

Opinnäytetyö YAMK

Liiketoiminnan kehittäminen

2021

Akseli Väisänen

KAPPALETAVARATERMINAALIN SISÄLOGISTIIKAN TEHOSTAMINEN

– Baltic Loop



Opinnäytetyö YAMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Liiketoiminnan kehittäminen, Tutkimusryhmäopinnot

2021 | 60 sivua

Akseli Väisänen

Kappaletavaraterminaalin sisälogistiikan tehostaminen

- Baltic Loop

Tutkimus tehtiin toimeksiantona Baltic Loop –hankkeelle. Tutkimuksen yhteistyökumppaneita olivat Schenker Oy ja Noccela Oy. Tutkimuksen avulla haluttiin selvittää ajankäyttöä ja tavarankäyttöä terminaalin sisälogistiikassa. Tavoitteena oli poistaa turha työ ja liike sisälogistiikassa sekä antaa ehdotuksia tavarankäyttöaikojen nopeuttamiseen.

Tutkimuksen taustoja selvitettiin käymällä läpi logistiikan, toimitusketjujen, terminaalien, toimintojen mittaamisen teoriaa sekä aikaisempia tutkimuksia.

Tutkimus suoritettiin Schenker Oy:n terminaalissa Liedossa, jossa käytettiin Noccela Oy:n kehittämää paikannusjärjestelmää. Tutkimuksessa seurattiin kuormankäsittelylaitteita ja lähetysten liikkeitä terminaalissa. Lisäksi työntekijöitä haastateltiin ja toimintoja tarkasteltiin havainnointikäynneillä.

Tutkimuksen tuloksena annettiin toimenpide-ehdotuksia, jotka säästäisivät lavakohtaista käsittelyaikaa 0,17-3 minuuttia terminaalissa. Tämä tarkoittaa 7000 lavan päivittäisessä käsittelyssä 1190 minuutin säästöä minimissään.

Asiasanat:

Baltic Loop, Sisälogistiikka, Tehostaminen, Paikannusjärjestelmä

Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Business Development

2021 | 60

Akseli Väisänen

Improving the internal logistics of the cargo terminal

Baltic Loop

The study was made commissioned for the Baltic Loop project. The study partners were Schenker Ltd and Noccela Ltd. The aim of the study was to find out the use of time and the movements of goods in the internal logistics of the terminal. The aim was to eliminate unnecessary work and movements in internal logistics and make suggestions for speeding up lead times for goods.

The background of the research is clarified by going through the theory of logistics, supply chains, terminals, measurement of functions and previous research.

The research was carried out at Schenker Ltd.'s terminal in Lieto, where a positioning system developed by Noccela Ltd was used. The study monitored the load handling equipment and the movements of the shipments at the terminal. In addition, employees were interviewed and activities were investigated through observation visits.

As a result of the study, proposals for measure were made that would save 0,17-3 minutes per stage-specific processing time at the terminal. This means a minimum of 1190 minutes in the daily handling of 7000 pallets.

Keywords:

Baltic Loop, Internal logistics, Efficiency, Positioning system

Sisältö

1 Johdanto	8
1.1 Työn taustaa ja toimeksianto	8
1.2 Työn tavoitteet ja tutkimusongelma	9
1.3 Työssä käytettävät tutkimusmenetelmät	10
2 Terminaalilogistiikka	12
2.1 Logistiikka ja toimitusketju	12
2.2 Terminaali ja yksikkökuormat	14
2.3 Toimintojen mittaaminen ja sisälogistiikka	15
2.4 Aikaisemmat tutkimukset	18
3 Tutkimuksen toteutus	20
3.1 Datan keruu paikannusjärjestelmän avulla	20
3.2 Datan keruu havainnoimalla ja haastatteluilla	22
4 Tulokset	23
4.1 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-Helsinki	23
4.1.1 Matka terminaalissa	24
4.1.2 Aika terminaalissa	25
4.2 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-Tampere	26
4.2.1 Matka terminaalissa	27
4.2.2 Aika terminaalissa	28
4.3 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-Seinäjoki	29
4.3.1 Matka terminaalissa	30
4.3.2 Aika terminaalissa	31
4.4 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-Kuopio	32
4.4.1 Matka terminaalissa	33
4.4.2 Aika terminaalissa	34
4.5 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-muut suunnat Suomessa	35
4.5.1 Matka terminaalissa	36

4.5.2 Aika terminaalissa	37
4.6 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Turun alue- Tampere/Helsinki/Kuopio/Seinäjoki	38
4.6.1 Matka terminaalissa	39
4.6.2 Aika terminaalissa	40
4.7 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Helsinki/Tampere- Ruotsi	41
4.7.1 Matka terminaalissa	42
4.7.2 Aika terminaalissa	43
4.8 Lastinkäsittelykoneiden kulkema matka	44
4.9 Haastattelujen tulokset	46
4.10 Havaintokäyntien tulokset	49
4.10.1 Kappaletavaran liikkeet terminaalien alueella	49
4.10.2 Kodinkoneiden purkaminen	50
4.11 Tutkimuksen luotettavuus	51
5 Yhteenveto ja pohdinta	52
6 Ehdotetut toimenpiteet ja jatkotutkimukset	55
Lähteet	57

Liitteet

Liite 1. Esimerkkejä tuotetusta datasta

Kaavat

Kaava 1 Aritmeettinen keskiarvo	21
Kaava 2 keskihajonta	22

Kuvat

Kuva 1 Baltic Loop -hankkeen reitit (Baltic Loop 2021).	8
Kuva 2 Esimerkkireitti Jönköping – Helsinki	23
Kuva 3 Esimerkkireitti Örebro-Tampere	26
Kuva 4 Esimerkkireitti Örebro-Seinäjoki	29
Kuva 5 Esimerkkireitti Örebro-Kuopio	32
Kuva 6 Punaisella purkamiseen, lastaamiseen ja lajitteluun käytetyn lapakoneen liikkeet. Vihreällä samaan tarkoitukseen käytetyn trukin liikkeet.	51
Kuva 7 Noccelan tuottama data Excelissä	59
Kuva 8 Noccelan tuottama Heatmap trukkien liikkeestä aamuvuorossa	59
Kuva 9 Seurattavien lähetysten liikkeet terminaalissa sisällä	60
Kuva 10 Esimerkki tuotetusta datasta	60

Kuviot

Kuvio 1 Tavaravirrat terminaalissa	49
------------------------------------	----

Taulukot

Taulukko 1 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla	24
Taulukko 2 Mitatut matkat terminaalissa	24
Taulukko 3 Mitattu aika terminaalissa	25
Taulukko 4 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla	27
Taulukko 5 Mitattu matka terminaalissa	27
Taulukko 6 Mitattu aika terminaalissa	28
Taulukko 7 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla	30
Taulukko 8 Mitattu matka terminaalissa	30
Taulukko 9 Mitattu aika terminaalissa	31
Taulukko 10 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla	33
Taulukko 11 Mitattu matka terminaalissa	33

Taulukko 12 Mitattu aika terminaalissa	34
Taulukko 13 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla	35
Taulukko 14 Mitattu matka terminaalissa	36
Taulukko 15 Mitattu aika terminaalissa	37
Taulukko 16 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla	38
Taulukko 17 Mitattu matka terminaalissa	39
Taulukko 18 Mitattu aika terminaalissa	40
Taulukko 19 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla	41
Taulukko 20 Mitattu matka terminaalissa	42
Taulukko 21 Mitattu aika terminaalissa	43
Taulukko 22 Koneiden kulkema matka keskimäärin huhtikuun arkipäiviltä	44
Taulukko 23 Kodinkoneiden purkaminen kuormatilasta ja kiireellisten koneiden uudelleen lastaus	50

1 Johdanto

1.1 Työn taustaa ja toimeksianto

Opinnäytetyö tehtiin osana Baltic Loop –hanketta. Baltic Loop –hankkeen tavoitteena on vähentää henkilöiden- ja tavaroiden läpimenoaikaa sekä hiilidioksidipäästöjä kolmella länsi-itä suuntaisella väylällä Ruotsin Örebrosta Venäjälle Pietariin. Pohjoinen väylä kulkee Turun kautta, keskimäinen Tallinnan ja eteläinen Rigan kautta Pietariin. Hanke pyrkii vähentämään liikenteen esteitä sekä pullonkaulojen vaikutuksia kyseisillä kulkuväylillä liikenteen sujuvoittamiseksi. (Baltic Loop 2021.)



Kuva 1 Baltic Loop -hankkeen reitit (Baltic Loop 2021).

Baltic Loop –hanke etsi yhteistyökumppanikseen modernia ja nykyaikaista kappaletavaraterminaalin operoitsijaa, jossa hankkeelle haluttavaa dataa päästäisiin keräämään ja mittaamaan. DB Schenkerin terminaali valikoitui yhteistyökumppaniksi Liedon Avantissa. Avantissa avattiin elokuussa 2020 terminaali, joka on heidän toiseksi suurin terminaali suomessa. Terminaali on kooltaan 14 000 m², jonka lisäksi pitkille ja painaville tavaroille on 3 300 m² lämmittämätön varasto. Lisäksi pakettiautojen lastaamiseen on 500 m² siipi. Käytössä on myös 50m pitkä pakettien lajitteluun oleva linjasto, jonka kapasiteetti on 4 500 pakettia tunnissa. Lastausovia terminaalissa on 106 kappaletta. (DB Schenker 2021.)

Sähköisiä kuormankäsittelylaitteita DB Schenkerin terminaalissa on yhteensä 41 kpl. Näistä 20 on vastapainotrukkeja, kahden lavan siirtoon olevia lavansiirtovaunuja on 2, yhden lavan siirtoon olevia lavansiirtovaunuja 4, perässä käveltäviä lavansiirtovaunuja 11, pinontatrukkeja 2 ja keräilytrukkeja 2. (DB Schenker 2021.)

1.2 Työn tavoitteet ja tutkimusongelma

Tämän tutkimuksen tarkoitus on nopeuttaa tavaroiden läpimenoaikaa terminaalien porttien sisäpuolella. Pyrkimys on selvittää, mihin ja miten paljon aikaa kuluu eri terminaalitoiminnoissa ja miten tavara kulkee terminaalin sisällä. Tavoitteena on poistaa turha työ ja liike tavarankäytössä sekä antaa ehdotuksia tavarankäytön läpimenoajan nopeuttamiseen, jotta tavarankäytön lopputulokseksi nopeutuu. Tämän työn tarkoituksena ei ole antaa pelkästään DB Schenker Oy:lle ehdotuksia tavarankäytön nopeuttamiseen vaan tarkoituksena on esittää Baltic Loop –hankkeeseen liittyviä ehdotuksia tavarankäytön läpimenoaikojen nopeuttamiseen terminaalin alueella. Tarkoittaen sitä, että ei ole väliä kenen terminaali on kyseessä.

Tavaroiden läpimenoajan nopeuttaminen terminaalissa tehostaa työajan käyttöä ja terminaalissa pystytään käsittelemään suurempia volyymeja. Tämä luo

terminaalin toiminnalle tuottavuutta, ekologisuutta sekä antaa kilpailuedun muihin kilpailijoihin verrattuna.

Aika on ehdoton käsite toimintojen mittaamiseen, sillä tuotantoprosessin kulut ja tuotteen laatu ovat alttiita tulkintaeroille. Kulujen vähennys yhdessä vaiheessa saattaa tuoda kuluja toiseen vaiheeseen, kun ei ymmärrä kokonaisuutta. Laatuun taas vaikuttavat monet asiat, kuten esimerkiksi suunnittelun, valmistamisen ja asiakkaan näkökulmat.

Ajalla pystytään vertailemaan, kuinka hyviä ollaan kilpailijoihin nähden, onko pysytty asiakkaiden antamissa tavoitteissa tai onko suorituskyyvyssä ollut muutosta.

Kuljetusyksikönlastausta ja lastausaikoja ei tässä tutkimuksessa tutkittu. Tämä aika on riippuvainen monesta tekijästä, kuten esimerkiksi tavarán laadusta, muodosta, painosta, määrästä ja tavarán saapumisesta omalle tontilleen terminaaliin. Tämän lisäksi lastaajan ammattitaidolla on iso merkitys lastaukseen käytettävästä ajasta. Myöskään terminaalin optimaalista layoutia ei tässä tutkimuksessa käsitelty.

1.3 Työssä käytettävät tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen tiedonkeruu toteutettiin Noccela Oy:n kehittämällä paikannusjärjestelmällä. Ankkureita asennettiin DB Schenkerin terminaaliin 30 kappaletta, jotta saatiin katettua koko terminaali tiedonkeruuta varten. Terminaalin tavarankäsittelylaitteet varustettiin tägeillä, jotka lähettivät signaalia ankkureille reaaliajassa. Näin pystyttiin analysoimaan tietokoneohjelmiston avulla tiettyjä, haluttuja aikavälejä (ks. liite1).

Tutkimuksen tiedonkeräämisvaihe aloitettiin helmikuussa 2021, jolloin asennettiin seurantalaitteet tilastollisen tiedon keräämistä varten DB Schenkerin Liedon terminaaliin sekä terminaalin sisällä oleviin tavarankäsittelylaitteisiin. Samaan aikaan aloitettiin tekemään havaintokäyntejä terminaalin sisälogistiikan osalta ja kokonaiskuvan muodostamisessa. Terminaalin henkilökuntaa

haastateltiin kyselyn perusteella ja haastattelut nauhoitettiin. Haastateltavia oli 15 terminaalityöntekijää, mikä vastaa noin 25% kaikista terminaalityöntekijöistä. Tässä tutkimuksessa henkilökunnan haastattelujen tulokset esitetään niin, ettei vastaajaa tunnisteta ja haastattelujen vastaukset kirjattiin ylös.

Aikaisempia tutkimuksia terminaalien sisälogistiikan kehittämiseksi tässä tutkimuksessa käytettävällä menetelmällä, jossa koneiden ja lähetysten kulkemaa matkaa ja aikaa mitataan seurantalaitteiden avulla, ei löytynyt.

2 Terminaalilogistiikka

2.1 Logistiikka ja toimitusketju

Logistiikka sitoo paljon aikaa toimitusketjussa. Voidaankin sanoa, että läpimenoaikarajoista kiinni pitäminen vastaa puolesta logistisesta onnistumisesta. (Harrison, Van Hoeak & Skipworth 2014, 178.) Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan tärkeimpänä tehtävänä on keskittyä niihin prosesseihin, joista asiakas saa arvoa (Van Weele 2018, 253).

Sanotaan, ettei pienillä kustannuksilla voi tehdä nopeaa toimitusta tai nopeaa toimitusta hyvällä laadulla. Tällöin toisen kohentaminen tarkoittaa toisen huonontumista. Tinkimisen sijaan ongelmia voidaan estää tapahtumasta hyvällä suunnittelulla, jotta vikoja ei tule. Käyttämällä enemmän rahaa sellaisen tuotteen suunnitteluun, joka on yksinkertainen tehdä, helppo toimittaa asiakkaalle ja tarpeen mukaan kouluttaa henkilöstö tuotteen käyttämiseen, pystytään säästämään muissa toiminnoissa. Liian monimutkainen prosessi ja liian vähäinen tieto johtavat prosessin hallinnan menettämiseen. (Harrison ym. 2014, 179.)

Asiakkaiden tarpeiden muutos on suurin syy investoida aikaan perustuville parannuskohteille. Näitä ovat esimerkiksi toimitusaikojen lyhentäminen ja se, miten asiakkaiden palautteet käsitellään. Mitä paremmin näitä hoidetaan, sitä uskollisempia asiakkaita saadaan. Tällä tuotetaan asiakkaalle lisäarvoa, jolla asiakas pystyy kehittämään omaa prosessiaan. (Harrison ym. 2014, 182.)

Parantunut tuotteen läpimenoaika lisää mahdollisuuksia isompiin tuottoihin. Suurimmat hyödyt ilmenevät muun muassa siinä, että tuotteen myyntiaika lyhenee, voidaan veloittaa korkeampaa hintaa ja voidaan saada uusia asiakkaita. (Harrison ym. 2014, 182.)

Riskiä voidaan vähentää myös luottamalla vähemmän ennustuksiin. Mitä pidemmälle yritys pyrkii ennustamaan, sitä pienemmällä todennäköisyydellä ennustukset osuvat oikean. Vähentämällä tuotteen läpimenoaikaa prosessissa,

ennustuksilla ei ole enää suurta merkitystä. Ennusteita ei enää tarvita, mikäli läpimenoaika saadaan vähennettyä samaksi kuin asiakkaalle luvattu toimitusaika. (Harrison ym. 2014, 183.)

Kuluja saadaan pienemmäksi vähentämällä lisäarvoa tuottamatonta aikaa prosessissa. Ajan tuhlaus ja turhien toimintojen poistaminen vähentää myös kuluja. Tällöin saadaan työvoimaa ja kapasiteettia hyödynnettyä paremmin. Pienentämällä tuotteen läpimenoaikaa myös laatu paranee, kun virheet huomataan aikaisemmin ja näin ollen virheet tai viat pystytään korjaamaan. (Harrison ym. 2014, 185.) Hukka-ajan poisto perustuu LEAN –ajatusmalliin, jolla työ saadaan tehokkaammaksi. Tämä helpottaa toimituksia, joiden pitää olla juuri oikeaan aikaan oikeassa paikassa (Cudney & Kestle 2010, 6).

Toimitusketjukartoituksessa tulee huomioida, miten asiat juuri nyt tehdään eikä miten ne pitäisi tehdä. Tärkeää on seurata prosessissa yhtä tilausta, tuotetta tai henkilöä, joka tekee prosessia. Kun esimerkiksi perävaunua lastataan, tulee laskea keskivertoaika, mittaamalla perävaunun keskellä sijaitsevaa tuotetta. (Harrison ym. 2014, 192.)

Toimitusketjukartoituksessa tulee ottaa huomioon kokonaisuus toimitusketjussa, mutta itse kartoitusta tehdessä kannattaa keskittyä yhteen osa-alueeseen kerralla ja valita niistä päätoiminnot. Ennen toimitusketjukartoituksen tekoa, tulee huomioida asiakkaan tarpeet ja kartoituksen tarpeellisuus.

Tehokkain tapa kerätä dataa on seurata tuotetta koko prosessin läpi. Harrisonin (2014) mukaan helpoin tyyli tähän on ”kävellä prosessi läpi”. Yksilöi henkilöitä, jotka tuntevat prosessin ja haastattele heitä. Pyri saamaan heiltä tietoa tuotteen liikkeistä korreloiden se aikaan. Tämän jälkeen tee vuokaavio, jossa kuvataan jokainen prosessi, mitä tuotteelle tapahtuu. (Harrison ym. 2014, 194.)

Aikaan perustuvan prosessikartoituksen tarkoitus on esittää kerätty data selvästi ja ytimekkäästi. Paras tavoite olisi saada tuotos yhdelle paperille.

2.2 Terminaali ja yksikkökuormat

Terminaali on tietynlainen väliaikaisvarasto, jossa varastoidaan saapuva kappaletavara lyhyeksi aikaa odottamaan jatkokuljetusta. Terminaalin läpivirtaus on hyvin suuri. Tyypillisesti terminaalissa tapahtuu aamulla tai yöllä täydennys ja uudelleenlastaaminen. Sama toistuu illan aikana. Terminaali on tyhjimillään puolen päivän ja puolen yön aikana. (Hokkanen & Virtanen 2018, 23.)

Maaliikenneterminaalit jakautuvat kahteen vaihtoehtoon, tavaraterminaalihin ja logistiikkakeskuksiin. Tavaraterminaalit sijaitsevat kuljetusten ”solmukohdissa”, joissa tapahtuu nouto- ja jakelukuljetuksia sekä runkokuljetukset eri terminaalien välillä. Logistiikkakeskukset taas sijaitsevat asiakkaiden kannalta keskeisillä paikoilla. Logistiikkakeskukset tuottavat asiakkaille lisäarvoa esimerkiksi varastoimalla asiakkaiden tuotteita ja ovat näin ollen ns. välivarastoja. (Karhunen, Pouri ja Santala 2004, 396.)

Terminaalin suunnittelussa onkin tärkeää huomioida varastotyyppi, hyllystöt ja laitteet sekä tavaravirrat. Terminaalin suunnittelussa tavaravirtojen suunnittelu on tärkeää ja vaikuttaa paljon toiminnan tehokkuuteen. (Ritvanen, Inkiläinen, von Bell ja Santala 2011, 84.)

Terminaalissa ei yleensä hyllytetä tuotteita. Tuotteet yleensä lastataan jatkokuljetukseen suoraan lattialta. Terminaalien toiminta perustuukin pääsääntöisesti purkuun ja lastaukseen. Kollien lukumäärän seuranta on tärkeää sekä kollien siirtäminen oikealle alueelle purkauksen jälkeen. Terminaalien tarkoituksena on, että purettu kuorma pystytään mahdollisimman nopeasti toimittamaan loppukäyttäjälle tai noutokuormien kohdalla oikealle paikkakunnalle. (Hokkanen & Virtanen 2018, 23.)

Kappaletavaran joukossa kulkee paljon eri tyylisiä yksikkökuormia. Tämän lisäksi on kansainvälisesti standardoidut pakkaukset, jonka peruskoko on pituudeltaan 600mm ja leveydeltään 400mm, korkeutta ei ole säädelty. Peruskoosta saadaan joko puolittamalla tai kaksinkertaistamalla toisia

standardikokoja, joita ovat puolittamalla 400x300 mm, 300x200 mm, 200x150 mm jne. Kaksinkertaistamalla taas saadaan koot 800x600 mm ja 1200x800 mm. (Karhunen ym. 2004.)

Lavakuormissa on kaksi standardimittaa; FIN-lava 1000x1200 mm ja EUR-lava 800x1200 mm. Näiden lisäksi on ns. Myymälälava, joka on 800x600 mm sekä kertakäyttölavoja, joiden mitat voivat olla mitä vain, mutta yleensä mitoitettu sopimaan muiden lavojen kanssa yhteen. Nämä ovat myös rakenteeltaan kevyempiä ja nimensä mukaan kertakäyttöisiä. Näiden lisäksi kappaletavarana liikkuu häkkejä, jotka voivat olla pohjamitoiltaan samoja kuin EUR- tai FIN-lavat. (Karhunen ym. 2004.)

Rullakot ovat renkailla liikkuvia sivuseinällisiä lavoja. Rullakon pohjamitat ovat lähellä puolet EUR-lavasta eli 810x670 mm. (Karhunen ym. 2004.)

Pienkontit ovat myös yksi yksikkökuorman tyyli. Nämä useasti tehty ovat joko EUR- tai FIN-lavan pohjamitoilla. Pienkontin materiaali voi olla tehty esimerkiksi vanerista tai pahvista. Nesteille tarkoitettut kontit ovat joko muovista tai eri metalleista. (Karhunen ym. 2004.)

Puhutaan myös käsitteestä nippu. Nämä liittyvät yleensä joko levymäisiin tai pitkiin tavaroihin, joita ovat esimerkiksi lastu- tai kipsilevyt ja terä- tai muoviputket. Nämä tuotteet käsitellään useasti erillään muusta kappaletavarasta ja puretaan tai lastataan ajoneuvon kyljestä. (Karhunen ym. 2004.)

2.3 Toimintojen mittaaminen ja sisälogistiikka

Toimintojen mittaamiseen tarvitaan tunnuslukuja, jotka koostuvat kahden eri mittarin välisestä suhteesta. Mikäli halutaan parantaa kahden eri mittarin tunnuslukua, tulee toisen tai molempien mittareiden lukujen parantua. Tunnusluvut osoittavat kannattavuutta, jos mittarit ovat valittu oikein ja niitä seurataan riittävästi. (Ritvanen ym. 2011, 101.)

Toimitusketjun suorituskykyä voidaan arvioida Ritvasen ym. (2011) mukaan luotettavuuden (täydelliset toimitukset), vasteajan (toimitusaika), joustavuuden (reagointi volyymimuutoksiin) sekä kustannusten (ketjun kokonaiskustannukset) mukaan.

Tuotteen yksilöintiin on pääsääntöisesti kolme käytettävissä olevaa menetelmää logistiikan parissa. Ensimmäinen on viivakoodi, toinen RFID ja kolmas magneettiset kortit. (Heinrich 2018, 610.)

Viivakooditeknologia perustuu viivakooditulostimista ja niiden lukulaitteista. Viivakooditeknologian edut ovat Heinrichin (2018) mukaan seuraavat:

- 100 prosentin tunnistustarkkuus ja maailmanlaajuinen käyttö
- käyttäjäystävällinen, kansainvälinen, luotettava ja tehokas
- ajan vähentäminen, vaivaton ja kirjoitusvirheitä poistava tiedon keruussa
- lisätiedon tarkistaminen ja vahvistaminen sekä nopea työtahti
- täysin automaattinen materiaalivirta automaattisen tunnistuksen kautta
- koko työprosessin käsittely.

Viivakooditeknologian haittana on sen altistuminen lialle sekä mahdollisuus lukea vain yksi viivakoodi kerrallaan. Lukulaitteen tulee myös olla lähellä viivakoodia ja viivakoodia ei pysty uudelleenkäyttämään tai uudelleen kirjoittamaan (Heinrich 2018). Heinrichin (2018) mukaan viivakooditeknologia on liian epävarma ja hidas monimutkaisiin logistisiin prosesseihin sen matalan prosessointikyvyn mukaan.

RFID systeemi koostuu kolmesta osasta; RFID lähettimestä, lukulaitteesta sekä tietokoneesta. Lähetin (tägi) pystytään koodaamaan elektronisesti. RFID systeemin vahvuuksia Heinrichin (2018) mukaan ovat:

- usean lähetimen samanaikainen lukeminen
- tuotteen tunnistaminen ilman sen näkemistä
- vaihteleva tietojen tallennus sekä sen korkea tietoturva
- ei niin herkkä lukuvirheille kuin viivakoodi
- voidaan piilottaa tuotteeseen

- voidaan lukea kauempaa kuin viivakoodi

Heikkouksia Heinrichin (2018) mukaan ovat:

- tuotteen olomuoto voi vaikuttaa datan välitykseen esim. nesteet ja metallit
- tietosuojaan liittyvät huolenaiheet
- alhainen standardointitaso
- ongelmat tiedonsiirrossa.

Tärkeimmät vaiheet sisälogistiikassa ovat materiaalin käsittely, varastointi, kuljetus, kokoaminen ja pakkaaminen. Itse tavaravirtoja tarkasteltaessa tähän lisätään vielä lastaaminen (Heinrich 2018, 10, 26.)

Erilaisia virtausratkaisuja terminaaleissa on esimerkiksi suoran virtauksen (läpivirtauksen) periaate ja U-virtauksen periaate. Suoran virtauksen periaatteessa tavara tulee sisälle varaston toisesta päästä ja lähtee ulos toisesta. U-virtauksen periaatteessa saapuva ja lähtevä tavarat lastauspaikat ovat varaston samalla seinämällä. Suoravirtausperiaatteella toimiva varasto vaatii isomman tontin koon, sillä varaston molempiin päihin tarvitaan ajopiha. Tämän tyyliset ratkaisut ovat sopivia pienemmille terminaaleille. (Ritvanen ym. 2011, 85.)

T- ja X-virtauksen omaavat terminaalit sopivat paremmin yli 150 laituripakkaa sisältäville terminaaleille. Tällöin tavara pystytään lähettämään keskeltä jokaiselle paikalle, jolloin säästetään kuljetusta matkasta. Tämä vähentää työvoimakustannuksia, mutta lisää rakennuskustannuksia sekä luo kulmia tavaravirtaan. (Ritvanen ym. 2011, 86.)

Tavaravirtojen hallinnassa tärkeintä on pyrkiä minimoimaan kustannuksia. Tähän pyritään keinoilla, jotka ovat taloudellisia ja helppoja järjestää. (Heinrich 2018, 49.)

Heinrich (2018) esittää seuraavia keinoja:

- välttää manuaalista kuljetusta, tähtää joustaviin vaihtoehtoihin

- suunnittele laajentumista, ota huomioon tulevaisuuden tekijät
- hyödynnä järkeviä apuja koneilta tai automaation käyttöä kuljetuksissa
- käytä näiden täyttä kapasiteettia
- lisää tilakapasiteetin käyttöä
- vältä risteyksiä ja vastaantulevaa liikennettä materiaalivirroissa
- tavoittele lyhyitä siirtoja, suurta kuljetusnopeutta ja kuljetuskapasiteettia
- tavoittele lyhyttä käsittelyaikaa
- vältä varastointia, jos mahdollista, säästä varastointitilaa.

Tehokkaalle terminaalille tärkeitä ovat sen muoto, mitat, varustelu sekä liikennejärjestelyt. Terminaalin suunnittelussa pitäisi varata riittävästi tilaa ja erotella purku-, kuormaus-, ja järjestelyalueet. (Karhunen ym. 2004, 369.)

2.4 Aikaisemmat tutkimukset

Timo Hukki tutki ennusteiden käyttöä osana sisälogistiikan resursointia vuonna 2019. Tutkimuksessa käytettiin hyväksi historiatietoa volyymeistä ja sen pohjalta valittiin tutkimusta parhaiten tukeva ajanjakso. Tutkimuksessa todettiin, että ennusteet ovat suhteellisen tarkkoja, mutta päiväkohtaisia ennusteita ei pystytä työvoiman resursoinnissa käyttämään. (Hukki 2019.)

Micael Laaksonen teki diplomityön sisälogistiikan kehittämisestä logistiikkakeskuksessa vuonna 2017. Työ keskittyi trukkitointojen kehittämiseen. Työssä käytettiin hyväksi kirjallisuuskatsausta, haastatteluita, keskusteluita sekä havainnointia. Hän toteaa, että terminaalilla kaipaava informaationäyttö sekä trukkeihin asennettavia kosketusnäyttöjä, jotta työntekijä pystyy sitä kautta tekemään työtään paremmin ja läpinäkyvämmiin. (Laaksonen 2017.)

Jussi Puputti tutki automatisaation ja digitalisaation vaikutusta tulevaisuuden sisälogistiikkaan vuonna 2020. Tutkimus tehtiin kirjallisuuskatsauksena. Johtopäätöksenä hän toteaa, että automaation ja digitalisaation merkitys korostuu tulevaisuudessa terminaaleissa. (Puputti 2020.)

Rikke Kujala tutki RFID-tekniikan käyttöä sisälogistiikassa opinnäytetyössään vuonna 2019. Työ oli tehty kirjallisuuteen perustuvana. Hänen johtopäätökset olivat, että RFID-tekniikan käyttö on vähäistä ja yleistyminen ollut hidasta. Tämä johtuu siitä, että ei ole standardia, hinta on korkea ja investoinnin takaisinmaksusta ei ole varmuutta. Hän totesi myös, että RFID-tekniikan käyttämisessä olisi huomattavia etuja, mutta suosittelee silti vielä viivakoodin käyttöä. (Kujala 2019.)

Tomas Kučera tutki varaston toiminnanohjausjärjestelmän kehittämistä ja kustannusten säästöjä vuonna 2017. Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena sisälogistiikasta ja yrityksen antamilla tiedoilla. Tutkimuksessa hänen päätelmät olivat, että toiminnanohjausjärjestelmän kehittämisellä viivakoodien lukemisella säästetään aikaa ja rahaa. (Kučera 2017.)

Marek Karkula tutki logistisissa laitoksissa sisälogistiikan simulointimallien valintojen kriteereitä vuonna 2014. Tutkimuksessa hyödynnettiin kirjallisuutta ja toteutettiin simulointi pienessä läpivirtausterminalissa. Yhteenvedona hän toteaa, että terminaalit tarvitsevat modernit ja tehokkaat sisälogistiikan järjestelmät. Hän totesi tutkimuksessaan myös, että trukinkuljettajan on parasta ottaa aina seuraava työ läheltä edellisen päättymistä, jotta tyhjänä ajaminen jää vähäisimmäksi. (Karkula 2014.)

Anna Wronka tutki LEAN-ajatusta logistiikassa vuonna 2016. Hän käytti hyväkseen kirjallisuutta ja tapaustutkimusta. Hänen päätelmät olivat, että LEAN-ajatusmalli sopii logistiikkaan hyvin niin sisä- kuin ulkologistiikkaan. Työntekijöiden ajatusmaailman muuttaminen ja johdon sitoutuminen tähän ovat kaiken pohja ja määrittää lopputuloksen. (Wronka 2016.)

3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksessa kerättiin dataa tilastollisin ja laadullisin menetelmin.

Tutkimuksen tiedonkeräämisvaihe aloitettiin helmikuussa 2021 ja päättyi toukokuussa 2021. Dataa kerättiin paikannusjärjestelmän avulla, havaintokäynneillä ja henkilökunnan haastatteluilla.

Kuljetusyksikönlastausta ja lastausaikoja ei tässä tutkimuksessa tutkittu. Tämän aika on riippuvainen monesta tekijästä kuten, esimerkiksi tavarán laadusta, muodosta, painosta, määrästä ja tavarán saapumisesta omalle tontilleen. Tämän lisäksi lastaajan ammattitaito on iso tekijä lastaukseen käytettävästä ajasta. Myöskään terminaalin optimaalista layoutia ei tässä tutkimuksessa käsitelty.

3.1 Datan keruu paikannusjärjestelmän avulla

Tutkimuksen tiedonkeruu toteutettiin Noccela Oy:n kehittämällä paikannusjärjestelmällä. Helmikuussa 2021 asennettiin seurantalaitteet DB Schenkerin Liedon terminaaliin sekä terminaalin sisällä oleviin tavarankäsittelylaitteisiin. Ankkureita asennettiin DB Schenkerin terminaaliin 30 kappaletta, jotta saatiin katettua koko terminaali tiedonkeruuta varten. Seurantalaitteet asennettiin kaikkiin terminaalissa oleviin koneisiin ja lisäksi seurantalaitteita laitettiin terminaaliin saapuviin lavoihin kiinni. Seurantalaitteita käytettiin yhteensä 70 kappaletta. Noccela käyttää teknologiana Ultra-Wide Bandiä (UWB) ja omaa kehittämäänsä paikannustapaa High- performace Ranging (HRP). Ankkurit keräävät seurantalaitteiden avulla tiedon ja lähettää tämän tiedon pilveen, jossa todellinen laskenta ja analysointi toteutetaan. Tiedot voidaan lähettää myös kolmansien osapuolien sovelluksiin ohjelmointirajapinnan eli API:n avulla. Noccelan tãgiä ei tarvitse lukea vaan paikannus kuittaa tavarán saapuneeksi ja lähteneeksi. Liitteet näyttävät esimerkin, minkälaista tietoa esimerkiksi järjestelmästä saadaan (ks liite 1). (Noccela Oy 2021.)

Seurantalaitteita käytiin myös asentamassa terminaaliin saapuviin kolleihin, pääasiassa lavatavaraan. Näitä käytiin asentamassa kahtena eri päivänä yhteensä 71 kpl. Tämä siis tarkoittaa sitä, että otos oli hyvin pieni päivittäin terminaalin läpikulkevien tavaroiden suhteesta. Tutkimustuloksissa tehdäänkin yleistyksiä yksityiskohdista perustuen yksittäisiin havaintoihin.

Tutkimukseen valikoitui mukaan linjoja kolmesta eri kategoriasta. Ensimmäinen sisälsi Ruotsista terminaaliin saapuvia lähetyksiä ja toinen oli Turun alueelta ja Turun lähikunnista terminaaliin saapuvia lähetyksiä. Nämä lähetykset jatkoivat kuljetuksia eri puolille Suomea. Kolmas tutkittava kategoria sisälsi Helsingistä ja Tampereelta vientiin lähteviä kolleja. Osa näistä lähti jo samana iltana terminaalista pois.

Tutkittavia linjoja olivat Ruotsista ja Turun alueelta terminaaliin purettavien kuljetusyksiköiden kollien seuranta, joiden määrämpää oli Helsinki, Tampere, Seinäjoki ja Kuopio. Tämän lisäksi tägejä laitettiin myös huomaamatta toisiinkin suuntiin, mutta tässä tutkimuksessa ei käsitellä näitä muuta kuin yleisellä tasolla.

Tutkimuksessa on käytetty aritmeettista keskiarvoa, joka on lukujen $x_1, x_2, \dots, x_n$ (aritmeettinen) keskiarvo M_a on lukujen summa jaettuna niiden lukumäärällä:

Kaava 1 Aritmeettinen keskiarvo

$$M_a = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k.$$

Tutkimuksessa on myös käytetty mediaania, joka on suuruusjärjestykseen lajitellun jakauman keskimäinen luku tai parillisilla lukujen määrillä, kahden keskimäisen luvun keskiarvo.

Keskihajonta tässä tutkimuksessa kuvaa sitä, kuinka kaukana yksittäiset muuttuja ovat keskimäärin muuttujan aritmeettisesta keskiarvosta.

Keskihajonnan kaava on:

Kaava 2 keskihajonta

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

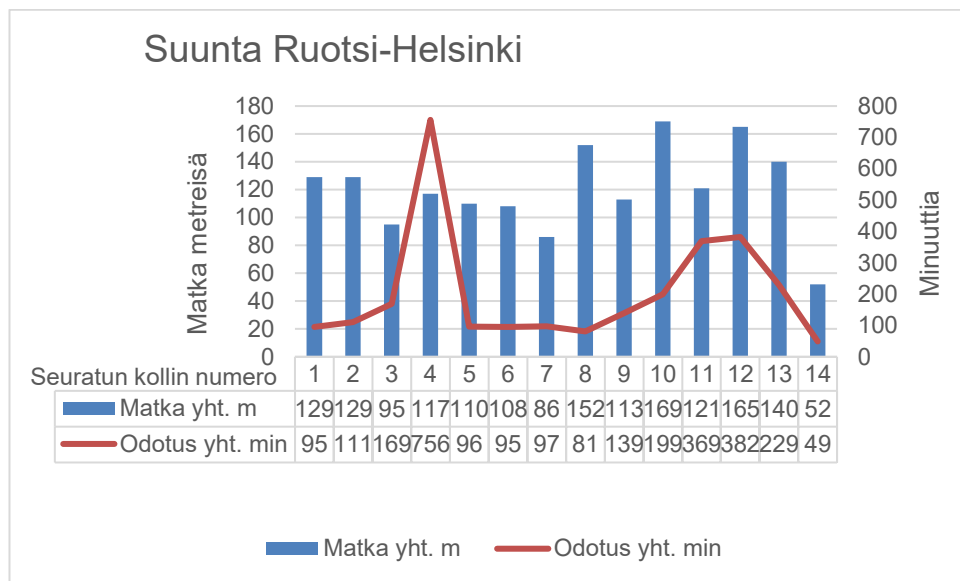
3.2 Datan keruu havainnoimalla ja haastatteluilla

Samaan aikaan helmikuussa 2021, kun paikannusjärjestelmä asennettiin, aloitettiin tekemään havaintokäyntejä terminaalissa. Tavoitteena näillä käynneillä oli muodostaa kokonaiskuva terminaalin sisälogistiikasta. Havaintokäyntejä tehtiin terminaalissa kuusi kertaa. Päivät olivat yleensä keskiviikko tai torstai, koska näinä päivinä terminaali toimi normaalisti eikä viikonlopun vaikutteet näkyneet tavaravirrassa.

Havaintokäynneillä perehdyttiin tavarankäytön liikkumiseen terminaalissa portilta tavarankäytön lastaamiseen lähtevään kuljetusyksikköön. Havainnointia tehtiin yleisen kappaleen ja kodinkoneiden osalta. Kodinkoneet ovat erikseen mukana, koska näitä käsitellään erilaisella välineellä.

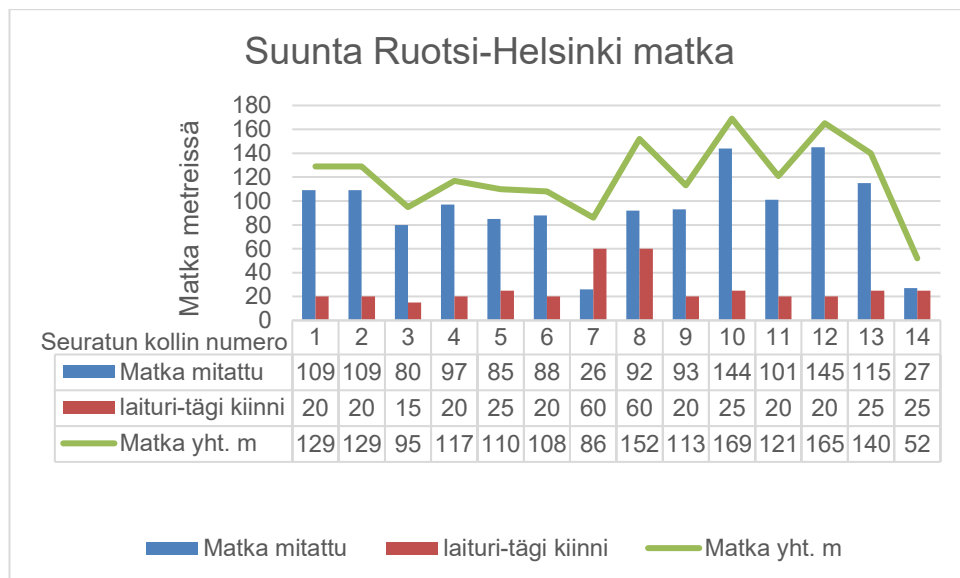
Haastattelu toteutettiin hyödyntäen Hirsjärven ja Hurmeen (2001) kuvailemaa ideaaleja haastattelulle. Terminaalissa henkilökuntaa haastateltiin etukäteen laadittujen kysymysten mukaan. Kysymyksiä oli 10 kappaletta ja haastattelut nauhoitettiin. Tässä tutkimuksessa henkilökunnan haastattelujen tulokset esitetään niin, ettei vastaajaa tunnusteta. Haastattelut toteutettiin kahtena eri päivänä ja eri ajankohtana. Toinen aamupäivän aikana ja toinen iltapäivän aikana. Haastateltavia oli yhteensä 15 terminaalityöntekijää. Nämä työntekijät valikoituivat haastateltaviksi sattumanvaraisesti työvuorossa olevien joukosta. Haastatteluihin saatiin työnjohtolta lupa. Haastattelut annettiin vapaaehtoisesti, nimettömänä ja haastattelujen vastaukset kirjattiin ylös. Yksi haastattelu kesti keskimäärin 7 minuuttia.

Taulukko 1 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla



4.1.1 Matka terminaalissa

Taulukko 2 Mitatut matkat terminaalissa



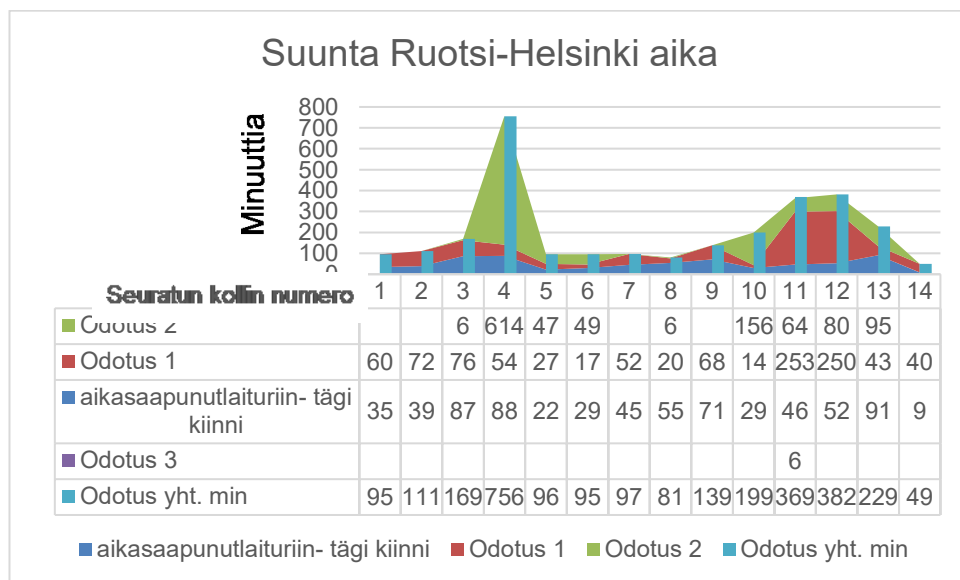
Lastauslaiturin ja purkupaikan välillä oli keskimäärin matkaa 26 metriä ja mediaani 20 metriä. Tässä vaihteluväli oli 15-60 metriä. Vaihteluvälin pituus oli 45 metriä ja keskihajonta 14 metriä.

Purkupaikan jälkeen kollit siirrettiin omille tonteilleen. Tämän siirron keskimääräinen matka oli 94 metriä ja mediaani 95 metriä. Vaihteluväli oli 26-145 metriä. Vaihteluvälin pituus oli 119 metriä ja keskihajonta 34 metriä.

Yhteenlaskettuna yllä olevat matkat kollilla olivat keskimäärin 120 metriä ja mediaani 119 metriä. Vaihteluväli oli 52-169 metriä. Vaihteluvälin pituus oli 117 metriä ja keskihajonta 31 metriä.

4.1.2 Aika terminaalissa

Taulukko 3 Mitattu aika terminaalissa



Aika kuljetusyksikön saapumisesta terminaaliiin, purkamisen aloittamiseen ja kollien siirtoon purkupaikalle kesti keskimäärin 50 minuuttia ja mediaani oli 45 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 9-91 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 82 minuuttia. Keskihajonta oli 26 minuuttia.

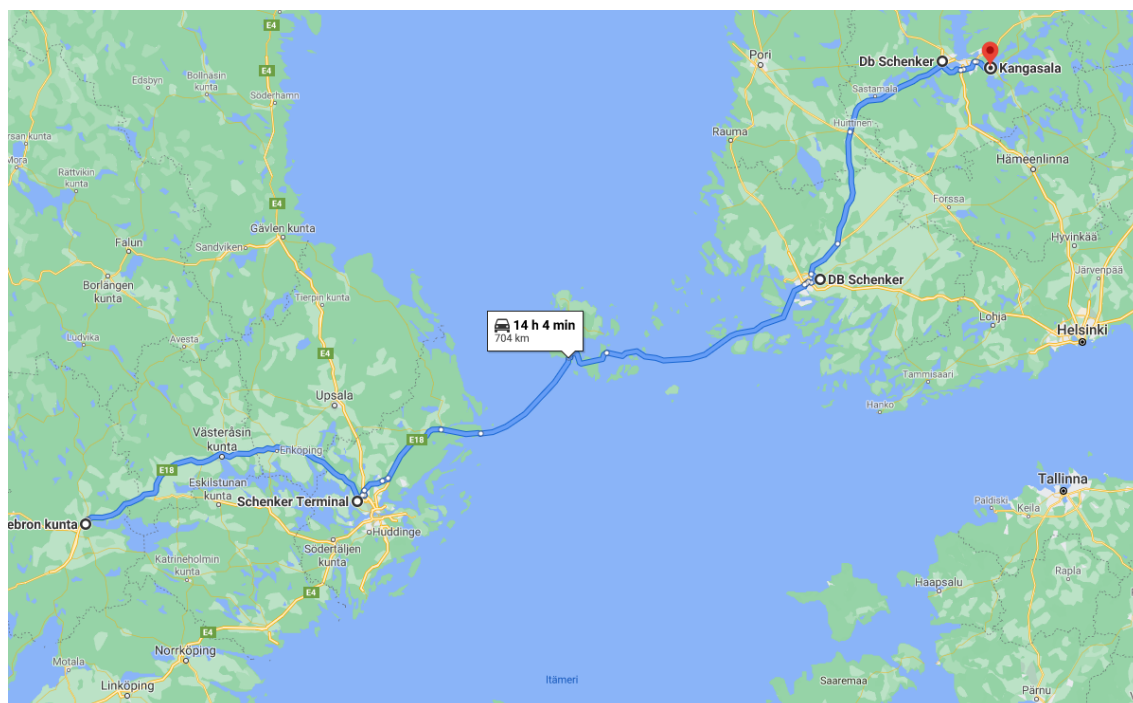
Kolli pysyi paikoillaan purkupaikalla keskimäärin 74 minuuttia ja mediaani oli 53 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 14-253 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 239 minuuttia. Keskihajonta oli 78 minuuttia.

Kolli pysyi paikoillaan ennen lastausta seuraavaan kuljetusyksikköön omalla tontillaan keskimäärin 124 minuuttia ja mediaani oli 64 minuuttia. Vaihteluväli oli 6-614 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 608 minuuttia. Keskihajonta oli 189 minuuttia.

Yhteensä kollin aika terminaalissa (pois lukien kollin siirto, missä aikaa kului suhteessa vähän) oli keskimäärin 204 minuuttia ja mediaani oli 125 minuuttia. Vaihteluväli oli 49-756 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 707 minuuttia. Keskihajonta oli 189 minuuttia.

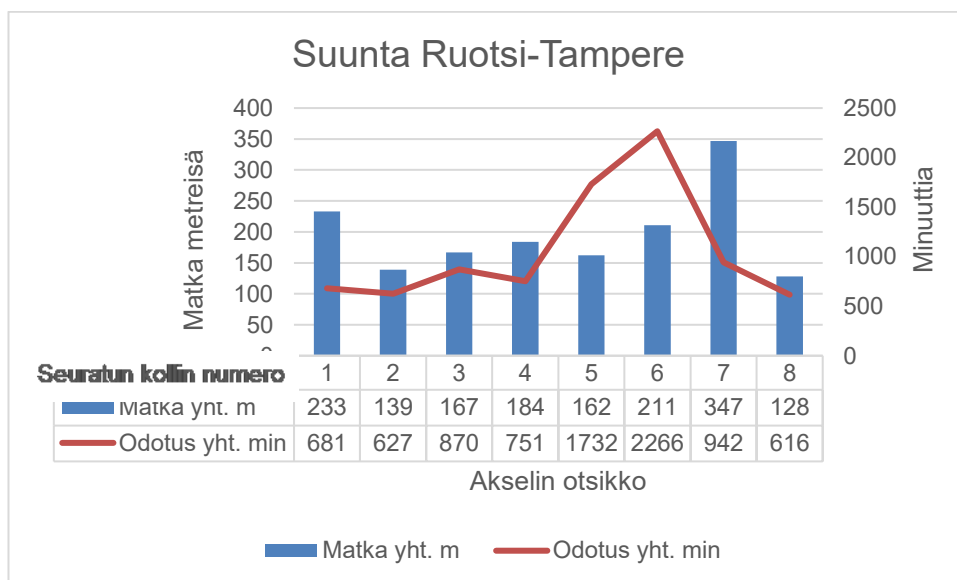
4.2 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-Tampere

Tutkimuksessa seurattiin 9 eri kollin liikettä ja aikaa terminaalissa kuljetusreitillä Ruotsi-Tampere kahtena eri päivänä 6.5.2021 ja 19.5.2021 (ks liite 1 esimerkkejä tuotetutsta datasta). Virheellisiä mittatuloksia tuli yhdestä seuratusta kollista. Tämä ei ole mukana tuloksissa.



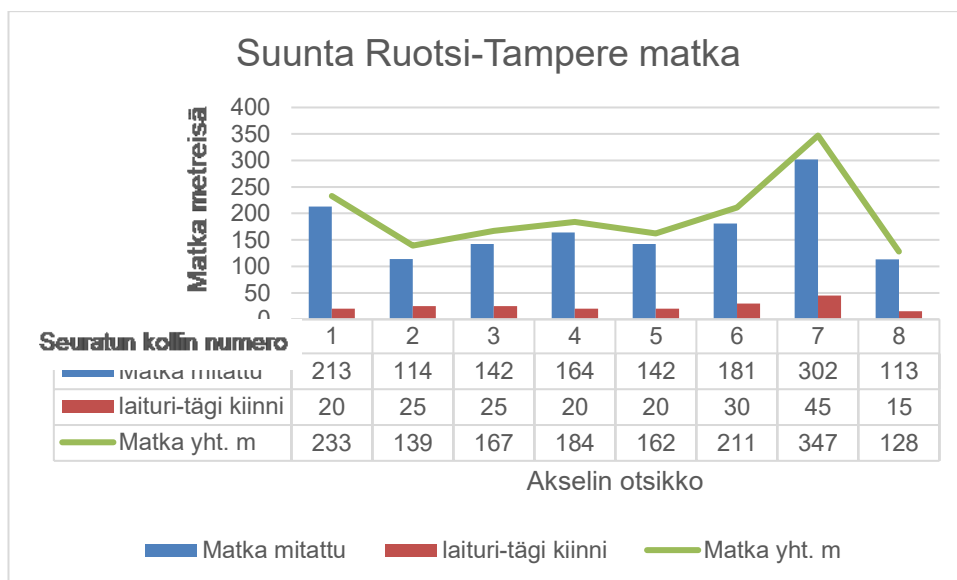
Kuva 3 Esimerkkireitti Örebro-Tampere

Taulukko 4 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla



4.2.1 Matka terminaalissa

Taulukko 5 Mitattu matka terminaalissa



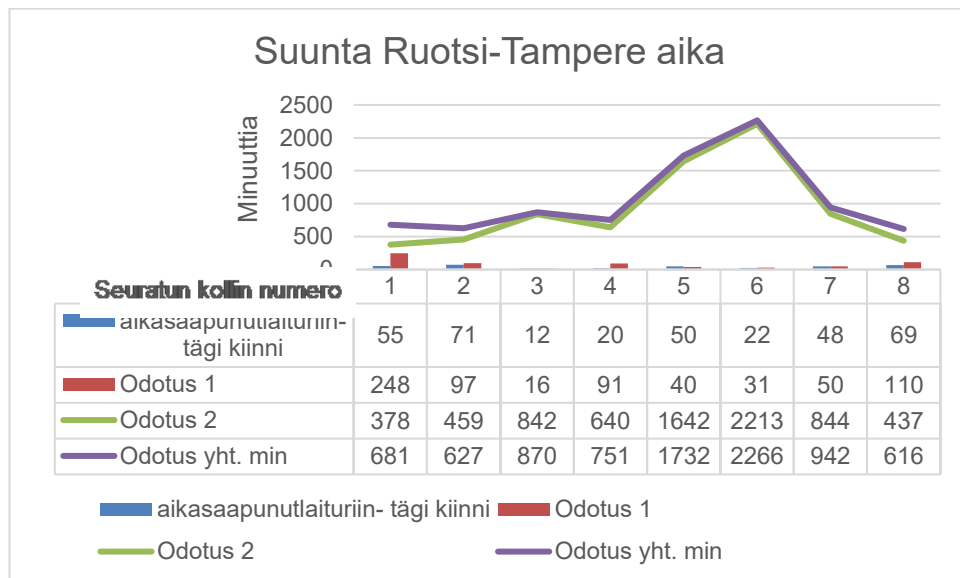
Lastauslaiturin ja purkupaikan välillä oli keskimäärin matkaa 25 metriä ja mediaani 23 metriä. Tässä vaihteluväli oli 15-45 metriä. Vaihteluvälin pituus 30 metriä. Keskihajonta 9 metriä.

Purkupaikan jälkeen kollit siirrettiin omille tonteilleen. Tämän siirron keskimääräinen matka oli 171 metriä ja mediaani 153 metriä. Vaihteluväli oli 113-302 metriä. Vaihteluvälin pituus 189 metriä. Keskihajonta 62 metriä.

Yhteenlaskettuna yllä olevat matkat kollilla oli keskimäärin 196 metriä ja mediaani oli 176 metriä. Vaihteluväli 128-347 metriä. Vaihteluvälin pituus 219 metriä. Keskihajonta 70 metriä.

4.2.2 Aika terminaalissa

Taulukko 6 Mitattu aika terminaalissa



Aika kuljetusyksikön saapumisesta terminaaliiin, purkamisen aloittamiseen ja kollarin siirtoon purkupaikalle kesti keskimäärin 43 minuuttia ja mediaani oli 49 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 12-71 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 59 minuuttia. Keskihajonta oli 23 minuuttia.

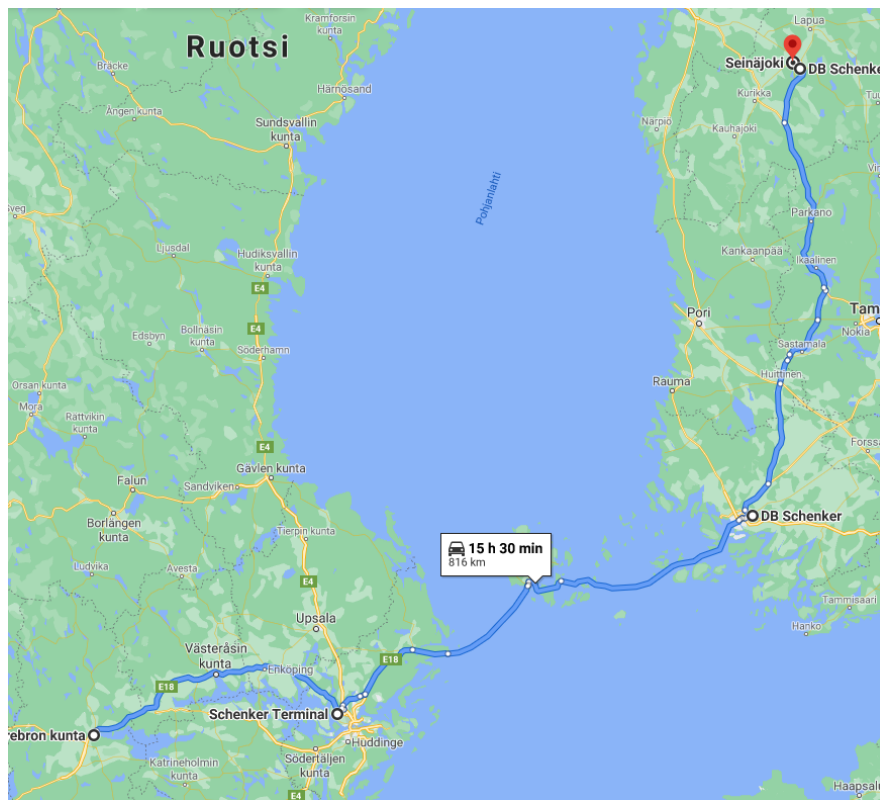
Kolli pysyi paikoillaan purkupaikalla keskimäärin 85 minuuttia ja mediaani oli 71 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 16-248 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 232 minuuttia. Keskihajonta oli 74 minuuttia.

Kolli pysyi paikoillaan ennen lastausta seuraavaan kuljetusyksikköön omalla tontillaan keskimäärin 932 minuuttia ja mediaani oli 657 minuuttia. Vaihteluväli oli 378-2213 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1835 minuuttia. Keskihajonta oli 657 minuuttia.

Yhteensä kollin aika terminaalissa (pois lukien kollin siirto, missä aikaa kului suhteessa vähän) oli keskimäärin 1061 minuuttia ja mediaani oli 811 minuuttia. Vaihteluväli oli 616-2266 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1650 minuuttia. Keskihajonta oli 607 minuuttia.

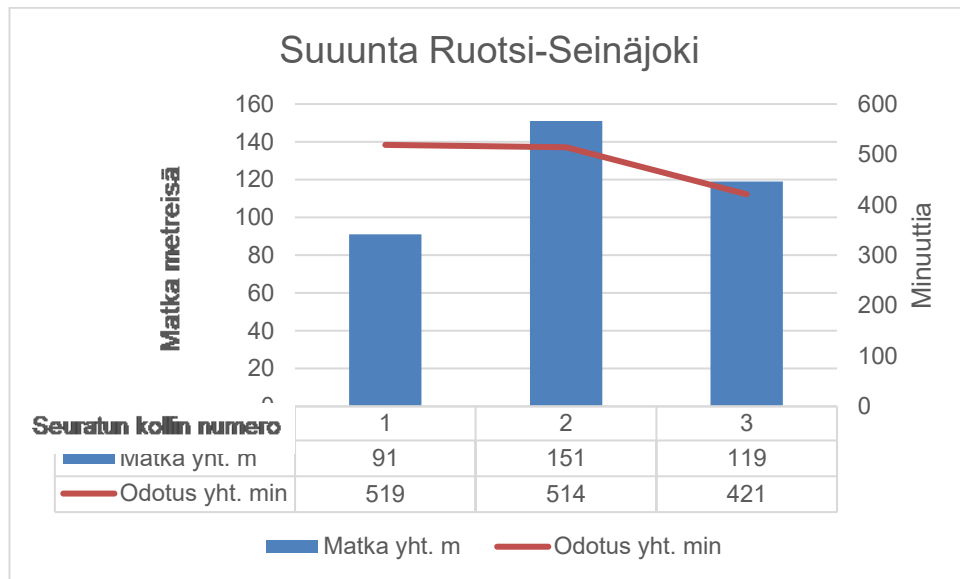
4.3 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-Seinäjoki

Tutkimuksessa seurattiin 4 eri kollin liikettä ja aikaa terminaalissa kuljetusreitillä Ruotsi-Seinäjoki kahtena eri päivänä 6.5.2021 ja 19.5.2021 (ks liite 1 esimerkkejä tuotetutusta datasta). Virheellisiä mittatuloksia tuli yhdestä seuratusta kollista. Tämä ei ole mukana tuloksissa.



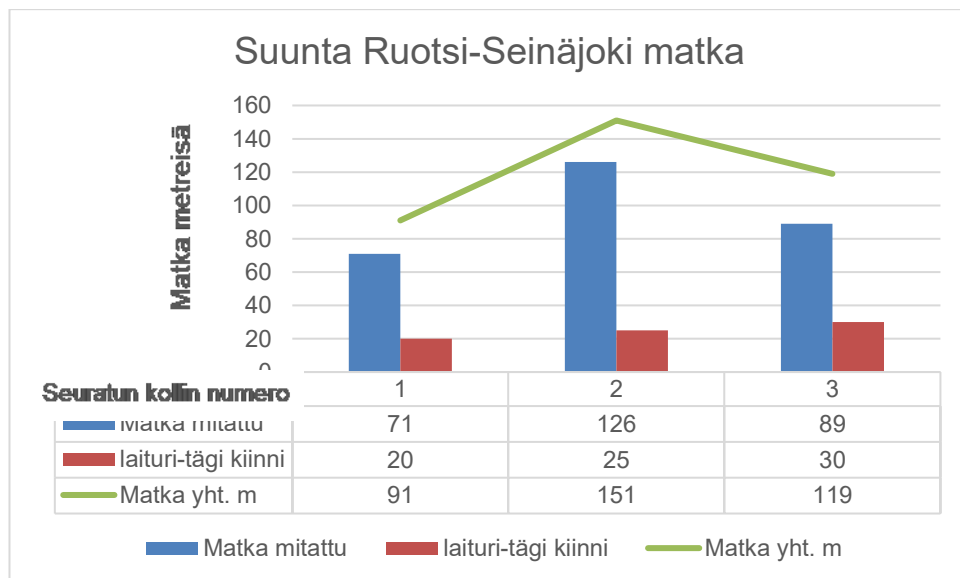
Kuva 4 Esimerkkireitti Örebro-Seinäjoki

Taulukko 7 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla



4.3.1 Matka terminaalissa

Taulukko 8 Mitattu matka terminaalissa



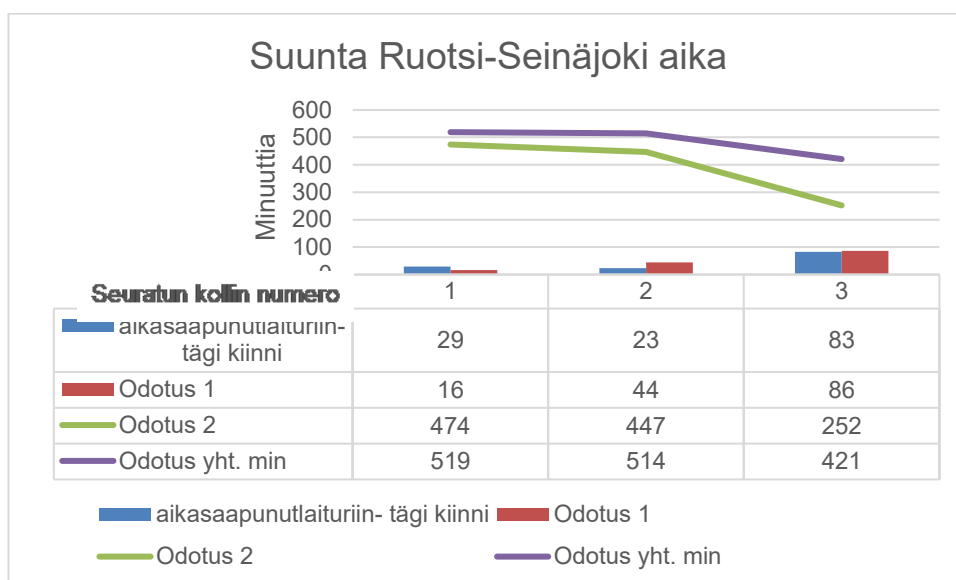
Lastauslaiturin ja purkupaikan välillä oli keskimäärin matkaa 25 metriä ja mediaani 25 metriä. Tässä vaihteluväli oli 20-30 metriä. Vaihteluvälin pituus 10 metriä. Keskihajonta 5 metriä.

Purkupaikan jälkeen kollit siirrettiin omille tonteilleen. Tämän siirron keskimääräinen matka oli 95 metriä ja mediaani 89 metriä. Vaihteluväli oli 71-126 metriä. Vaihteluvälin pituus 55 metriä. Keskihajonta 28 metriä.

Yhteenlaskettuna yllä olevat matkat kollilla oli keskimäärin 120 metriä ja mediaani oli 119 metriä. Vaihteluväli 91-151 metriä. Vaihteluvälin pituus 60 metriä. Keskihajonta 30 metriä.

4.3.2 Aika terminaalissa

Taulukko 9 Mitattu aika terminaalissa



Aika kuljetusyksikön saapumisesta terminaaliiin, purkamisen aloittamiseen ja kollien siirtoon purkupaikalle kesti keskimäärin 45 minuuttia ja mediaani oli 29 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 23-83 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 60 minuuttia. Keskihajonta oli 33 minuuttia.

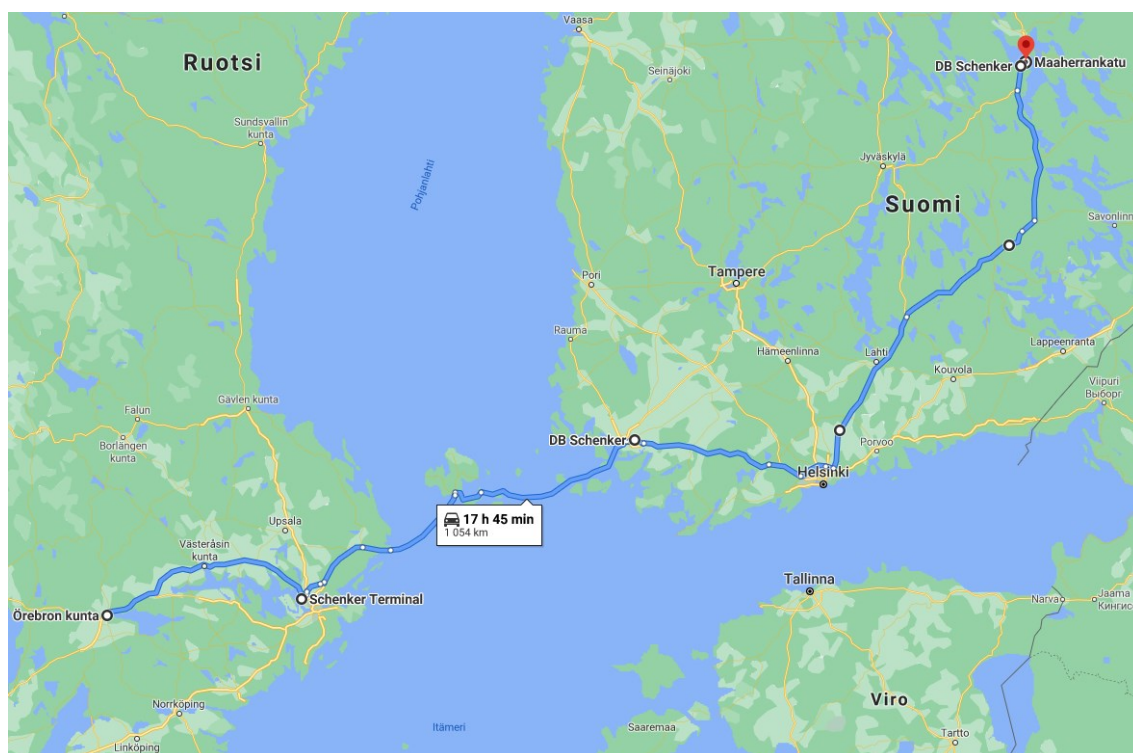
Kolli pysyi paikoillaan purkupaikalla keskimäärin 49 minuuttia ja mediaani oli 44 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 16-86 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 70 minuuttia. Keskihajonta oli 35 minuuttia.

Kolli pysyi paikoillaan ennen lastausta seuraavaan kuljetusyksikköön omalla tontillaan keskimäärin 391 minuuttia ja mediaani oli 447 minuuttia. Vaihteluväli oli 252-474 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 222 minuuttia. Keskihajonta oli 121 minuuttia.

Yhteensä kollin aika terminaalissa (pois lukien kollin siirto, missä aikaa kului suhteessa vähän) oli keskimäärin 485 minuuttia ja mediaani oli 514 minuuttia. Vaihteluväli oli 421-519 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 98 minuuttia. Keskihajonta oli 55 minuuttia.

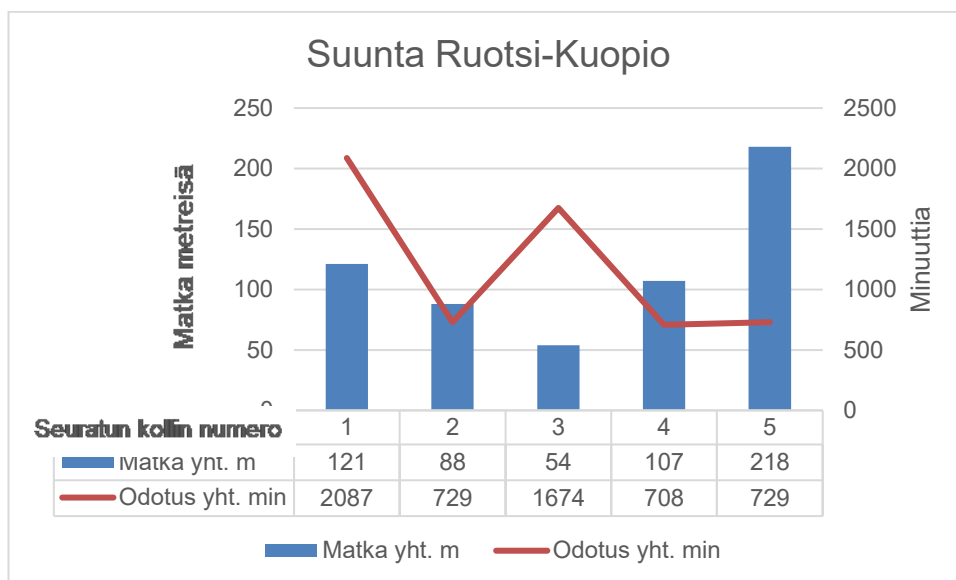
4.4 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-Kuopio

Tutkimuksessa seurattiin 6 eri kollin liikettä ja aikaa terminaalissa kuljetusreitillä Ruotsi-Kuopio kahtena eri päivänä 6.5.2021 ja 19.5.2021 (ks liite 1 esimerkkejä tuotetusta datasta). Virheellisiä mittatuloksia tuli yhdestä seuratusta kollista. Tämä ei ole mukana tuloksissa.



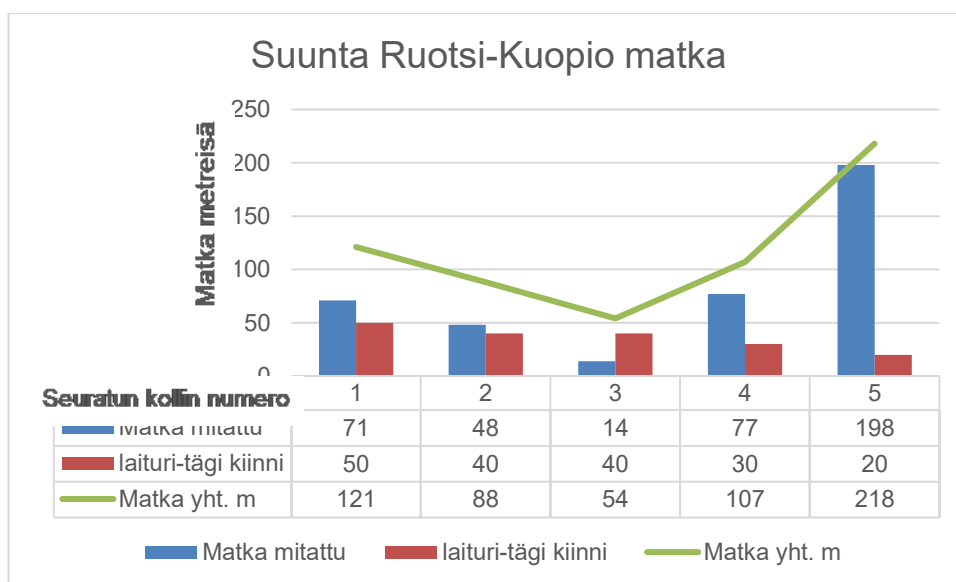
Kuva 5 Esimerkkireitti Örebro-Kuopio

Taulukko 10 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla



4.4.1 Matka terminaalissa

Taulukko 11 Mitattu matka terminaalissa



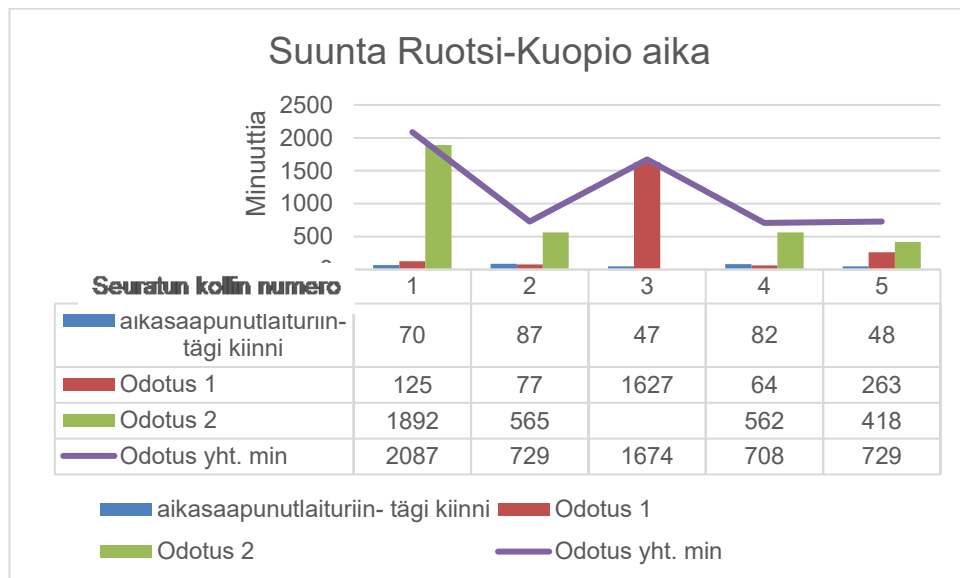
Lastauslaiturin ja purkupaikan välillä oli keskimäärin matkaa 36 metriä ja mediaani 40 metriä. Tässä vaihteluväli oli 20-50 metriä. Vaihteluvälin pituus 30 metriä. Keskihajonta 11 metriä.

Purkupaikan jälkeen kollit siirrettiin omille tonteilleen. Tämän siirron keskimääräinen matka oli 82 metriä ja mediaani 71 metriä. Vaihteluväli oli 14-198 metriä. Vaihteluvälin pituus 184 metriä. Keskihajonta 70 metriä.

Yhteenlaskettuna yllä olevat matkat kollilla oli keskimäärin 118 metriä ja mediaani oli 107 metriä. Vaihteluväli 54-218 metriä. Vaihteluvälin pituus 164 metriä. Keskihajonta 61 metriä.

4.4.2 Aika terminaalissa

Taulukko 12 Mitattu aika terminaalissa



Aika kuljetusyksikön saapumisesta terminaaliin, purkamisen aloittamiseen ja kollien siirtoon purkupaikalle kesti keskimäärin 67 minuuttia ja mediaani oli 70 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 48-87 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 39 minuuttia. Keskihajonta oli 19 minuuttia.

Kolli pysyi paikoillaan purkupaikalla keskimäärin 431 minuuttia ja mediaani oli 125 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 64-1627 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1563 minuuttia. Keskihajonta oli 673 minuuttia.

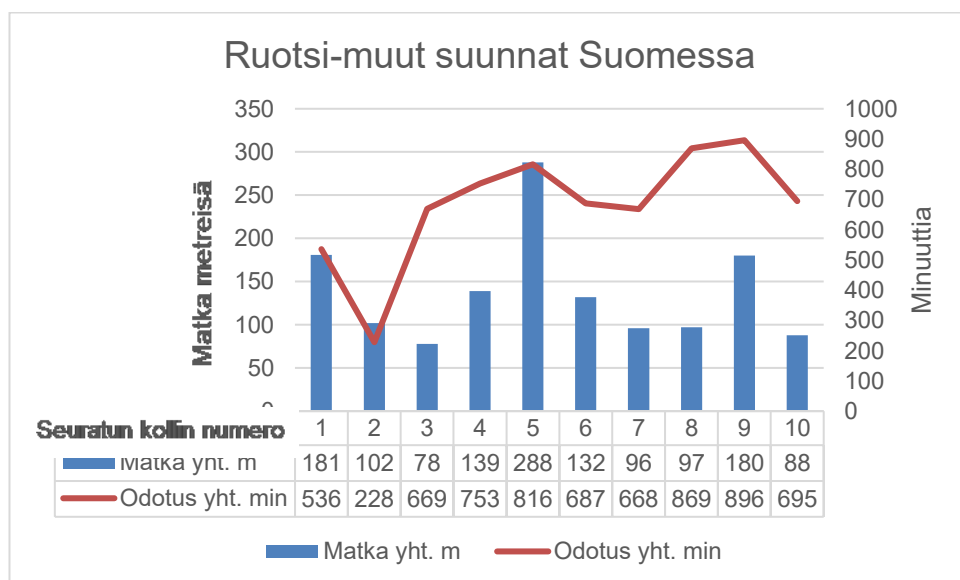
Kolli pysyi paikoillaan ennen lastausta seuraavaan kuljetusyksikköön omalla tontillaan keskimäärin 859 minuuttia ja mediaani oli 564 minuuttia. Vaihteluväli oli 418-1892 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1474 minuuttia. Keskihajonta oli 692 minuuttia.

Yhteensä kollin aika terminaalissa (pois lukien kollin siirto, missä aikaa kului suhteessa vähän) oli keskimäärin 1185 minuuttia ja mediaani oli 729 minuuttia. Vaihteluväli oli 708-2087 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1479 minuuttia. Keskihajonta oli 651 minuuttia.

4.5 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Ruotsi-muut suunnat Suomessa

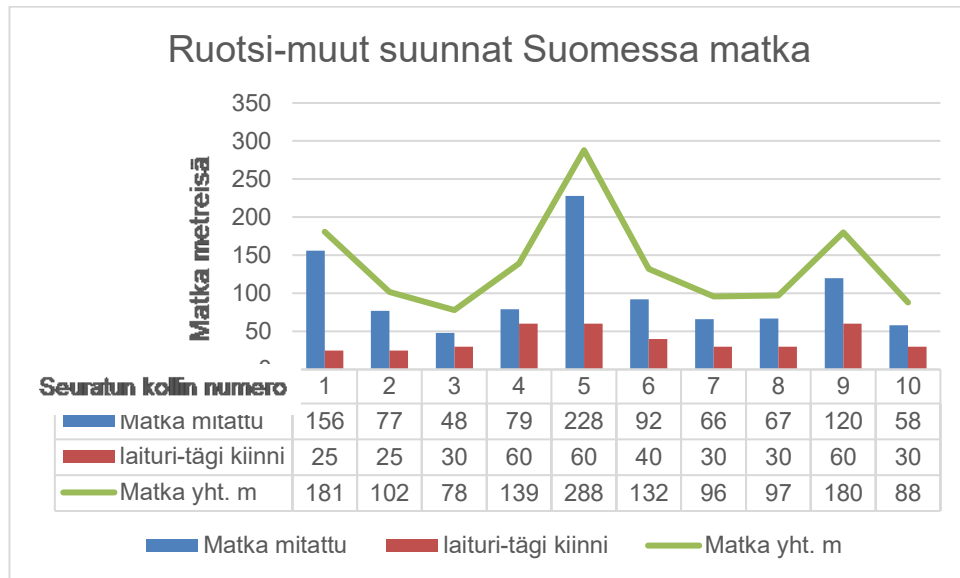
Tutkimuksessa seurattiin myös 11 eri kollin liikettä ja aikaa terminaalissa kuljetusreitillä Ruotsi-muut suunnat Suomessa kahtena eri päivänä 6.5.2021 ja 19.5.2021 (ks liite 1 esimerkkejä tuotetusta datasta). Virheellisiä mittatuloksia tuli yhdestä seuratusta kollista. Tämä ei ole mukana tuloksissa.

Taulukko 13 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljetettu matka terminaalissa kollilla



4.5.1 Matka terminaalissa

Taulukko 14 Mitattu matka terminaalissa



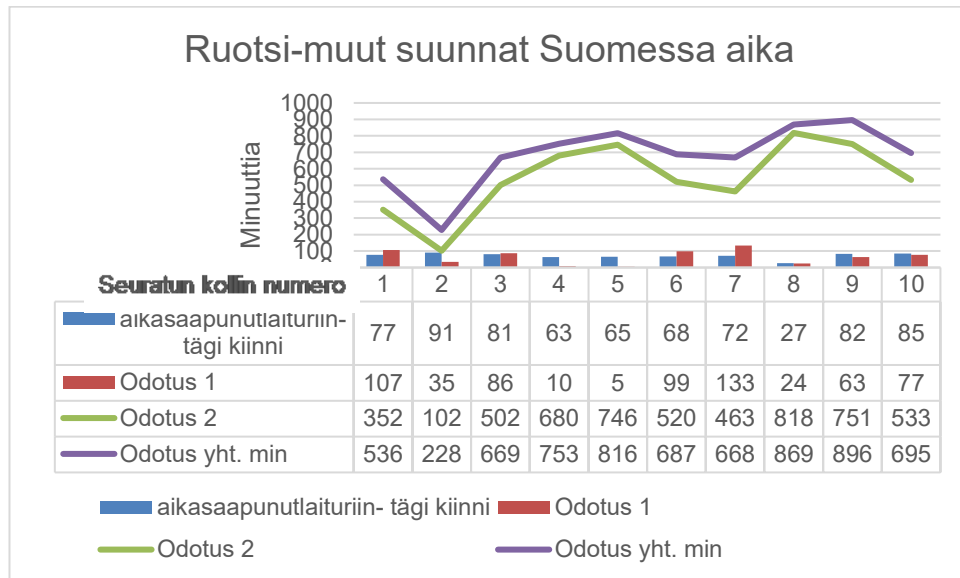
Lastauslaiturin ja purkupaikan välillä oli keskimäärin matkaa 39 metriä ja mediaani 30 metriä. Tässä vaihteluväli oli 25-60 metriä. Vaihteluvälin pituus 35 metriä. Keskihajonta oli 15 metriä.

Purkupaikan jälkeen kollit siirrettiin omille tonteilleen. Tämän siirron keskimääräinen matka oli 99 metriä ja mediaani 78 metriä. Vaihteluväli oli 48-228 metriä. Vaihteluvälin pituus 180 metriä. Keskihajonta oli 55 metriä.

Yhteenlaskettuna yllä olevat matkat kollilla oli keskimäärin 138 metriä ja mediaani oli 117 metriä. Vaihteluväli 78-288 metriä. Vaihteluvälin pituus 210 metriä. Keskihajonta oli 64 metriä.

4.5.2 Aika terminaalissa

Taulukko 15 Mitattu aika terminaalissa



Aika kuljetusyksikön saapumisesta terminaaliiin, purkamisen aloittamiseen ja kollarin siirtoon purkupaikalle kesti keskimäärin 71 minuuttia ja mediaani oli 75 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 27-91 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 64 minuuttia. Keskihajonta oli 18 minuuttia.

Kolli pysyi paikoillaan purkupaikalla keskimäärin 64 minuuttia ja mediaani oli 70 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 5-133 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 128 minuuttia. Keskihajonta oli 44 minuuttia.

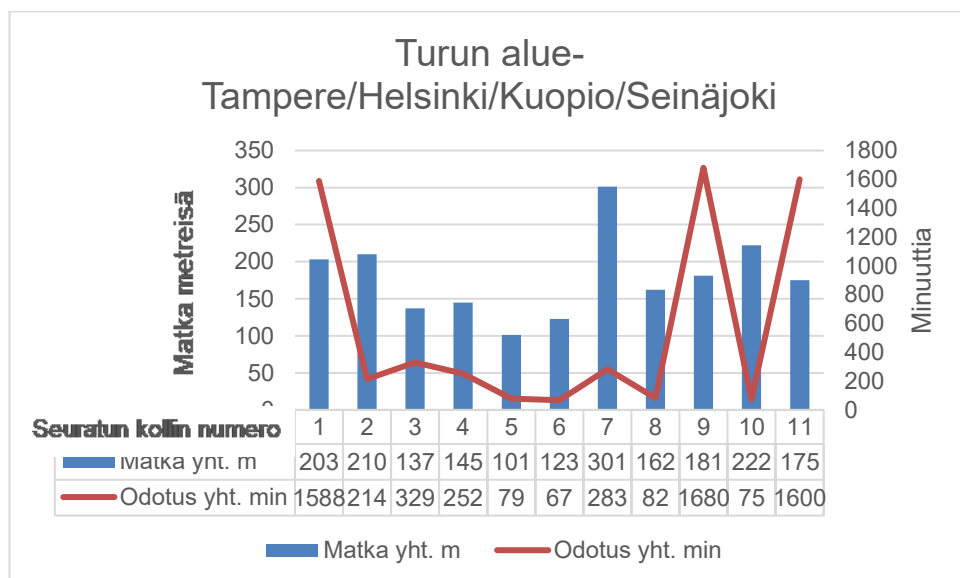
Kolli pysyi paikoillaan ennen lastausta seuraavaan kuljetusyksikköön omalla tontillaan keskimäärin 547 minuuttia ja mediaani oli 527 minuuttia. Vaihteluväli oli 102-818 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 716 minuuttia. Keskihajonta oli 216 minuuttia.

Yhteensä kollin aika terminaalissa (pois lukien kollin siirto, missä aikaa kului suhteessa vähän) oli keskimäärin 682 minuuttia ja mediaani oli 691 minuuttia. Vaihteluväli oli 228-896 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 668 minuuttia. Keskihajonta oli 191 minuuttia.

4.6 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Turun alue-Tampere/Helsinki/Kuopio/Seinäjoki

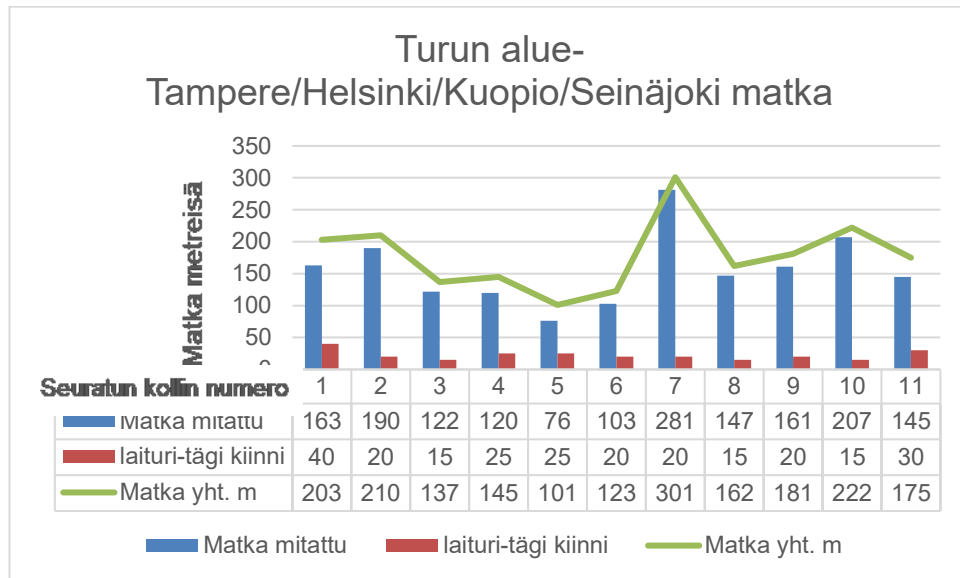
Tutkimuksessa seurattiin 12 eri kollin liikettä ja aikaa terminaalissa kuljetusreitillä Turun alue-Tampere/Helsinki/Kuopio/Seinäjoki kahtena eri päivänä 6.5.2021 ja 19.5.2021 (ks liite 1 esimerkkejä tuotetusta datasta). Virheellisiä mittatuloksia tuli yhdestä seuratusta kollista. Tämä ei ole mukana tuloksissa.

Taulukko 16 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla



4.6.1 Matka terminaalissa

Taulukko 17 Mitattu matka terminaalissa



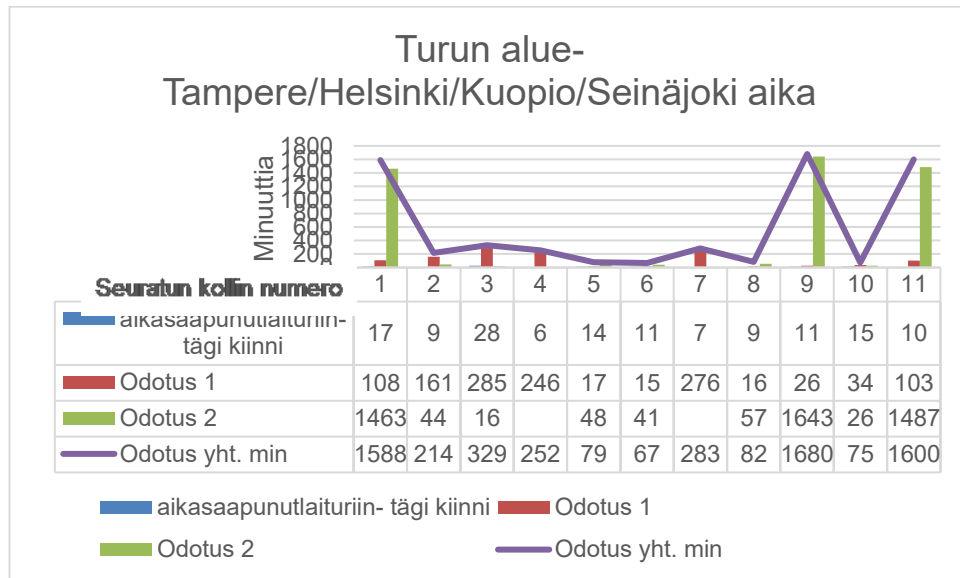
Lastauslaiturin ja purkupaikan välillä oli keskimäärin matkaa 22 metriä ja mediaani 20 metriä. Tässä vaihteluväli oli 15-40 metriä. Vaihteluvälin pituus oli 25 metriä ja keskihajonta 8 metriä.

Purkupaikan jälkeen kollit siirrettiin omille tonteilleen. Tämän siirron keskimääräinen matka oli 156 metriä ja mediaani 147 metriä. Vaihteluväli oli 76-281 metriä. Vaihteluvälin pituus oli 205 metriä ja keskihajonta 56 metriä.

Yhteenlaskettuna yllä olevat matkat kollilla oli keskimäärin 178 metriä ja mediaani oli 175 metriä. Vaihteluväli 101-301 metriä. Vaihteluvälin pituus oli 200 metriä ja keskihajonta 55 metriä.

4.6.2 Aika terminaalissa

Taulukko 18 Mitattu aika terminaalissa



Aika kuljetusyksikön saapumisesta terminaaliiin, purkamisen aloittamiseen ja kollien siirtoon purkupaikalle kesti keskimäärin 12 minuuttia ja mediaani oli 11 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 6-28 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 22 minuuttia. Keskihajonta oli 6 minuuttia.

Kolli pysyi paikoillaan purkupaikalla keskimäärin 117 minuuttia ja mediaani oli 103 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 15-285 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 270 minuuttia. Keskihajonta oli 108 minuuttia.

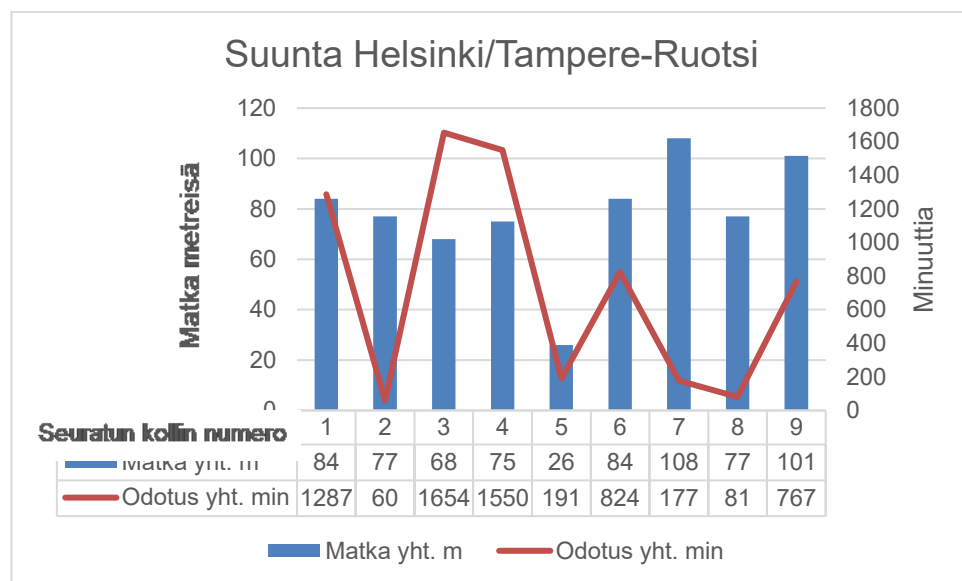
Kolli pysyi paikoillaan ennen lastausta seuraavaan kuljetusyksikköön omalla tontillaan keskimäärin 536 minuuttia ja mediaani oli 48 minuuttia. Vaihteluväli oli 26-1643 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1617 minuuttia. Keskihajonta oli 748 minuuttia.

Yhteensä kollin aika terminaalissa (pois lukien kollin siirto, missä aikaa kului suhteessa vähän) oli keskimäärin 568 minuuttia ja mediaani oli 252 minuuttia. Vaihteluväli oli 67-1680 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1613 minuuttia. Keskihajonta oli 683 minuuttia.

4.7 Paikannusjärjestelmän tuottama data kuljetusreitillä Helsinki/Tampere-Ruotsi

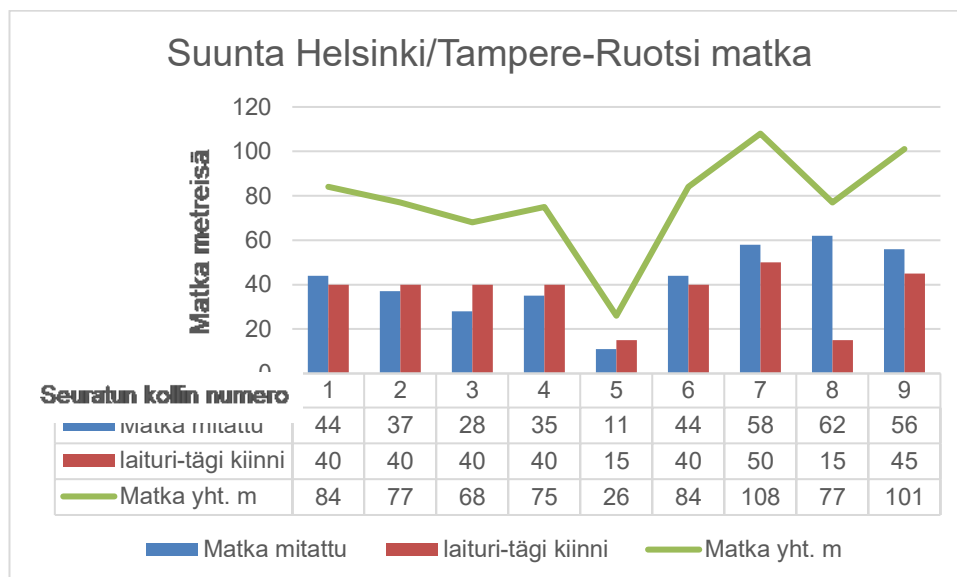
Tutkimuksessa seurattiin 9 eri kollin liikettä ja aikaa terminaalissa kuljetusreitillä Helsinki/Tampere-Ruotsi kahtena eri päivänä 6.5.2021 ja 19.5.2021 (ks liite 1 esimerkkejä tuotetusta datasta). Virheellisiä mittatuloksia ei tullut.

Taulukko 19 Yhteenlasketut odotusajat ja kuljettu matka terminaalissa kollilla



4.7.1 Matka terminaalissa

Taulukko 20 Mitattu matka terminaalissa



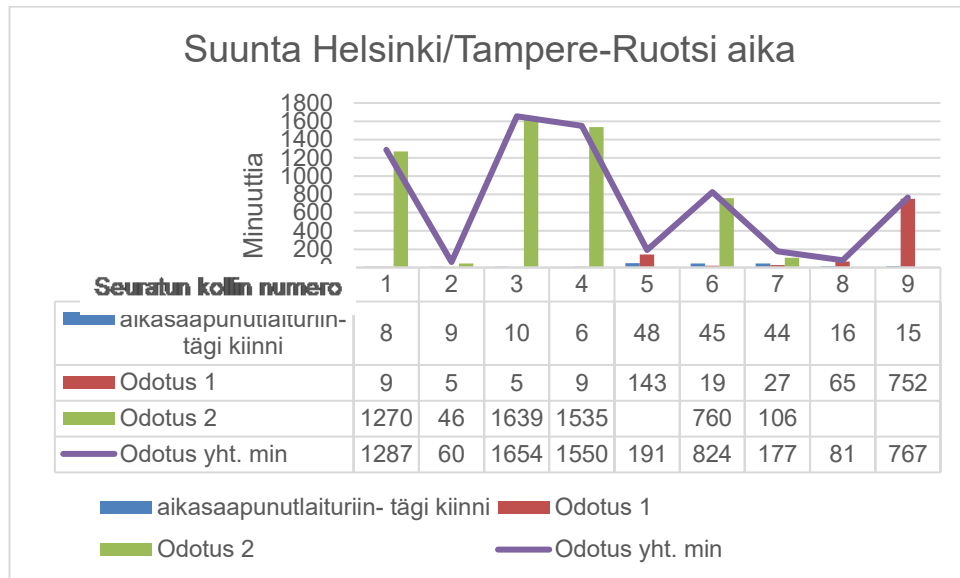
Lastauslaiturin ja purkupaikan välillä oli keskimäärin matkaa 36 metriä ja mediaani 40 metriä. Tässä vaihteluväli oli 15-50 metriä. Vaihteluvälin pituus 35 metriä. Keskihajonta 12 metriä.

Purkupaikan jälkeen kollit siirrettiin omille tonteilleen. Tämän siirron keskimääräinen matka oli 42 metriä ja mediaani 44 metriä. Vaihteluväli oli 11-62 metriä. Vaihteluvälin pituus 51 metriä. Keskihajonta 16 metriä.

Yhteenlaskettuna yllä olevat matkat kollilla oli keskimäärin 78 metriä ja mediaani oli 77 metriä. Vaihteluväli oli 26-108 metriä. Vaihteluvälin pituus oli 82 metriä ja keskihajonta 23 metriä.

4.7.2 Aika terminaalissa

Taulukko 21 Mitattu aika terminaalissa



Aika kuljetusyksikön saapumisesta terminaaliin, purkamisen aloittamiseen ja kollien siirtoon purkupaikalle kesti keskimäärin 22 minuuttia ja mediaani oli 15 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 8-48 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 40 minuuttia. Keskihajonta oli 18 minuuttia.

Kolli pysyi paikoillaan purkupaikalla keskimäärin 115 minuuttia ja mediaani oli 19 minuuttia. Tässä vaihteluväli oli 5-752 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 747 minuuttia. Keskihajonta oli 243 minuuttia.

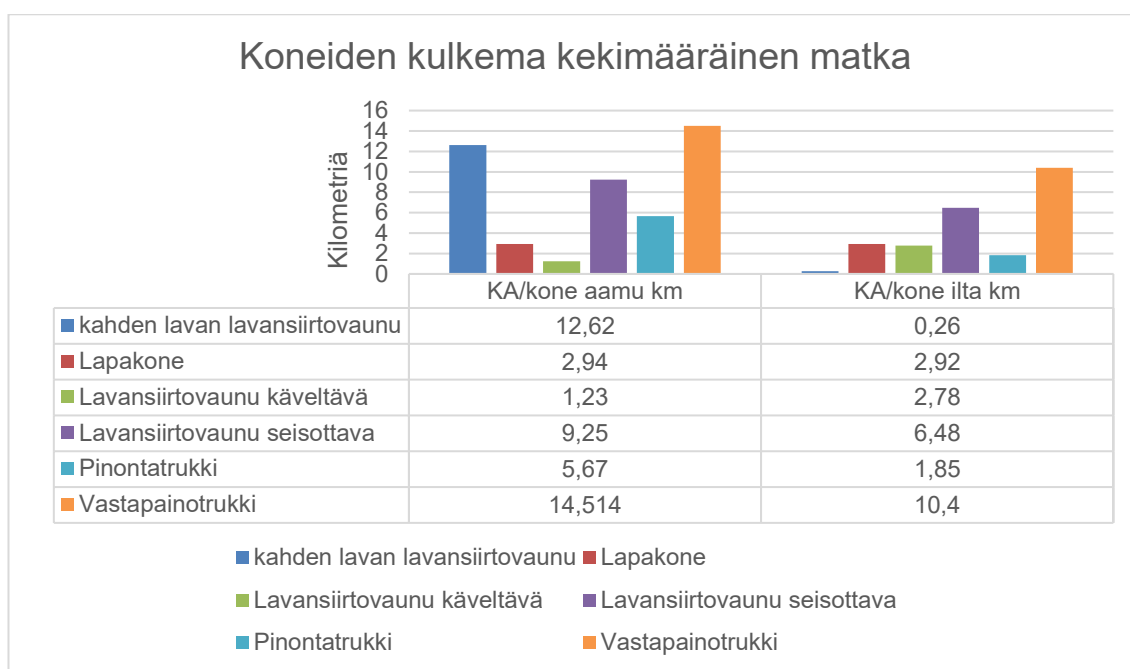
Kolli pysyi paikoillaan ennen lastausta seuraavaan kuljetusyksikköön omalla tontillaan keskimäärin 892 minuuttia ja mediaani oli 1015 minuuttia. Vaihteluväli oli 46-1639 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1593 minuuttia. Keskihajonta oli 702 minuuttia.

Yhteensä kollin aika terminaalissa (pois lukien kollin siirto, missä aikaa kului suhteessa vähän) oli keskimäärin 732 minuuttia ja mediaani oli 767 minuuttia. Vaihteluväli oli 60-1654 minuuttia ja vaihteluvälin pituus 1594 minuuttia. Keskihajonta oli 643 minuuttia.

4.8 Lastinkäsittelykoneiden kulkema matka

Koneiden kulkemaa matkaa mitattiin huhtikuun kaikilta arkipäiviltä DB Schenkerin terminaalissa. Seuranta tehtiin kahtena aikavälinä, toinen aamuvuorossa kello 02-09 ja toinen iltavuorossa kello 15-22. Seurattavista koneista vastapainotrukkeja oli 11 kappaletta, perässä käveltäviä lavansiirtovaunuja 7 kappaletta, seisottavia lavansiirtovaunuja 4 kappaletta, lapakoneita 3 kappaletta, pinontatrukkeja 2 kappaletta ja kahden lavan lavansiirtovaunuja 2 kappaletta. Kaikkien koneiden kulkema matka oli 21 arkipäivältä yhteensä 8 717,14 kilometriä (ks liite 1 esimerkkejä tuotetusta datasta).

Taulukko 22 Koneiden kulkema matka keskimäärin huhtikuun arkipäiviltä



Keskimäärin vastapainotrukit kulkivat arki-aamuvuoron aikana yhteensä 159,66 kilometriä. Yksi vastapainotruckki kulki keskimäärin aamuvuoronaikana 14,51 kilometriä ja tunnissa 2,07 kilometriä. Vaihteluväli vastapainotrukki kokonaiskulkemamatkassa oli 0,22-30,95 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 30,73 kilometriä. Keskimäärin Vastapainotrukit kulkivat arki-iltavuoron aikana yhteensä 114,35 kilometriä. Yksi vastapainotruckki kulki keskimäärin

iltavuoronaikana 10,40 kilometriä ja tunnissa 1,49 kilometriä. Vaihteluväli vastapainotrukkien kokonaiskulkemamatkassa oli iltavuorossa 0,68-26,28 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 25,60 kilometriä.

Keskimäärin seisottavat lavansiirtovaunut kulkivat arki-aamuvuoron aikana yhteensä 37,00 kilometriä. Yksi seisottava lavansiirtovaunu kulki keskimäärin aamuvuoronaikana 9,25 kilometriä ja tunnissa 1,32 kilometriä. Vaihteluväli seisottavien lavansiirtovaunujen aamuvuorossa kokonaiskulkemamatkassa oli 0,79-23,67 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 22,88 kilometriä. Keskimäärin seisottavat lavansiirtovaunut kulkivat arki-iltavuoron aikana yhteensä 25,93 kilometriä. Yksi seisottava lavansiirtovaunu kulki keskimäärin iltavuoronvuoronaikana 6,48 kilometriä ja tunnissa 0,93 kilometriä. Vaihteluväli seisottavien lavansiirtovaunujen iltavuoron kokonaiskulkemamatkassa oli 0,25-16,02 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 15,77 kilometriä.

Keskimäärin käveltävät lavansiirtovaunut kulkivat arki-aamuvuoron aikana yhteensä 8,59 kilometriä. Yksi käveltävä lavansiirtovaunu kulki keskimäärin aamuvuoronaikana 1,23 kilometriä ja tunnissa 0,16 kilometriä. Vaihteluväli käveltävien lavansiirtovaunujen aamuvuorossa kokonaiskulkemamatkassa oli 0,002-7,08 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 7,078 kilometriä. Keskimäärin käveltävät lavansiirtovaunut kulkivat arki-iltavuoron aikana yhteensä 19,43 kilometriä. Yksi käveltävä lavansiirtovaunu kulki keskimäärin iltavuoronvuoronaikana 2,78 kilometriä ja tunnissa 0,40 kilometriä. Vaihteluväli käveltävien lavansiirtovaunujen iltavuoron kokonaiskulkemamatkassa oli 0,004-8,90 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 8,896 kilometriä.

Keskimäärin kahden lavan lavansiirtovaunut (juna) kulkivat arki-aamuvuoron aikana yhteensä 25,25 kilometriä. Yksi juna kulki keskimäärin aamuvuoronaikana 12,62 kilometriä ja tunnissa 1,80 kilometriä. Vaihteluväli junien aamuvuorossa kokonaiskulkemamatkassa oli 4,97-22,08 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 17,11 kilometriä. Keskimäärin juna kulkivat arki-iltavuoron aikana yhteensä 0,52 kilometriä. Yksi juna kulki keskimäärin iltavuoronvuoronaikana 0,26 kilometriä ja tunnissa 0,04 kilometriä. Vaihteluväli

junien iltavuoron kokonaiskulkemamatkassa oli 0,002-8,78 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 8,778 kilometriä.

Keskimäärin lapakoneet kulkivat arki-aamuvuoron aikana yhteensä 8,81 kilometriä. Yksi lapakone kulki keskimäärin aamuvuoronaikana 2,94 kilometriä ja tunnissa 0,42 kilometriä. Vaihteluväli lapakoneiden aamuvuorossa kokonaiskulkemamatkassa oli 0,005-9,37 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 9,365 kilometriä. Keskimäärin lapakoneet kulkivat arki-iltavuoron aikana yhteensä 8,75 kilometriä. Yksi lapakone kulki keskimäärin iltavuoronvuoronaikana 2,92 kilometriä ja tunnissa 0,42 kilometriä. Vaihteluväli lapakoneiden iltavuoron kokonaiskulkemamatkassa oli 0,004-11,51 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 11,506 kilometriä.

Keskimäärin pinontatrukit kulkivat arki-aamuvuoron aikana yhteensä 11,33 kilometriä. Yksi pinontatrukki kulki keskimäärin aamuvuoronaikana 5,67 kilometriä ja tunnissa 0,81 kilometriä. Vaihteluväli pinontatrukkien aamuvuorossa kokonaiskulkemamatkassa oli 1,89-22,32 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 20,43 kilometriä. Keskimäärin pinontatrukit kulkivat arki-iltavuoron aikana yhteensä 3,70 kilometriä. Yksi pinontatrukki kulki keskimäärin iltavuoronvuoronaikana 1,85 kilometriä ja tunnissa 0,26 kilometriä. Vaihteluväli pinontatrukkien iltavuoron kokonaiskulkemamatkassa oli 0,07-6,62 kilometriä ja vaihteluvälin pituus 6,55 kilometriä.

4.9 Haastattelujen tulokset

Tutkimuksessa haastateltiin 15 työntekijää, joiden työtehtäviin kuului eri terminaalitoimintojen tekeminen. Määrä vastaa noin 25% terminaalityöntekijöistä. Heiltä kysyttiin 10 eri kysymystä nimettömänä.

Haastateltavat olivat keskimäärin olleet terminaalitoiminnoissa mukana 15 vuotta ja kaikki olivat olleet myös DB Schenkerin vanhassa terminaalissa töissä Turun sataman lähellä.

Ensimmäiseksi kysyttiin, mitä hyvää on uudessa terminaalissa. 12 työntekijää vastasi, että tilavuus ja avaruus ovat hyviä. 7 työntekijää vastasi valaistuksen olevan hyvä. 3 työntekijää vastasi uusien koneiden olevan hyvä. Muita mainittuja asioita olivat jätehuollon parempi järjestäminen, tonttien selkeämpi merkitseminen, sähköiset laiturit, siisteys, kaikki tilat samassa terminaalissa verrattuna vanhaan ja modernit tilat.

Toiseksi haluttiin selvittää, oliko vanhassa terminaalissa jokin asia paremmin. 4 työntekijää sanoi suoraan ei. 3 työntekijää mainitsi sijainnin olevan parempi omaan työmatkaan verrattuna. 3 työntekijää kertoi vanhan terminaalin hyväksi puoleksi lyhyemmät välimatkat. Lisäksi mainittiin tiiviimpi työporukkaa (eri terminaaleissa), tuontitavarat tulivat aikaisemmin terminaaliin, jolloin ei ollut niin paljoa kiirettä, ovet olivat auki (helpompi kulku, tupakointi terminaalialueella, lattia ja saumat, trukit kulkivat kovempaa).

Kolmas kysymys oli, mihin työtehtävään hukkuu eniten aikaa. 7 työntekijää vastasi ajan kuluvaan pitkien välimatkojen ajamiseen. Myös trukkien hitaamman ajonopeuden takia kuluu hukka-aikaa paljon. Lisäksi mainittiin saapuvien yksiköiden tuleminen väärään päähän terminaalia sekä sen odottaminen, että tuontitavarat ovat tontillaan. Aikaa hukkuu myös sekatavaran lajitteluun käsin, viivakoodien lukemiseen, lastaamiseen sekä siihen, että moni työntekijä selvittää samoja asioita tietämättään.

Neljänneksi kysyttiin, joudutko siirtymään kuormankäsittelylaitteella pitkiä matkoja ns. tyhjänä. 5 työntekijää kertoi ajavansa 10% ajosta tyhjänä. 4 työntekijää kertoi ajavansa 11-20% tyhjänä. 2 työntekijää kertoi ajavansa 21-30% tyhjänä. 1 työntekijä kertoi ajavansa 31-40% tyhjänä. 2 työntekijää kertoi ajavansa 41-50% tyhjänä.

Viides kysymys oli, onko jokin tavaralaji erityisen ongelmallinen. 3 työntekijää vastasi, että pitkät tavarat terminaalissa sisällä ovat ongelmallisia. 3 työntekijää vastasi, että korkeat tavarat ovat ongelmallisia. Lisäksi mainittiin vaaralliset aineet, huonosti kelmutetut tavarat, herkästi rikkoutuvat pakkaukset, renkaat, mönkijät ja muut, joita on vaikea saada trukin piikeille.

Kuudentena selvutettiin, mitkä asiat sujuvat työpäivän aikana. 6 työntekijää vastasi, että kaikki menee hyvin. 4 työntekijää mainitsi yhteishengen olevan hyvää työntekijöiden välillä. Lisäksi mainittiin tauot, lastaus, tavaroiden tontilla oleminen ajoissa, oma tekeminen ilman jatkuvaa valvontaa ja selkeät roolit.

Seitsemäntenä kysymyksenä oli, mikä aika työpäiväsi aikana on kiireisintä. 5 työntekijää vastasi, että kiireisintä aikaa on aamulla kello 06.00-10.00. Yhtä paljon eli 5 työntekijää vastasivat illalla 17-21. Lisäksi mainintoja kiireisestä ajasta tuli kotiinlähdön aikana, 02.30 lähtien sekä 13.00-17, kun jakoautot saapuvat.

Kahdeksantena selvitettiin, mistä kiire haastateltavan mielestä johtuu. 4 työntekijää kertoi kiireen johtuvan lähtevien autojen aikataulujen päällekkyydestä, jolloin pitää lastata useampaa kuormatilaan saman aikaisesti. 5 työntekijää kertoi tavaratilan määrän olevan suuri työvoimaan nähden. Lisäksi mainittiin, että tavaratilan tuloa lastaukseen saa odottaa, lähtöajat ovat myöhäiset ja näin ollen paluukuorma tulee aamulla myöhään perille, terminaalissa joutuu varomaan muita kulkijoita, työvaiheita on paljon yhden kerran siirrossa (tarkastus, lajittelu, tiettyyn kuormatilaan tavaroiden mahduttaminen) ja tuotantiautoilla on myöhäinen aikataulu.

Yhdeksäntenä kysyttiin, saako työntekijä selkeät ohjeet työnjohdolta. 8 työntekijää sanoi, että kyllä saa. 3 työntekijää kertoi, että ohjeet ovat aika selkeät. 1 työntekijä sanoi, että ohjeet voisivat olla parempia. 2 työntekijää kertoi, että työ on kokemuksen puolesta selkeää eikä tarvitse ohjeita sekä työ on itsenäistä.

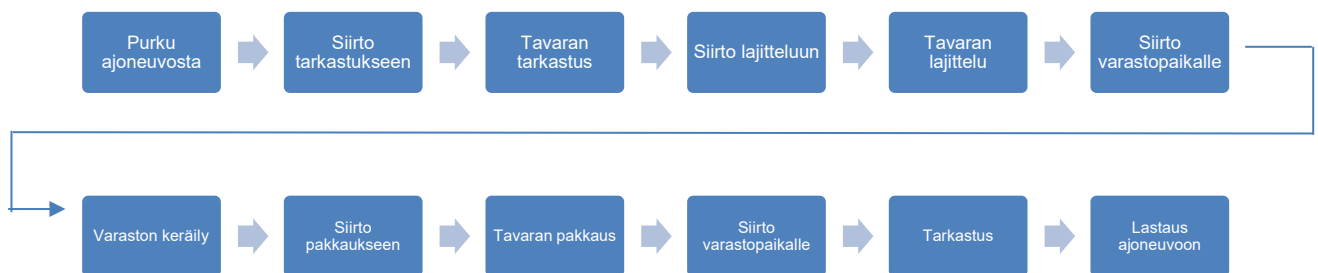
Viimeisenä kysyttiin, miten työtä voidaan sujuvoittaa ja onko haastateltavalla kehitysehdotuksia. Eniten mainintoja (4kpl) tuli siitä, että työvälineitä kaivataan lisää. 3 mainintaa koski työvoiman lisäyksen tarvetta. 3 toivoi, että työnjohto määräisi saapuvat kuormat paremmille paikoille, jotta kuorman purkaminen ja levitys nopeutuisi. 3 mainintaa tuli, että tiedonkulkua pitäisi parantaa vuorojen ja työnjohdon välillä. Lisäksi mainintoja tuli kirjallisten ohjeiden puutoksesta, saapuvien kuormien tuloaikojen hajautuksesta, nopeuden lisäämisestä

koneisiin, siisteyden ylläpidosta ja parannuksesta sekä työn valvonnan lisäämisestä.

4.10 Havaintokäyntien tulokset

4.10.1 Kappaletavaran liikkeet terminaalien alueella

Kuljetusyksikön saapuessa terminaalien portille, kuljettaja soittaa porttipuhelimella työnjohtoon, josta työnjohtaja kertoo mihin laituriin ajetaan purkamaan kuormaa. Jos kuljetusyksiköllä on ajo-oikeus sisään, lukee portin laitteisto rekisterinumeron ja puomi aukeaa. Tällöin kuljettaja itse päättää, mihin laituriin ajaa purkamaan. Terminaalien henkilökunta purkaa tuonnista tulevat kuljetusyksiköt, kun ne tulevat lastauslaituriin. Varastohenkilö purkaa kuorman vapaana olevaan tilaan lastauslaiturin lähellä käyttäen truckia tai muuta vastaavaa lavansiirtovälinettä. Tässä kohtaa tagit on pistetty kiinni kolleihin ja seuranta alkaa. Terminaalien henkilökunta siirtää tavarat oikeille paikoille lähtevän suunnan mukaan. Osa kolleista tarkistusmitataan, jotta rahditusperusteet olisivat oikeat. Lähtevän kuorman lastaaja lastaa kolliit seuraavaan kuljetusyksikköön ja tagille asetetun rajan kohdalla seuranta päättyy.



Kuvio 1 Tavaravirrat terminaalissa

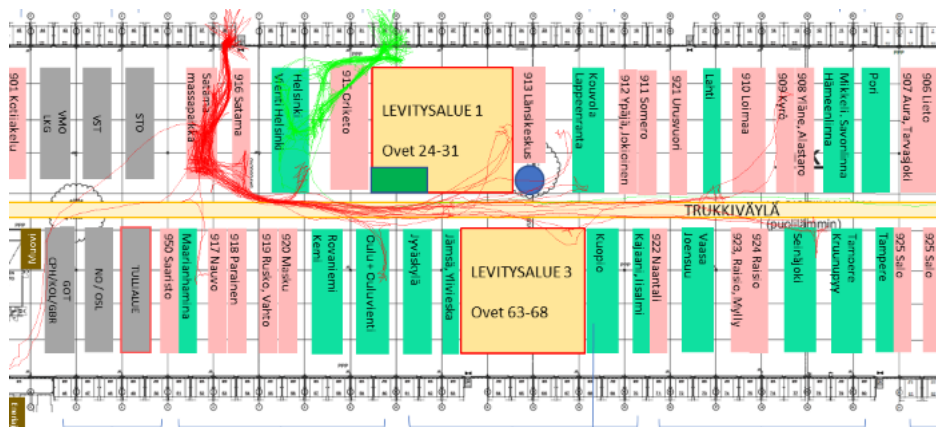
4.10.2 Kodinkoneiden purkaminen

Kodinkoneiden tuontikuorman purkamisen seuranta toteutettiin havaintojen perusteella terminaalien alueella. Samalla havainnointiin kolmen kiireellisen lavan lastaus Helsinkiin. Lastaus oli kiireellinen, sillä purkuaika asiakkaalle oli vielä saman päivän aikana. Kodinkoneiden tuontikuorman purkamisen seurantatiedot ovat taulukossa 23.

Taulukko 23 Kodinkoneiden purkaminen kuormatilasta ja kiireellisten koneiden uudelleen lastaus

Tapahtuma	Aika	Kello	Huomioitavaa
Auto portilla	0	8:15	
Auto portista	0:00:30	8:15	
Auto parkissa	0:01	8:16	
Auto poistuu terminaalien taa	0:04	8:19	
Auto laiturissa 36 (sataman massapaikka)	0:08	8:23	Purkupaikan tyhjennys
Purku aloitetaan	0:11:12	8:26	Auton purku aloitetaan trukilla 4845
Ensimmäinen kolli purettu	0:12:00	8:27	Työntekijän on itse avattava/lajiteltavat lähetykset isoista lähetyksistä
Purkukoneen vaihtaminen lapakoneeseen	0:16	8:31	Koneen numero 4911.
Rahdista purettu kaikki muut paitsi kiireelliset		8:55	Kiireelliset ovat lastattuna rahtitilan keulaan
Lasti purettu ja lastausovi suljetaan	0:43:13	8:58	Kiireelliset Helsinkiin menevät odottavat massapaikalla
Kiireellisiä aletaan siirtämään lavoihin Helsingin tontille	0:57:15	9:12	
Kiireelliset lavoihin Helsingin tontin edessä	1:00:30	9:15	3 Lavaa
Lastaava työntekijä piippaa kiireelliset lähetykset	1:34:30	9:49	Lastaus tapahtuu trukilla 4849
Lava 1 autossa	1:35:30	9:50	Kiireelliset kodinkoneet menevät viimeisenä kyytiin
Lava 2 autossa	1:36:14	9:51	Laituri 30
Lava 3 autossa	1:37:18	9:52	
Laituri 30 suljetaan, lastaus on päättynyt	1:39:30	9:54	Auto lähtee samantien

Purkaminen on jouhevaa ja kiireetöntä. Yhden kokonaisuuden hakemiseen autosta kuluu puolesta minuutista minuuttiin. Hakemisaika pitenee reiluun kahteen minuuttiin siinä tapauksessa, että kuljettaja joutuu nousemaan trukista siirrelläkseen paketteja. Kokonaisuutena näiden lähetysten liike näyttää toimivan hyvin eikä turhaa ajoa pääse syntymään purku ja lastauslaitureiden läheisyyden vuoksi. Koneet joudutaan kuitenkin laskemaan maahan välillä lajittelun ja kuormalavojen hakemisen/levittämisen vuoksi. Purkaminen tapahtuu todella suurelta osin lapakoneella.



Kuva 6 Punaisella purkamiseen, lastaamiseen ja lajitteluun käytetyn lapakoneen liikkeit. Vihreällä samaan tarkoitukseen käytetyn trukin liikkeit.

4.11 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta mitattaessa tulee miettiä, onko tutkimus pätevä; Ovatko päätelmät oikeita vai onko tutkija nähnyt asioita virheellisesti (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Päätelmien oikeellisuutta tukee tutkimuksen monimenetelmällisyys ja mitattujen tulosten tarkkuus.

Lähetysten seurannan määrä tässä tutkimuksessa päivittäisestä tavarantoimenomäärästä oli noin yksi prosentti. Tarkoituksena oli löytää tietystä suunnasta tulevia tavaroita, jotka lähtivät terminaalista valikoituihin suuntiin. Tämä johtikin siihen, että tutkimuksessa tehdään yleistyksiä yksittäisten havaintojen pohjalta. Kokonaiskuva antaa johtopäätöksille oikean suunnan.

Kuormankäsittelylaitteiden datan keräämisen otos tutkimuksessa oli suuri. Tässä tutkittiin koko kuukauden arkipäivät jokaiselta laitteelta. Näistä saatiin luotettavat tulokset laitteiden liikkeistä.

Tutkimuksen aikana havaintokäynneillä huomattiin työtehtävien tapahtuvan samanlaisesti joka kerta. Vaikka joidenkin otosten määrä tutkimuksessa olivat pieniä, tutkimuksen validiteetin arvioinnissa tämä vaikutus oli pientä.

5 Yhteenveto ja pohdinta

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli nopeuttaa tavaroiden läpimenoaikaa terminaalien porttien sisäpuolella. Pyrkimys oli selvittää, mihin ja miten paljon aikaa kuluu eri terminaalitoiminnoissa ja miten tavara kulkee terminaalin sisällä. Tavoitteena oli poistaa turha työ ja liike tavarankuljetuksessa sekä antaa ehdotuksia tavarankuljetuksen nopeuttamiseen, jotta tavarankulku loppuasiakkaalle nopeutuu. Seuraavassa yhteenvedossa ja pohdinnassa tutkimuskysymyksiä käsitellään yhdessä tavarankuljetuksen ja työtapaturmien kronologisessa järjestyksessä terminaalissa.

Ensimmäinen tehtävä terminaalissa sisällä on purkaa saapunut yksikkö lajittelupaikalle terminaaliiin. Tämä voi olla esimerkiksi terminaalissa toinen lajittelualueista tai saapuvan yksikön lähellä oleva tyhjä alue. Varsinkin tuonnista tulevat yksiköt puretaan lähelle lastaussillaa, mistä kollit puretaan. Tämän matkan lyhentäminen vähentää huomattavasti purkamisen kestoajaa, sillä tutkimustuloksissa havaitaan olevan vaihteluvälillä 10-60 metriä. Jos esimerkiksi kuljetusyksiköstä puretaan 20 lavaa trukilla 10 metriä lastaussillasta, matkaa trukille kertyy 400 metriä purkamisen aikana. Jos taas levitysalue on 60 metrin päässä lastaussillasta, kyseinen matka on jo 1200 metriä, mikä on siis 3 kertaa pidempi matka.

Aikaa purkamisen aloittamiseen ja kollin tuomiseen levitysalueelle meni keskimäärin 33 minuuttia. Kotimaasta tulevien kuormien keskiarvo oli 13 minuuttia ja tuonnista tulevien 54 minuuttia. Suuri ero johtuu siitä, että kotimaan kuormien purkamisen hoitaa usein kuljettaja itse, kun taas tuonnista tulevien yksiköiden kuorman purkaa terminaalintyöntekijä. Työntekijällä on mahdollisesti toinen tehtävä ennen purkamista kesken ja ero voi johtua osin siitä. Lisäksi terminaalintyöntekijä odottaa ohjeita ja papereita työnjohtolta, jolla myöskin saattaa olla kiireitä kyseisenä aikana.

Seuraavana tehtävänä terminaalihenkilökunnan tulee lukea kollien viivakoodit, jotta tietojärjestelmä saa tiedon kollin saapumisesta terminaaliiin.

Terminaalihenkilökunnan purkaessa kuljetusyksiköitä, asettavat he viivakoodit

pääsääntöisesti samaan suuntaan, jotta viivakoodien lukeminen on sujuvampaa. Mikäli kuljettaja itse purkaa kuormansa levitysalueelle, hän saattaa jättää lavan, siten mikä hänelle on parasta. Tämä tarkoittaa sitä, että viivakoodit saattavat olla ”väärään” suuntaan eikä terminaaliohjelma pysty lukemaan viivakoodia nousematta kuormankäsittelylaitteesta. Toisin kuin Kučera (2017) on esittänyt, tässä työssä huomattiin, että pelkällä toimintatavan muutoksella pystytään säästämään aikaa. Terminaaliohjelmat mainitsivat ajan hukkuvan erityisesti tähän työvaiheeseen.

Tässä levitysalueella kuorma odottaa siirtoa omalle tontilleen keskimäärin 69 minuuttia. Tänä aikana terminaaliohjelma tai -ohjelmat purkavat saapuvaa kuormaa, tarkistavat papereita, lukevat viivakoodeja tai ajavat levitysalueelta kolleja omille tonteilleen.

Tämän jälkeen kollit siirretään omille tonteilleen odottamaan lastausta seuraavaan kuljetusyksikköön. Tutkimustuloksissa huomataan vaihteluvälin näissä kaikissa olevan 11-302 metriä. Suuren volyymin suuntiin, esimerkiksi Helsinkiin, tämän matkan mediaani oli 95 metriä ja Tampereen mediaani oli 153 metriä. Kun taas Kuopion mediaani oli 71 metriä ja Seinäjoen mediaani oli 89 metriä.

Omalla tontilla kollit odottavat keskimäärin 485 minuuttia. Tutkimuksessa huomattiin, että Helsinkiin lähtevien tavaroiden mediaani oli 64 minuuttia. Tämä johtuu siitä, että Helsinkiin lähtee kyseisestä havainnointiterminaalista useampi kuljetusyksikkö päivässä, kun taas muiden suuntien mediaani oli 556 minuuttia. Näiden lähtevien kuormien lähtöajat ovat vasta illalla klo 20-22.30 välillä. Tutkimuksessa seurattiin enimmäkseen tuontikuormia, jotka saapuvat terminaaliin aamulla ja tästä johtuen tavara odotti lastausta pitkään.

Kokonaismatka terminaalissa sisällä seuratuilla kolleilla oli keskimäärin 127 metriä vaihteluvälin ollessa 26-347 metriä. Tässä huomataan, että terminaali on suuri ja kuormankäsittelylaitteiden ajomatkat ovat suhteellisen pitkät. Terminaaliohjelmat kertoivat ajavansa 20% tyhjänä trukilla, mikä on pitkien

ajomatkojen takia suuri hukka ajassa ja työn tehokkuudessa. Heinrich (2018) kirjoittaa samasta asiasta selvästi kehoittaen käyttämään kuljetuskapasiteettia.

Tutkimuksessa tavarat olivat terminaalissa sisällä keskimäärin 556 minuuttia. Tuontikuormien keskiarvo oli 574 minuuttia ja lähialueiden kuormien keskiarvo oli 252 minuuttia. Ero johtuu siitä, että tuontikuormat tulevat terminaaliin aamulla ja lähikuntien kuormat tulevat iltapäivällä/illalla.

Seurannan kohteena olevat tavaransiirtokoneet liikkuvat aamuvuoron aikana klo 02-09 yhteensä 8,60 kilometriä per kone ja iltavuoron klo 15-22 välisenä aikana 6,00 kilometriä. Aamuvuoron aikana kaikki konetyypit liikkuvat enemmän kuin iltavuoron aikana poikkeuksena käveltävä lavansiirtovaunu. Vastapainotrukit liikkuvat selvästi eniten molemmissa vuoroissa.

6 Ehdotetut toimenpiteet ja jatkotutkimukset

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli nopeuttaa tavaroiden läpimenoaikaa terminaalien porttien sisäpuolella. Pyrkimys oli selvittää, mihin ja miten paljon aikaa kuluu eri terminaalitoiminnoissa ja miten tavara kulkee terminaalien sisällä. Tavoitteena oli poistaa turha työ tavarankulussa ja antaa ehdotuksia tavarankulun nopeuttamiseen, jotta tavarankulku loppuasiakkaalle nopeutuu.

Ensimmäinen ehdotus koskee työnjohtajan toimenpiteitä. Tällä hetkellä he katsovat kameroista ulkokuva, josta he näkevät, mitkä lastauslaiturit ovat vapaana ja käskvät kuljettajia ottamaan kuljetusyksiköt näihin vapaisiin laitureihin. Jatkossa suosittelen työnjohtoa tekemään aamulla kierroksen terminaalissa sisällä ja katsomaan, missä on tyhjää tilaa, ettei purettavan yksikön ja purkupaikan välille synny pitkää välimatkaa. Tämä ehdotus voisi säästää lavan käsittelyaikaa 0,5-1 minuuttia per lava. Lisäksi työnjohtajan pitäisi tutkia tulevia kuormia paremmin, jotta kuljetusyksiköt purettaisiin lähemmäs niitä paikkoja, mihin suuntautuu eniten tavaraa. Tämä säästää turhaa ajoa terminaalissa edestakaisin. Esimerkiksi jos saapuvassa kuormassa on kymmenen lavaa Helsingin suuntaan ja kymmenen lavaa ympäri Suomea lähteviä, nämä purettaisiin lähelle Helsingin tonttia. Tämä esimerkki voisi säästää yhden lavan käsittelyaikaa 1-3 minuuttia.

Toinen ehdotus koskee kuljettajien toimintaa kuormaa purkaessa ja levitysaluiden merkitsemistä. Kuljettajia pitäisi ohjeistaa niin, että he jättävät lavat "oikeinpäin" levitysalueelle, jotta terminaalityöntekijä ei joudu nousemaan koneestaan lukemaan viivakoodia. Tähän kuluu aikaa työntekijältä noin 10 sekuntia lavaa kohden. Lisäksi suosittelen merkitsemään levitysalueille viivat, joihin lavat tulisi jättää järjestykseen. Näin terminaalityöntekijä saa otettua lavan suoraan itselle kyytiin. Tähän liittyen tulee huomata, että myös kulkuväylät levitysalueen ympärillä tulee pitää vapaana, jotta tavaraa voidaan tuoda viivojen väliin paremmin.

Kolmas ehdotus on ajallisesti hajauttaa terminaalista lähtevien kuljetusyksiköiden lähtöaikaa. Tämä selkeyttäisi lastaajan työtehtäviä ja

paluukuormien saapumista samaan aikaan takaisin terminaaliin. Näin saataisiin ns. ruuhka-ajan volyyymiä hajautettua.

Neljäs ehdotus koskee tuontikuormia. Näiden purkamisen aloitusta tulisi nopeuttaa, jotta saapuvat tavarat ehtisivät jatkokuljetukseen paremmin varsinkin terminaalin lähikuntien osalta. Nämä kyseiset saapuvat kuormat ovat jo edellisenä päivänä tiedossa ja täten työnjohdon pitäisi suunnitella terminaalityöntekijöiden toimintaa paremmin, jotta saapuviin tuontikuormiin pystytään reagoimaan paremmin. Ehdotan myös, että tuontikuormia purkaisi ja levittäisi kaksi terminaalityöntekijää mahdollisuuksien mukaan. Toinen purkaisi kuormaa levitysalueelle ja toinen lukisi viivakoodit ja levittäisi kollit oikeille tonteilleen. Tämä nopeuttaisi yhden yksikön purkamista ja levitystä ja kuljettaja pääsee jatkamaan seuraavia työtehtäviä tai kuormatila pääsee seuraavaan käyttöön.

Ehdotuksieni muomioiminen johtaa toiminnan kannalta merkittäviin muutoksiin, sillä ehdotukseni säästäisivät lavakohtaista käsittelyaikaa 0,17-3 minuuttia. Tämä voisi säästää 7000 lavan päivittäisessä käsittelyssä yhteensä 1190 minuuttia minimissään. Tämä tarkoittaa, että terminaali saadaan tehokkaammaksi, energiaa kuluu vähemmän ja työ muuttuu turvallisemmaksi. Työnjohdolle tämä tarkoittaa lisää työtehtäviä, mutta kokonaissäästö on huomattava.

Jatkotutkimuksena olisi hyvä selvittää, miten lähtevien ja saapuvien yksiköiden aikoja pystyttäisiin hajauttamaan ja sitä, miten ne vaikuttavat ruuhka-aikoihin, niiden tavaramääriin ja tavaroiden ehtimiseen jatkokuljetukseen. Toinen jatkotutkimusehdotus on tutkia terminaalin optimaalista layoutia, jossa otetaan huomioon nykyiset tavaramäärät eri kuljetussuuntiin, purkualueisiin ja työturvallisuuteen. Kolmas jatkotutkimusehdotus on tutkia RFID-tekniikkaa hyödyntämällä lukemalla tavarat terminaaliin. Mitä tämä kustantaisi ja miten paljon työ nopeutuisi sekä toimitusvarmuus parantuisi.

Lähteet

- Baltic Loop 2021. About. Viitattu 16.6.2021. <https://www.balticloop.eu/> > About.
- DB Schenker 2021. Tietoa meistä. Viitattu 12.10.2021.
<https://www.dbschenker.com/fi-fi/tietoja-meista/ajankohtaista/26-miljoonan-investointi--db-schenker-avaa-liedossa-suomen-toiseksi-suurimman-terminaalinsa-642412>
- Harrison, A.; Van Hoek, R. & Skipworth, H. 2014. Logistics management and strategy 5th edition: Competing through the supply chain. 5. painos. Harlow: Pearson.
- Heinrich, M. 2018. Warehousing and transportation logistics: systems, planning, application and cost effectiveness. Lontoo: Kogan Page.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.
- Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018. Varastonhoitajan käsikirja. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.
- Hukki, T. 2019. Ennusteiden käyttö osana sisälogistiikan resursointia. 2019. Opinnäytetyö. Tekniikan ala. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 6.6.2021.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/265687/Hukki%2c%20Timo.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Karhunen, J.; Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi: Järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys.
- Karkula, M. 2014. Selected aspect of simulation modelling of internal transport processes performed at logistics facilities. Archives of Transport. Vol 30, No 2. Viitattu 12.6.2021.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=1fnDFZgAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=1fnDFZgAAAAJ:aqlVkm33-oC
- Kučera, T. 2017. Logistics cost calculation of implementation warehouse management system: A case study. Viitattu 10.6.2021.

https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/69936/LOGI_2017_Kucera.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kujala, R. 2019. RFID-tekniikan käyttö sisälogistiikassa. Opinnäytetyö. Sähkö- ja automaatiotekniikka. Helsinki: Metropolia. Viitattu 11.6.2021.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/161656/Kujala_Rikke.pdf?sequence=1

Laaksonen, M. 2017. Sisälogistiikan kehittäminen logistiikkakeskuksessa. Diplomityö. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu. 11.6.2021.
https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/135064/Diplomity%C3%B6_Laaksonen_Micael.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Noccela Oy 2021. Technology. Viitattu 10.6.2021. <https://noccela.com/> > Technology > Products.

Puputti, J. 2020. Automatisaation ja digitalisaation vaikutus tulevaisuuden sisälogistiikkaan. Opinnäytetyö. Liiketalous ja logistiikka. Lappeenranta: LAB-ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.6.2021.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/352711/Jussi_Puputti_opinnaytetyo.pdf?sequence=2

Ritvanen, V.; Inkiläinen, A.; Von Anders, B. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen Huolintaliikkeiden liitto: Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys.

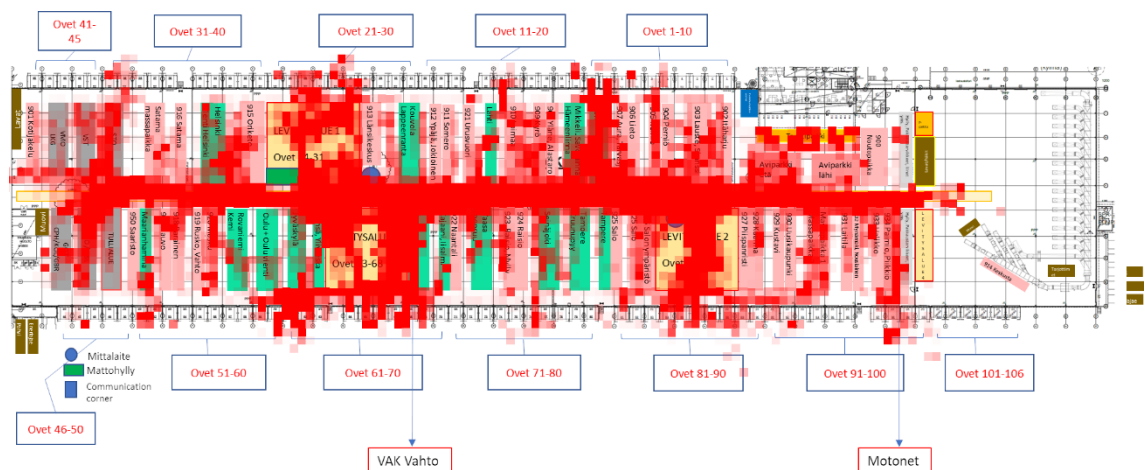
Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Viitattu 10.09.2021. <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>

Wronka, A. 2016. Lean logistics. Journal of Positive Management. Vol 7, No 2, 55-63. Viitattu 13.6.2021.
<https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/JPM/article/view/JPM.2016.012/12097>

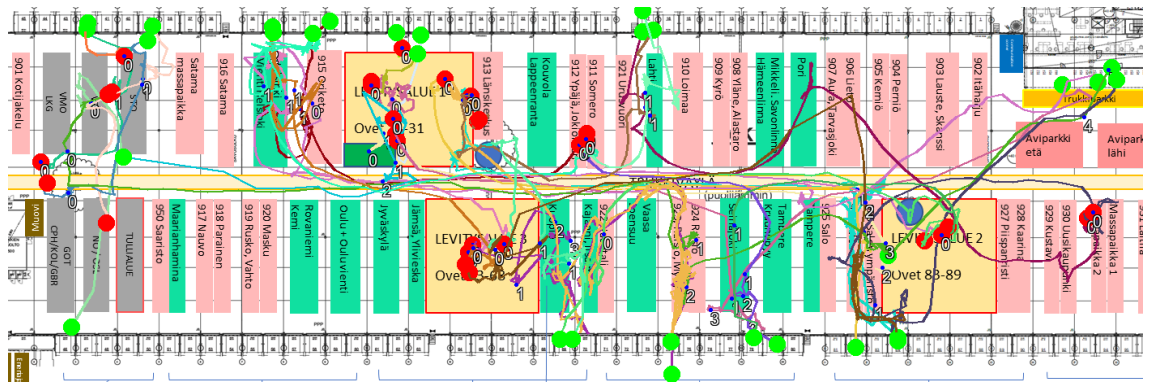
Esimerkkejä tuotetusta datasta

serial_number	machine_type	tag_name	distance_mm	day	morning_shift
1000500990	trukki		17 780 759,64	1	TOSI
1000501169	trukki		16 311 337,73	1	TOSI
1000501192	trukki		27 255 173,55	1	TOSI
1000501762	trukki		12 635 920,03	1	TOSI
1000501080	trukki		23 614 024,52	1	TOSI
1000501000	trukki		30 954 433,27	1	TOSI
1000501195	lavansiirtovunuk		-	1	TOSI
1000501776	lavansiirtovunuk		1 875 170,12	1	TOSI
1000500707	lavansiirtovunus		10 470 847,61	1	TOSI
1000501145	lavansiirtovunuk		-	1	TOSI
1000501779	trukki		12 460 255,94	1	TOSI
1000502079	trukki		12 578 853,18	1	TOSI
1000500643	trukki		16 527 585,68	1	TOSI
1000501700	lavansiirtovunus		12 814 878,76	1	TOSI
1000501702	lapakone		3 999 812,10	1	TOSI
1000501771	lavansiirtovunuk		2 346 102,55	1	TOSI
1000501011	pinontatrukki		15 729 459,62	1	TOSI
1000501764	trukki		19 888 984,98	1	TOSI
1000501688	lavansiirtovunus		14 185 854,34	1	TOSI
1000500957	lavansiirtovunus		17 649 647,42	1	TOSI
1000500953	juna		22 083 156,04	1	TOSI
1000502024	juna		13 211 996,22	1	TOSI
1000500935	lavansiirtovunuk		735 161,68	1	TOSI
1000500644	trukki		23 799 620,33	1	TOSI
1000501734	lapakone		2 826 635,57	1	TOSI
1000501083	lavansiirtovunuk		663 017,98	1	TOSI
1000501160	lapakone		8 147 403,45	1	TOSI
1000504343	lavansiirtovunuk		1 368 043,45	1	TOSI
1000501762	trukki		22 728 321,24	2	EPÄTOSI
1000501779	trukki		18 959 095,85	2	EPÄTOSI
1000500990	trukki		21 579 422,42	2	EPÄTOSI
1000501169	trukki		18 183 318,59	2	EPÄTOSI
1000501000	trukki		13 372 201,47	2	EPÄTOSI

Kuva 7 Noccelan tuottama data Excelissä



Kuva 8 Noccelan tuottama Heatmap trukien liikkeestä aamuvuorossa



Kuva 9 Seurattavien lähetyksen liikkeitä terminaalissa sisällä

1000506102-Ruotsi-TRE-Eur

START (red): 2021-05-19T09:00:00+03:00

STOP (green): 2021-05-19T19:29:21+03:00

Distance: 213m

PAUSE POINTS:

0: 2021-05-19T09:00:25+03:00: 248 minutes

1: 2021-05-19T13:08:24+03:00: 35 minutes

2: 2021-05-19T13:43:48+03:00: 343 minutes

Kuva 10 Esimerkki tuotetusta datasta