjestys.

Ajoneuvojen sijoittelu on tärkeää suunnitella painon sekä mittojen perusteella tarkasti, jotta pystytään säilyttämään aluksen vakaus. Ajoneuvot pyritään sijoittamaan siten, että raskaimmat ajoneuvot lastataan aluksen lastikansien keskialueelle ja kevyemmät yksiköt aluksen ylemmille kansille.

Kansikohtaisessa suunnittelussa voidaan kansien käyttö suunnitella ajoneuvotyyppien mukaan. Tällöin matalat kansitilat voidaan varata ajoneuvon kanssa matkustaville asiakkaille. Painojakauman ja siten vakauden suunnittelulla voidaan optimoida painolastitankkien käyttö, sijoittamalla raskain lasti lähelle aluksen keskiosaa.

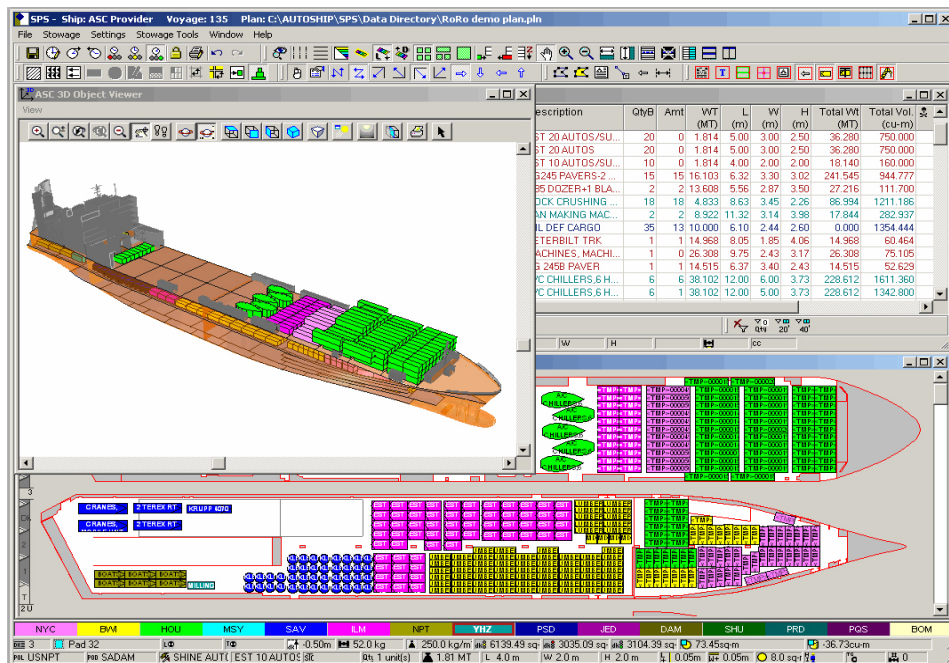
Sähköä vaativat yksiköt on myös otettava huomioon lastaussuunnitelmaa laadittaessa, koska alusten kansilla on rajoitettu määrä sähköpaikkoja. Mikäli aluksen reitti kulkee useamman sataman kautta, on yksiköt lastattava purkamisjärjestyksessä, jolloin purettavat yksiköt ovat nopeasti saatavilla.

Vastuu laivan kansille sijoittamisesta kuuluu lastauksen sekä purkauksen aikana IMDG koodin 7.5.2.1 mukaan laivan kapteenille, laivan yliperämiehelle tai kapteenin määrittelemille vastuuhenkilöille. (IMDG)

6.1 Olemassa olevat lastaussuunnittelu järjestelmät

Vastaavia lastaussuunnittelu järjestelmiä on olemassa erilaisille alustyypeille sekä rahtimuodoille rajoitettu määrä. Autoship Systems Corporation on lastaussuunnitteluun erikoistunut yritys, joka tarjoaa kuitenkin vastaavia ratkaisuja erilaisille kuljetettaville materiaaleille. (Autoship 2024)

Autoship Systems Corporationin tarjoama ohjelmisto RoRo-aluksille on vastaavanlainen ohjelmisto, joka tietyillä muunnelmilla voisi sopeutua Finnlinesin käyttötarkoitukseen. Tällaisia muunnelmia olisivat kaistakohtainen paikoitus sekä pinottavien yksiköiden poisto.

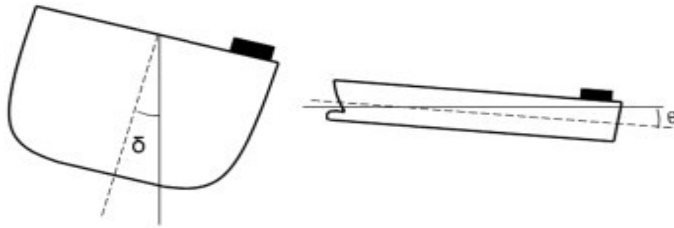


Kuva 1. Autoload järjestelmä. (Autoship Systems Corporation RoRo autoloading 2024)

Ohjelmistossa kuvantuu yksiköiden paikoitus ohjelman alareunaan, jotka ohjelmisto on paikoittanut omille paikoilleen. Alareunassa olevista yksiköistä saa yksikön tiedot avattua kuvan oikeaan yläreunaan, josta pystyy näkemään yksikön tiedot. Finnlinesille järjestelmä ei tällaisenaan toimisi, sillä ohjelmistoon ei ole saatavilla kaistapaikkoja, jotka pystyttäisiin lukitsemaan asiakkaan käyttöön.

6.2 Aluksen painojakauma

Meriliikenteessä aluksen painojakauma on kriittinen turvallisuuden, vakauden ja tehokkaan lastauksen kannalta. Aluksen vakaus riippuu siitä, miten lastin paino pystytään jakamaan pitkittäis- poikittais- ja pystysuunnassa.



Kuva 2. Aluksen painojakauma. (Bernt Olav Øvstebø, Optimization of stowage plans for ro-ro ships,2011)

- Poikittainen painojakauma

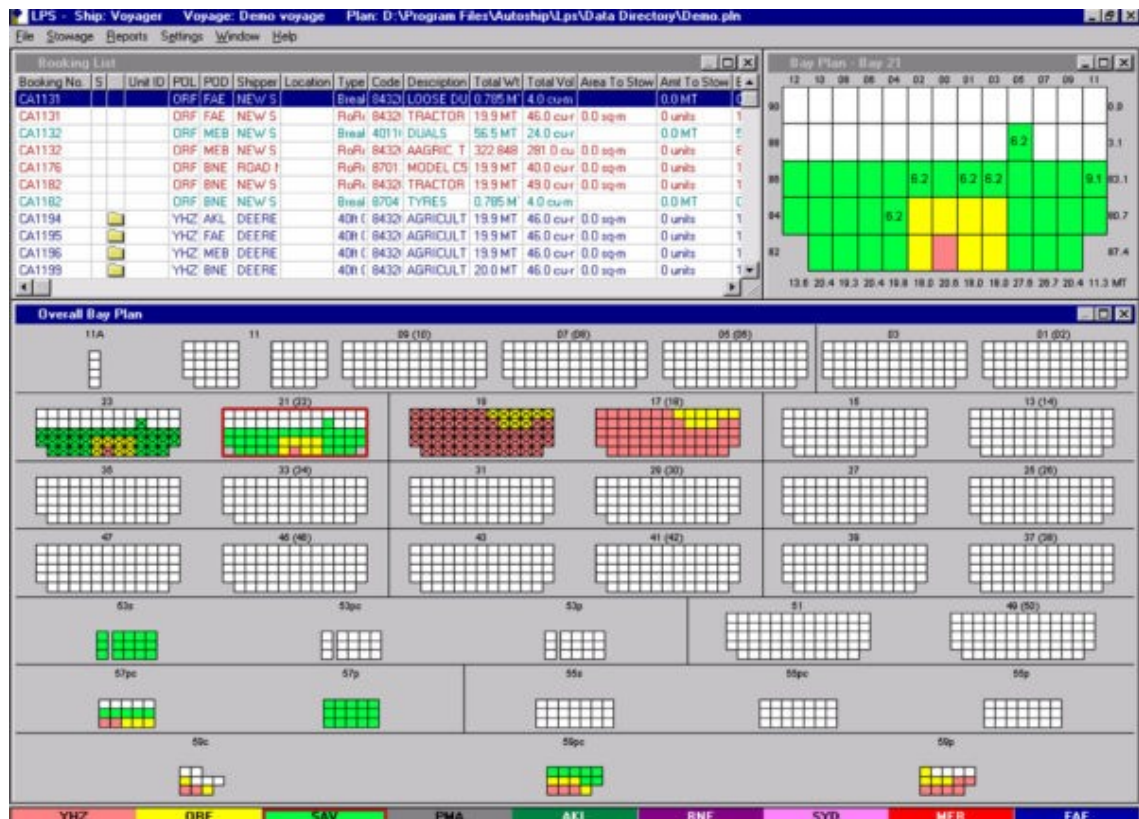
Yllä olevassa kuvassa vasemmalla puolella kuvataan aluksen poikittaista painojakaumaa, jolla tarkoitetaan aluksen kallistumista joko vasemmalle tai oikealle lastin painon jakautuessa liikaa toiselle puolelle.

- Pitkittäinen painojakauma

yllä olevassa kuvassa oikealla puolella kuvataan pitkittäinen painojakauma, joka tarkoittaa aluksen kallistumista etu- tai takapäähän. Pitkittäistä painojakaumaa voidaan hallita tasapainottamalla aluksen lasti sijoittamalla yksiköt tasaisesti lastikansille. (Bernt Olav Øvstebø, Optimization of stowage plans for RoRo ships 2011)

Autoship Systems Corporationin konttialuksille luotu järjestelmä tuo esille uuden hyötynäkökulman aluksen lastauksesta vastuussa oleville henkilöille.

Järjestelmästä pystytään yksikkökohtaisesti seuraamaan aluksen painojakaumaa, joka helpottaa reaaliaikaisen painojakauman seuraamista ja aluksen tasapainottamista. (Contain Vessels, autoship 2024)



Kuva 3. Konttialuksen painojakauma. (Container Vessels, autoship 2024)

Kuvassa painavat yksiköt näkyvät lastikartassa punaisella ja kevyemmät keltaisella sekä vihreällä. Ohjelmisto laskee reaaliaikaisesti aluksen painojakaumaa oikeaan yläkulmaan.

7 Uusi järjestelmä rahdinkäsittelyyn

Tässä kappaleessa tutustutaan uuden järjestelmän toimimisen edellytyksiin, sekä tutkitaan, minkälaisia rajoitteita on otettava huomioon. Kappaleessa esitetään myös tarvittava data sekä minkälaisia hyötyjä järjestelmästä olisi saatavissa niin varustamolle kuin asiakkaalle.

Mikäli olemassa olevia lastaussuunnittelu järjestelmiä ei voida hyödyntää varustamon käyttötarkoitukseen, on vaihtoehtona suunnitella ja rakentaa omaan käyttötarkoitukseen soveltuva järjestelmä.

Uuden työkalun tarkoituksena on luoda käytännöllinen sekä havainnollistava reaaliaikainen automatisoitu lastaussuunnittelu järjestelmä. Tällaista työkalua varustamon maa- sekä meripuoli voivat käyttää erilaisten lastattavien yksiköiden pituusjakauman suunnitteluun, sekä varattavan määrän realisointiin. Järjestelmän tavoitteena olisi todentaa varattavissa olevien paikkojen määrä reaaliaikaisesti vapaana olevan kaistakapasiteetin pohjalta. Kaistakapasiteetin optimointi on tärkeä tavoite uuden ohjelman tuottamisessa. Optimointi tarkoittaisi järjestelmässä oikean mittaisten yksiköiden paikoittamista, minimoiden käyttämättä jäävä kaistatila.

Työkalun toiminta perustuisi Short Sea – järjestelmästä haettavaan dataan, jonne on syötetty yksiköiden tarkat tiedot, kuten yksiköiden mitat (korkeus, leveys, pituus), yksiköiden lastipaino, vaarallisten aineiden tiedot sekä sähköpaikan tarve.

7.1 Lastikansien kaistakapasiteetti

Kaistametrillä tarkoitetaan ro-ro aluksen kansilla olevien kaistojen pituutta. Kaistan leveys vaihtelee kuljetettavan lastin mukaan, mutta yleisesti leveys on 2,5–3,0 metriä. (Santala 2011, 118.)

Kaistakapasiteetin mittaaminen teoreettiseen maksimaaliseen kapasiteettiin on vaivatonta laskea aluksen mittojen mukaan. Tämä voidaan laskea mittaamalla tärkeimmät kaistakapasiteettiin vaikuttavat asiat. Näihin asioihin kuuluvat aluksen kaistametrit, aluksen lastauskaistojen leveys, lastauskansien määrä sekä lastattavien ajoneuvotyyppien mitat. Kaistakapasiteetin voi siis laskea jakamalla kaistametrin määrän yksikön pituudella. Tätä kaavaa käytettäessä voisi 3000 kaistametriä omaava alus lastata 176 puoliperävaunuyhdistelmää.

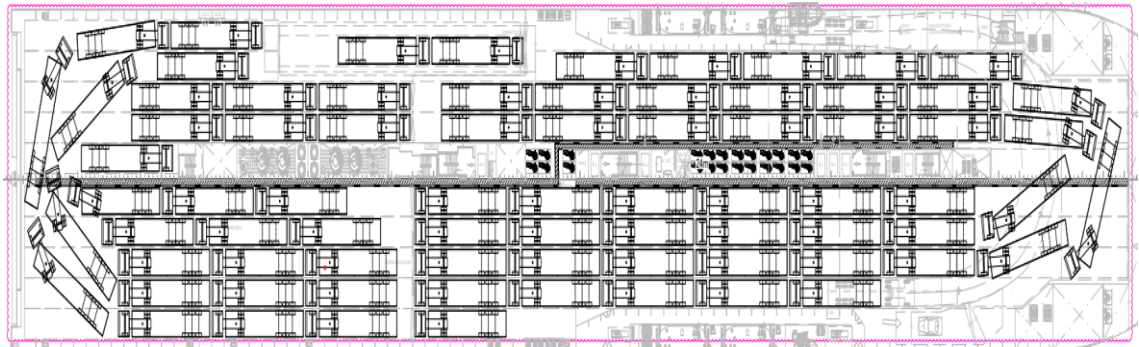
Alusta ei kuitenkaan pystytä lastaamaan teoreettisen maksimin mukaan, joten kaistakapasiteetti olisi laskettava toteutuneiden lastausten mukaan.

Toteutuneiden lastausten perusteella saataisiin laskettua realistinen kapasiteetti, jonka avulla voidaan paikoittaa yksiköitä uuteen automatisoituun lastaussuunnitelmaan. Realistisen kaistakapasiteetin määrän voi kuitenkin laskea vain toteutuneiden lastausten mukaan. Kaistojen mittaus tulee mitata erilaisilla lastauspohjilla. Erilaisia lastauspohjia mitattaessa kaistat tulee lastata ensin käyttäen vain puoliperävaunu yhdistelmiä, jonka jälkeen täysperävaunuyhdistelmillä.

Yhden kaistan mittaamisen jälkeen saadaan tieto siitä, kuinka paljon erilaisia yksiköitä voidaan lastata kullekin kaistalle. Kaistojen mittaamisen jälkeen syötetään kaistojen yksikkökapasiteetti ohjelmaan, josta ohjelma voi automaattisesti optimoida parhaan mahdollisen lastaustavan.

Uuteen järjestelmään siis olisi asetettava erittäin tarkat parametrit kaistojen tilankäyttöä ajatellen, jotta yksiköiden paikoittaminen alusten kansilla olisi realistisesti toteutettava. Jotta saadaan tarkka tieto maksimaalisesta lastikapasiteetista, on aluksen lastikansien realistinen määrittäminen tehtävä tarkasti ja huomioitava myös poikkeukselliset lastausolosuhteet. Tällaisiin olosuhteisiin voi lukeutua esimerkiksi aluksella suoritettavat huoltotyöt. Huomioon otettaviin asioihin lukeutuu myös yksiköille varatut kääntöpaikat aluksen lastikansilla.

Aluksessa kääntöpaikat sijoittuvat aluksen keulaan, sekä perään. Näille paikoille tuottaa vaikeuksia lukita tiettyä kaistapaikkaa järjestelmään, sillä yksikkö menee useammalle kaistalle samanaikaisesti. Alapuolella esitetystä kuvassa kääntöpaikat näkyvät oikeassa sekä vasemmassa reunassa.



Kuva 4. Lastikannen paikoitus. (Varustamon sisäinen materiaali 2024)

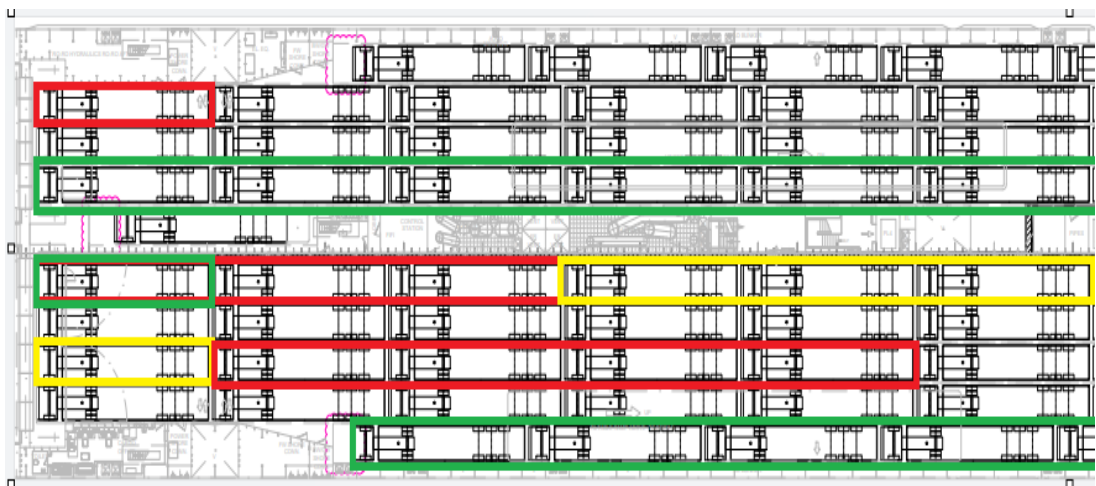
Aluksella olevat lastikansien väliset rampit vaikeuttavat myös paikoitusta järjestelmään. Rampien vaatima tila rajoittaa yksiköiden lastausta niiden viemän tilan vuoksi.

7.2 Toteutustapa

Toteutustapana tähän ratkaisuun olisi, että asiakkaalle varatut kiintiöt piirtyisivät pohjakartan paikoille ensin punaisena, joka indikoi kyseisen kaistapaikan olevan varattu asiakkaan käyttöön.

Asiakkaan täytettyä yksikön tiedot ja mitat vaihtuisi kaistapaikan väri keltaiseksi, josta asiakaspalvelu ja rahdinvaraus näkisi, minkälainen yksikkö on varattu ja pystyisi reagoimaan mahdollisesti puutteellisiin tietoihin tai puuttuviin dokumentteihin.

Kun yksikkö on todettu lastausvalmiiksi ja hyväksytty lastattavaksi vaihtuisi varatun kaistapaikan väri vihreäksi ja lukittautuisi kyseiselle yksikölle varatuksi.



Kuva 5. Lastikansi varausvaiheessa. (Varustamon sisäinen materiaali 2024)

Yllä olevassa kuvassa kuvannettu aluksen kannella olevien kaistapaikkojen määrä, jossa punaisella reunuksella olevat yksiköt ovat kiintiöpaikkoja, keltaisella reunustetut varattuja paikkoja sekä vihreällä reunustetut vahvistettuja paikkoja.

7.3 Tarvittava data

Reaaliaikaisen rahdinvarausjärjestelmän toiminta perustuisi ShortSea – järjestelmästä haettavaan dataan, josta yksiköiden ja lähdön tiedot siirtyvät Atlaksen kautta aluksen kansikarttaan. Asiakkaiden käytössä olevaa kaistametri kiintiötä hallitaan yhtiön Short Sea – järjestelmästä, jonne asiakkaat voivat täydentää haluamillensa lähdöille varattavat yksiköt.

Automaattisen lastaussuunnittelun toimimisen mahdollistamiseksi alla on lueteltuna kaikki kriittisimmät raja-arvot, jotta uusi järjestelmä pystyy sijoittamaan yksiköt oikeille paikoille.

- Kannen korkeuden mittaus
- Tilan tarkistus
- Sääkannelle sijoitus
- Kaistojen rajoitukset
- Yksikön purkusatama, eli purkausjärjestys

7.4 Haasteet toteutuksessa

Ro-Ro alusten lastauksen yhtenä haasteena on alusten ahtauksen vaikeus, koska käytännössä kaikkea vapaata tilaa ei pystytä hyödyntämään.

Konttialukseen verrattuna lastauksen maksimaalisen kapasiteetin käyttö on huomattavasti helpompaa, sillä kaikki yksiköt ovat standardimitoissa, jolloin niiden lastaukseen kuluu vähemmän aikaa ja vapaana oleva tila voidaan käyttää paremmin.

Ro-ro aluksille lastaussuunnitelmaa laatiessa on otettava huomioon esimerkiksi lastikansien korkeus, akselipainot ja käytettävän tilan rajoitukset, kuten ramppien paikat aluksen kansilla. Lisäksi paloturvallisuuden takaamiseksi on huomioitava esteetön pääsy yksiköiden luokse. Yksiköiden siirtoon käytettävä aika on toinen haaste, joka hankaloittaa lastauksen suunnittelua. Yksiköiden siirtoon ei voi käyttää liikaa aikaa, jotta aluksen satamassa vietettävä aika voidaan minimoida. (Xiaofeng Sun 2022)

Nykyiset metrimääräiset kiintiöt asiakkaille aiheuttavat haasteita järjestelmän toimimisen kannalta. Järjestelmän toimiminen metrimääräisillä kiintiöillä olisi vaikea saada toimimaan reaaliaikaisesti, sillä se mahdollistaa yksiköiden mittojen muuttumisen ilman ilmoitusta varustamon asiakaspalvelulle.

Tieto yksikön mittojen muuttumisesta saattaa nykytilassa tulla ilmi vasta lähtöselvityksen yhteydessä, jolloin täyteen varatuissa lähdöissä kapasiteetin optimointi ei toimisi. Mikäli metrimääräinen kiintiö vaihdettaisiin yksikköpohjaiseen kiintiöön, pystyttäisiin ennaltaehkäisemään viimehetkessä ilmenevät muutokset yksiköiden mitoissa. Yksikköpohjainen kiintiö mahdollistaisi asiakkaille varattavaksi esimerkiksi 15 puoliperävaunuyhdistelmä paikkaa ja 10 täysperävaunuyhdistelmä paikkaa. Tällöin entinen metripohjainen 505 metrin kiintiö vaihtuisi yksikkökohtaiseen 25 yksikön kiintiöön.

Automaattisen lastaussuunnitelman toteutuminen lastauksessa on myös haastavaa, sillä yksiköiden täytyy olla saatavilla ja lastattavissa oikeaan aikaan. Yhtenä ratkaisuna olisi antaa yksiköille tarkat satamaan saapumisajat, jolloin lastaussuunnitelmaa voitaisiin hyödyntää heti lastauksen alkamisesta lähtien. Tämän toteutuminen on kuitenkin haastavaa, sillä logistiikassa on paljon muuttujia joihin kuljetusyrietykset, varustamot tai kuljettajat eivät voi vaikuttaa.

7.5 Varustamon hyödyt

Automatisoidut lastaussuunnittelu järjestelmät auttavat parantamaan kokonaisuudessaan varustamon tehokkuutta, turvallisuutta sekä ympäristöystävällisyyttä. Nämä asiat edesauttavat kilpailukykyä meriliikenteen markkinoilla.

Lastauksen optimointi automatisoidulla järjestelmällä vähentää aikaa, joka nykytilassa kuluu kuljetettavien yksiköiden etsimiseen ja paikoittamiseen sekä lastausalueella kuin myös lastikansilla. Aikaa säästämällä varustamo kykenisi lyhentämään satamassa vietettyä aikaa ja optimoimalla reitille parhaan mahdollisen ajonopeuden, säästäten polttoainetta.

Tehokkuus ja ajansäästö parantuisi järjestelmän avulla, koska rahdinvaraajat kykenisivät myös saamaan realistisen tiedon lastauskapasiteetista. Lastauskapasiteetin tieto paranisi nykytilaan verrattuna siten, että yksiköitä ei tarvitsisi varata odotuslistalle. Odotuslistalle varataan sellaisia yksiköitä, joille ei voida luvata varmaa paikkaa halutulle lähdölle. Järjestelmän myötä rahdinvaraajat saisivat heti tarkastettua vapaiden paikkojen määrän ja täten pystyvät ilmoittamaan asiakkaalle välittömästi, onko yksikölle vapaata tilaa aluksen kansilla.

Järjestelmä tuo varustamolle joustavuutta erilaisten muutosten tullessa ilmi, sekä mahdollistaa erilaisten yhdistettävien kuljetusten optimoinnin aluksen lastauksessa.

Kapasiteetin optimoinnin avulla varustamo voi alkaa tarjoamaan dynaamisesti hinnoiteltuja kansipaikkoja asiakkaille. Dynaaminen hinnoittelu tarkoittaa kysynnän ja tarjonnan mukaan elävää hinnoittelua, jota voidaan säädellä erilaisilla aikaväleillä. Kysynnän ollessa alhainen voisi varustamo tarjota houkuttelevammalla hinnalla asiakkaille laivapaikkoja. (Gabor Forgacs 2010)

7.6 Asiakkaan hyödyt

Automatisoitu lastaussuunnittelu tarjoaa varustamon lisäksi hyötyjä myös asiakkaalle. Asiakkaille tuotetut hyödyt painottuvat nopeaan lastaustoimintaan, luotettavaan liikennöintiin sekä aikataulussa pysymiseen.

Kaistakapasiteetin optimointi mahdollistaa asiakkaalle myös useampien yksiköiden laivaamisen, jolloin asiakas kykenee lastaamaan kuljetettavia materiaaleja enemmän omiin yksiköihinsä. Kapasiteetin optimointi tekee asiakkaiden liiketoiminnasta myös kustannustehokkaampaa, sillä he pystyvät optimoimaan myös oman kuljetuskapasiteetin mukaan kuljetuksiaan.

Aikataulutus ja reaaliaikainen tiedonsiirto yksikön varaustilasta ja lastauksen aikana annetusta kansipaikasta tekee kuljetusprosessista ennustettavampaa. Asiakkaiden palvelu, reaaliaikainen seuranta ja raportointi tekee varustamon toiminnan asiakkaalle läpinäkyväksi. Läpinäkyvyys kuljetusprosessista tuo luottamusta varustamo kohtaan, jolloin asiakastytyväisyys paranee.

Logistiikkaketjun parantaminen toteutuu asiakkaalle nopeiden lastausten ja purkausten ansiosta. Tällöin kuljetusten optimointi asiakkaan näkökulmasta paranee ja tavoitellut kasvihuonekaasupäästöt pienenevät yksikköä kohden.

8 Ohjelmistokehitys

Automatisoidun lastaussuunnittelun ohjelmistokehitys on monivaiheinen prosessi, jossa yhdistyvät logistiikan, teknologian ja merenkulun aihealueet. Tavoiteltu ohjelmiston kehitys kohdentuu optimoituun lastaussuunnitteluun, joka ottaa huomioon painojakauman, tilankäytön, turvallisuuden sekä lastauksen tehokkuuden. Ohjelmiston tavoitteena on myös tuoda hyöty asiakkaalle, sekä varustamon rahdinvaraajille. Tässä osiossa tutustutaan ohjelmistokehityksen työvaiheisiin, sekä vaadittaviin toimenpiteisiin.

Tarveanalyysi tarkoittaa vaatimusten määrittelyä, eli mitkä ovat ohjelmiston keskeiset asiat. Automaattisessa lastaussuunnittelu järjestelmässä vaatimusten määrittelyyn lukeutuisi vakauskalkelmat, yksikön paikoitus sekä lastauksen optimointi. Tarveanalyysin jälkeen voidaan alkaa suunnittelemaan järjestelmän rakennetta. Suunnitteluvaiheessa päätetään, toteutetaanko järjestelmä pilvipohjaiseen vai paikalliseen järjestelmään. Seuraavaksi toteutetaan ohjelmalle algoritmit, jotka optimoivat lastaussuunnittelun. Näihin algoritmeihin kuuluu esimerkiksi turvallisuusvaatimukset, painojakauma sekä aluksen mitat. Suunnittelussa aluksen tietokannat ja 3D tai 2D mallinnus on rakennettava tarkkaan, jotta ohjelma pystyy noudattamaan sille annettuja algoritmeja.

Aluksen mallinnus ohjelmaan voidaan luoda käyttämällä Autocad 2D ja 3D mallinnusohjelmaa. Autocadissa voidaan piirtää aluksen lastikannet realistiseen mittasuhteeseen, jolloin syötetty data siirtyy oikeassa mittakaavassa ohjelmaan. (Arksystems, 2024)

Suunnittelun jälkeen voidaan aloittaa järjestelmän ohjelmointi. Ohjelmointi toteutetaan koodauksella eli ohjelmointikielellä. Tällaisiin koodauksiin voidaan käyttää esimerkiksi Pythonia. Python on koodauskieli, jota voidaan käyttää data-analytiikkaan, automatisointiin sekä työpöytäsovellusten kehittämiseen. (Tieturi 2024)

Ohjelmoinnissa järjestelmään liitetään tekoäly, jotta ohjelma kykenee oppimaan uusia lastausmenetelmiä yksiköiden pituusjakauman mukaa. Ohjelma liitetään samalla varustamon omaan toiminnanohjausjärjestelmään, jotta data siirtyy reaaliaikaisesti järjestelmien välillä.

Ohjelmoinnin valmistuttua voidaan aloittaa järjestelmän testaus, mikä mahdollistaa virheiden havainnoinnin ennen järjestelmän käyttöönottoa. Testauksissa nähdään myös, miten järjestelmä kykenee noudattamaan turvallisuuden liittyviä säännöksiä, kuten erottelu IMDG-koodin mukaan.

9 Lopuksi

Tässä opinnäytetyössä ei luotu uutta järjestelmää, eikä parannettu olemassa olevia käytäntöjä, mutta tuotiin uusia näkökulmia tällaisten kehityshankkeiden luomiseen sekä toimintatapojen parantamiseen.

Tutkielman selvitystyön jälkeen huomataan, kuinka paljon erilaisia vaiheita liittyy alusten lastaukseen, mitä asioita siinä on otettava huomioon sekä millaisia erilaisia ratkaisuja voidaan käyttää. Toimeksiantajan ratkaisuksi paras vaihtoehto olisi luoda kokonaan uusi työkalu kapasiteetinhallintaan aluksilla, jotta järjestelmä voidaan yhdistää omiin toiminnanohjausjärjestelmiin.

Uuden automatisoidun lastaussuunnittelujärjestelmän käyttöönotossa ja suunnittelussa on ehdottomasti otettava mukaan Finnlines Oyj:n toimintaympäristössä vaikuttavia sidosryhmiä, kuten rahdinvaraus, lähtöselvitys, alusten kapteenit, yliperämiehet sekä alusten lastauskansilla työskentelevät henkilöt, jotta saadaan hyödynnettyä useita näkökulmia ja siten luotua paras mahdollinen järjestelmä.

Alusten lastaukseen liittyvistä asioista suuren yllätyksen toi logistiikan monimuotoisuus, sekä poikkitieteellisyys eri alojen yhdistämisten kautta. Tämä näkyi esimerkiksi järjestelmien ohjelmoinnissa sekä kapasiteettien hallinnassa.

Lopuksi haluaisin kiittää mielenkiintoisesta toimeksiannosta Finnlines Oyj:tä, sekä erityisesti esihenkilöä, kollegoita, opiskelutovereita ja Turun Ammattikorkeakoulua saamastani avusta ja tuesta.

Lähteet

Arksystems. Autocadilla suunnittelet mitä vain. Saatavissa:

<https://www.arksystems.fi/2021/02/01/autocadilla-suunnittelet-mita-vain/>

Brodie, P. 1994. Illustrated dictionary of cargo handling. Second edition. London: LLP Limited.

Elements of shipping 8th edition, Alan E. Branch Industry and transport studies s.246 Viitattu 14.11.2024

Finnlines 2024, Vuosikertomus 2022, ympäristö ja turvallisuus. Artikkelin luettavissa osoitteessa:

<https://www.finnlines.com/fi/yritys/taloustietoa/vuosikertomukset/vuosikertomus-2022/2022-ymparisto-ja-turvallisuus-2/>

Finnlines 2024, Varustamon sisäiset materiaalit

Gabor Forgacs, Revenue Management: Dynamic Pricing: Hospitality Net (viitattu 29.11.2024). Saatavissa:

<http://www.hospitalitynet.org/news/4045046.html>

International Maritime Organization. 2020. International Maritime Dangerous Goods Code 2020 edition volume 1. London: International Maritime Organization. Viitattu 25.7.2024.

Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet (Ritvanen 2011,185.)

Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet (Santala 2011,119)

Port of Helsinki, Satamamaksut Helsingin sataman hinnastot 2024. Saatavissa:

<https://www.portofhelsinki.fi/tietoa-meista/helsingin-satama/hinnasto/>

Suomen Poliisi 2020 Poliisin, Tullin ja rajavartiolaitoksen PTR-strategia

<https://poliisi.fi/-/poliisin-tullin-ja-rajavartiolaitoksen-ptr-strategia-2020-2023-on-julkaistu>

Tapaninen Ulla 2019 s.54 Merenkulun logistiikka. Viitattu 07.11.2024

Tieturi 2024. Mihin Python ohjelmointikieltä käytetään? Saatavissa:

<https://www.tieturi.fi/blogi/mihin-python-ohjelmointikielta-kaytetaan/>

Traficom 2024, Sataman turva-asiat, Mihin sataman turvatoimet perustuvat?

<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/merenkulku/sataman-turva-asiat>

Traficom 2024, Vaarallisten aineiden merikuljetuksia koskevat kansainväliset sopimukset, IMDG-säännöstö. Saatavissa:

<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/liikennejarjestelma/vaarallisten-aineiden-merikuljetuksia-koskevat-kansainvaliset?toggle=Pakatut%20vaaralliset%20aineet%20%28IMDG%2C%20It%C3%A4meren%20MoU%29>

Vaarallisten aineiden merikuljetukset ja Itämeren Ro-Ro sopimus 2016, DGM. Viitattu 20.11.2024.

Wärtsilä, Cargo plan 2024. Saatavissa:

<https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/cargo-plan-stowage-plan>

Xiaofeng Sun, Senhao Wang, Zhizhou Wang, Chunlei Liu, Yong Yin, A semi-automated approach to stowage planning for Ro-Ro ships, 2022 Saatavissa:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801822001111>