

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalous

2021

Roosa Huttunen

LAIVOJEN LÄPIMENOAIKOJEN KEHITTÄMINEN

– Tutkimus Yaran Uudenkaupungin sataman
laivauksista

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous

Kevät 2021 | 31 sivua

Roosa Huttunen

LAIVOJEN LÄPIMENOAIKOJEN KEHITTÄMINEN

- Tutkimus Yaran Uudenkaupungin sataman laivauksista

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia läpimenoaikaa Yaran Uudenkaupungin satamassa ja kehitellä keinoja läpimenoajan parantamiseksi tulevaisuudessa. Työ tehtiin Yara Suomen Uudenkaupungin yksikön toimeksiannosta. Läpimenoaika on yritykselle tärkeää, koska satama on yksi logistiikan solmukohdista ja nopeutetut laivaukset auttavat sen hallintaa.

Työ toteutettiin keräämällä tietoja vuoden 2019 laivauksista. Kerättyä dataa analysoitiin hyödyntäen lean- filosofiaa tuttuja keinoja. Näitä olivat läpimenoaika, OEE ja hukat. Lisäksi hyödynnettiin Väyläviraston aiempaa tutkimusta läpimenoajoista.

Työn tulokseksi saatiin se, että läpimenoajat vaihtelevat paljon. Tarkempaa tietojen analysointia varten pitäisi kerätä tarkempaa tietoa varsinkin lastinkäsittelyn ajalta.

Tuloksia voidaan hyödyntää laivauksia ja niiden järjestystä suunnitellessa sekä normaalissa sataman toiminnassa. Erityisesti siitä on hyötyä, kun mietitään järjestelmien mahdollista päivittämistä ja mistä tiedoista olisi tulevaisuudessa hyötyä satamalle.

ASIASANAT:

Läpimenoaika, Prosessin kehittäminen, Laivaus.

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management and Engineering

Spring 2021 | 31 pages

Roosa Huttunen

DEVELOPING TURNAROUND TIME OF VESSELS

- Shipping research on Yara Uusikaupunki harbour

The objective of this thesis was to study turnaround times in Yara Uusikaupunki harbour and develop ways to improve turnaround times in future. The thesis was made as assignment from Yara Suomi. Turnaround time is important for the company, because the harbour is one of the crucial points of its logistics.

The work was carried out by collecting data from 2019 shippings. Collected data was analysed taking advantage of tools known from Lean philosophy. These were turnaround time, OEE and losses. Earlier research from The Finnish transport infrastructure agency was also used.

Result of the thesis was that turnaround times vary a lot from each other. To perform more detailed research, specially during cargo handling, detailed information should be gathered.

The results can be used when planning shippings and their order, but also in everyday harbour operation. It will be specially useful if new system upgrades are planned, since it helps to determinate which information would be helpful for the harbour in future.

KEYWORDS:

Turnaround time, Process development, Shipping

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Yrityksen esittely	7
1.2 Sataman esittely	7
1.3 Tehtaan esittely	8
2 SATAMAN TOIMINTA	9
2.1 Toimijat satamassa	9
2.2 Toiminnan esittely Yaran Uudenkaupungin satamassa	11
2.3 Aiempi tutkimus läpimenoajoista satamassa	11
3 LÄPIMENOAIKA	14
3.1 Overall equipment effectiveness eli OEE	14
3.2 Hukat	16
3.3 Prosessien havainnollistaminen	17
4 PROSESSIEN KEHITTÄMINEN YARAN SATAMASSA	19
4.1 Laivauksen vaiheet	19
4.2 Hukat	21
4.3 Läpimenoaika	22
4.4 Vienti	22
4.5 Tuonti	25
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	29
LÄHTEET	31

KAAVAT

Kaava 1. OEE:n yksinkertainen kaava.	14
Kaava 2. Tehon kaava	14
Kaava 3. OEE:n tarkempi kaava.	16
Kaava 4. Käytettävyyden kaava.	16

Kaava 5. Käytettävyyden toinen kaava.	16
Kaava 6. Käytettävyyden kolmas kaava.	16
Kaava 7. Laadun kaava.	16

KUVAT

Kuva 1. Bulk-kuivalastialusten lastinopeuksien vertailu.	12
Kuva 2. Bulk-alusten lastausnopeudet.	13
Kuva 3. Väyläviraston ohjearvot lannoitteiden käsittelyyn.	13
Kuva 4. OEE:n muodostuminen.	15
Kuva 5. Kuusi suurta hukkaa.	17
Kuva 6. Prosessin kuvaaminen.	18
Kuva 7. Kuvaus ventilaivauksien kulusta.	19
Kuva 8. Kuvaus tuontilaivauksen vaiheista.	20

KUVIOT

Kuvio 1. Kaavio ventilaivauksien hukista.	22
Kuvio 2. Kaavio lastauksen tehosta.	23
Kuvio 3. Kaavio kokonaisläpimenoaikojen jakaantumisesta.	24
Kuvio 4. Kaavio OEE:n jakautumisesta vienneissä.	24
Kuvio 5. Kaavio hukkien esiintymisestä tuontilaivauksissa.	25
Kuvio 6. Tehojen jakaantuminen tuontilaivauksissa	26
Kuvio 7. Kokonaisläpimenoaikojen jakaantuminen tuontilaivauksissa	27
Kuvio 8. OEE:n jakautuminen lastin purussa	27

TAULUKOT

Taulukko 1. Toimijat satamassa.	10
---------------------------------	----

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Yaran Uudenkaupungin sataman laivojen läpimenoaika, selvittää mahdollisia hukkia ja pyrkii löytämään keinoja läpimenoajan kehittämiseksi. Tarkoituksena on laatia tutkimus laivauksista ja pyrkiä löytämään keinoja läpimenoajan kehittämiseksi.

Läpimenoaikojen selvittäminen tuottaa Yaralle arvokasta tietoa siitä mihin aikaa satamassa on kulunut ja miten paljon se on vaihdellut. Tätä voidaan hyödyntää laivojen kulua suunnitellessa ja viivästyksiä ennakoivissa. Tiedot antavat myös hyvän pohjan tulevalle tietojen keräämiselle. Yaran satamassa kulkee vain heille lastia tuovia tai heidän tehtaaltaan lastaavia laivoja, joten jokaisen hetken tulisi hyödyttää tehdasta. Mikäli viivästyksiä raaka-aineen toimituksessa tulee, saattaa tehdas seisoa. Jos taas uudelle lannoitteelle ei ole enää tilaa varastoissa, ei uutta päästä tekemään. Näin ollen varastojen tyhjentäminen ajoissa, vaikuttaa myös tehtaaseen.

Tutkimus toteutetaan perehtymällä vuoden 2019 laivoihin ja niiden aikatauluihin. Lisäksi tarvittaessa verrataan tietoja aiempiin vuosiin. Laivanselvittäjien keräämien tietojen perusteella selvitetään kuinka kauan kullakin laivalla on kulunut mihinkin osa-alueeseen. Näihin kuuluu eri toiminnot satamassa ja mahdolliset hukat. Osa-alueiden jaottelussa hyödynnetään aiheiden jakamista eri aihepiireihin. Lisäksi ne on jaoteltu arvoa tuottavaan aikaan ja tuottamattomaan aikaan eli hukkaan. Tärkeää on kuitenkin erotella hukkissa eri toimijoiden aiheuttamat hukat. Tiedot kerätään arkistoiduista paperisista asiakirjoista. Asiakirjoista tärkein on laivan aikataulu satamassa, josta selviää minuutin tarkkuudella mihin aika kului milläkin hetkellä. Näiden avulla kirjataan exceliin tiettyjen toimintoihin kulunut aika per laiva. Näistä tiedoista selvitetään minkä aihepiirin toimintoon kului minkäkin verran aikaa laivan vieraillessa satamassa. Tätä pystytään hyödyntämään, kun kartoitetaan tuottamaton ja tuottava aika. Tuottava ja tuottamaton aika pystytään jakamaan vielä aihepiirin mukaan, kuten lastaus tai laivan aiheuttama viive. Näin voidaan selvittää vielä tarkemmin mihin kaikkeen aika kuluu ja paljonko siinä on vaihtelua.

Tutkimuksessa selvinneet asiat visualisoidaan excelin kaavioilla helpommin ymmärrettäväksi.

Lisäksi hyödynnetään taustatiedon keräämistä käytetyistä menetelmistä ja toimialasta. Eniten keskityttään lean-filosofiaan, läpimenoaikoihin ja Overall equipment efficiencyyn (OEE). Toimialasta tutustutaan erityisesti sataman eri toimijoihin ja sataman läpimenoaikoihin vaikuttaviin lakeihin.

1.1 Yrityksen esittely

Yara on monikansallinen lannoitteita tuottava yritys. Se on yksi suurista ja tunnetuista alalajista. Yritys on perustettu vuonna 1905 ja työllistää nykyään noin 16 000 työntekijää yli 60:ssä maassa. (Yara 2020) Yrityksen pääkonttori sijaitsee Norjassa. Sen Suomen tehtaat kuuluivat aikoinaan Kemiralle. (Yara 2020)

Vuonna 2019 yritys toimitti 38 miljoonaa tonnia lannoitteita maailmanlaajuisesti, joista noin 1,5 miljoonaa tonnia tuotettiin Suomessa. Lisäksi Yara kävi mm. kauppaa ammoniakilla 2,5 miljoonan tonnin edestä. (Yara 2020)

Suomessa toimii Yaran tytäryhtiö Yara Suomi, joka työllistää suoraan noin 900 henkeä. Suomessa Yaralla on tehtaat Uudessakaupungissa, Kokkolassa ja Siilinjärvellä. Lisäksi myyntitoimisto Helsingissä ja tutkimusasema Vihdissä. Yaralla Internationalilla on toimintaa Suomen lisäksi ympäri Eurooppaa, Aasiaa, Afrikkaa sekä Etelä- ja Pohjois-Amerikkaa. (Yara 2020)

1.2 Sataman esittely

Yaran Uudenkaupungin toimipisteellä on oma yksityinen merisatama, jossa käsitellään vain toimipisteeseen tulevia ja sieltä lähteviä tuotteita. Satamaan tulee ja sieltä lähtee sekä irtolasteja, että kemikaaleja. Tehtaan päätuotteita lannoitteita ja typpihappoa kuljetetaan satamasta lähelle ja kauas. (Yara 2020)

Satamaan saapuvia tuotteita ovat lannoitteiden raaka-aine mineraalit, toisten tehtaiden tekemät lannoitteet ja erilaiset lannoitteiden tekemiseen tarvittavat kemikaalit. (Movere, Henkilökohtainen tiedonanto 2020)

Satamasta lähteviä tuotteita ovat lähinnä valmiit lannoitteet ja typpihappo, jota syntyy lannoitteentekoprosessissa. (Movere, Henkilökohtainen tiedonanto 2020)

Satama on tehtaalle tärkeä, koska se mahdollistaa isojen lastien kuljettamisen eri puolille maailmaa ilman vieraan sataman käyttöä. Yara kuljettaakin sataman kautta noin 1 600 000 tonnia, kun rautatien osuus on 750 000 tonnia ja maantien 550 000 tonnia. (Yara 2020). Sataman osuudesta n. 1 000 000 tonnia vientiä ja 600 000 tonnia tuontia. (S. Kortelainen, Henkilökohtainen tiedonanto 20.05.2021)

1.3 Tehtaan esittely

Yaran Uudenkaupungin tehtaalla tuotetaan yli 80 erilaista lannoitetta kotimaisille ja ulkomaisille asiakkaille. Se on Yaran toiseksi suurin NPK-lannoitteiden tehdas. (Yara 2020)

Satamaliikenteen lisäksi logistiikkaa hoidetaan myös kumipyöräliikenteellä ja raiteita pitkin. Tämä mahdollistaa monipuolisen eri kuljetusmuotojen käyttämisen ja näin oikean kuljetusmuodon valitsemisen erilaisiin tilanteisiin. Lannoitteita myös siirrellään eri tehtaiden välillä, josta ne lähtevät yhdellä lähetyksellä asiakkaalle. (Yara 2020)

Uudenkaupungin tehdas työllistää noin 240 henkilöä välittömästi ja välillisesti 900 henkilötyövuotta. (Yara 2020)

2 SATAMAN TOIMINTA

Satamat voidaan jakaa eri tavoin. Ne voidaan jakaa esimerkiksi käytön, sijainnin ja omistus pohjan perusteella. Omistus pohjan perusteella satamat voidaan jakaa julkisiin ja yksityisiin satamiin. (Santala 1989) Erilaisten satamien välillä voi olla suuriakin eroja monissa asioissa, kuten toimijoissa, tekniikassa ja lastimäärissä.

Satama-ajalla tarkoitetaan satamassa aluksella kuluvaa aikaa. Satama-ajan lyhentäminen on tärkeää myös aluksille, koska mitä nopeammin ne pääsevät pois satamasta, sitä enemmän ne pääsevät ansaitsemaan lastien kuljettamisella. Satama yhdistää meri- ja maaliikenteen, joten se vaikuttaa koko toimitusketjuun. (Santala 1989)

2.1 Toimijat satamassa

Satamassa toimii yleensä monia eri tahoja. Näitä ovat mm. satamaoperaattori, varustamot, maaliikenne yhtiöt, laivanselvittäjät, erilaiset viranomaiset, monenlaiset palveluntarjoajat esimerkiksi luotsaus, jäänmurto, hinaus, muonitus ja polttoaine. Toimijoiden määrä satamassa vaihtelee sataman koosta, sijainnista ja tyypistä riippuen. (Santala 1989 s.129-145)

Satamia on sekä kaupungin omistamia, että yksityisiä. Yaran satama on yksityinen ja siellä toimii yksi ulkopuolinen toimija, Movere Oy laivanselvittäjänä. (Movere 2020)

Taulukko 1: Toimijat satamassa (Lähde: Tapaninen 2013 s.92)

Satamaorganisaatiot	Asiakkaat/käyttäjät
Satamanpitäjät Esim. satamalaitos, liikelaitos Satamaoperaattorit	Varustamot Maaliikenneyhtiöt Laivaajat Tavaran vastaanottajat Matkustajat
Palveluiden tuottajat	Viranomaiset
Laivanselvitys Huolinta Laivamuonitus Aluspalvelut Polttoainehuolto Huolto- ja korjaus Hinaus Jäänmurto, luotsaus Merimiespalvelu, - lähetys	Liikenne- ja viestintävirasto Traficom Tulli Poliisi Ympäristö Raja

Satamassa olevat toimijat vaihtelevat satamasta riippuen. Palveluiden tuottajat saattavat sijaita satamassa tai tulla kauempaa.

Laivanselvittäjät toimivat varustamon apuna laivaan ja lastiin liittyvässä dokumentaati-ossa. He hoitavat laivan asiapapereita, ilmoittavat laivan aikatauluista luotseille, viran-omaisilla, satamahenkilöstölle, tavaravastaanottajille ja ahtausliikkeille. He myös teke-vät laivasta pakollisia ilmoituksia. (Tapaninen 2013 s.92-97) Esimerkiksi he ilmoittajat tullille Suomeen saapuvista ja lähtevistä aluksista. Tullin Portnet- järjestelmään tulee il-moittaa mm. laivan tiedot, arvioitu saapumisaika, saapumisaika, arvioitu lähtöaika, läh-töaika ja tiedot lastista. (Tulli 2020)

Laiva voi tarvita saapumiseensa luotsin, hinaajan tai jäänsärkijän apua. Avun tarve riip-puu kuitenkin säästä, laivasta ja satamasta. (Movere. Henkilökohtainen tiedoksianto 2020)

2.2 Toiminnan esittely Yaran Uudenkaupungin satamassa

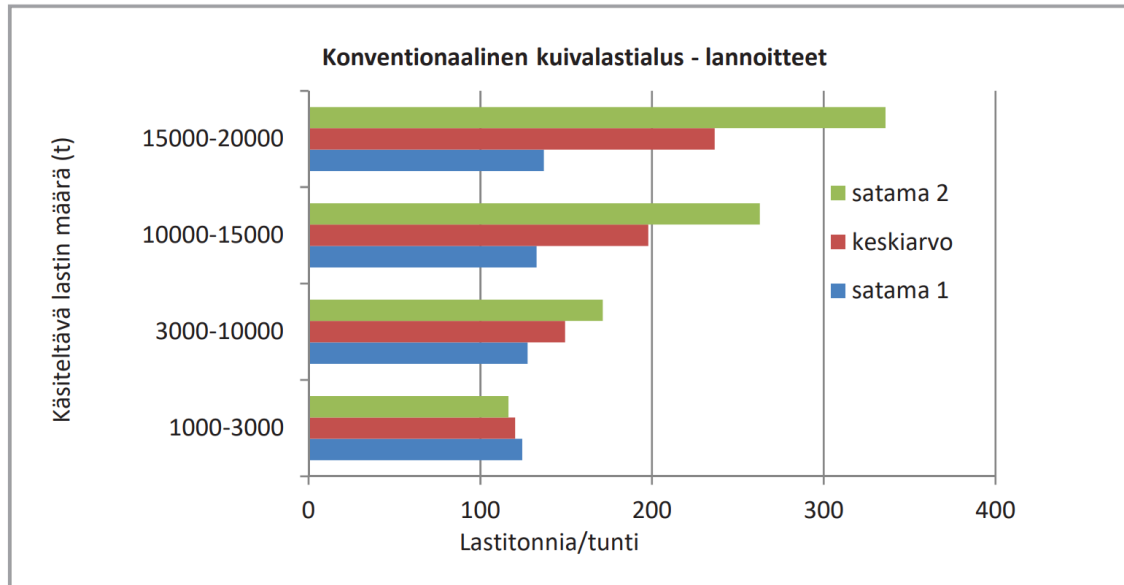
Yaran satama on käytön mukaan kauppasatama, omistukseltaan yksityinen ja sijainniltaan merisatama. Satamaan ja satamasta pois kulkee niin tehtaan tarvitsemia raaka-aineita, valmiita lannoitteita ja tuotannon sivutuotteita.

Yaran satamassa käy pääasiassa kuivaa irtolastia kuljettavia bulk-laivoja ja tankkereita. Muita lasteja on joskus ollut, mutta ne ovat harvinaisia. (Movere. Henkilökohtainen tiedonanto. 2020)

2.3 Aiempi tutkimus läpimenoajoista satamassa

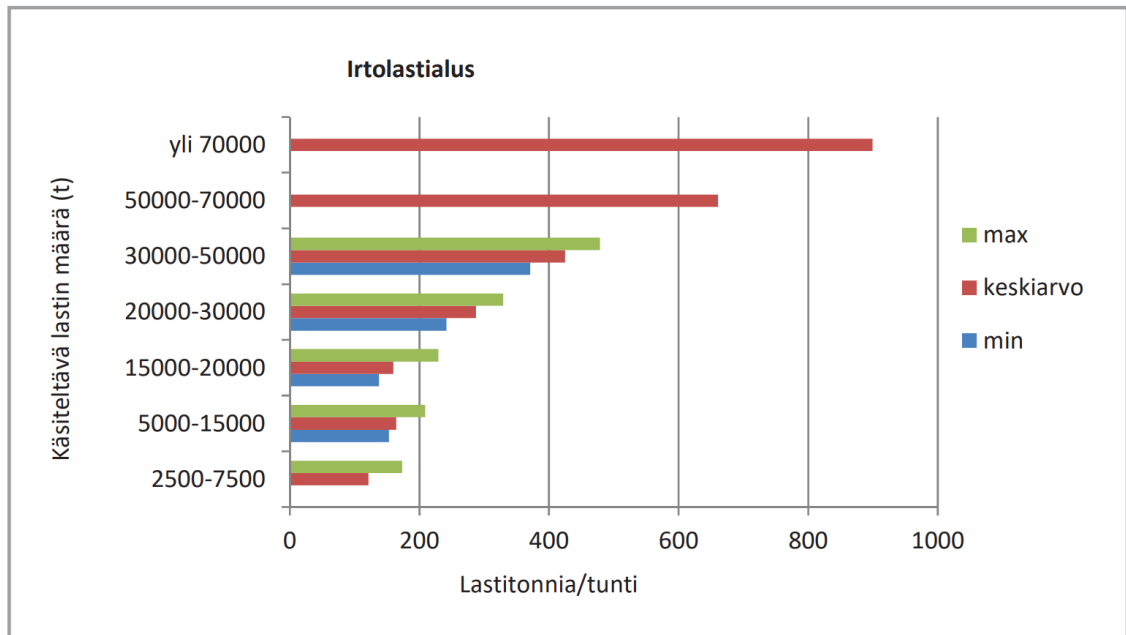
Väylävirasto on vuonna 2018 tutkinut alusten satamatoimintoihin kuluvaan aikaan ja tehnyt ohjearvot vesiväylien hankearviointia varten. Tutkimuksessa käytettiin hyödyksi Portnet-järjestelmää ja liikenneviraston MLT-tilaston tietoja vuodelta 2016. Näiden avulla tehtiin tilastoanalyysit alustyyppin mukaan.

Tutkimuksessa oli vertailtu kahden eri lannoitteita kuljettavan sataman lastausnopeuksia. Vertailuun käytettävissä tiedoissa on ollut satamaan tulo- ja lähtöajat, lastin alku- ja loppuajan sijaan. Kuvan 1 kuvaajassa esitetyistä satamista satama 1 lastaa säkkitavaraa ja satama 2 irtotavaraa. Tämän sataman lastausnopeus vaihtelee lastimäärästä riippuen 120-340 tonnia per satamatunti. (Väylävirasto 2018)



Kuva 1: bulk-kuivalastialusten lastinopeuksien vertailu: (Väylävirasto 2018)

Kuvassa 2 esitellään bulk-kuivalastialusten lastausnopeuksia. Tyypillinen bulk-kuivalastialusten lastauksen tehokkuus vaihtelee välillä 250-350 tonnia/tunti. Tässä tulee kuitenkin ottaa huomioon se, että kyseessä on monien erilaisten satamien yhdistetyt tiedot. Käytetyt laitteet voivat siis erota toisistaan paljonkin. Koska tietojen keräämiseen käytetyistä tiedoista ei ole eroteltu lastausaikaa muusta, vastaa luku enemmänkin läpimenoaika. (Väylävirasto 2018)



Kuva 2: bulk-alusten lastausnopeudet. (Väylävirasto 2018)

Kyseinen tutkimus päättyi tekemään ohjearvot lastimäärän mukaisesti.

Lannoitteet

Taulukko 14. Lannoitteiden kuljetuksissa käytettävien konventionaalisten kuiva-lastialusten satamassa viipymisaikojen laskennassa käytettävät ohjearvot lastimääräluokittain.

Käsitteltävän lastin määrä (t)	Lastinkäsittelynopeus	
	säkkitavara (tonnia/h)	irtotavara (tonnia/h)
1000-3000	120	120
3000-10000	130	170
10000-15000	135	260
15000-20000	140	340

Kuva 3: Väyläviraston ohjearvot lannoitteiden käsittelyyn. (Väylävirasto 2018)

3 LÄPIMENOAIKA

Läpimenoajalla tarkoitetaan aikaa, joka menee tuotteen aloituksesta sen valmistamiseen. Sillä voidaan indikoida tuotannon toimivuutta ja nopeutta. Samaa tapaa voidaan soveltaa myös palveluihin ja prosesseihin. Läpimenoajan kehittäminen onkin usein yksi keino parantaa tuotannon toimivuutta ja nopeutta. Parantamiseen on monia keinoja.

Yleensä läpimenoajan parantamisessa nojataan vahvasti lean-ajatteluun eli hukkien poistamiseen, pullonkaulojen määrittämiseen ja arvoa tuottamattoman ajan karsimiseen. Läpimenoajan parantamisessa täytyy katsoa kokonaisuutta ja koko prosessia, koska prosessi on vain niin vahva, kuin sen heikoin lenkki on. (Novotek 2020)

Läpimenoaikaan vaikuttaa monet asiat, kuten esimerkiksi lastimäärä, lastausteho ja hukat. Lastaus- ja purkuteholla voidaan mitata sitä miten nopeasti laivaa lastataan tai puretaan. Sen kaavana toimii lastimäärä / purkuun tai lastaukseen käytetty aika. (S.Kortelainen. Henkilökohtainen tiedonanto. 19.10.2020) Tehon seuranta otettiin tähän työhön mukaan täydentämään läpimenoaikaa, koska se on yleisesti käytössä toimeksiantajalla. Teho kertoo yhden läpimenoajan isoimman osuuden tehokkuudesta ja sitä parantamalla, voidaan parantaa myös läpimenoaikaa.

3.1 Overall equipment effectiveness eli OEE

OEE kertoo, kuinka suuri osuus suunnitellusta tuotantoajasta on oikeasti tuottavaa. Sen avulla pystytään kartoittamaan täysin tuottava aika, eli aika jossa tuotetaan virheettömiä tuotteita mahdollisimman nopeasti ja ilman pysähdyksiä. Mitä suurempi prosenttiosuus on, sitä parempi käyttöaste on. 100%:n OEE tarkoittaisi sitä, että tuotantolinja tuottaa vain täydellistä tuotetta koko ajan ilman pysähdyksiä. Se lasketaan seuraavasti: valmistuneet virheettömät tuotteet x nopein aika, jossa tuotteen voi valmistaa / suunniteltu tuotantoaika (Nicholas. 2018 s.182-184)

OEE:n sisällä voidaan tarkastella myös saatavuutta, toimintaa ja laatua, jotta voidaan selvittää tarkemmin, mistä pienentynyt OEE arvo johtuu.

Käytettävyystekijä mittaa suunniteltujen ja suunnittelemattomien pysähdyksien määrää suunnitellun tuotantoajan aikana. Pysähdyksistä se kattaa kuitenkin vain ne, jotka operaattori katsoo tarpeeksi pitkäksi merkitsemistä varten. Ne voivat olla esimerkiksi tuotteen loppumisesta tai koneen hajoamisesta johtuvia suunnitelmattomia pysähdyksiä tai suunniteltuja taukoja tai vuoron vaihtoja.

Nopeustekijä taas ottaa huomioon hidastukset ja niin pienet pysähdykset, joita saataavuudessa ei huomata.

Laatutekijää tarkastellaan virheellisten ja uusintatyötä vaativien tuotteiden määrällä. (Novotek 2020)

OEE Factors

Understand the three underlying factors of OEE: Availability, Performance, and Quality.



Kuva 4: OEE:n muodostuminen. (Vorne 2021)

Kuvassa näkyy, kuinka ensiksi koko ajasta vähennetään suunniteltu pysähdys eli aika, jolloin ei ole tarkoitus tuottaa mitään. Tällainen voi olla esimerkiksi kunnostustyö. Tällöin jäljelle jää suunniteltu tuotantoaika. Siitä taas vähennetään käytettävyystekijän mukaisesti pysähdyshukka, jolloin saadaan ajoaika. Tästä vähennetään nopeustekijän mukaisesti hukka-aika ja saadaan nettoajoaika. Siitä vielä vähennetään laatutekijän mukaisesti laatuhukka, jolloin jäljelle jää täysin tuottava aika.

Tarkempi OEE voidaan laskea seuraavasti

Käytettävyys x nopeus x laatu = OEE

Jossa

Käytettävyys = ajoaika / suunniteltu tuotantoaika

Käytettävyys = (ideaali kiertoaika x yhteissumma) / ajoaika

Tai

(Yhteissumma / ajoaika) / ideaali ajoaika

Laatu = hyväksytyt tuotteet / kaikki tuotteet

3.2 Hukat

Hukiksi kutsutaan prosessissa olevia tekijöitä, jotka eivät tuota arvoa loppuasiakkaalle. Hukan kartoittamista ja poistamista käytetään yleisenä keinona lean-strategiassa prosessin parantamiseksi. Parannetun prosessin on tarkoitus tuottaa enemmän tuotteita tai palvelua samoilla resursseilla.

Hukkien kartoittamisen tulisikin olla keino prosessin parantamiseen, ei päämäärä itsessään. Hukan poistaminen itsessään ei tarkoita sitä, että tuotantoa tulee enemmän, ellei tätä oteta kehityksessä huomioon. Perinteistä kaavaa kokonaisjaksoajasta, ei siis tulisi tarkastella yksin.

Kokonaisjaksoaika = arvoa lisäävä aika + arvoa lisäämätön aika

Hukka voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, joiden nimet ovat muda, mura ja muri.

Muda sisältää ylituotannon, varaston, kuljetuksen, liikkeen, yliprosessoinnin, odotuksen ja laatuongelmat tai uudelleen tekemisen. Se on hukista tunnetuin ja helposti tunnistettavin, joten monesti hukasta puhuttaessa puhutaankin juuri mudasta.

Murassa taas on epätasapainoa, joka voi olla tuotantolinjassa tai muussa toiminnassa.

Muri on ylikuormitusta työtä suorittavassa kohteessa.

Kaikki nämä ovat oireita hukasta, eivät itse syitä siihen. Vaikka Muda on hukkatyypeistä tunnetuin, se ei ole muita tärkeämpi, vain kaikki ovat samanarvoisia. (SixSigma 2020)

Toinen tapa jaotella hukkia on kuusi isoa hukkaa- menetelmä. Tässä hukat jaetaan seuraavasti:


Overall Equipment Effectiveness	Recommended Six Big Losses	Traditional Six Big Losses
Availability Loss	Unplanned Stops	Equipment Failure
	Planned Stops	Setup and Adjustments
Performance Loss	Small Stops	Idling and Minor Stops
	Slow Cycles	Reduced Speed
Quality Loss	Production Rejects	Process Defects
	Startup Rejects	Reduced Yield
OEE	Fully Productive Time	Valuable Operating Time

Kuva 5: Kuusi suurta hukkaa. (Vorne 2021)

Tämä tapa on käytössä OEE:ssa, joten sen jaottelu tuli tutuksi jo overall equipment efficiency eli OEE- osiossa.

3.3 Prosessien havainnollistaminen

Havainnollistamaan prosesseja on käytetty prosessien mallintamista. Siinä toimintojen eri vaiheet on paloiteltu ja lajiteltu niiden tyyppien mukaan. Prosesseiksi lasketaan asiakkaalle arvoa tuottavat toiminnot. Neliöt kuvaavat prosesseja, puoliympyrät odotusta ja kuusikulmiot valmisteluja. (Blomqvist & Martinsuo 2020)

Merkintä	Merkitys
	Aloitustai lopetus
	Tehtävä tai prosessi
	Materiaali- tai tietovirta (voidaan merkitä esim. eri värein tai viivatyyein)
	Päätös
	Dokumentti
	Tietojärjestelmä/varasto
	Varasto
	Data
	Viive, odotus

Kuva 6: Prosessin kuvaaminen. (Blomqvist & Martinsuo 2010)

Yllä olevassa kuvassa näkyy erilaiset vaihtoehdot prosessin palasten kuvaamiseen. Niillä kaikilla on kategoriansa prosessikaavion lukemisen helpottamiseksi.

Prosessit voidaan jakaa liiketoimintaprosesseihin ja prosesseihin. Ensimmäinen tuo yritykselle rahaa ja prosessi taas voi olla mikä vain prosessi, kuten tukitoiminto. Ne voidaan jakaa myös ydin- ja tukiprosesseihin, joissa ydinprosessit kytkeytyvät suoraan ulkoiseen asiakkaaseen ja tukiprosessit ovat sisäisiä. (Blomqvist & Martinsuo 2010)

4 PROSESSIEN KEHITTÄMINEN YARAN SATAMASSA

Tutkimuksessa käsiteltiin historiallista dataa aiemmista laivauksista Yaran Uudenkaupungin satamassa. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään kokonaisläpimenoaika laivan saapumisesta sen lähtemiseen, siihen vaikuttavat tekijät ja kehityskohdat.

Tutkittuna vuonna 2019 Yaran Uudenkaupungin satamassa käsiteltiin yhteensä 339 laivasta, joista 221 oli vientejä ja 118 tuonteja. Mikäli laiva sekä vei, että toi lastia, laskettiin se mukaan kumpaankin. Laivoissa oli sekä irtolastia kuljettavia laivoja, kuin kemikaaleja kuljettavia tankkereita.

Kappaleissa 4.1-4.3 on kuvattu nykytilannetta toimeksiantaja yrityksessä. Kappaleissa 4.4 ja 4.5 esitellään saadut tulokset.

4.1 Laivauksen vaiheet

Satamassa käy monia erilaisia laivoja, mutta vaiheet pysyvät pääsääntöisesti samoina. Laivaukset on jaettu tuonti, vienti ja tuonti-vientilaivauksiin niiden erilaisten vaiheiden takia.



Kuva 7: Kuvaus vientilaivauksen kulusta

Havainnollistamaan prosesseja on käytetty prosessien mallintamista. Siinä toimintojen eri vaiheet on paloitetu ja lajiteltu niiden tyyppien mukaan. Prosesseiksi lasketaan asiakkaalle arvoa tuottavat toiminnot. Neliöt kuvaavat prosesseja, puoliympyrät odotusta ja kuusikulmiot valmisteluja. (Blomqvist & Martinsuo 2020)

Ensimmäisessä kuvassa kuvataan tyypillistä viennin laivausta, jossa ei ole esimerkiksi säästä tai toisista laivoista johtuvia viiveitä.

Ajan mittaaminen alkaa siitä, kun laiva saapuu luotsiasema Isokarille. Suomen luotsauslain mukaan kaikki yli 70 metriä pitkät tai yli 14 metriä leveät alukset tarvitsevat luotsin Suomen aluevesien välillä. Rahtilaivat menevät yli tämän vaateen. Kuitenkin Liikenne

ja viestintävirasto voi myöntää alukselle ja sen kapteenille vapautuksen luotsauksesta luotsikirjalla. (luotsauslaki 21.11.2003/940)

Jos satamassa on ruuhkaa, voi alus ankkuroitua luotsiaseman läheisyyteen ankkurointi-paikalle odottamaan ruuhkan ohimenoa. Luotsiasemalla on virallinen ankkurointi-paikka, joten siellä odottaa sekä luotsia tarvitsevat, että itsenäisesti kulkevat alukset.

Kun laiva on saapunut satamaan, tarkastetaan sen lastitilat joko Yaran työntekijän tai ulkopuolisen tarkastajan toimesta. Joskus tarkastus voidaan tehdä jo edeltävässä sata-massa tai ankkuri paikalla. Tämä lyhentää laituriaikaa ja näin läpimenoa. Se kuitenkin vaatii erikoisjärjestelyjä ja matkustamista. Ulkopuolista tarkastajaa käytetään happo-laivoilla.

Lastausvalmistelut pitävät sisällään toimia sekä laivan, että sataman puolella. Laivan pi-tää avata luukkunsa ja sataman siirtää lasturi laivaan tai kytkeä laivaan letkut.

Lastauksen aika riippuu lastattavasta tuotteesta ja lastimäärästä. Nestemäiset hapot kul-kevat laivaan letkuilla, kun taas irtolastit siirretään laivaan lasturilla.

Lastauksen jälkeen aluksen miehistö peittää ja tarvittaessa tasoittaa irtolastin. Tämän jälkeen laiva irrotetaan laiturista. Laiva tarvitsee taas luotsia lähtemiseen, ellei sitä ole vapautettu luotsauksesta.



Kuva 8: Kuvaus tuontilaivauksen vaiheista

Tuontilaivaus poikkeaa vientilaivauksesta siten, että sitä ei tarvitse tarkastaa ennen purkamista. Purkaminen tapahtuu nostureiden avulla. Yaralla on käytössä kaksi purkavaa nosturia.

4.2 Hukat

Laivan operointia satamassa voi viivästyttää erilaiset asiat. Työssä nämä oli jaoteltu kuuheen luokkaan. Ne ovat sää, laiva, lasti, satama, ei tietoa ja ulkopuoliset.

Sää pitää sisällään kaikki säätilaan liittyvät odotukset ja viiveet. Tämä voi olla esimerkiksi sateen ja lumisateen aiheuttamat odotukset. Niiden aikana lastaus ei onnistu, koska vesi tai lumi kastelisi tuotteen.

Laiva taas pitää sisällään kaikki laivasta johtuvat syyt. Nämä voivat olla esimerkiksi ruumien siivoaminen, korjaustoimenpiteet laivalla ja jäätyneiden luukkujen sulattaminen.

Lasti pitää sisällään lastivalmiuden aiheuttaman viiveen. Jos lasti ei ole vielä valmis tai sitä ei ole hyväksytty lastattavaksi, ei operaatiota voida vielä aloittaa.

Satama taas tarkoittaa kaikkia satamasta ja tehtaasta johtuvia syitä. Näitä voi olla esimerkiksi tekniset ongelmat, työvoiman puute, kotimaan lastin lastaus tai sataman vuorovaihto.

Ulkopuoliset kategoriaan kuuluu ulkopuolisista, kuten viranomaisista tai työtaistelusta johtuvat viivästyksset.

Ei tietoa kategoriaan on laitettu kaikki ne viiveet, joihin ei ollut erikseen kirjattu syytä. Tämä voi johtua esimerkiksi tiedon katkeamisesta eri toimijoiden välillä.

Hukista toinen laiva voidaan laskea pääsääntöisesti mura- hukkatyypiksi, satama, laiva, sään ja ulkopuoliset taas mudaksi. Ei tietoa- kategoriaa ei voitu määritellä kuulumaan yhteenkään luokkaan. Muria ei suoranaisesti ollut näissä kategorioissa. Koska kategoriat ovat laajoja, voi osa kategorioista sisältää useita hukkatyyppejä. Näitä ei saatu kuitenkaan tarkemmin selvitettyä merkinnöistä.

Tutkimuksessa huomattiin, että vienti ja tuontilaivauksien välillä on paljon eroja hukkien syissä. Kummassakin sataman syyt olivat toiseksi isoimmat, mutta viennissä isoin hukka oli laivan syyt, sen jäädessä tuonneissa toiseksi pienimmäksi syyksi. Tuonneissa isoin hukkien syy oli sää, joka oli vienneissä kolmantena syynä.

4.3 Läpimenoaika

Läpimeno aika vaihtelee laivauksissa todella paljon ja se riippuu monesta asiasta. Näitä ovat esimerkiksi lastimäärä, lastausteho ja hukat. Läpimenoaika voi siis vaihdella paljonkin jopa samalla laivalla. Koska läpimenoaika on monesta asiasta riippuvainen, on sen ennakoiminen usein vaikeaa.

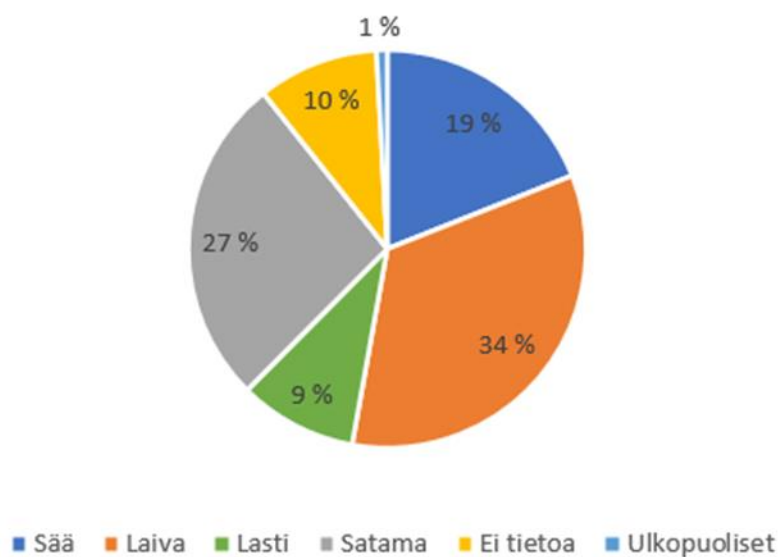
Tämän työn taulukoihin läpimenoajat on jaoteltu 500 välein eri ryhmiin. Kyseiset ryhmät valittiin, jotta tulosten esittäminen taulukoissa onnistuisi siististi ja saataisiin selkeät ryhmittelyt.

4.4 Vienti

Vientilaivauksia oli vuonna 2019 yhteensä 221 kappaletta, joista 26 sisälsi tuontilastin ennen vientilaivausta. Vientejä teki 123 erillistä laivaa. Useinten satamassa vieraili Trans Fjell tankkeri eli yhteensä 26 kertaa.

Kuviosta 1 näkyy kuinka usein mikäkin oli syynä viivästyksiin. Mikäli viive toistui useamman kerran yhden laivauksen aikana, laskettiin se vain kertaalleen.

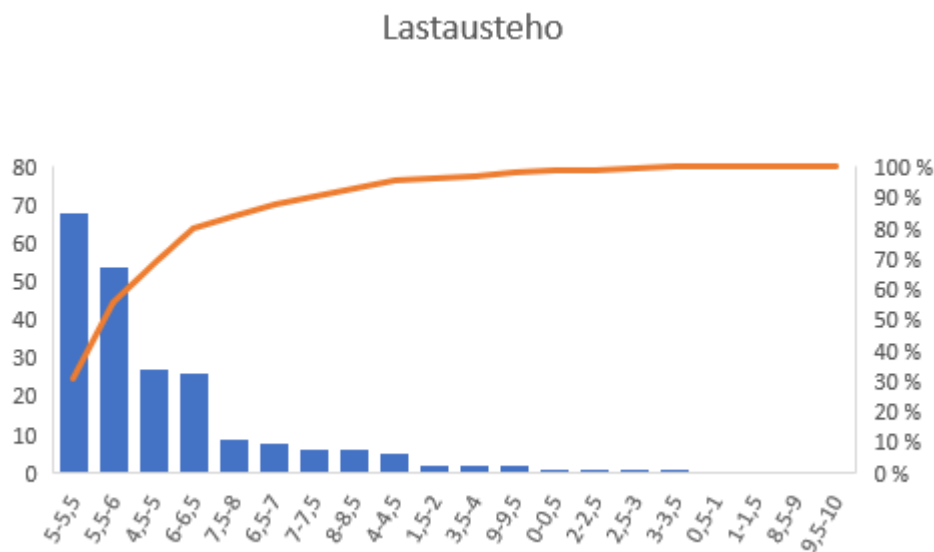
Viivästymien syyt, vienti



Kuvio 1: kaavio vientilaivauksien hukista

Tehon avulla voidaan seurata sitä, miten tehokkaasti toiminto onnistui. Teho laskettiin kaavalla lastimäärä/purkuun tai lastaukseen käytetty aika. Tulos kertoo sen, kuinka monta tonnia on kulkenut minuutissa toiminnon aikana. Mitä isompi luku on, sitä tehokkaampaa toiminto oli.

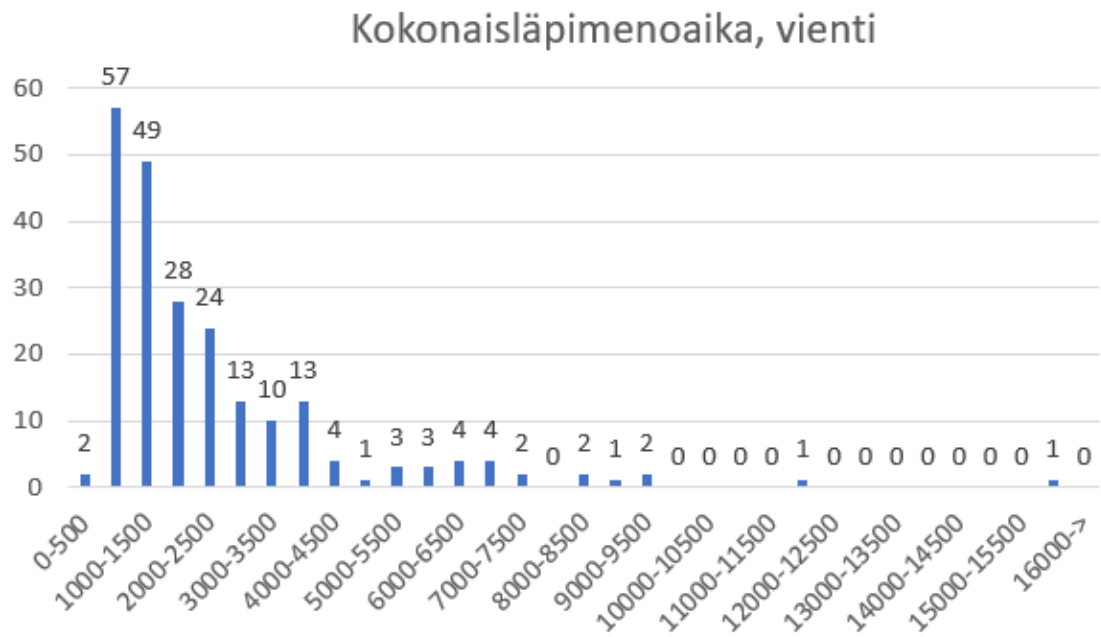
Kuvion 2 kuvaajassa esitetään pareton avulla sitä, miten teho on jakautunut laivauksien välillä. Y- akselille on laitettu laivauksien määrä ja x-akselille esiintyneet tehot. Tehot on ryhmitelty 0,5 välein ryhmiin esittämisen helpottamiseksi.



Kuvio 2: Kaavio lastauksen tehosta

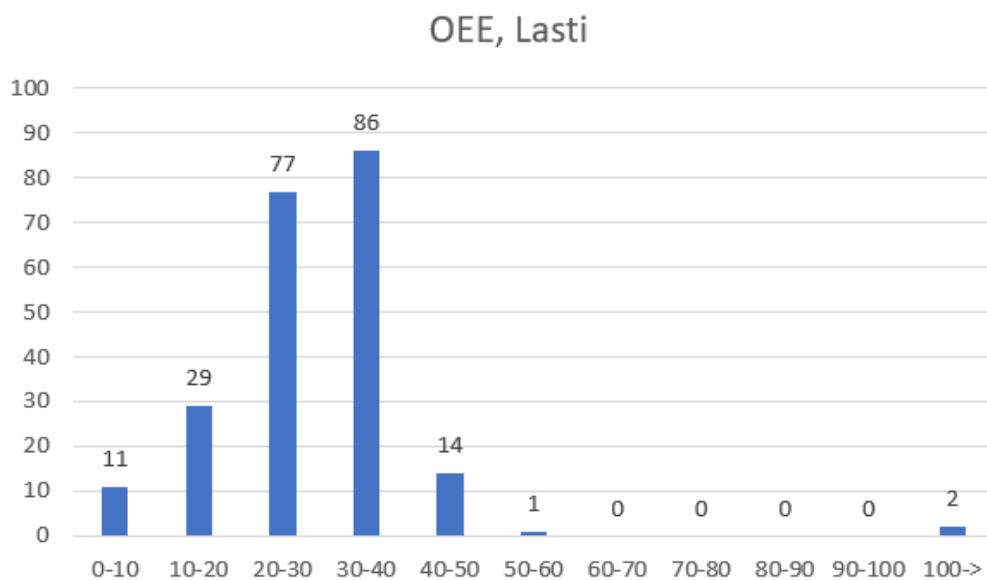
Viennissä yleisin lastaamisen teho oli 5-5,5 eli tulos kertoo kuinka monta tonnia on kulkenut minuutissa lastaamisessa toiminnon aikana. Viennissä esiintyi tuontia enemmän myös pienempiä lukuja.

Kuvion 3 taulukossa esitetään kokonaisläpimenoaikojen vaihtelu eri ryhmissä. Y- akselilla on esiintymisten määrä ja x-akselilla läpimenoajat ryhmissä 500 minuutin tarkkuudella. Ryhmittely on tehty esittelyn selkeyttämiseksi.



Kuvio 3: Kaavio kokonaisläpimenoaikojen jakaantumisesta

Kuvion 4 kaaviossa on esitelty OEE:n jakautuminen vienneissä. Laskemisessa on käytetty sivun 14 kaavaa valmistuneet virheettömät tuotteet x nopein aika, jossa tuotteen voi valmistaa / suunniteltu tuotantoaika. Y-akselilla on esiintymisen määrä ja x-akselilla OEE prosentteina. OEE on ryhmitelty 10 tarkkuudella kaavion selkeyttämiseksi.



Kuvio 4: Kaavio OEE:n jakautumisesta vienneissä

Yaralla on laskettu, että lastain kuljettaa tuotteita vauhtia 350 t/tunnissa. Luku on myös Väyläviraston tietojen viitteissä. Se tekee pyöristettynä 5,83 tonnia minuutissa. OEE laskettiin lastaukselle näillä arvoilla. Lukuihin ei voida kuitenkaan täysin luottaa, sillä kirjauksissa on voinut esiintyä virheitä. Tämä voisi selittää yli 100 % menevät tulokset.

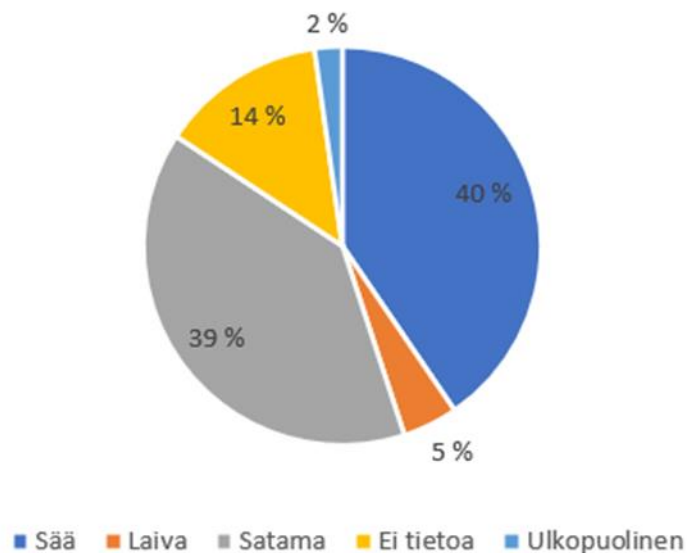
4.5 Tuonti

Tuontilaivauksia oli vuonna 2019 yhteensä 118, joista 26 sisälsi myös vientilaivauksen tavarann tuonnin jälkeen. Tuonteja kuljetti yhteensä 64 erillistä laivaa. Useinten satamassa vieraili Coral Ivory tankkeri eli yhteensä 12 kertaa.

Tuontien viivästymien syyt oli jaoteltu muuten samalla tavalla kuin viennissä, mutta lastivalmiutta ei ollut mukana.

Kuvion 5 kuvaajasta näkyy kuinka usein mikäkin oli syynä viivästyksiin. Mikäli viive toistui useamman kerran yhden laivauksen aikana, laskettiin se vain kertaalleen.

Viivästymien syyt, tuonti

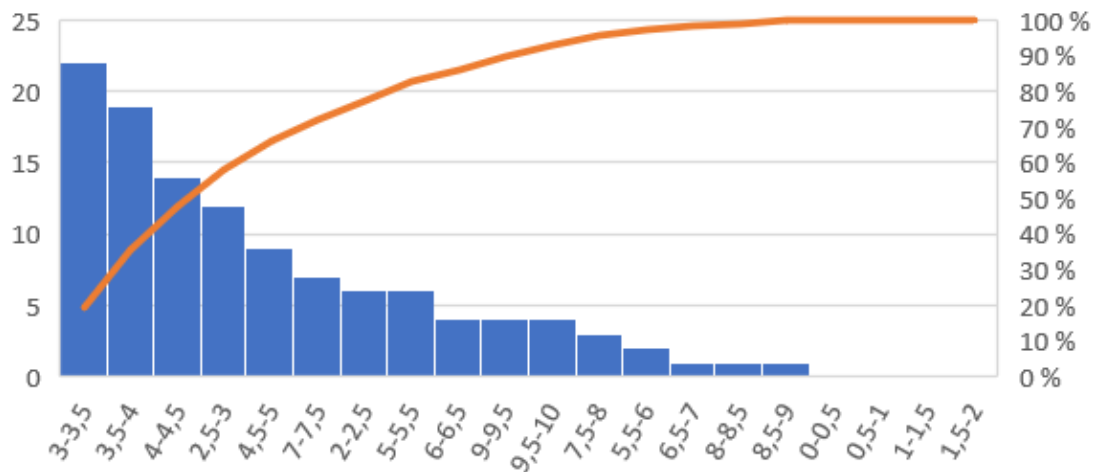


Kuvio 5: Kaavio hukkien esiintymisestä tuontilaivauksissa

Kuvion 6 kuvaajasta nähdään miten usein mitäkin tehoja esiintyi. Y-akseli kertoo esiintymien määrän ja x-akselin tiedot tietyn tehon esiintymisen tiheyden. Purkamisen teho

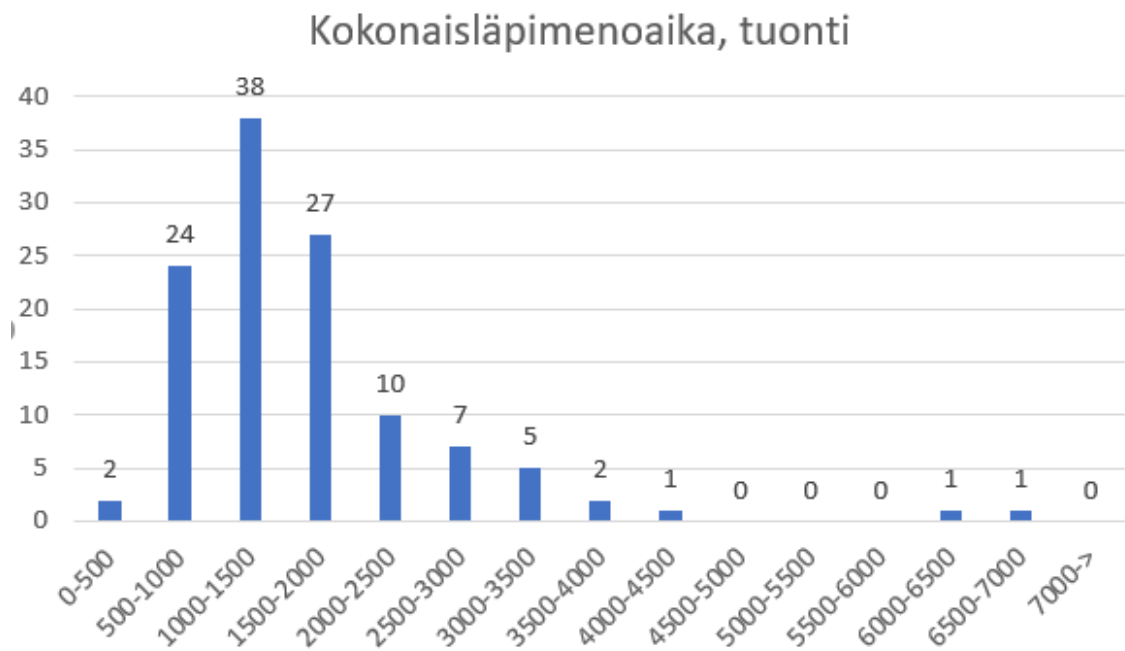
vaihteli eri laivoilla. Purussa teho oli useimmiten välillä 3-3,5. Teho meni useammin yli, kuin alle tämän.

Purkuteho



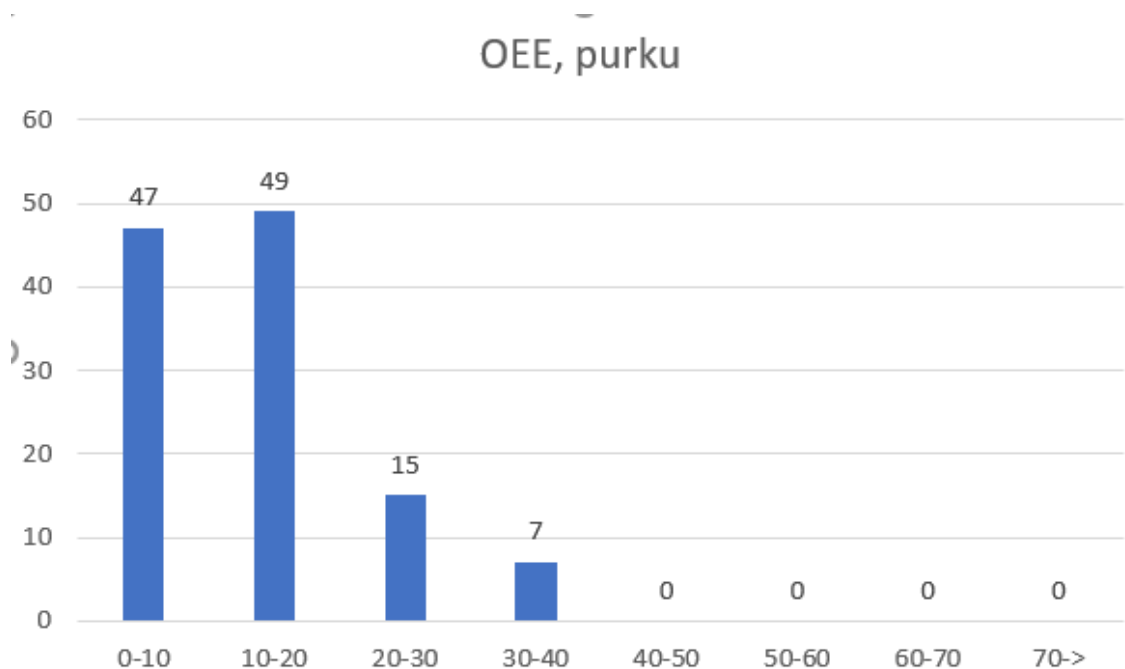
Kuvio 6: Tehojen jakaantuminen tuontilaivauksissa

Kuvion 7 taulukossa esitetään kokonaisläpimenoaikojen vaihtelu eri ryhmissä. Y-akselilla on esiintymisten määrä ja x-akselilla taas se kuinka usein mikäkin kokonaisläpimenoaika esiintyi. Kokonaisläpimenoajat on ryhmitelty 500 välein kuvaajan selkeyttämiseksi.



Kuvio 7: Kokonaisläpimenoaikojen jakaantuminen tuontilaivauksissa

Kuvion 8 kuvaajassa on esitetty OEE:n jakautuminen tuontilaivauksissa. Y-akselilta löytyy esiintymismäärät ja x-akselilta OEE prosentit jaettuna ryhmiin 10 % tarkkuudella.



Kuvion 8: OEE:n jakaantuminen lastin purussa

Yaralla on laskettu, että nostin kuljettaa tuotteita vauhtia 200 t/tunnissa. Tämä tekee pyöristettynä 3,33 tonnia minuutissa. OEE laskettiin lastaukselle näillä arvoilla. Lukuihin ei voida kuitenkaan täysin luottaa, sillä joissain laivoissa on voitu käyttää kahta nostinta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli selvittää sataman läpimenoaikoja ja selvittää miten niitä voisi kehittää. Tutkimuksessa hyödynnettiin laivanselvittäjien tekemiä kirjauksia vuoden 2019 laivauksista. Alun perin tarkoituksena oli tehdä tarkkailua myös nykyisistä laivauksista ja saada näin lisätietoa hukista. Pandemiatilanteen takia tästä kuitenkin luovuttiin.

Hukkia oli hankala jaotella, koska kirjauksissa oli käytetty hyvin yleisiä termejä, jotka voivat tarkoittaa monia asioita. Varsin isossa osassa hukille ei ollut tiedossa mitään syytä, vain kirjauksia tekevien laivanselvittäjien ja sataman välillä on tapahtunut tietokatkos. Läpimenoajan parantaminen olisi helpompaa, mikäli jokainen hetki olisi kirjattu tarkan syyn kanssa. Tässä voisi auttaa sähköinen järjestelmä, johon jokainen pysähdys lastin kuljetuksessa merkittäisiin riittävän tarkan syyn kanssa. Tämä auttaisi eniten hukan ja tuottavan ajan erottelemiseen ja näin OEE:hen ja tehoon. Tällainen on esimerkiksi Yaralla juuri käyttöönotettu Evocon. Kuitenkin läpimenoaikoja varten pitäisi olla järjestelmä tai muu tapa, joka valvoo koko läpimenoaikaa ja sen vaiheita.

Satamassa voidaan parhaiten vaikuttaa satamasta johtuviin hukkiin, ne selvästi kategorisoimalla, saataisiin selvempää tietoa. Tehdas taas pystyy vaikuttamaan lastivalmiudesta johtuviin hukkiin, joten sataman tulee olla hyvin selvillä siitä, milloin mikäkin lasti on valmis. Ulkopuolisista ja laivasta johtuviin syihin voidaan puuttua ennakoimalla ja viestimällä näiden tahojen kanssa tehokkaasti. Sää taas on hankalasti puututtava hukka, joka tulee vain pyrkiä ennakoimaan ja ottaa huomioon suunnittelussa. Tähän voisi auttaa sääasematietojen yhdistäminen sataman järjestelmiin.

Läpimenoajassa oli isoja heittelyitä. Tämä johtui niin lastimäärien koon vaihteluista, kuin tehoista. Joissain laivauksissa tehot pysyivät varsin hyvinä ja toisissa ne heittelivät paljonkin. Aiemmin mainittujen järjestelmien lisäksi läpimenoaikaa voitaisiin kehittää parantamalla tehoa. Tämä vaatisi tarkempaa selvitystä tehojen heittelystä, jossa taas aiemmin mainitut järjestelmät auttaisivat.

Satamassa kuluvaa aikaa voidaan lyhentää myös ennakoimalla säätä ja tulevia laivoja, jotta varmasti kokonaisuuden kannalta paras laiva käsitellään ensiksi. Tarkastuksia voidaan tehdä myös enemmän etukäteen. Tässä voisi harkita myös tarkastuspalveluiden ostamista luotettavalta taholta. Laivoja infotaan jo nyt ruumien puhdistamisesta ja

tarkastukseen valmistaumisesta ennen satamaan tuloa. Tämä täytyisi tehdä tehokkaammin ja informatiivisemmin. Viesti, kun ei tunnu menevän kaikille laivoille perille.

LÄHTEET

Blomqvist, M. & Martinsuo, M. 2010. Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä. Viitattu 17.02.2021 https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/128389/prosessien_mallintaminen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Logistiikanmaailma 2021. Satama Viitattu 13.01.2021 <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/satama/>

Luotsauslaki 940/2003 Annettu 21.11.2003 Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030940>

Movere 2020. Palvelut Viitattu 16.12.2020 <https://www.movere.fi/palvelut> Viitattu 13.01.2021

Nicholas, J. 2018. Lean Production for competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices. Boca Raton, US. CRC Press

Novotek. 2020a. 3 vinkkiä tuotannon läpimenoaikojen parantamiseen. Viitattu 14.12.2020 <https://www.novotek.com/fi/blogi/3667-3-vinkkia-tuotannon-lapimenoajan-parantamiseen/>

Novotek. 2020b. Ota tuotannon pullonkaulat haltuun OEE:n avulla. Viitattu 14.12.2020 <https://www.novotek.com/fi/blogi/3540-ota-tuotannon-pullonkaulat-haltuun-oeen-avulla/>

Santala, S. 1989. Kauppamerenkulku ja satamatoiminnot. Espoo Weilin+Göös s.129-145

Sixsigma. 2014. Lean ja hukka – Muda, muda ja muri. Viitattu 14.12.2020 <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/>

Tapaninen, U. 2013. Merenkulun logistiikka. Tampere. Otatieto. s. 92-97

Tulli. 2018. Tullin määräys (3/2018) Suomen satamiin saapuvia ja Suomen satamista lähteviä aluksia koskevasta ilmoitusmenettelystä. Viitattu 15.01.2021 <https://tulli.fi/-/tullin-maarays-suomeen-saapuvia-ja-suomesta-lahtevia-aluksia-koskevasta-ilmoitusmenettelysta>

Vorne. 2021 OEE made easy. Viitattu 20.01.2021 www.oeec.com

Yara 2020a. Yara at glance. Viitattu 14.12.2020 <https://www.yara.com/this-is-yara/yara-at-a-glance/>

Yara 2020b. Tietoa Yarasta. Viitattu 14.12.2020 <https://www.yara.fi/tietoa-yarasta/yara-suomi/>

Yara 2020c. Uudenkaupungin tehtaat Viitattu 16.12.2020 <https://www.yara.fi/tietoa-yarasta/yara-suomi/toimipaikat/uusikaupunki/tehtaat/>

Yara 2020d. Yara Uusikaupunki Viitattu 16.12.2020 <https://www.yara.fi/tietoa-yarasta/yara-suomi/toimipaikat/uusikaupunki/>