

Tyhjävaunuohjauksen tehostaminen

Juha Kirjanen

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2020

Tekniikan ala

Insinööri (ylempi AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Logistiikan johtaminen

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| Tekijä(t) Kirjanen, Juha | Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK | Päivämäärä Huhtikuu 2020 |
| | Sivumäärä 70 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkojulkaisulupa myönnetty: Kyllä |
| Työn nimi Tyhjävaunuohjauksen tehostaminen | | |
| Tutkinto-ohjelma Insinööri (ylempi AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma | | |
| Työn ohjaaja(t) Risto Pakarinen | | |
| Toimeksiantaja(t) VR-Transpoint | | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin VR-Transpointin rautatielogistiikan tyhjävaunujen ohjautumista ja vaunukierron nopeuttamisen mahdollisuuksia. Samalla tutkittiin vaununhallinnan prosesseja ja selkeytettiin eri yksiköiden vastuunjako tyhjävaunujen ohjausprosessin eri vaiheissa. Tyhjävaunulla tarkoitetaan tyhjää tavaravaunua.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin kvalitatiivisena kehittämistutkimuksena, jonka päämäärä oli kehittää toimintaa tyhjävaunujen ohjausprosessissa. Tutkimuksessa kehitettiin ja pilotoitiin uusi prosessi tyhjävaunujen ohjaukseen sekä havainnoitiin hukkaa tyhjävaunujen ohjautumisessa. Teemahaastatteluiden avulla selvitettiin tyhjävaunuohjauksen nykytilaa ja kartoitettiin kehityskohteita tyhjävaunuohjaukseen. Havainnoinnin avulla puututtiin tyhjävaunuohjauksen pilotissa sovittujen toimintatapojen noudattamiseen sekä monitoroitiin vaunutilanteita lastausasemilla. Tavoitteena oli yleistettävien päätelmien, säännönmukaisuuksien ja yhteisten ilmiöiden sekä niiden välisten yhteyksien tunnistaminen.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena tunnistettiin ongelmakohdat tyhjävaunuohjauksen prosessissa, luotiin uusi tyhjävaunujen ohjausprosessi sekä joukko kehitysehdotuksia tyhjävaunuohjauksen prosessien selkeyttämiseksi.</p> <p>Johtopäätöksenä voitiin arvioida tyhjävaunuohjauksen selkeytyvän ja perustuvan aiempaa paremmin asiakkaan tekemiin tilauksiin. Kaikkien toimenpiteiden implementoinnin voidaan todeta helpottavan kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen resurseja, jolloin resurssit on kohdistettu tehokkaammin ja tyhjävaunujen oikea-aikainen ohjautuminen paranee.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) Rautatielogistiikka, VR-Transpoint, tyhjävaunuohjaus | | |
| Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet) Liitteet 7-10 ovat salassa pidettäviä, ja ne poistetaan julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. | | |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Author(s) Kirjanen, Juha | Type of publication Master's thesis | Date April 2020 Language of publication: Finnish |
| | Number of pages 70 | Permission for web publication: Yes |
| Title of publication Improving empty wagon controlling | | |
| Degree programme Master's Degree Programme in Logistics | | |
| Supervisor(s) Pakarinen, Risto | | |
| Assigned by VR-Transpoint | | |
| Abstract <p>The purpose of the Master's thesis was to study empty wagon movement process and what the means for decreasing wagon circulation time for VR-Transpoint are. At the same time, the empty wagon management processes was studied and the responsibilities between different divisions were clarified. An empty wagon means rail transport wagon without cargo in it.</p> <p>The study was a qualitative development study. The aim was to develop the operations in the empty wagon management process. The development study used piloting to create a new process for empty wagon management as well as to find waste in the process. The current state and development targets of the empty wagon movement process where studied with semi-structured interviews. Observation was used to follow agreed procedures in the new empty wagon movement process and to monitor the wagon situations at the loading stations. The aim was to find general conclusion, regularities, common phenomena and connections between them.</p> <p>As a result of the thesis, problem areas in the empty wagon controlling process were found and new empty wagon controlling process was created. A number of development proposals were introduced to clarify the empty wagon controlling process and it is now better formed based on the orders placed by customers. Implementing development proposals can be said to ease the transport controlling and yard controlling resources. Resources are allocated more efficiently and on time delivery of the empty wagons is improved.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) Railway logistics, VR-Transpoint, Empty wagon controlling | | |
| Miscellaneous (Confidential information) The Appendix 7-10 are confidential and have been removed from the public version. Based openness of Government Activities (621/1999), 24§ section 17, a company business secret and information. | | |

Sisältö

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Johdanto | 5 |
| 1.1 | Tutkimuksen tausta | 5 |
| 1.2 | Työn tavoitteet ja rajaukset | 6 |
| 2 | Kehittämistutkimus opinnäytetyönä | 7 |
| 2.1 | Interventionistinen tutkimus..... | 7 |
| 2.2 | Teemahaastattelu..... | 9 |
| 2.3 | Havainnointi | 11 |
| 3 | VR-Transpoint | 13 |
| 3.1 | Rautatietavaraliikenteen historiaa | 13 |
| 3.2 | Rautatiekuljetukset tänä päivänä..... | 15 |
| 4 | Rautatiekuljetusjärjestelmä | 16 |
| 4.1 | Perusominaisuudet..... | 16 |
| 4.2 | Ratainfrastruktuuri | 17 |
| 4.3 | Ratapihat ja liikennepaikat | 18 |
| 4.4 | Aikataulu..... | 20 |
| 5 | Tuotannon tehostaminen lean-työkaluilla..... | 21 |
| 5.1 | Lean-filosofian synty..... | 21 |
| 5.2 | Tehokkuusmatriisi | 23 |
| 5.3 | Arvovirtakuvaus..... | 27 |
| 6 | Kehittämistutkimuksen toteutus..... | 30 |
| 6.1 | VR-Transpointin tuotanto..... | 30 |
| 6.2 | Tutkimuksen lähtötilanne..... | 31 |
| 6.2.1 | Teemahaastattelut | 32 |
| 6.2.2 | Havainnointi opinnäytetyössä | 34 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| | 2 |
| 6.2.3 Tyhjävaunuohjauksen pilotointi | 35 |
| 6.3 Tyhjävaunuohjauksen arvovirtakuvaus..... | 39 |
| 6.3.1 Suorat asiakasjunat..... | 40 |
| 6.3.2 Runkojunakuljetukset..... | 42 |
| 6.4 Tyhjävaunuohjauksen tehokkuusmatriisi..... | 45 |
| 7 Tulokset | 48 |
| 7.1 Tyhjävaunuohjauksen pilotti | 48 |
| 7.2 Tyhjävaunuohjauksen prosessit | 53 |
| 8 Johtopäätökset ja pohdinta | 56 |
| Lähteet | 59 |
| Liitteet | 61 |
| Liite 1. Rataverkon sähköistyksen | 61 |
| Liite 2. Rinnakkaisten raiteiden lukumäärä kartalla..... | 62 |
| Liite 3. Rataosien maksimiakselikantavuudet | 63 |
| Liite 4. Graafinen aikataulu 1.5.2020 klo 07:00 – 15:00 yhteysväliä Tampere–Jyväskylä..... | 64 |
| Liite 5. Materiaalivirran ikonit..... | 65 |
| Liite 6. Arvovirtakuvauksen nykytilan esimerkki..... | 66 |
| Liite 7. (salattu)..... | 67 |
| Liite 8. (salattu)..... | 68 |
| Liite 9. (salattu)..... | 69 |
| Liite 10. (salattu) | 70 |

Kuviot

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Kuvio 1. Muutosprosessin syklit, jotka tähtäävät muutokseen, kehittämiseen tai parantamiseen | 8 |
| Kuvio 2. Ilmiön sisällä olevien teemojen ja keskustelun avulla pyritään saamaan ilmiöstä kokonaisymmärrys | 10 |
| Kuvio 3. Esimerkkikuva keskusjärjestelyratapihasta | 19 |
| Kuvio 4. Esimerkkikuva ratapihasta turvalaitteilla ja ilman turvalaitteita | 19 |
| Kuvio 5. Esimerkkikuva linjaliikennepaikasta ja raiteensulun takana olevasta kuormausraiteesta | 20 |
| Kuvio 6. Yksinkertaistettu versio Toyotan tuotantoprosessista ja informaatiovirrasta läpi tuotannon | 23 |
| Kuvio 7. Tehokkuusmatriisi, joka kuvaa virtaustehokkuutta ja sen suhdetta resurssien tehokkuuteen | 24 |
| Kuvio 8. Tehokkusmatriisissa oleva tehokkuuseinä, jonka yli organisaatio ei voi päästä variaatiosta johtuen | 26 |
| Kuvio 9. Neljävaiheinen kuvaus arvovirtakuvaus-projektin etenemisestä | 27 |
| Kuvio 10. Matriisikuvaus tuoteperheen valinnasta | 28 |
| Kuvio 11. Tyhjävaunutilauksen tiedonkulku asiakkaalta ratapihatyöntekijöille | 32 |
| Kuvio 12. Tyhjävaunuohjauksen teemahaastatteluissa tutkitut ilmiöt | 33 |
| Kuvio 13. Tyhjävaunutilauksen tiedonkulun virtaus uudessa ohjeistuksessa | 37 |
| Kuvio 14. Matriisikuvaus tuoteperheen valinnasta | 39 |
| Kuvio 15. Visuaalinen kuvaus asiakasjunan vaunujen kierrosta määräasemalle ja takaisin asiakkaalle | 40 |
| Kuvio 16. Visuaalinen kuvaus runkojunakuljetuksen vaunujen kierrosta purkupaikkoihin ja takaisin | 43 |
| Kuvio 17. Kuljetustenohjaajien vastaukset tyhjävaunuohjauksen operationaalisesta tilasta tehokkuusmatriisilla | 46 |
| Kuvio 18. Vaunupilotin aikana tehdyt päivittäiset tyhjävaunutilaukset ja asiakkaiden kuormausmäärät | 49 |
| Kuvio 19. Vaunupilotin aikana tehdyt tilaukset, kuormaukset, asiakkaille olevat vaunumäärät ja maksimiarvo | 50 |
| Kuvio 20. Tutkimuksen aikana tehdyt interventiot ja toiminnan lähestyminen kohti sovittua ohjausmallia | 52 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Kuvio 21. Tyhjävaunuohjauksen tiedonkulun virtaus järjestelmissä kuljetustenohjaukselta ratapihatyöntekijöille | 54 |
| Kuvio 22. Tyhjävaunuohjauksen tiedonkulun virtauksen tavoitetila | 56 |

Taulukot

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Taulukko 1 VR:n tavaraliikenteen kuljetut tonnit 1970–1995 | 14 |
| Taulukko 2 VR:n tavaraliikenteen kuljetut tonnit rautateitse 1996–2010..... | 15 |
| Taulukko 3. Pääasialliset raideleveydet Euroopassa..... | 18 |
| Taulukko 4. Esimerkki asiakkaan luomasta vaunutilauksesta VANU-järjestelmässä Tietoturvasyistä lähtöasema on piilotettu | 41 |
| Taulukko 5. Esimerkki tyhjävaunutarpeiden näkymisestä APS-järjestelmässä | 41 |
| Taulukko 6. Esimerkki tyhjävaunutarpeesta RCS-järjestelmässä Tiedot-sarakkeessa. | 41 |
| Taulukko 7. Esimerkki runkojunakuljetuksen kuljetustilauksesta. Tietoturvasyistä lähtöasema on piilotettu | 43 |
| Taulukko 8. Esimerkki tyhjävaunutarpeen ilmoittamisesta runkojunakuljetuksissa... | 44 |
| Taulukko 9. Esimerkki vaunun statuksen muuttumisesta tyhjältä kuormavaunuksi.. | 48 |

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin VR-Transpointin rautatielogistiikan tyhjävaunujen ohjautumista ja vaunukierron nopeuttamisen mahdollisuuksia. Samalla tutkittiin vaunuhallinnan prosesseja ja selkeytettiin eri yksiköiden vastuunjako prosessin eri vaiheissa. Tyhjävaunulla tarkoitetaan tavaraliikenteen tavaravaunua, jossa ei ole kuormaa sisällä. Vaunukierrolla tarkoitetaan vaunujen kiertonopeutta vaunun lastauksesta uuteen lastaukseen.

Opinnäytetyö oli ajankohtainen, sillä metsäteollisuuden paperi- ja kartonkikuljetusten määrät ovat olleet VR-Transpointilla nousussa neljän peräkkäisen vuoden aikana. Saman aikaisesti paperi- ja kartonkikuljetuksissa käytettävää SIM- ja G-vaunukalustoa on poistunut käytöstä kaluston vanhentuessa eikä uuteen vaunukalustoon ole juuriakaan investoitu. Kuljetusmäärien nousu ja kaluston vanhentuminen ovat aiheuttaneet ajoittain pulaa vaunukalustosta VR-Transpointin operatiivisessa toiminnassa. Kuljetuskapasiteettia oli mahdollista kasvattaa investoimalla uuteen vaunukalustoon ja nopeuttamalla vaunukiertoa. Vaunukalustoon investointi olisi ollut kallis ja hidas toimenpide, minkä vuoksi päätettiin ensisijaisesti tutkia vaunukierron nopeuttamisen mahdollisuuksia.

VR-Transpointilla otettiin käyttöön uusi tuotannonohjausjärjestelmä loppuvuonna 2018, mutta uuden järjestelmän tuomia etuja ei ollut otettu vielä täyteen käyttöön. Opinnäytetyö antoi oivan mahdollisuuden tarkastella tyhjävaunuohjausta ja sen prosessia sekä tuotannonohjausjärjestelmän hyödyntämismahdollisuuksia tyhjävaunujen ohjaamisessa.

Opinnäytetyöstä muodostui kehittämistutkimus eli interventiotutkimus, jonka avulla pyrittiin vastaamaan opinnäytetyössä esitettyihin kysymyksiin. Vaunukierron pullonkaulat oli jo tutkittu aikaisemmin VR-Transpointin sisäisenä tutkimuksena ja selkeät kehityskohteet oli valittu. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin aiemmassa tutkimuksessa havaittuihin pullonkauloihin, eli tyhjien vaunujen ohjaamiseen ja vaunuviipymien pienentämiseen asiakkailta. Tutkimuksen tyyppi on kvalitatiivinen tutkimus, sillä tyhjävaunukierron tehostamisen keinojen tutkiminen ja tiedonkeruu toteutettiin

haastattelemalla VR-Transpointin ratapiha- ja kuljetustenohjaajia sekä muita avainhenkilöitä tavaraliikenteen suunnittelussa ja ohjauksessa.

Kaikkia ratapiha- ja kuljetustenohjaajia oli käytännössä mahdoton tavoittaa. Sen sijaan pyrittiin saamaan koko joukkoa edustava otos haastattelemalla riittävän monta henkilöä usealta eri paikkakunnalta. Tavoitteena oli yleistettävien päätelmien, säännönmukaisuuksien ja yhteisten ilmiöiden sekä niiden välisten yhteyksien tunnistaminen.

Liikenn rakenne on hieman erilainen Itä- ja Länsi-Suomessa, minkä vuoksi myös mielipiteet tyhjävaunujen ohjauksen nykytilasta vaihtelivat jonkin verran. Tutkimuksessa oli tarkoituksena saada selville, mitä kuljetusten- ja ratapihojen ohjaajat ajattelevat tyhjävaunujen ohjauksen tilasta ja kuinka tyhjävaunuohjausta heidän mielestään tulisi parantaa, että vaunut saadaan kuljetettua tehokkaammin eri asiakkaille vaunutarpeiden mukaan.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tyhjävaunuohjauksen prosesseja sekä selkeyttää tyhjävaunuohjauksen vastuunjako VR-Transpointin rautatielogistiikan kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen välillä. Tyhjävaunuohjauksen prosessien tutkimisen tavoitteena oli löytää merkittävimmät pullonkaulat, esittää parannuksia yrityksen sisäisiin toimintamalleihin ja parantaa tyhjävaunujen oikea-aikaista ohjautumista asiakkaille.

Kuormavaunuilla on jo valmiiksi lastaajan määrittämä määräpaikka ja ne toimitetaan VR-Transpointin palvelulupauksen mukaisesti mahdollisimman nopeasti lastauspaikalta määräpaikkaansa. Kuljetukset määräpaikkoihin ovat nopeita, eikä siinä nähty merkittävää potentiaalia vaunukierron nopeuttamiseen. Tyhjävaunujen ohjaaminen on monivaiheisempi prosessi, sillä tyhjävaunut eivät aina palaudu asiakkaalle samasta purkausasemasta, mihin asiakas on kuormavaunut lähettänyt. Tyhjävaunujen määräpaikan määrittäminen on VR-Transpointin kuljetustenohjauksen vastuulla.

VR-Transpointilla on käytössä kymmenittäin erilaisia vaunutyypppejä, mutta vain SIM- ja G-vaunut soveltuvat paperi- ja kartonkikuljetuksiin. Opinnäytetyö rajattiin näihin

vaunutyypeihin, koska muilla vaunutyypeillä ei voida kuljettaa paperi- tai kartonki-tuotteita. Tammikuussa 2019 VR-yhtymästä irtautui kalustonhuolto-yhtiö VR-FleetCare omaksi yhtiöksi ja tämä todennäköisesti vaikuttaa huolto-ohjausprosessiin. Tästä syystä myös huolto-ohjaus rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle.

Opinnäytetyön tutkimus tehtiin kvalitatiivisena tutkimuksena, jonka päämäärä oli kehittää toimintaa tyhjävaunujen ohjausprosessissa. Tutkimuksen tarkoituksena oli lisätä kuljetuskapasiteettia vaunukiertoa nopeuttamalla.

2 Kehittämistutkimus opinnäytetyönä

2.1 Interventionistinen tutkimus

Interventionistinen tutkimus eli kehittämistutkimus valikoitui opinnäytetyön tutkimustavaksi, koska kehittämistutkimuksessa pyrittiin saamaan muutosta tyhjävaunuohjauksen prosesseihin ja toimintatapoihin. Muutoksella tavoitellaan vaunujen oikea-aikaista ohjautumista asiakkaiden lastauspaikoille ja tehostamista vaunukaluston käyttöön nykyisillä resursseilla.

Kehittämistutkimuksessa pyritään ratkaisemaan käytännön ongelmia, mutta niillä ratkaisulla on myös tieteellistä merkitystä. Ratkaisut voivat olla monenlaisia, kuten työkaluja, käytäntöjä, organisaatorakenteita tai nykyisen ratkaisun parantamista. (Kananen 2017, 33.)

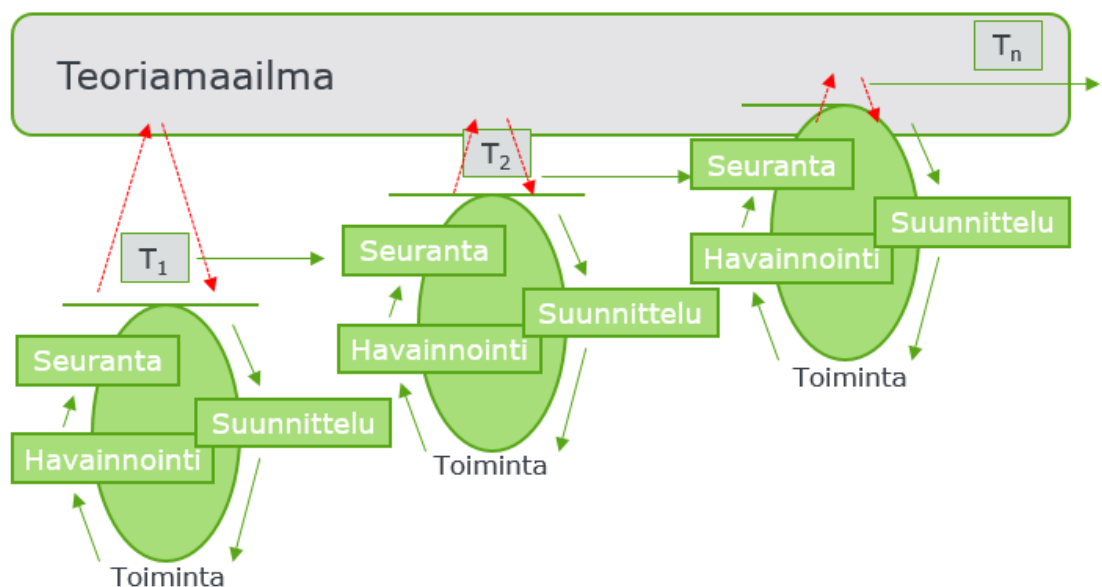
Kehittämistutkimuksessa yhdistyy kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen tutkimus, tai se on pelkästään kvalitatiivinen tutkimus, jonka tavoitteena on muutoksen aikaansaaminen. Kehittämistutkimuksessa kehitetään tuotetta, menetelmää, organisaatiota tai muuta vastaavaa. Kehittäminen ja muutos ei ole kehittämistutkimusta, vaan kehittämistutkimus vaatii tutkimuksellisen otteen ja tutkimusosion. (Kananen 2015, 39–40.)

Kehittämistutkimus on eräänlainen case-tutkimus. Ongelmanratkaisun selvityksessä on tavoitteena saada syvälinen ymmärrys tutkimuskohteesta ja -ongelmasta. Ongelma-alueen teorioihin perehtymällä löydetään ongelmien syiden poistamiskeino eli interventio. Pilotointia voidaan käyttää ratkaisun testaamiseksi, mutta intervention

vaikutuksien arviointi voi olla haasteellista. Jos ratkaisu voidaan syy-seuraussuhteen jälkeen palauttaa teoriamaailmaan, ratkaisua voidaan pitää uutena yleistyksenä. (Kananen 2017, 34.)

Kananen (2015, 40) toteaa, että kehittämistutkimus alkaa siitä, mihin perinteinen tutkimus päättyy. Perinteisessä tutkimuksessa analysoidaan ongelmaa, selvitetään ongelman syyt ja esitetään ratkaisu. Kehittämistutkimus eroaa perinteisestä laadullisesta ja määrällisestä tutkimuksesta, sillä kehittämistutkimuksessa myös poistetaan ongelma. Ongelman poistaminen ei kuulu perinteiseen tutkimukseen ja tutkijan tehtäviin. (Kananen 2015, 40.)

Kehittämistutkimuksessa on useita syklejä, jotka alkavat ongelman määrittelystä ja syiden selvittämisestä. Näiden jälkeen etsitään keino eli interventio syyn poistamiseksi. Ongelma poistetaan ja seurataan, miten muutos onnistui. Tämän jälkeen tehdään tarvittaessa uusia interventioita, kunnes muutos on onnistunut. (Kananen 2017, 34.) Kuviossa 1 on kuvattu intervention poistaminen ja teoriamaailman läheneminen kohti toisiaan sitä mukaan, kun ongelma on kokonaan poistettu.



Kuvio 1. Muutosprosessin syklit, jotka tähtäävät muutokseen, kehittämiseen tai parantamiseen (Kananen 2017, 35, muokattu)

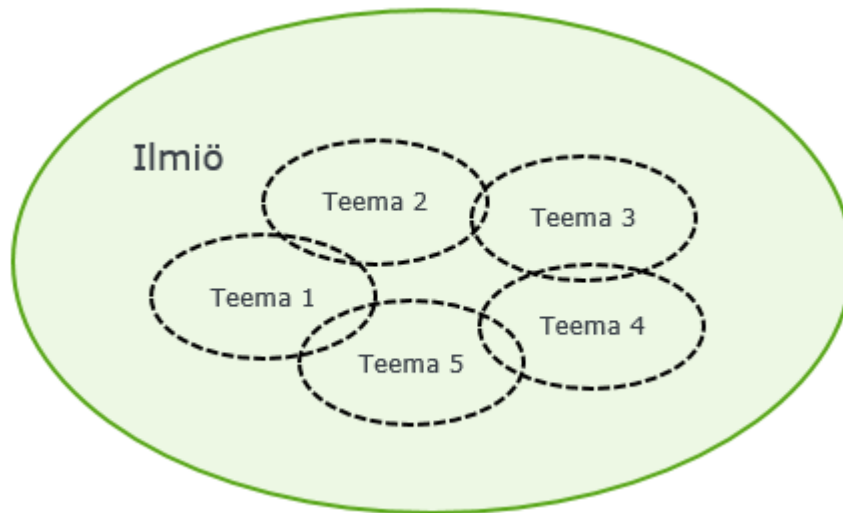
Intervention onnistumisen kannalta ongelman määrittäminen ja ongelmaan vaikuttavien tekijöiden analysointi on tärkeää. Ongelman syiden löytäminen ja poistaminen helpottuu, kun ongelma on määritelty ja analysoitu perusteellisesti. (Kananen 2015, 41.)

Intervention tarpeellisuutta voidaan perustella aikaisemmillä tutkimuksilla ja selvityksillä. Interventio vaatii aina taloudellisia ja henkilöresursseja. Resurssien käyttämistä voidaan arvioida suhteessa saatuun hyötyyn, jossa taloudellisen hyödyn tulee olla suurempi kuin kustannukset. Kustannuksien arviointi on vaikeaselkoista, kun ei tarkkaan tiedetä miten kustannukset jakautuvat välillisiin ja välittömiin kustannuksiin. Muutoksien arviointi tuottoina on yhtä monimutkaista kuin kustannuksien arviointi. Osa vaikutuksista on merkittäviä ja osa ei. (Kananen 2015, 52.)

2.2 Teemahaastattelu

Teemanhaastattelussa tutkittavaa henkilö tai ryhmää haastatellaan tietyistä aiheesta, mutta haastattelun runko ja tarkka muoto voi vaihdella haastateltavien mukaan. Teemahaastattelu sopii hyvin kvalitatiivisen tutkimuksen haastattelutyyppiksi. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 203.)

Teemahaastattelulla tarkoitetaan ilmiötä, joka on jaettu usealle osa-alueelle ja jotka kattavat ilmiön ymmärryksen kannalta tärkeät asiat. Teemahaastattelussa tutkittavan kanssa keskustellaan teemoista ja lisäkysymyksillä tarkennetaan teemojen sisältöä. Teemahaastattelun oleellisena osana on tutkijan ja tutkittavan välinen vuoropuhelu. (Kananen 2017, 49–50.) Vuoropuhelu vapauttaa haastattelun tutkijan näkökulmasta ja tuo tutkittavien äänen esiin (Hirsjärvi, Hurme 2015, 48). Kuviossa 2 on hahmoteltu teemahaastattelun rakennetta ja sen teemoja aiheena olevan ilmiön kokonaiskuvan muodostamiseksi.



Kuvio 2. Ilmiön sisällä olevien teemojen ja keskustelun avulla pyritään saamaan ilmiöstä kokonaisymmärrys (Kananen 2017, 50, muokattu)

Hirsjärven ja Hurmeen (2015) mukaan teemahaastattelu muistuttaa strukturoimattomaa haastattelua enemmän kuin strukturoitua haastattelua. Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelu, koska haastattelun aspekti, aihepiirit ja teema-alueet ovat kaikille samat. Puolistrukturoiduissa haastatteluissa myös kysymykset ja niiden muoto ovat samat. Teemahaastattelussa ei ole strukturoidulle haastattelulle ominaista kysymysten tarkkaa muotoa ja järjestystä. (Hirsjärvi & Hurme. 2015 48.)

Teemahaastattelussa tutkijalla pitää olla ennakkokäsitys ilmiöstä, jonka perusteella hän laatii teemat kattamaan koko ilmiön. Teemahaastattelu etenee teemojen mukaan ja tutkija avaa haastattelun teemalla numero yksi. Haastateltavan vastauksista voi syntyä uusi reitti haastattelun etenemiselle ja teemojen järjestys voi vaihdella haastateltavien mukaan. Hyvin suunnitelluilla teemoilla varmistetaan kaikkien ilmiön osa-alueiden läpikäynti. (Kananen 2017, 50.)

Teemahaastattelut ja avoimet haastattelut suositellaan nauhoitettavan ja haastattelun jälkeen litteroitavan. Litteroinnilla tarkoitetaan nauhoituksen puhtaaksi kirjoittamista. Litterointi voidaan tehdä puhe- tai kirjakielillä, mutta litterointitapaan vaikuttaa se, miten aineistoa aiotaan käyttää analyysi- ja raportointivaiheessa. Useat haastattelut sisältävät strukturoituja ja avoimia kysymyksiä, jonka takia aineiston käsittelyssä käytetään määrällistä ja laadullista käsittelyä. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2009, 99.)

Haastatteluiden analysointi alkaa lukemalla litteroitu tai muuten käsitelty aineisto useaan kertaan, tämän jälkeen se luokitellaan ja etsitään yhteyksiä käytettyyn teoriaan. Tämän jälkeen palataan takaisin kokonaisuuteen, tulkintaan ja ilmiön kytkentään käytettyyn teoriaan, tai teorian uudelleen hahmottamiseen. Analysoinnin ehkä yksinkertaisin tapa on ilmiöiden esiintymisen määrän laskeminen. Jos ilmiöitä on useampia, ne voidaan esittää erillisessä taulukossa tai diagrammissa. (Ojasalo. 2009. 99.)

Litteroitu aineisto puretaan teema-alueittain ja tarkastellaan aineistossa esiintyviä ilmiöitä ja asioita. Ilmiöt voivat liittyä haastatteluteemoihin tai olla yllättäviä asioita, jotka ovat olleet haastateltavien mielessä. Haastatteluaineistossa ilmenevien säännönmukaisuuksien tarkastelu toisiinsa on yhteyksien tarkastelua. Ilman yhteyksien tarkastelua analyysistä tulee pintapuolinen. Yhteyksien tarkastelussa on mahdollista käyttää eri tapoja. Tyypittelyssä ryhmitellään asiat yhteisten piirteiden mukaan ja halutaan sijoittaa kaikki haastateltavat kahteen tai useampaan tyyppiin. Ääriryhmitelyssä etsitään vastakohtia haastateltavien vastauksista. Ääriryhmiä voi olla kaksi tai useampi. Näiden lisäksi haastatteluaineistosta voidaan etsiä ilmiöiden poikkeamia, sillä säännönmukaisuuksien etsinnästä ei aina saa riittävästi kuvaa ilmiöstä ja sen esiintymisestä. (Ojasalo ym. 2009, 99–100.)

Haastatteluaineiston analyysissä aineiston määrä ei korvaa laatua tai vaikuta siihen. Haastattelujen määrä ja analysointitapa vaikuttaa tutkimuksen luonteesta ja sen tavoitteista. Haastattelujen määrää pohdittaessa analysoidaan aineiston kylläntymispistettä, eli saturaatiopistettä, silloin uusista haastatteluista ei enää saavuteta uutta tai poikkeavaa tietoa tutkimuksen kannalta. (Ojasalo ym. 2009, 100.)

2.3 Havainnointi

Haastattelussa haastateltavat kertovat miten he itse havaitsevat ympäristön tapahtumia. Haastattelussa saadaankin selville mitä henkilöt ajattelevat, tuntevat ja uskovat, mutta ne eivät kerro mitä todella tapahtuu. (Hirsjärvi 2007, 209.) Siksi haastattelujen rinnalle tarvitaan ulkopuolista ja objektiivista havainnointia.

Havainnoinnilla tavoitellaan ilmiön tai toiminnan ymmärtämistä. Havainnoinnin kohteilta pyydetään lupa ja selitetään havainnoinnin tarkoitus. Havainnoinnissa ei ole kyseessä kohteen toiminnan arviointi, vaan sen ymmärtäminen. (Kananen 2017, 45.)

Hirsjärven ym. (2007) mukaan havainnoinnin etuna on, että siitä saadaan välitöntä ja suoraa tietoa yksilöiden toiminnasta sekä käyttäytymisestä. Havainnointi on hyvä vuorovaikutteisessa tutkimuksessa sekä tilanteissa, jotka ovat vaikeasti ennakoitavissa ja nopeasti muuttuvia. Havainnoinnin haittana on, että havainnoija saattaa häiritä tilannetta ja jopa muuttaa tilanteen kulkua. Haittana saattaa olla myös, että havainnoija saattaa sitoutua tunteellisesti tutkittavaan ryhmään tai tilanteeseen. (Hirsjärvi 2007, 208.)

Havainnoinnin lajeja on useita, mutta ne voidaan jakaa kahteen ääripään lajiin, jotka ovat systemaattinen ja osallistuva havainnointi. Systemaattinen havainnointi on tarkasti jäseneltyä ja systemaattista. Osallistuvassa havainnoinnissa havainnointi voi tapahtua ryhmän jäsenenä toimivan henkilön toimesta, tai havainnointi voi muotoutua vapaasti tilanteen mukaan. (Hirsjärvi ym. 2007. 209.)

Jos havainnoinnissa tiedetään mihin asioihin kiinnitetään huomioita, kyseessä on strukturoitu havainnointi. Esimerkiksi kun kuluttajien ostokäyttäytymistä seurataan verkko-ostotapahtuman yhteydessä, tehdään havainnointia strukturoidusti, jolloin varta vasten rakennettu havainnointiohjelma seuraa missä järjestyksessä asiakas selaa verkkokauppaa, mitä ja milloin hän siirtää tuotteita ostoskoriin. (Kananen 2017, 47.)

Jos havainnoinnissa ei tiedetä tarkkaan, mihin asiaan tai tekemiseen pitäisi kiinnittää huomioita, kyseessä on yleisluontoinen havainnointi. Yleisluontoisessa havainnoinnissa kirjataan havaintoja ylös mahdollisimman paljon ymmärryksen saamiseksi asiasta. (Kananen 2017, 47.)

Tiivistäen voidaan sanoa, että teemahaastattelun rinnalle tarvitaan havainnointia, koska ihmisillä on taipumusta kertoa asiat niin kuin ne pitäisi tehdä, mutta käytännössä asioita tehdään omalta kannalta helpommalla tai mukavammalla tavalla. Teemahaastattelun yhteydessä tehtävät havainnoinnit vahvistavat haastattelussa kerrottuja asioita.

3 VR-Transpoint

3.1 Rautatietavaraliikenteen historiaa

VR-Transpointin historia ulottuu vuoteen 1862, kun säännöllinen henkilöjunaliikenne Helsingistä Hämeenlinnaan alkoi 17. maaliskuuta 1862. Aikataulun mukaan juna lähti maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantaisin kello kahdeksan Helsingistä ja saapui Hämeenlinnaan kello 12:40. Hämeenlinnasta Helsinkiin juna lähti joka tiistai, torstai ja lauantai kello 07:00 ja juna oli perillä Helsingissä kello 11:30. (Zetterberg 2011, 27.)

Rautateiden alkuvuosina tavaraliikenteen kehitys oli nopeaa. Ensimmäisenä vuonna Helsingin ja Hämeenlinnan välillä kulki 13 000 tonnia tavaraliikennettä. Vain kolme vuotta myöhemmin kuljetettiin jo 132 000 tonnia kun Pietarin ja Riihimäen välinen rata oli saatu valmiiksi. Vuonna 1910 tavaraliikennettä kuljetettiin 3,9 miljoonaa tonnia ja vuonna 1917 kuljetusmäärä oli jo 4,9 miljoonaa tonnia (Zetterberg 2011, 81.) Tavaraliikenne jatkoi kasvuaan nopeammin kuin henkilöliikenne. Pula-aikana tavaraliikenteen väheneminen oli pienempää kuin henkilöliikenteen ja vuonna 1931 tavaraliikenne saavutti pohjansa, jonka jälkeen se jatkoi ripeää kasvua. (Zetterberg 2011, 154.)

Zetterbergin mukaan sotien välisenä aikana tavaraliikenteestä noin puolet muodostui puutavarasta. Puutavaran sisällä rakenne muuttui puuhaloista ja puujätteestä pyöreään puutavaraan, mikä muodosti noin puolet kokonaistonnimäärästä vuonna 1935. Teollisuustuotteet olivat suurin nousija tavaraliikenteessä vuonna 1935. Niistä noin 45 prosenttia oli paperi- ja selluloosatuotteita. Tämä muodosti 16,3 prosenttia koko VR:n tavaraliikenteestä. (Zetterberg 2011, 154.)

Sotien vuosina 1939–1944 tavaraliikennekuljetuksista oli pulaa, sillä kalusto oli ensisijaisesti sotilaskuljetuksien käytössä. Sotien aikana kalustoa tuhoutui pommituksissa ja sitä tuhottiin Saksan Lapista karkotuksen aikaan. Sotakorvauksien maksamiseen käytettiin myös tavaraliikenteen vaunustoa ja elokuussa vuonna 1952 maksujen loppuessa on laskettu, että maksoimme yhteensä korvauksia 343 635 vaunullista erilaisia tavaroita ja hyödykkeitä Neuvostoliitolle. (Zetterberg 2011, 192–251.)

1951 Korean sodan aiheuttama Korean korkeasuhdanne nosti paperin ja selluloosan kysyntää räjähdysmäisesti ja Suomen vienti veti loistavasti. Korkeasuhdannetta seurannut lama vuonna 1953 vastaavasti laski kysyntää paljon. Seuraava nousukausi oli jo vuosina 1955–1956, jonka jälkeen Suomi joutui suureen lamaan. Laman aikana henkilöliikennettä supistettiin radikaalisti ja tavaraliikenne asetettiin sääntelyyn, jotta elintärkeät kuljetukset voitiin hoitaa. Viimeisin nousukausi nosti myös kuorma-autokantaa Suomessa, mikä aiheutti kiivasta kilpailua rautatiekuljetuksien ja tieliikennekuljetuksien välillä. Tämä pakotti VR:n uudistamaan organisaatiotaan, parantamaan kuljetuspalvelujen laatua ja siirtymään kohti asiakaslähtöisempää palvelua. Samaan aikaan VR:llä oli ongelmia sotien aikaan rapistuneen raitinrastruktuurin ja vanhentuneen kaluston kanssa. VR ei voinut investoida kalustoon itsenäisesti, sillä rahoituksesta päätti kulkulaitosministeriö ja viime kädessä eduskunta. (Zetterberg 2011, 254–256.)

Tavaraliikenteen ankara kilpailu johti rautatiekuljetuksien suhteellisen osuuden laskua 1950-luvulta alkaen. Rautatiekuljetukset kasvoivat 2–3 prosenttia vuodessa, kun tavaraliikenne kokonaisuudessaan kasvoi noin 5 prosenttia vuodessa. 1970-luvulta alkaen metsäteollisuuden kuljetukset nousivat niin, että vuonna 1995 alan kuljetukset olivat yli puolet kaikista VR:n kuljetuksista. (Zetterberg 2011, 378–379.) Taulukossa 1 on kuvattu VR:n tavaraliikenteen kuljetusmääriä vuosina 1970–1995.

Taulukko 1 VR:n tavaraliikenteen kuljetut tonnit 1970–1995 (Zetterberg 2011, 379, muokattu)

| Vuosi | Miljoonaa tonnia |
|-------|------------------|
| 1970 | 23,6 |
| 1975 | 22,7 |
| 1980 | 29,6 |
| 1985 | 30,8 |
| 1990 | 34,6 |
| 1995 | 39,4 |

Rautateiden markkinaosuus tavaraliikenteestä vuosina 1995–2010 oli noin 25 prosenttia. Metsäteollisuuden kuljetukset ovat vieneet suurimman osuuden, ja esimer-

kiksi vuonna 2007 niiden osuus oli jo 64 prosenttia kaikista kotimaan rautatiekuljetuksista. Vuoden 2005 huhtikuusta kesäkuulle kestäneen paperiteollisuuden selkkauksen vuoksi VR:n kuljetukset laskivat radikaalisti ja koko vuoden kuljetusmäärä laski 4,6 prosenttia, ollen koko vuonna 40,7 miljoonaa tonnia (taulukko 2). Talouden taantuma vuosina 2008–2009 laski kuljetusmääriä ja vuonna 2010 kuljetusmäärät olivat enää 35,8 miljoonaa tonnia. Vuoden 2010 jälkeen kuljetusmäärät olivat kuitenkin kääntyneet nousuun edellisvuodesta noin 2,9 miljoonalla tonnilla.

Taulukko 2 VR:n tavaraliikenteen kuljetut tonnit rautateitse 1996–2010 (Zetterberg 2011, 471–473, muokattu)

| Vuosi | Kotimaa (miljoonaa tonnia) | Kotimaa ja transitio (miljoonaa tonnia) |
|-------|-------------------------------|--------------------------------------------|
| 1995 | 21,9 | 39,4 |
| 2000 | 24,0 | 40,5 |
| 2005 | 23,5 | 40,7 |
| 2010 | 23,2 | 35,8 |

3.2 Rautatiekuljetukset tänä päivänä

Vuonna 2018 VR-Transpointin kuljetusmäärät olivat samalla tasolla kuin vuonna 1995, ollen yhteensä 39,4 miljoonaa tonnia (VR-konsernin vuoden 2018... 2019). Yli 40 miljoonan tonnin ei ole päästy vuoden 2009 finanssikriisin jälkeen. Vuonna 2019 heikentynyt taloustilanne painoi rautatiekuljetusten volyymia ja taloudellista kehitystä, ja vuonna 2019 kuljetusvolyymit olivat hieman laskussa päättyen 36,9 miljoonaa tonniin. Viime vuosina VR-Transpoint on investoinut noin 200 miljoonaa euroa uuteen kalustoon, jonka taustalla on uudet diesel- ja sähköveturit sekä raakapuukuljetusten vaunukaluston lisääminen (Jansson, R. 2020). Vetokalustoinvestointi on yhteiskäytössä matkustajaliikenteen kanssa.

Lähtöleveysuudessa VR-Transpointilla panostetaan kasvuun, mikä tarkoittaa kilpailun kiristytessä uusien logistiikkapalvelujen kehittämistä ja laajentumisen tarkastelua maantieteellisesti. Digitaalisuuden merkitys kasvaa jatkossakin ja järjestelmien kehittämisellä saadaan kuljetuksiin parempaa näkyvyyttä. (Jansson, R. 2020)

Tavaraliikenteen rautatiekuljetuksiin on tullut kilpailua viime vuosina ja markkinoille on saapunut kuljetustoimintaa sekä ratapihatoimintoja tarjoavia yrityksiä. Viimeisimpänä Viron kansallinen rautatieyhtiö Operail on perustanut tytäryhtiön Operail Finland Oy:n elokuussa 2019 ja he ovat uutisoineet veturi-investoinnista Suomeen (Viro-lainen Operail käynnistelee... 2019). Lisäksi lainsäädännön uudistuessa maantiekuljetuksissa käytettävät maksimipituudet ja maksimipainot ovat nousseet, jonka avulla maantiekuljetukset ovat kasvattaneet kilpailukykyä rautatiekuljetuksiin nähden.

Tiivistäen voidaan sanoa, että VR-Transpointilla ei tyydytä nykyiseen, vaan uudistutaan rohkeasti. Jos yritys ei uudistu, ajan kanssa se tulee näivettymään ja huomamatta kilpailijat vievät markkinaosuuksia. Suomen metsä- ja metalliteollisuus kilpaillee markkinoista maailmanlaajuisesti. Globaalin talouden vaihtelut vaikuttavat myös VR-Transpointin asiakkaiden kuljetuksiin ja sitä kautta rautateillä kuljettaviin volyy-meihin.

4 Rautatiekuljetusjärjestelmä

4.1 Perusominaisuudet

Eri liikenne- ja kuljetusmuodot muodostavat kokonaisuuden palvelemaan ihmisiä sekä yhteiskuntaa. Nämä muodostavat toisiaan täydentävän, mutta myös kilpailevan toimintaympäristön tavaroiden ja ihmisten kuljettamiseen. Jokaisella liikennemuodolla on omat vahvuudet ja perusominaisuudet. Rautatieliikenteen perusominaisuuksia ovat sidonnaisuus raiteeseen, aikataulut, junalla ajo, junan muodostus sekä liikenteenohjaus. (Mäkelä, Säily & Mäntynen. 2002. 7.)

Suomen rautatiekuljetusjärjestelmässä kuljetetaan ihmisiä sekä teollisuuden raaka-aineita ja tuotteita. Johtuen pitkistä välimatkoista, rautatiet soveltuvat hyvin ihmisten ja suurten tavaramassojen kuljetuksiin Suomessa. Sopivia kuljetustuotteita ovat muun muassa metsä-, metalli- ja kemianteollisuuden tuotteet ja raaka-aineet sekä Venäjän transitioliikenteen metalli- ja kemianteollisuuden tuotteet (Rautatiekuljetus. 2018). Pääkaupunkiseudulla henkilöliikenne rautateillä on tehokasta, koska alueella on paljon kysyntää henkilöjunille ja ratainfrastruktuuri tarjoaa kapasiteettia useiden kulkuraiteiden myötä.

Junan muodostuu vetureista ja erilaisista vaunuista, jotka kulkevat junana rautatiellä. Junalla on aina etukäteen suunniteltu aikataulu ja liikenteenohjaus varmistaa junan turvallisen kulun rautatiellä. Junan kulkuun ja tavaravaunujen kiertonopeuteen vaikuttavat ratainfrastruktuuri, ratapihat, junan vetokyky, lastaus- ja purkunopeudet, liikenteenohjaus sekä muut toimijat rautatieradalla.

Rautatiekuljetus on yleensä ensimmäinen kuljetusmuoto massatavaratuotteiden kuljetusketjussa. Jos kuljetus viivästyy, se voi tarkoittaa viivästyksiä koko toimitusketjussa. Viivästystilanteessa tavaran omistaja saattaa joutua reitittämään jatkokuljetuksen uudestaan, josta aiheutuu korkeampia kuljetuskustannuksia.

4.2 Ratainfrastruktuuri

Suomessa rataverkkoa omistaa ja hallinnoi liikenne- ja viestintäministeriön alaisena toimiva Väylävirasto. Väylävirasto ylläpitää, kehittää ja kunnossapitää rautateitä. Väyläviraston tavoitteena on pitää rataverkko kunnossa tehokkaan ja turvallisen liikennöinnin turvaamiseksi. (Rautatietilasto 2017. 2018.)

Suomen rataverkon pituus oli 5 926 kilometriä vuoden 2016 lopussa, josta 3 270 kilometriä oli sähköistetty. Rataverkon sähköistykset on kuvattu kartalle liitteessä 1. Rataverkosta 5 280 kilometriä oli yksiraiteista ja vain 646 kilometriä kaksi- tai useampiraiteista. Rataverkon raidelukumäret on kuvattu kartalle liitteessä 2. (Rautatietilasto 2017. 2018)

Suurin osa rataverkosta on rakennettu 225 kN:n akselipainolle, mutta osalla rataverkkoa on käytössä 250 ja 200 kN:n akselipaino. Rataosille sallitut maksimiakselipainot ovat kuvattuna kartalle liitteessä 3. Rataosan maksimikantavuuteen vaikuttaa radan päällysrakenteen ominaisuudet. Päällysrakenteen ominaisuuksia ovat muun muassa tukikerros, ratapölkkyt ja kiskot. (Rautatietilasto 2017. 2018)

Raideleveys on Suomessa 1 524 mm, mikä poikkeaa muualla Euroopan rautateillä käytetystä pääasiallisesta raideleveydestä (Mäkelä ym. 2002. 50.). Taulukossa 3 on kuvattuna pääasialliset raideleveydet Euroopassa ja Venäjällä.

Taulukko 3. Pääasialliset raideleveydet Euroopassa (Mäkelä ym. 2002. 50, muokattu).

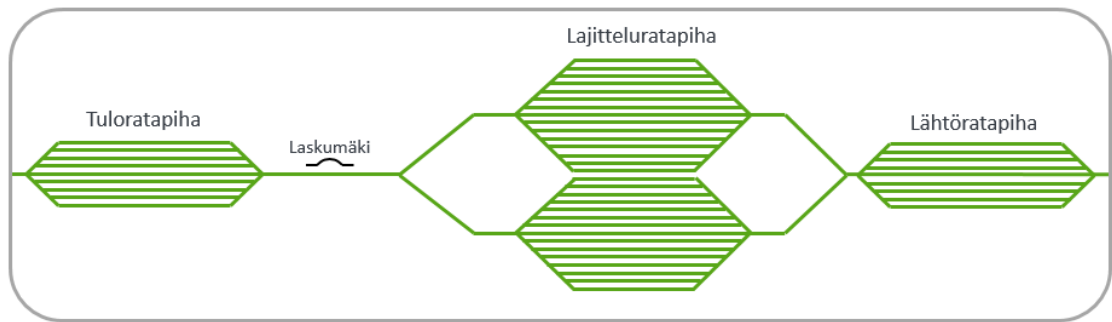
| Alue | Raideleveys (mm) |
|----------------------------|------------------|
| Espanja ja Portugali | 1 676 |
| Irlanti ja Pohjois-Irlanti | 1 600 |
| Suomi | 1 524 |
| Venäjä ja Baltian maat | 1 520 |
| Muu Eurooppa | 1 435 |

Rautatieliikennepaikat ovat rataverkolla olevia liikenteen solmukohtia, jotka toimivat henkilö- ja tavaraliikenteen palvelupaikkoina. Liikennepaikka sisältää liikenteen hoidossa ja asiakaspalvelussa tarvittavat rakennukset ja rakennelmat. Liikennepaikoilla voi alkaa tai päättyä junan kuljetus. Lisäksi liikennepaikoilla väistetään vastaantulevaa liikennettä tai takaa tulevaa nopeampaa junaa. Liikennepaikkojen keskinäinen etäisyys, niiden välillä oleva radan suojastustapa, liikennepaikan raiteiden määrä ja raidepituudet määrittävät rataosan kapasiteetin.

4.3 Ratapihat ja liikennepaikat

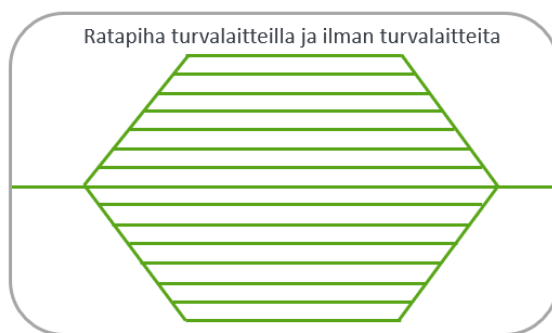
Ratapihat voidaan jaotella neljään osaan ratapihojen ominaisuuksien perusteella. Eri-laisia ratapihoja ovat keskusjärjestelyratapihat, ratapihat turvalaitteilla, ratapihat ilman turvalaitteita sekä linjaliikennepaikat.

Keskusjärjestelyratapiha (kuvio 3) koostuu useasta liikennepaikan osasta. Tavaraliikenteelle oleellisimpia osia ovat tulo- ja lähtöratapiha sekä lajitteluratapiha. Suomessa keskusjärjestelyratapihoja on muun muassa Tampereella ja Kouvolassa. Keskusjärjestelyratapihalla tuloratapihalle tulevat junat ohjataan lajitteluratapihalle, jossa vaunut lajitellaan laskumäen avulla eri raiteille. Laskumäkikäsittelyssä VR-Transpointin ratapihaohjaaja ohjaa vaunut etäohjauksella oikeille raiteille. Lajittelun jälkeen vaunut toimitetaan liikennepaikan asiakkaille tai vaunut jatkavat liikennepaikan lähteviin juniin.



Kuvio 3. Esimerkkikuva keskusjärjestelyratapihasta

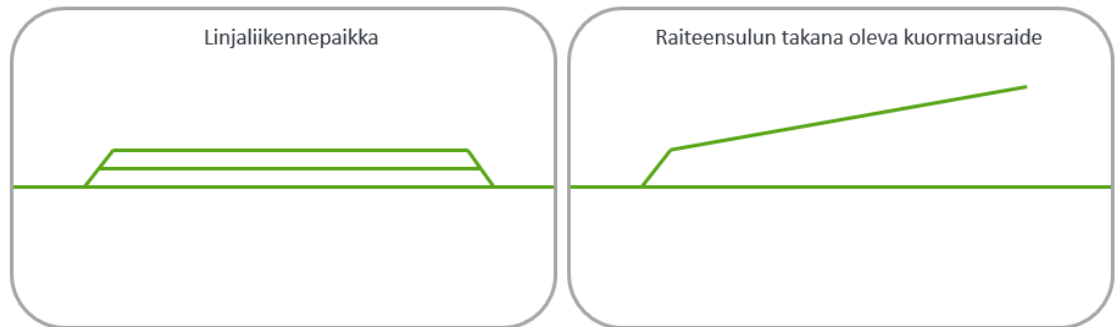
Niillä ratapihoilla, joilla on rataliikenteen turvalaitteita, liikennettä ohjaa Finrailin keskitetty liikenteenohjaus. Ratapihan vaihteet ovat keskitetty ja ne ovat liikenteenohjaajan etäohjaamia. VR-Transpointin ratapihaohjaaja sopii yhteistyössä Finrailin liikenteenohjaajan kanssa raiteiston käytöstä ja vaihtotyötarpeesta. Ratapihoilla, joilla ei ole turvalaitteita, liikennettä ohjaavat puolestaan Finrailin vaihdemiehet. Vaihdemies kääntää vaihteita käsin tai nappia painamalla vaihteen vieressä. Vaihdemies turvaa kulkutiet saapuville ja lähteville junille sekä vaihtotyöyksiköille. Molemmilla ratapihatyypeillä vaunujen lajittelu, asiakkaiden vaihtotyöt ja vaunujen liikuttaminen tehdään pääasiassa dieselveureilla. Kuvion 4 havainnekuvan mukaisesti, turvalaitteiden olemassaolo tai niiden puuttuminen ei vaikuta ratapihan raidejärjestelyihin.



Kuvio 4. Esimerkkikuva ratapihasta turvalaitteilla ja ilman turvalaitteita

Linjaliikennepaikat (kuvio 5) ovat junaliikenteen solmukohtia, joissa väistetään vastaan tulevaa tai takaa tulevaa nopeampaa junaa. Linjaliikennepaikat voivat olla esimerkiksi raakapuuvaunujen kuormaukseen tarkoitettuja liikennepaikkoja. Linjaliikennepaikoilla on yleensä 1–2 sivuraidetta tai raiteensulun takana oleva kuormausraide.

Kuormausraiteelle tai sivuraiteelle tuodaan tyhjät vaunut kuormaukseen ja haetaan täydet vaunut pois.



Kuvio 5. Esimerkkikuva linjaliikennepaikasta ja raiteensulun takana olevasta kuormausraiteesta

4.4 Aikataulu

Aikatauluilla kuvataan liikenteen kulku ja määritellään missä järjestyksessä tietty rataosuus on varattuna junan kulkuun. Aikatauluja suunniteltaessa on huomioitava monia reunaehtoja kuten ratainfrastruktuuriin junaturvallisuuteen ja ratatöihin liittyviä tekijöitä. Aikataulusuunnittelun haasteita ovat yksiraiteinen rataverkko sekä niillä olevat ohituspaikat, niiden etäisyydet ja raidepituudet. Lisäksi rataosan suojustus määrittelee kahden peräkkäisen samaan suuntaan kulkevan junan minimijunavälin.

Rautatieliikenteen aikataulut luodaan graafisina aikatauluina, joilla kuvataan tietyn rataosan suunniteltu liikenne tietyllä ajanjaksolla. Graafiset aikataulut ovat nähtävillä Väyläviraston ylläpitämässä junaliikenteen havainnointijärjestelmässä. Liitteessä 4 on esitetty graafinen aikataulu perjantailta 1.5.2020 kello 07:00 – 15:00 yhteysväliltä Tampere–Jyväskylä

5 Tuotannon tehostaminen lean-työkaluilla

5.1 Lean-filosofian synty

Kiichiro Toyoda perusti Toyota Motor Companyn vuonna 1937 aikomuksenaan rakentaa autoja Japanin paikallismarkkinoille, kun toisen maailman sodan jälkeen Japani jälleenrakensi teollisuuttaan. Toyotan edustajat olivat matkustaneen Amerikkaan etsimään ideoita siitä, kuinka menestyvä autotehdas tulisi rakentaa. Edustajien tutustuessaan autotehtaisiin, he olivat yllättyneitä kuinka suuret varastot ja kuinka paljon valmiita tuotteita joudutaan korjaamaan heti tuotannon jälkeen. Nämä kaksi asiaa olivat suuressa ristiriidassa edustajien omia näkemyksiä vastaan. Toyota päätti rakentaa tuotantojärjestelmänsä asiakaslähtöiseksi, joka poikkesi merkittävästi länsimaisten autotehtaiden toimintaperiaatteista. (Modig & Åhlström 2013, 68.)

Lean-sanaa käytettiin ensimmäisen kerran MIT:n (Massachusetts Institute of Technology) tutkijoiden artikkelissa The Triumph of the Lean Production System vuonna 1988. Tutkimuksessa oli käyty läpi 70 autotehdasta 14 maassa. Toyotan tuottavuus erottui merkittävästi muista. Parempaa tuottavuutta selitti johtamisfilosofia ja konserni, johon tuotantolaitos kuului. Maantieteellinen sijainti tai käytetty teknologia eivät sen sijaan vaikuttaneet tuottavuuteen. Lean-filosofiassa on kyse johtamisjärjestelmästä, mikä sisältää tuotekehityksen, toimittajahallinnan, asiakastuen ja koko yrityksen hallinnon. (Torkkola 2015, 13.)

Toyotan arvot ja periaatteet ohjasivat Toyotan toimintaa jokaisessa toiminnossa. Kaikista tärkein arvo oli keskittyminen asiakkaaseen. Asiakkaan tarpeiden tyydyttäminen oli heille tärkeintä. Saamalla asiakkaan tyytyväiseksi he saivat myös yrityksen kasvamaan. Toyotan tärkein arvo, asiakkaan tarpeiden tyydyttäminen, synnytti kaksi pääperiaatetta Toyotalle. Nämä olivat Jidoka ja Just-In-Time. (Modig ym. 2013, 131–134.)

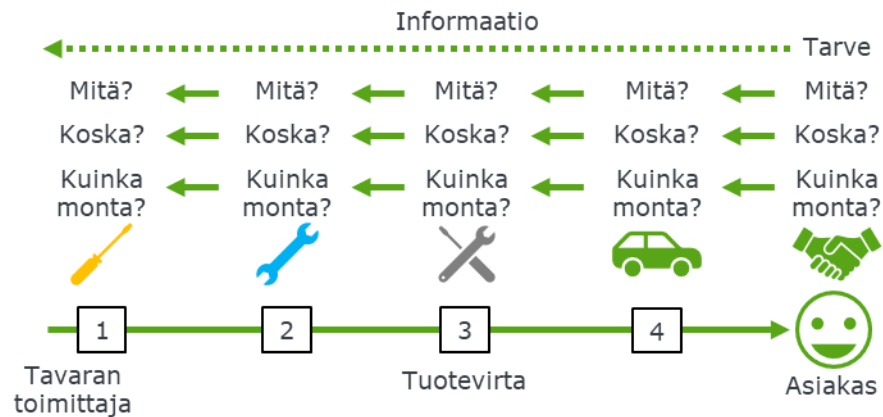
Jidoka keksittiin vuonna 1902, kun Toyotan perustajan isä Sakichi Toyoda keksi tietyn tavan havaita hajonneen langan kankaan valmistusprosessissa, mikä automaattisesti pysäytti kankaan tuotantoprosessin. Keksinnön avulla yksi työntekijä pystyi kontrolloimaan jopa 12 kankaan valmistusta kerralla. Tämän tavan avulla kehitettiin toimintatapa, jolla automaatio pysäyttää tuotannon välittömästi virheen havaittuaan ja

työntekijät pääsevät korjaamaan tuotantoprosessin nopeasti. Kiihciro Toyota otti Jidoka-periaatteen yhdeksi Toyotan tuotannon pääperiaatteeksi. (Chiarini, Baccarani & Mascherpa 2018) Modigin ym. mukaan Jidokalla luodaan näkyvä ja selkeä kuva toiminnasta, jossa pienikin häiriö operaatiossa havaitaan välittömästi ja sitä päästään korjaamaan heti. (Modig ym. 2013, 134.)

Jidokan avulla Toyota kehitti periaatteen ihmisten osallistamisesta ja itseohjautuvuudesta. Tuotantokone voi pysähtyä itsestään, mutta järjestelmä tarvitsee ihmisiä, jotka voivat nopeasti vastata ongelmiin ja selvittää ongelmien juurisyitä. Toyotan tuotantoprosessin yhdeksi pääperiaatteista tuli tiimityöskentely. Tarkoituksena oli pitää kaikki työntekijät yhdessä ja toisten näkyvillä, että he voisivat auttaa toisiaan nopeasti ongelmien esiintyessä. (Chiarini ym. 2018)

Chiarinin ym. mukaan Just-in-time-periaate on Toyotan toinen pääperiaatteista. Sen tarkoituksena on toimittaa tarvittavat osat tuotantoon juuri oikeaan aikaan, poistaa varastot ja valmistaa vain asiakkaiden haluamia tuotteita. Kaikkien valmistusprosessin tuotteiden tilaus perustuu asiakaskysyntään ja jokaisen tuotteen tulisi virrata läpi tuotantoprosessin ilman välivarastointia. (Chiarini ym. 2018)

Toyotalle oli tärkeää tietää mitä, koska ja kuinka monta autoa heidän pitää valmistaa. Toyota käytti niin sanottua veto systeemiä, joka tarkoitti, että autoa ei valmistettu ennen kuin heillä oli autosta asiakastilaus. Toyota näki koko tuotantoprosessin yhtenä virtana, joka sisälsi eri vaiheita tuotannossa. Asiakkaan tekemä tilaus kulki Toyotan tuotannossa vastavirtaan koko tuotannon läpi. Jokaisella vaiheella oli kaksi roolia, sisäinen toimittaja ja sisäinen asiakas. Tuotannon vaihe on toimittaja seuraavalle tuotantovaiheelle ja asiakas edelliselle tuotantovaiheelle. Alla olevassa kuviossa 6 on kuvattu informaatiovirran kulku vastavirtaan tuotannossa. Jokainen tuotannon prosessi tilaa samalla tavalla tuotteita aikaisemmalta tuotantovaiheelta ja toimittaa puolivalmistaa tuotetta seuraavalle tuotannon prosessille. (Modig ym. 2013, 71.)

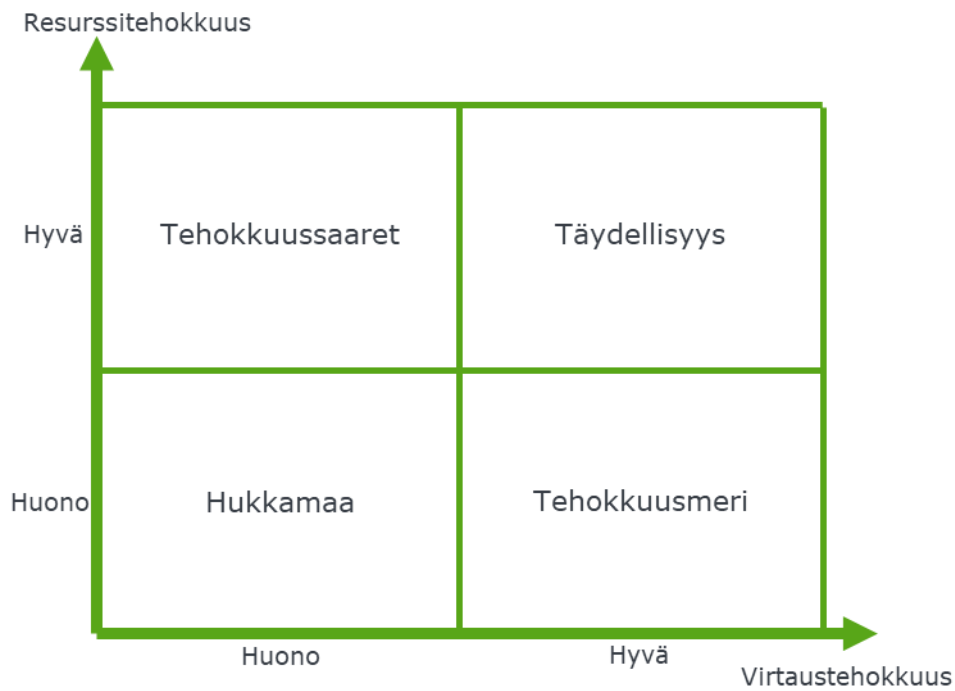


Kuvio 6. Yksinkertaistettu versio Toyotan tuotantoprosessista ja informaatiovirrasta läpi tuotannon (Modig ym. 2013, 71. muokattu)

Jotta voimme ymmärtää, minkä takia Toyota keskittyi tuotannon läpivirtaukseen, tulee ymmärtää Japanissa olleet ongelmat toisen maailman sodan jälkeen. Japanissa oli pulaa raaka-aineista, koska muun muassa kuljetuskustannukset olivat suuret. Japani on saarivaltio ja maa-alueet olivat jo suurelta osin käytössä. Teknologia oli jäljessä erityisesti verrattuna Amerikkaan ja myös taloudelliset resurssit olivat niukat. Pula-aikana piti kehittää uusia tapoja ajatella ja toimia. Vastatakseen näihin haasteisiin Toyota keksi tuotannon läpivirtauksen kehittämisen. (Modig ym. 2013, 69.)

5.2 Tehokkuusmatriisi

Lean-periaatteita määritellään usein monilla eri toiminnan tasoilla. Useat määritelmät on tehty alimmilla tasoilla, joita voidaan hyödyntää vain tietyssä toiminnassa, kuten esimerkiksi Toyotan tuotannon ohjauksessa. Samaa määritelmää voidaan käyttää vain harvoin muilla tasoilla. Modig ym. esittelee tehokkuusmatriisin, jolla voidaan jakaa yrityksen toiminta tai sen osa matriisiesitykseksi. Matriisissa tehokkuus jaetaan kahteen osaan kuvion 7 mukaisesti. Siinä resurssien tehokkuutta tarkastellaan vertikaalisella tasolla ja virtaustehokkuutta horisontaalisella tasolla. (Modig ym. 2013, 97–98.)



Kuvio 7. Tehokkuusmatriisi, joka kuvaa virtaustehokkuutta ja sen suhdetta resurssien tehokkuuteen (Modig ym. 2013, 98 muokattu)

Matriisin vasemmassa yläkulmassatehokkuusaaret kuvaavat prosessien osien tehokkuutta. Tässä tilassa olevat prosessit ovat osa-alueiltaan resurssitehokkaita, mutta niiden virtaustehokkuudessa on vielä kehitettävää. Jokainen prosessin osa optimoi omaa toimintaansa, jotta organisaation resurssit olisivat täydessä käytössä. Osien optimointi vaikuttaa prosessin virtaustehokkuuteen ja kesken prosessin on jonoja ja vä-livarastoja. (Modig ym. 2013, 99.)

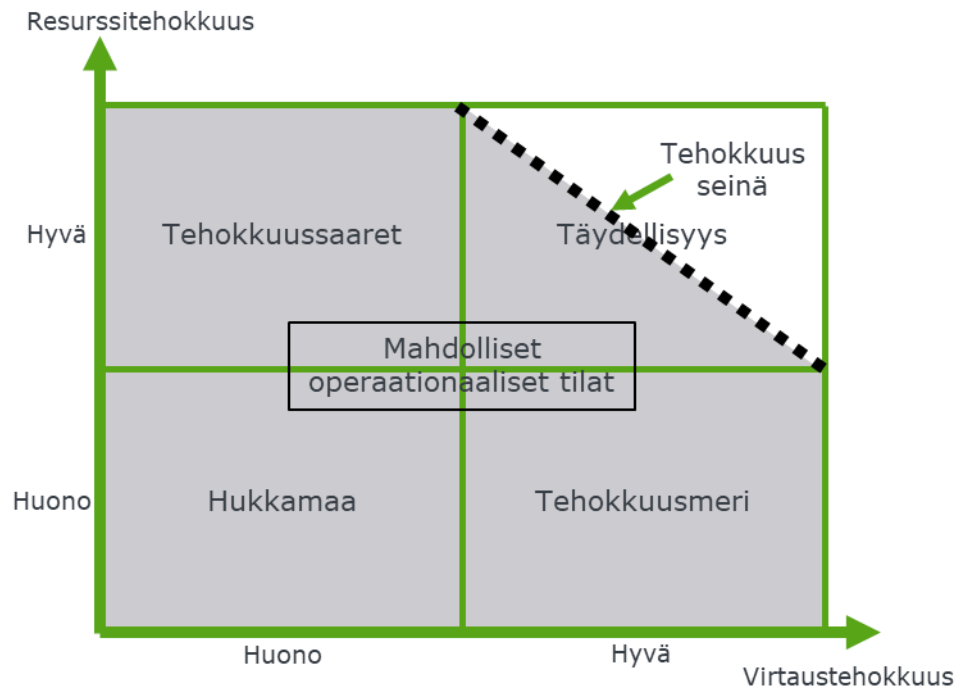
Tehokkuusmeri oikealla alhaalla kuvaa puolestaan prosessin nopeaa läpimenoa, jossa prosessin läpimeno on nopea, mutta resurssien tehokkuus on heikko. Tehokkuusme-ressä olevat prosessit keskittyvät asiakkaan tarpeiden mahdollisimman nopeaan tyydyttämiseen. Jotta prosessi voi olla tehokkuusmeressä, sillä on resurssien käyttö tehotonta ja kapasiteettia on heti valmiina. (Modig ym. 2013, 99.)

Hukkamaalla olevien prosessien resurssitehokkuus ja prosessin läpivirtaus ovat heikkoa. Hukkamaalla tuhlataan resursseja ja prosessin läpivirtaus on siksi hidasta. Tämä tila ei luo mitään lisäarvoa prosessille. (Modig ym. 2013, 99–100.)

Matriisissa oikealla ylhäällä on täydellisyys. Täydellisyydessä yrityksen resurssit ovat tehokkaassa käytössä ja prosessien läpivirtaus on nopeaa. Luonnollisesti jokainen organisaatio pyrkii täydellisyyteen, mutta sinne pääseminen on vaikeata. Täydellisyyden aivan ylimpään oikeaan kulmaan pääseminen on käytännössä mahdotonta, koska prosesseissa on variaatiota ja niiden ennustaminen täysin oikein on todella haastavaa. (Modig ym. 2013, 100.)

Variaatio vaikuttaa resurssien tehokkaaseen käyttöön ja virtaustehokkuuteen. Jotta resurssit olisivat täydessä käytössä, ensiksi yrityksellä tulisi olla tiedossa asiakkaan nykyiset ja tulevat tarpeet. Toiseksi resurssien pitäisi olla täysin joustavia ja luotettavia. Optimitilanteessa resurssien pitäisi olla välittömästi käytettävissä, niiden pitäisi kohdata asiakkaan tarve täysin ja niitä pitäisi olla mahdollista muokata välittömästi asiakkaan tarpeen muuttuessa. Variaatio estää organisaatiota sijoittumasta täydelliseen resurssitehokkuuteen ja täydelliseen virtaustehokkuuteen. (Modig ym. 2013, 100–104.)

Variaatiota aiheuttavat muun muassa kysyntä ja toimitus. Kysynnän ennustaminen täydellisesti on käytännössä mahdotonta, koska organisaatio ei voi tietää täydellisesti asiakkaan nykyistä ja tulevaa tarvetta. Organisaation tulisi tietää mitä, koska ja kuinka paljon kysyntää eri tuotteille on tulevaisuudessa. Vaikka kysyntä voitaisiin ennustaa täydellisesti, tulisi myös toimitusvarmuuden olla täydellistä. Tämä tarkoittaa, että organisaation resurssien tulisi olla täysin joustavia, kapasiteettia ja niiden muotoa voisi säätää tarpeen mukaan sekä resurssien kompetenssin tulisi kohdata kaikki asiakkaan tarpeet. Variaation takia organisaatio ei voi saavuttaa täydellistä resurssitehokkuutta ja virtaustehokkuutta samaan aikaan. Tämän takia tehokkuusmatriisiin muodostuu käytännössä kuvion 8 mukaisesti tehokkuusseinä, jonka yli organisaatio ei pääse. (Modig ym. 2013, 100–104.)



Kuvio 8. Tehokkusmatriisissa oleva tehokkuusseinä, jonka yli organisaatio ei voi päästä variaatiosta johtuen (Modig ym. 2013, 103 muokattu)

Tehokkuusseinän sijoittuminen tehokkusmatriisilla vaihtelee sen mukaan, kuinka paljon on variaatiota organisaation kysynnässä ja toimituksessa. Suuren variaation organisaatiossa on vaikea yhdistää resurssitehokkuutta ja virtaustehokkuutta, jolloin tehokkuusseinä vie suuremman tilan tehokkusmatriisilta. Jos kysynnässä ja toimituksessa on hyvin vähän variaatiota, tehokkuusseinä on pienempi ja se peittää pienemmän pinta-alan tehokkusmatriisista. Organisaatio, jossa on tehokkaat resurssit, mutta virtaustehokkuus on heikko, voi parantaa virtaustehokkuutta järjestämällä resurssit uudelleen. Resurssien uudelleen järjestämisellä resurssit voivat olla yhtä tehokkaat kuin aikaisemmin, mutta virtaustehokkuus ei voi läpäistä tehokkuusseinää, koska variaatio kysynnässä ja toimituksessa estää tehokkuusseinän läpäisyn. Jos virtaustehokkuutta halutaan vielä parantaa, se tarkoittaa resurssitehokkuuden heikentämistä, jolloin organisaatio voi sijoittua mihin tahansa kohtaa tehokkuusseinällä. Variaatio siis määrittelee, kuinka tehokkaat resurssit suhteessa virtaustehokkuuteen voidaan saavuttaa. Organisaation strategiassa tulisikin päättää, mitä kohtaa tehokkuusseinällä organisaatio tavoittelee. (Modig ym. 2013, 104–106.)

5.3 Arvovirtakuvaus

Lean-työkalun yksi metodeista on vähentää prosessien hukkaa, kuten pitkiä läpimeno aikoja, valmistusvikoja sekä materiaalihukkaa. Arvovirtakuvauksessa kuvataan visuaalisesti, missä kohtaa prosesseja hukka syntyy (Chowdhury, Shahriar, Hossen & Mahmud 2017). Hukkaa on kaikenlainen toiminta, joka ei lisää arvoa tuotteeseen tai prosessiin. Arvovirtakuvaus on yleensä johdon, suunnittelun, toimittajien ja asiakkaiden työkalu lisäarvoa tuottamattomien prosessien ja tiedonkulun havaitsemiseen. Sitä käytetään myös strategisessa suunnittelussa ja muutosjohtamisessa. (Dubey & Sai Kumar 2007, 272)

Arvovirtakuvaus kuvaa visuaalisesti materiaalin valmistumisen ja tiedon kulun raaka-aineen saapumisesta tehtaalle sekä kaikki tuotantovaiheet tuotteen valmistuksessa aina valmiin tuotteen lähettämiseen ja vastaanottamiseen saakka (Dubey 2007, 272). Arvovirtakuvaus on laajasti käytetty kehitystyökalu muun muassa tuotantolaitoksen toimintojen tehostamisessa. Tyypillinen arvovirtakuvauksen projekti jaetaan neljään osaan; tuoteperheen valintaan, nykytilan kartoitukseen, tulevaisuuden tilan kartoitukseen sekä toimintasuunnitelman tekemiseen ja implementoituihin. (Schmidtke, D., Heisera, U. & Hinrichsen, O. 2014) Prosessin vaiheet on havainnollistettu kuviossa 9.



Kuvio 9. Neljävaiheinen kuvaus arvovirtakuvaus-projektin etenemisestä (Sunka, A., Kuhlanc, P., Edtmayra, T., & Sihn, W. 2017. 3735 muokattu)

Kuvion 9 mukaisesti, ensimmäisenä tuoteperheen valinnassa rajataan projekti tietyille tuotteille tai tuotantolaitoksen osa-alueelleliian monimutkaisen arvovirtakuvauksen välttämiseksi. Seuravaksi tapahtuvassa nykytilan kartoituksessa kuvataan ja analysoidaan visuaalisesti nykyinen tuotantoprosessi. Tulevaisuuden kartoittamisen vaiheessa kehitetään ja kuvataan visuaalisesti yksi tai useampi mahdollinen haluttu

tulevaisuuden tila. Viimeiseksi tehdään toimintasuunnitelma tulevaisuuden tilan saavuttamiseksi, jossa tulevaisuuden tilan prosessit jaetaan osiin ja ne implementoidaan tuotantoon. (Schmidtkea ym. 2014)

Samaan tuoteperheeseen kuuluvat tuotteet, jotka kulkevat läpi yhteneväisen valmistusprosessin ja sisältävät samoja valmistusosia. Tuoteperheen valinnan jälkeen kirjoitetaan tuoteperhe paperille; kuinka monta erilaista osaa tuotteet sisältävät, kuinka usein asiakas haluaa tuotteita ja kuinka monta. Tuoteperheen valinnasta voidaan luoda myös matriisiasteikko (kuvio 10), jossa toiselle akselille valitaan valmistettavat tuotteet ja toiselle akselille valmistus- ja asennusvaiheet ja tuotteet. (Rother, M & Shook, J. 2003. 6.)

| | | Valmistus- ja asennusvaiheet | | | | | | | |
|----------|---|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| TUOTTEET | A | X | X | X | | X | X | | |
| | B | X | X | X | X | X | X | | |
| | C | X | X | X | | X | X | X | |
| | D | | X | X | X | | | X | X |
| | E | | X | X | X | | | X | X |
| | F | X | | X | | X | X | | |
| | G | X | | X | | X | X | | |

Kuvio 10. Matriisikuvaus tuoteperheen valinnasta (Rother ym. 2003. 6. muokattu)

Nykytilan kartoituksessa kuvataan visuaalisesti tuotteen jokainen valmistusprosessi ja asennusvaihe osien saapumisesta valmiin tuotteen lähettämiseen asti. Kuvauksessa kuvataan tuotteen valmistusprosessit yksinkertaisesti. Rother ym. on luonut kuvat eri prosesseille, mutta niitä voidaan luoda lisää omien tarpeiden mukaan. Uudet kuvat luodaan niin selkeästi, että ne ovat helposti ymmärrettäviä yrityksen sisällä. Rotherin ym. luomat kuvat ovat löytyvät liitteestä 5. (Rother ym. 2003. 13.)

Arvovirtakuvauksen piirtäminen alkaa asiakkaasta ja heidän tilaaman tuotemäärän kuvauksesta. Seuraavaksi kuvataan tuotteen valmistuksessa olevat prosessit, niiden valmistukseen kuluva läpimenoaika, työkoneiden valmistelu-aika tuotteen vaihtuessa,

kuinka monta operaattoria valmistaa tuotetta ja kuinka kauan valmistusprosessi on toiminnassa. Kulunut aika ilmoitetaan sekunneissa. Lisäksi arvovirtakuvaukseen piirretään informaatiovirtoja, tuotteiden kuljetusvirtoja ja työntövirta. Työntövirta tarkoittaa, että prosessi lähettää tuotetta eteenpäin välittämättä seuraavan prosessin hetkisestä tarpeesta. (Rother ym. 2003. 13–28.)

Prosessien alle kuvataan myös aikajana, jossa kuvataan jokaiseen prosessiin ja välivarastointiin kuluva aika, Näin saadaan kuvattua tuotteen läpimeno aika aina raaka-aineen saapumisesta valmiin tuotteen lähettämiseen asiakkaalle. Aikajanaan voidaan lisätä myös lisäarvoa tuottava aika, joka kuvaa prosessissa tuotteen osan valmistukseen menevän ajan. Esimerkki arvovirtakuvauksen nykytilasta on kuvattuna liitteessä 6. (Rother ym. 2003. 30–31.)

Arvovirtakuvauksen nykytilan kartoituksen tavoitteena on havaita hukkaa prosesseissa. Tulevaisuuden tilan kartoituksella tehdään suunnitelma, kuinka havaittu hukka poistetaan prosesseista. Tavoitteena on rakentaa tuotantolaitoksen prosessit, missä jokainen prosessi on liitetty seuraavaan prosessiin joko jatkuvana virtana tai niin sanottuna veto-systeeminä. Jatkuvana virtana prosessi tuottaa koko ajan seuraavan prosessin tarvitsemaa tuotetta ja veto-systeemissä prosessi tuottaa vain sitä, mitä seuraava prosessi tai asiakas tarvitsee juuri sillä hetkellä. (Rother ym. 2003. 57)

Tulevaisuuden tilan kartoittamisen jälkeen tehdään suunnitelma implementoinnille. Tulevaisuuden tila näyttää koko arvovirran raaka-aineen saapumisesta valmiin tuotteen lähettämiseen. Monesti on kuitenkin hyvin vaikea implementoida koko tulevaisuuden tilaa kerralla. Tästä syystä implementointi kannattaa jakaa osiin. Osiin jakamisessa keskitytään rakentamaan jatkuvia virtoja prosessien välillä, eikä vain yhteen tekniikkaan prosessissa. (Rother ym. 2003. 86.)

6 Kehittämistutkimuksen toteutus

6.1 VR-Transpointin tuotanto

VR-Transpointin rautatielogistiikan tuotanto voidaan jakaa kolmeen osaan; suunnittelu, kuljetustenohjaus ja palvelutuotanto. Kaikilla kolmella yksiköllä on tärkeä rooli tavaraliikenteen operoinnin tuotantoketjussa. Suunnittelu suunnittelee liikenteen mallin useaksi viikoksi eteenpäin. Kuljetustenohjaus ohjaa liikennettä, reagoi nopeasti muuttuviin tilanteisiin kuljetuksissa ja valvoo koko liikenteen sujuvuutta. Palvelutuotanto toteuttaa suunnittelun ja kuljetustenohjauksen tuottamaa liikennettä ratapihoilla.

Suunnitteluyksikössä suunnitellaan liikennemalli useaksi viikoksi kerralla. Suunnittelu pohjautuu yleensä asiakkaiden tekemien kysyntäennusteiden pohjalta, joiden mukaan määritellään miehitykset juniin, ratapihoille ja veturien käyttö vastaamaan tehokkaasti asiakkaiden ennakoimia tarpeita. Suunnittelu suunnittelee myös vaunukierron ja laskee tarvittavat vaunumäärät kuljetuksissa.

Kuljetustenohjaus valvoo liikennettä sekä tarvittaessa reagoi ja muuttaa suunnitelmia äkillisesti muuttuvien tilanteiden mukaan. Esimerkiksi kuljettajan sairastuessa kuljetustenohjaus etsii junalle uuden kuljettajan ja ohjaa junan kulun uudelle aikataululle. Kuljetustenohjaus seuraa asiakkaiden tekemiä vaunutilauksia VR-Transpointin vaunutilausjärjestelmässä (VANU) ja määrittelee niiden pohjalta tyhjävaunujen kuljetusmäärät asiakkaille. Palvelutuotanto toteuttaa tämän pohjalta tyhjävaunujen kuljetukset asiakkaille. VANU-järjestelmä on käytössä VR-Transpointin asiakkaila, mihin asiakkaat voivat tehdä rautatiekuljetustilauksia heidän kuljetustarpeisiinsa.

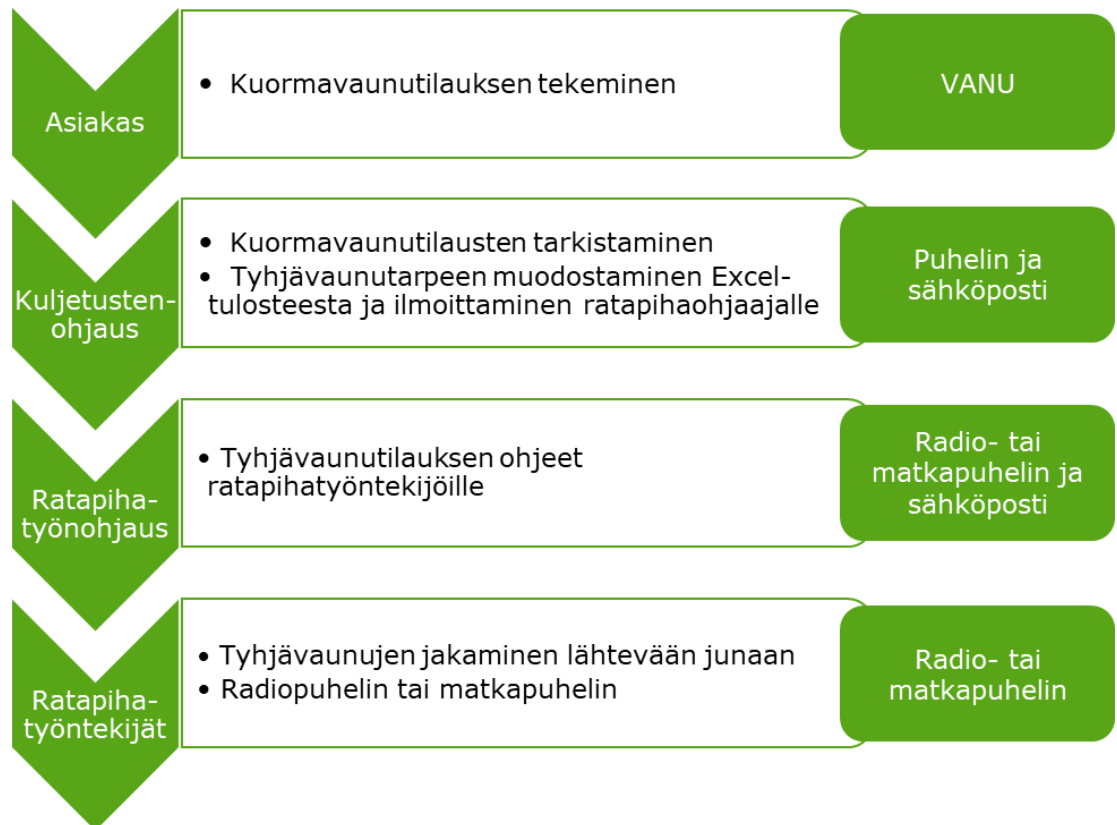
Palvelutuotannossa toteutetaan suunnittelun sekä kuljetustenohjauksen toteuttamaa liikennettä ja jaetaan vaunuja asiakkaille kuljetustenohjauksen ohjeiden mukaisesti. Palvelutuotannossa ratapihaohjaajat ohjaavat ratapihojen toimintoja. Ratapihaohjaajat määrittävät mihin aikaan ja mitä töitä ratapihatyöntekijät tekevät ratapihoilla.

6.2 Tutkimuksen lähtötilanne

Ensisijaisesti kuljetustenohjauksen ohjausvastuulla olevassa tyhjävaunujen ohjautumisessa todettiin olevan ongelmia, koska asiakkaiden vaunutarpeet ja tyhjävaunujen sijainnit eivät aina kohdanneet. Ongelmat korostuivat, kun usean asiakkaan kuljetusmäärät olivat nousussa samaan aikaan ja samanaikaisesti tavaravaunujen kysyntä nousi korkeaksi.

Nykyisen toimintamallin mukaan VR-Transpointin asiakkaat syöttävät tyhjävaunutilauksia VR-Transpointin vaunutilausjärjestelmään (VANU). Vaunutilausjärjestelmästä vaunutilaukset muodostavat kuormavaunutilaukset tuotannonohjausjärjestelmään (RCS) ja suunnittelujärjestelmään (APS). Kuljetustenohjaajat seurasivat kuormavaunutilauksia VANU:sta, tulostivat paperisen tulosteen seuraavien päivien lastaustarpeista asiakkailla ja muodostivat näkemyksen mistä satamasta tai keskusratapihalla tyhjävaunuja lähetetään asiakkaille lastaukseen. Tämän jälkeen kuljetustenohjaajat informoivat ratapihatyönohjaajia tulevista vaunutarpeista puhelimella sekä sähköpostilla. Ratapihaohjaajat kommunikoivat ratapihatyöntekijöiden kanssa radiopuhelimen tai matkapuhelimen välityksellä. Jos vaunuja oli saatavilla yli tarpeiden, asiakkaille syötettiin vaunuja yli heidän tilaamien kuljetusmäärien.

Kuviossa 11 on esitetty tyhjävaunutilauksen tiedonkulku asiakkaalta ratapihalle sekä VR-Transpointilla käytössä olevat järjestelmät ja kommunikointikanavat. Käytännössä tieto tyhjävaunutarpeista ei siirtynyt järjestelmien välillä automaattisesti, vaan tiedon jakaminen tapahtui manuaalisesti puhelimen ja sähköpostin välityksellä.



Kuvio 11. Tyhjävaunutilauksen tiedonkulku asiakkaalta ratapihatyöntekijöille

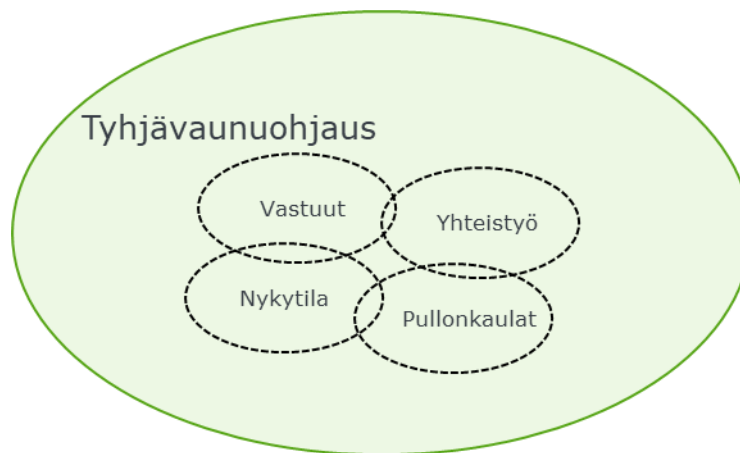
6.2.1 Teemahaastattelut

Tutkimusaineistoa aloitettiin keräämään haastatteleamalla suoraan opinnäytetyön aihepiiriin kytköksissä olevia henkilöitä. Nykytilan kartoituksen yhteydessä haastateltiin yhteensä kymmenen henkilöä tavaraliikenteen suunnittelusta, ratapihaohjauksesta ja kuljetustenohjauksesta. Haastateltavat olivat tavaraliikenteen kokeneita ratapihaohjaajia, kuljetustenohjaajia, suunnittelijoita ja myyntipäällikkö. Haastatteluiden tarkoituksena oli kartoittaa tyhjävaunuohjauksen nykytilaa, sen haasteita ja löytää mahdollisia kehityskohteita.

Haastateltaville ei annettu haastattelukysymyksiä etukäteen tutustuttavaksi, vaan heille oli informoitu vain haastattelun aihe eli tyhjävaunujen ohjauksen kehittäminen. Haastateltavat eivät päässeet etukäteen tutustumaan kysymyksiin. Tällä tavalla voitiin olettaa vastauksien olevan autenttisia mielipiteeseen perustuvia vastauksia. Kysymykset olivat kaikille samat, mutta haastattelun eteneminen ja runko vaihtelivat haastateltavien kesken, mikä on tyypillistä puolistrukturoiduille teemahaastatteluille.

Haastattelut toteutettiin henkilökohtaisesti ja niistä kirjoitettiin muistiinpanot, jotka käytiin haastattelun lopuksi läpi yhdessä haastateltavan kanssa. Haastatteluita ei nauhoitettu, koska haastattelutilanteesta haluttiin saada mahdollisimman luonnollinen ja vastauksista mahdollisimman autenttisia. Ratapihaohjauksen osalta haastatteluja pidettiin eri toimipisteissä, koska tulokseksi haluttiin saada edustava otos maantieteellisesti, ja siten tuloksissa tunnistettua mahdolliset alueelliset erot.

Haastatteluissa kartoitettiin tyhjävaunuohjauksen nykytilaa ja niissä esiintyviä pullonkaloja. Haastatteluissa keskusteltiin alueellisesta tyhjävaunujen ohjautumisesta, niiden nykytilasta ja mahdollisista pullonkaloista kuljetuksen tai tiedonkulun näkökulmasta. Kuviossa 12 on esitetty teemahaastatteluissa käsitellyt ilmiöt tyhjävaunuohjauksen teeman ympärillä.



Kuvio 12. Tyhjävaunuohjauksen teemahaastatteluissa tutkitut ilmiöt

Teemahaastattelut aloitettiin kartoittamalla haastateltavien näkemyksiä nykytilan tyhjävaunuohjauksen prosessista ja vastuista. Tällä saatiin selville mitä eri organisaatioiden vastuisiin oletettiin kuuluvan. Seuraavaksi keskusteltiin kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen vastuista tyhjävaunujen ohjaamisessa. Tällä haettiin avointa keskustelua ja lähtötietoja siitä, mitä kaikkea ohjaajien rooliin kuuluu tyhjävaunuohjauksen prosessien eri vaiheissa. Lisäksi keskusteltiin siitä, kuinka yhteistyö sujuu kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjaajien välillä. Suurimpia haasteita käsiteltäessä selvitettiin, mihin asioihin tulee keskittyä ja mistä prosessin osasta voisimme jatkossa poistaa hukkaa. Lisäksi kartoitettiin mitä asioita suunnittelijat ja ohjaajat haluaisivat

tehdä toisin ja mitä he lähtisivät kehittämään tyhjävaunujen ohjausprosessissa. Teemahaastatteluille tyypillisesti haastatteluissa käsiteltävien teemojen järjestys vaihteli haastateltavan vastausten mukaan. Lisäksi haastatteluteemojen sisällä haastateltaville esitettiin tarpeen mukaan jatkokysymyksiä parhaan mahdollisen kokonaiskuvan saamiseksi.

Haastatteluiden analysointi aloitettiin lukemalla läpi haastattelumateriaalit. Aineisto litteroitiin teema-alueittain, materiaalista laskettiin ilmiöiden esiintymisen määriä ja etsittiin niiden pohjalta säännönmukaisuuksia eri ilmiöissä. Haastattelun analysoinnissa tulivat esille seuraavat asiat.

- Tyhjävaunujen ohjausprosessit ovat hyvin tiedossa kaikilla osapuolilla.
- Tyhjävaunujen ohjausprosessin vastualueet ovat hyvin tiedossa, mutta niiden käytännön toteutumisesta oltiin jokseenkin eri mieltä.
- Runkojunaliikenteessä keskusasemille tulevat tyhjävaunut ohjataan keskusasemalle asti, mistä ne uudelleen ohjataan asiakkaiden lastausasemille.
- Suurimpina haasteina koettiin:
 - Asiat ovat muistinvarassa.
 - Purkupaikoilta vaunujen kuljetukseen palautumisen ennakointi on vaikeaa.
 - Yhteistyön laatu kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen kesken koettiin olevan vaihtelevaa.
- Kehitysehdotuksissa korostuivat kolme asiaa:
 - Keskusasemille saapuvien tyhjäjunien vaunuissa on keskusaseman osoite, kun sen tulisi olla seuraavan lastauspaikan osoite.
 - Yhteistyön tulisi olla tiiviimpää kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen kesken.
 - Tyhjävaunujen ohjaukseen tulisi varata enemmän aikaa tai resursseja.

Haastatteluiden materiaalia ja analysoinnin myötä tunnistettuja keskeisiä tuloksia käytettiin hyväksi kehitysehdotusten laadinnassa ja arvovirtakuvauksen nykytilanteen määrittelyssä.

6.2.2 Havainnointi opinnäytetyössä

Teemahaastatteluiden rinnalle tarvittiin myös havainnointia. Havainnoinnilla voitiin todentaa haastateltavien kertomia asioita havainnoimalla heidän toimintaansa käytännön työtehtävissä. Tutkimuksessa tarvittiin haastatteluiden rinnalle havainnointia, koska tyhjävaunutilanteet muuttuivat nopeasti tehdaspaikkakunnilla. Havainnoinnin

avulla pystyttiin tunnistamaan tyhjävaunukierron prosesseja sekä niihin liittyviä toimintatapoja.

Havainnoinnin lajiksi valikoitui osallistuva havainnointi, koska havainnointi tapahtui ryhmän jäsenenä. Havainnoinnin kohteeksi valikoitui tyhjävaunupilotin vaunuohjauksen tilanteen seuranta, järjestelmien käyttö ja hyödyntäminen sovitusti. Havainnointi ei kuitenkaan ollut täysin strukturoitua, koska havainnoinnin aikana oli jo osittain tiedossa, mihin asioihin tulee kiinnittää huomioita. Lisäksi osa havainnoinnista tapahtui vapaasti varsinaisen havainnointitilanteen ulkopuolella. Strukturoitu osuus havainnoinnista toteutettiin päivittäin Excel-tiedostoon, missä seurattiin asiakkaalla olevien vaunumäärien kehitystä, heidän tekemiään vaunutilauksia ja päivittäisiä kuormauksia.

Havainnointi oli tärkeässä roolissa tyhjävaunupilotin seurannassa ja sen tulosten arvioinnissa. Havainnoinnin avulla pystyttiin reagoimaan tyhjävaunujen ohjautumisen tilaan, löydettiin tyhjävaunupilotin aikana esiin tulleita ongelmia, palautettiin ongelmia takaisin suunnitteluun, poistettiin ongelmia ja testattiin teoriaa uudestaan.

6.2.3 Tyhjävaunuohjauksen pilotointi

Parempaa, nopeampaa ja luotettavampaa tyhjävaunujen ohjausprosessia lähdettiin tavoittelemaan pilotoimalla uutta ohjausmallia tyhjävaunujen ohjaamiseen. Uudessa ohjausmallissa oli keskeisinä tavoitteina seuraavat asiat:

- tarkka ja oikea-aikainen tyhjävaunujen ohjautuminen asiakkaille
- asiakaspaikkakunnilla olevien vaunumäärien pienentäminen
- vaunuvaraston luominen keskusasemalle palvelemaan nopeasti muuttuvia eri asiakkaiden vaunutarpeita.

Pilotoinnissa ohjeistettiin kuljetustenohjaajia ja ratapihaohjaajia toteuttamaan tyhjävaunuohjauksen hallintaa määritellyin tavoin. Uudessa tyhjävaunujen ohjaustavassa kuljetustenohjaajat huomioivat asiakaspaikkakunnilla olevat tyhjävaunut, asiakkaiden tekemät vaunutilaukset ja ratapihaohjaajat seurasivat tiiviisti vaunujen kuormausta.

Lisäksi määriteltiin kommunikointikanavat ja tavoiteltiin vaunuvarasto keskusasemalle. Keskusasemalta voitiin reagoida nopeasti usean asiakkaan äkillisesti muuttuneisiin vaunutarpeisiin.

Pilotoinnin uusi ohjeistus ratapiha- ja kuljetustenohjaajille sisälsi seuraavat asiat:

- Huomioitiin asiakkailla olevat kuorma- ja tyhjävaunumäärät vaunutilauksia käsiteltäessä.
- Ensisijaisesti täytettiin asiakkaiden tekemät tilausmäärät ja toissijaisesti asiakkaalla pidettiin vaunuja sovittujen arvojen välissä.
 - Sovitut arvot olivat:
 - Minimissään 20 prosenttia yli asiakkaan keskimääräisen päivittäisen lähetysmäärän.
 - Maksimissaan 60 prosenttia yli asiakkaan keskimääräisen päivittäisen lähetysmäärän.
- Seurattiin asiakaspaikkakunnalla olevien kuormattujen ja tyhjien vaunujen määrien kehitystä.
- Luotiin strukturoitu tapa kuljetustenohjauksen käyttöön ilmoittaa tyhjävaunutarpeista ratapihaohjaajille.
- Ohjeistettiin ratapihaohjaajia epäselvien tilanteiden selvittämiseen yhdessä kuljetustenohjaajien kanssa. Tällä tavoiteltiin vuorovaikutuksen lisäämistä heidän kesken.
- Tavoiteltiin vaunuvarastoa keskusratapihalle, mistä voitiin reagoida nopeasti usean asiakkaan äkilliseen vaunutarpeen muutokseen.

Asiakkailla pidettävien vaunumäärien minimi ja maksimiarvot päätettiin minimissään 20 prosenttiin ja maksimissa 60 prosenttiin yli keskimääräisen päivittäisen lähetysmäärän. Tällä tavoiteltiin vaunumäärien laskua tehdaspaikkakunnilla, sillä ennen pilotointia vaunuja oli asiakkailla keskimäärin 108 prosenttia yli keskimääräisen lähetysmäärän. Raja-arvojen määrittämisellä pyrittiin välttämään liian suurien vaunumäärien säilyttämistä tehdaspaikkakunnilla, sillä sijainti ei ollut optimaalinen muiden asiakkaiden tarpeiden palvelemiseen nopeasti ja kustannustehokkaasti.

Uudella ohjeistuksella pyrittiin saamaan lisäksi tiedonkulku toimimaan olemassa olevia järjestelmiä hyödyntäen ja samalla minimoimaan puhelimen ja sähköpostin välityksellä jaettu tieto. Kuljetustenohjaajat syöttivät tarvittavat tyhjävaunumäärät tehdaspaikkakunnille lähteviin tyhjäjuniin APS-järjestelmään, mistä tieto kulki automaattisesti RCS-järjestelmään. Ratapihaohjaajat näkivät RCS-järjestelmästä kuljetustenohjaajien syöttämät tarvittavat tyhjävaunumäärät asiakkaan tyhjävaunujunassa ja ohjeistivat tiedon avulla ratapihatyöntekijöitä lisäämään tarvittavat vaunumäärät juniin.

Kuviossa 13 on esitetty uuden ohjausmallin tiedonkulku asiakkaalta ratapihalle sekä käytettävät järjestelmät ja kommunikointikanavat.



Kuvio 13. Tyhjävaunutilauksen tiedonkulun virtaus uudessa ohjeistuksessa

Tyhjävaunuohjauksen pilottiin valittiin mahdollisimman yhtenäiset tyhjävaunuohjausprosessin kohteet. Tällä tavalla varmistettiin pilotin tyhjävaunuprosessi mahdollisimman yhtenäiseksi ja voitiin parhaiten seurata koko alueella kulkevan tyhjävaunuston jakautumista eri lastauspaikkojen kesken. Lisäksi voitiin varmistaa pilotin ohjeiden soveltuvuus eri kohteisiin.

Kuljetusprosessit olivat yhteneväiset seuraavilta osin:

- Kuormavaunujen määräpaikat olivat samoihin satamiin, koska pilottikohteen asiakkaat olivat maantieteellisesti lähellä toisiaan ja satamaa.
- Tyhjävaunusyöttö oli samoista satamista, koska kaikki pilottikohteen asiakkaat toimittivat vaunuja samaan satamaan.
- Asiakkaat käyttivät samaa vaunutyyppiä, koska asiakkaiden valmistamat tuotteet sopivat hyvin samaan vaunukalustoon.
- Kuljetustenohjaus ja ratapihaohjaus tehtiin samasta työpisteestä, koska asiakkaat olivat maantieteellisesti saman kuljetusten- ja ratapihaohjauksen piirissä.

Pilottikohteiden valinnassa käytettiin hyväksi kuviossa 10 esitettyä matriisikuvausta tuoteperheen valintaan. Tarkastelun kohteena olleella tyhjävaunujen syöttöalueella lähes jokainen tyhjävaunu oli tutkimuskohteena, ratapihaohjaus (RPO) ja kuljetustenohjaus (KULO) tehtiin samasta työpisteestä ja asiakkaat toimittivat vaunuja samaan satamaan. Vaunupilotissa voitiin siten testata suunniteltua tyhjävaunujen ohjausmallia useassa lastauspaikassa samaan aikaan. Tietoturvasyistä kuviossa 14 olevat asiakkaat, määräsatomat sekä ratapiha- ja kuljetustenohjauksen sijainnit on muutettu anonymiksi. Samasta syystä myös jatkossa pilottikohteita käsiteltäessä tutkittujen asiakasliikenteiden analysointi on tehty anonyminä.

Tarkastelualueeksi valikoitui SIM-vaunusarjaa käyttävät asiakkaat. SIM-vaunuista oli usein pulaa asiakkailla ja SIM-vaunujen vaunukiertoa haluttiin nopeuttaa. Vaunukieron nopeuttaminen lisää vaunutarjontaa ja kuljetuskapasiteettia.

| Alue ja käytetty vaunusto | | | | | | |
|---------------------------|------------|------------------|------------------|----------------------|-------|--------|
| | Asiakas | Lastaus- alue | Määrä- asemat | Käytetty vaunusto | RPO | KULO |
| Asiakkaat | Asiakas 1 | Alue 1 | A | SIM | RPO 1 | KULO 1 |
| | Asiakas 2 | Alue 1 | A | SIM | RPO 1 | KULO 1 |
| | Asiakas 3 | Alue 1 | A | SIM | RPO 1 | KULO 1 |
| | Asiakas 4 | Alue 1 | A | SIM | RPO 1 | KULO 1 |
| | Asiakas 5 | Alue 1 | A & B | SIM & G | RPO 2 | KULO 1 |
| | Asiakas 6 | Alue 1 | B & C | G | RPO 1 | KULO 1 |
| | Asiakas 7 | Alue 2 | D & E | SIM & G | RPO 3 | KULO 2 |
| | Asiakas 8 | Alue 2 | D | G | RPO 4 | KULO 2 |
| | Asiakas 9 | Alue 2 | D & E | G | RPO 4 | KULO 2 |
| | Asiakas 10 | Alue 2 | E & B | G | RPO 3 | KULO 2 |
| | Asiakas 11 | Alue 1 | C | G | RPO 5 | KULO 1 |

Kuvio 14. Matriisikuvaus tuoteperheen valinnasta

6.3 Tyhjävaunuohjauksen arvovirtakuvaus

Tyhjävaunupilotin jälkeen tehtiin Lean-periaatteiden mukaiset arvovirtakuvaukset tyhjävanujen ohjautumisesta. Arvovirtakuvaus valikoitui tyhjävanukuljetusten nykytilan hahmottamiseksi, sillä arvovirtakuvauksen avulla voidaan kuvata selkeästi ja visuaalisesti missä kohtaa prosessia hukka syntyy. Oli tiedossa, että tyhjävaunutarpeiden selvittäminen ja tiedon kulku VR-Transpointilla käytössä olevilla järjestelmillä sekä työkaluilla oli vaikeaa, joten pullonkaulojen havaitseminen oletettiin olevan helppoa luomalla prosessista visuaalinen kuvaus.

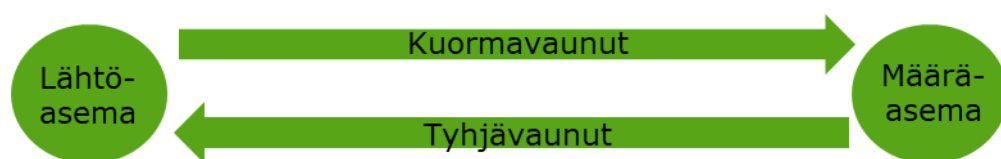
Arvovirtakuvaukset päätettiin tehdä tyhjävanupilotissa määritellystä tyhjävanuohjausprosessista. Arvovirtakuvaukset olivat tarpeen tehdä kahdesta eri näkökulmasta, sillä kuljetusprosessit ovat erilaiset suorissa asiakasjunissa ja runkojunakuljetuksissa. Suorat asiakasjunat lähtevät usein satamista, joista vapautuu tyhjiä vaunuja sataman purkauksesta. Runkojunakuljetuksissa tyhjiä vaunuja toimitetaan useasta vaunun purkupaikasta ja ne kootaan yhteen keskusasemalla ennen asiakkaille toimitusta.

6.3.1 Suorat asiakasjunat

Suorat asiakasjunatoimitukset ovat kuljetuksia, jotka lähtevät asiakkaalta satamaan suorinta mahdollista kuljetusreittiä ja tyhjä vanut toimitetaan samasta satamasta takaisin asiakkaalle ilman välipysähdyksiä. Asiakasjunille on tyypillistä:

- tasaiset junamäärät satamiin ja takaisin
- junassa on vain yhden asiakkaan tuotteita
- tasaiset kuljetusvolyymit ja säännöllinen liikenne.

Suorien asiakasjunien liikenne on yksikertainen malli, jossa vaunusto kiertää tehokkaasti lyhyellä kiertoajalla lähtö- ja määräpaikan välillä (kuvio 15). Osalle asiakkaista on osoitettu oma vaunusto, jolloin vaunuston lastaus- ja purkuajat ovat tarkoin määriteltä.



Kuvio 15. Visuaalinen kuvaus asiakasjunan vaunujen kierrosta määräasemalle ja takaisin asiakkaalle

Tyhjävaunun kuljetusprosessi lähtee asiakkaan tekemästä kuljetustilauksesta VANU-järjestelmään, missä asiakas määrittää milloin tyhjä vanut toimitetaan heille ja koska ne lähtevät kuormassa kohti määräpaikkaa. Asiakas saattaa tehdä tilauksia joka päivä yksi päivä kerrallaan, jolloin tilausmäärät ovat hyvin tarkkoja, mutta toisinaan asiakas tekee tilaukset useaksi viikoksi kerralla ja määrittää vaunumäärän samaksi joka

päivälle. Jos kuljetustilaukset ovat epätarkkoja, tyhjävaunuprosessiin saattaa tulla hukkaa. Taulukossa 4 on esimerkki asiakkaan vaunutilauksesta VANU-järjestelmässä.

Taulukko 4. Esimerkki asiakkaan luomasta vaunutilauksesta VANU-järjestelmässä. Tietoturvasyistä lähtöasema on piilotettu

| Tila | Tyhjät vaunut paikalle | Lähtöpvm ja -aika ▾ | Lähtöasema | Määräasema | Vaunumäärä |
|---------|------------------------|---------------------|------------|------------|------------|
| Tilattu | 29.2.2020 | 1.3.2020 | | Rauma | 25 Sim |

Kun useat asiakkaat ovat tehneet kuljetustilauksia, on operaatiokeskuksen kuljetustenohjaajan aika muodostaa näkemys tarvittavista tyhjävaunumääristä asiakkaittain. Kuljetustenohjaaja laatii Excel-tiedoston kuormavaunutilauksista ja tulostaa paperille kuormavaunutilaukset seuraaville päiville, tarkistaa asiakkailla valmiiksi olevat tyhjävaunumäärät RCS:stä ja päättelee seuraavien päivien tyhjävaunutarpeet asiakkaittain. Kuljetustenohjaaja syöttää tarvittavat tyhjävaunumäärät asiakkaalle kuljetettavan tyhjäjunan huomiokenttään APS:ssä. Taulukossa 5 on nähtävissä esimerkki APS-järjestelmään kirjatusta tyhjävaunutarpeista (Remark-sarake).

Taulukko 5. Esimerkki tyhjävaunutarpeiden näkymisestä APS-järjestelmässä

| Tyy... | Juna | Pvm. | LAS | MAS | Laika | Taika | Ma... | MaxT... | Max... | Regula... | Remark |
|--------|------|---------|-----|-----|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|---------------------------------|
| TA | 3702 | 1.3 su | Rma | Jsk | 0:46 | 5:01 | 1800 | - | 725 | 90 | 6 vt sim jsk, 14 vt sim kla |
| TA | 3702 | 29.2 la | Rma | Jäs | 0:46 | 4:44 | 1800 | - | 725 | 90 | 3vk kla kaoliini, 24 vt sim kla |

Tieto tarvittavista tyhjävaunumääristä kulkeutuu automaattisesti ratapihaohjaajien käyttämään RCS-järjestelmään (taulukko 6), mistä ratapihaohjaajat tarkistavat tarvittavat vaunumäärät asiakkaille lähteviin juniin. He informoivat matka- tai radiopuhelimella vaihtotyönjohtajia tarvittavista vaunumääristä ja vaihtotyönjohtajat lisäävät tyhjävaunut asiakkaille lähteviin juniin. Tässä vaiheessa syntyy hukkaa, kun tietoa jaetaan manuaalisesti ratapihatyöntekijöille ja työt keskeytyvät puhelun ajaksi. Lisäksi tiedon välitys puhelimen kautta lisää virheen mahdollisuutta.

Taulukko 6. Esimerkki tyhjävaunutarpeesta RCS-järjestelmässä Tiedot-sarakkeessa

| Pvm. | Juna | Versio | Lähtöasema | Lähtöaika | Määräasema | Tuloaika | ST | Tiedot |
|-----------|------|--------|------------|--------------------|-------------|--------------------|------|---------------------------------|
| 29.2.2020 | 3702 | 65 | Rauma | 29-02-2020 - 00:46 | Jämsä | 29-02-2020 - 04:44 | Muut | 3vk kla kaoliini, 24 vt sim kla |
| 1.3.2020 | 3702 | 18 | Rauma | 01-03-2020 - 00:46 | Jämsänkoski | 01-03-2020 - 05:01 | Muut | 6 vt sim jsk, 14 vt sim kla |

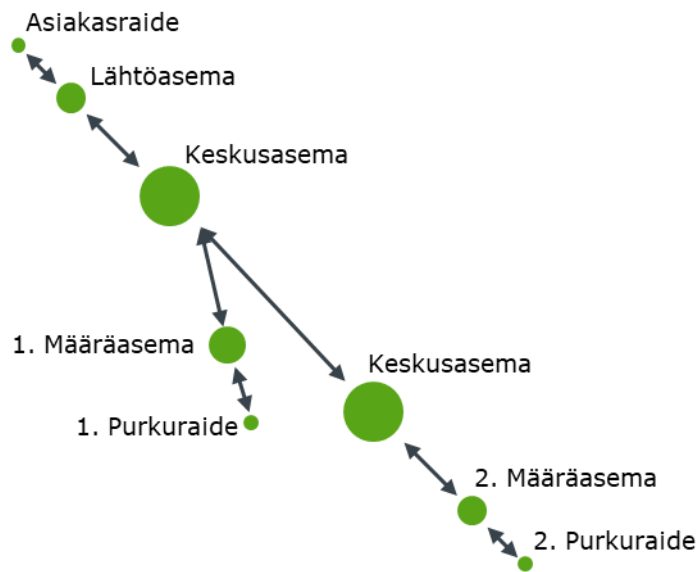
Joissakin tapauksissa tyhjäjunalla syötetään vaunuja kahdelle asiakkaalle, jolloin vastaanottava ratapihahenkilöstö ja ratapihaohjaaja saattaa tehdä junassa kulkevalle tyhjävaunustolle uuden jaon asiakkaiden kesken. Tämä aiheuttaa hukkaa, kun tarvittavat vaunumäärät eivät olleet tiedossa jo tyhjävaunujen jakoprosessin ensimmäisessä vaiheessa.

Arvovirtakuvauksen nykytilan ja tavoitetilan kuvaukset löytyvät liitteistä 7 sekä 8. Arvovirtakuvauksista voidaan havaita hukkaa syntyvän seuraavissa tyhjävaunuohjauksen vaiheissa.

1. Asiakas syöttää kuljetustilauksen 0 pv–1 kk:n ajanjaksolla. Kuljetustilauksen tarkkuus heikkenee mitä pidemmälle kuljetustilaus tehdään ja on suuri todennäköisyys hukan syntymiselle. Tyypillisesti kuljetustilaus on tarkka noin 4 vuorokauden päähän nykyhetkestä.
2. Kuljetustilauksista muodostetaan paperinen tuloste, jonka avulla kuljetustenohjaaja muodostaa näkemyksen seuraavien päivien tyhjävaunutarpeista asiakkailla. Hukkaa syntyy, kun työ on manuaalista työtä, eikä järjestelmistä näe suoraan tarvittavia vaunumääriä asiakkailla.
3. Kuljetustenohjaaja syöttää tyhjävaunutarpeet manuaalisesti satamista lähteviin juniin. Hukkaa syntyy, kun työ on manuaalista työtä.
4. Satama antaa ennusteet kuormavaunujen purkautumisesta. Hukkaa syntyy, kun vaunuille ei ole määriteltä tarkkoja purkuaikoja eikä siksi voida varmasti tietää, millä aikataululla ja kuinka paljon satama purkaa vaunuja satamaan saapuvasta junasta.
5. Ratapihaohjaaja informoi lähtevien junien vaunutarpeet matka- tai radiopuhelimella ratapihatyöntekijöille. Hukkaa syntyy, kun työt keskeytyvät puhelun ajaksi.
6. Joissakin tapauksissa vastaanottava ratapihahenkilöstö ja ratapihaohjaaja jakavat vaunuston uusiksi ennen junan määräpaikkaan saapumista. Hukkaa syntyy, kun vaunuston jako tehdään kahteen kertaan.

6.3.2 Runkojunakuljetukset

Runkojunakuljetukset ovat kuljetuksia, jotka lähtevät asiakkaalta tai purkupaikasta keskusasemalle. Keskusasemalla junan vaunusto jaetaan seuraavien määräpaikkojen mukaan useaan eri junaan. Yksi kuljetus saattaa kulkea usean keskusaseaman kautta ennen kuin se on saavuttanut määräpaikkansa. Kuviossa 16 on havainnollistettu runkojunakuljetuksen vaunujen kiertoa. Runkojunakuljetuksille on tyypillistä säännöllinen liikenne, mutta samalla volyymien suuret vaihtelut. Runkojunissa kuljetetaan usean asiakkaan tuotteita samaan aikaan.



Kuvio 16. Visuaalinen kuvaus runkojunakuljetuksen vaunujen kierrosta purkupaikkoihin ja takaisin

Runkojunakuljetuksissa asiakkaat tekevät kuljetustilaukset samalla tavalla kuin asiakasjunakuljetuksissa, mutta jokaiselle eri määräpaikkaan menevälle kuljetukselle tehdään oma kuljetustilaus ja määritellään tyhjävaunujen toimituspäivä (taulukko 7). Kuljetustilauksissa hukan laatu on sama kuin asiakasjunatoimituksissa, eli tilauksen tarkkuus saattaa aiheuttaa hukkaa toimitukselle.

Taulukko 7. Esimerkki runkojunakuljetuksen kuljetustilauksesta. Tietoturvasyistä lähtöasema on piilotettu

| Tila | Tyhjät vaunut paikalle | Lähtöpvm ja -aika ▾ | Lähtöasema | Määräasema | Vaunumäärä |
|---------|------------------------|---------------------|--------------|------------|------------|
| Tilattu | 29.2.2020 | 1.3.2020 | [Piilotettu] | Hovinsaari | 14 Gbln |
| Tilattu | 29.2.2020 | 1.3.2020 | [Piilotettu] | Kouvola | 3 Gbln |
| Tilattu | 29.2.2020 | 1.3.2020 | [Piilotettu] | Vuosaari | 5 Gbln |

Operaatiokeskuksen kuljetustenohjaaja tarkistaa kuljetustilaukset ja muodostaa tyhjävaunutarpeet samalla prosessilla kuin asiakasjunissa, mutta hän syöttää APS-järjestelmässä tyhjävaunutarpeet usein vain keskusasemalta asiakkaalle kulkevaan ju-

naan. Satamista keskusasemille kulkeviin juniin on syötetty tyhjävaunuille keskusase-
man osoite, josta ne jaetaan myöhemmin asiakkaille lähteviin juniin. Tässä vaiheessa
syntyy uudenlaista hukkaa, kun tyhjävaunuille syötetään kahteen kertaan määräpai-
kan osoite. Taulukossa 8 on nähtävissä esimerkki runkojunakuljetuksen tyhjävau-
nutarpeiden kirjauksista APS-järjestelmässä (Remark-sarake). Tiedonvälitys kuljetus-
tenohjauksesta ratapihaohjaukselle ja edelleen ratapihatyöntekijöille on identtinen
asiakasjunatoimituksien kanssa.

Taulukko 8. Esimerkki tyhjävaunutarpeen ilmoittamisesta runkojunakuljetuksissa

| Tyy... | Juna | Pvm. | LAS | MAS | Laika | Taika | Ma... | MaxT... | Max... | Regula... | Remark |
|--------|------|---------|-----|------|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|----------------------------------------------|
| T | 3726 | 26.2 ke | Rma | Tpet | 2:38 | 5:54 | 1800 | - | 725 | 80 | 32 g/sim vt tpe jakoon |
| T | 3716 | 26.2 ke | Rma | Tpet | 16:49 | 19:25 | 1800 | - | 725 | 80 | g/sim vt tpe jakoon + 5 vt vna, + vt:x:t |
| T | 3716 | 28.2 pe | Rma | Tpet | 16:49 | 19:04 | 1800 | - | 725 | 80 | 22 vt sp tpe |
| T | 3732 | 28.2 pe | Rma | Tpet | 19:15 | 22:09 | 1800 | - | 725 | 80 | 23 vt sp tpe, 10 vk rma-krn, >tpet-rit 58732 |
| T | 3716 | 29.2 la | Rma | Tpet | 16:49 | 19:25 | 1800 | - | 725 | 80 | xx vt sim/g/8 sp pri |

| Tyy... | Juna | Pvm. | LAS | MAS | Laika | Taika | Ma... | MaxT... | Max... | Regula... | Remark |
|--------|------|---------|-----|-----|-------|-------|-------|---------|--------|-----------|-------------------------------------------------|
| TL | 3660 | 25.2 ti | Vka | TI | 13:56 | 14:50 | 1800 | - | 690 | 80 | 3084>alh-vi 680tn/145m, äki-vi n. 800tn/260m |
| TL | 3660 | 26.2 ke | Vka | TI | 13:56 | 14:50 | 1800 | - | 690 | 80 | alh-vi 691tn/145m,äki-vi 264tn/98m |
| TL | 3660 | 27.2 to | Vka | TI | 13:56 | 14:09 | 1800 | - | 690 | 80 | 10 sim vt + khl-vi 6vk |
| TL | 3660 | 28.2 pe | Vka | TI | 13:56 | 14:50 | 1800 | - | 690 | 80 | 3084> alh-vi 1279t/271m +kap-vi 433t/108m |
| TL | 3660 | 29.2 la | Vka | TI | 13:56 | 14:50 | 1800 | - | 690 | 80 | 58084> 1279tn alh-vi, 10 vt sim vi, 4 vk kap-vi |

Arvovirtakuvauksen nykytilan ja tavoitetilan kuvaukset löytyvät liitteistä 9 ja 10. Run-
kojunakuljetuksissa on paljon samaa hukkaa kuin asiakasjunatoimituksissa, mutta
näiden lisäksi havaittiin hukkaa syntyvän seuraavissa vaiheissa:

1. Kuljetustenohjaaja syöttää tyhjävaunutarpeet APS-järjestelmään kahteen ker-
taan, satamasta keskusasemalle ja keskusasemalta asiakkaalle lähteviin juniin.
2. Tyhjävanut jaetaan kahteen kertaan ratapihaohjaajan toimesta; ensiksi kes-
kusasemalle ja toisella kertaa asiakkaalle.

Runkojuna- ja asiakasjunatoimituksissa havaittiin olevan samat hukat seuraavissa
prosesseissa:

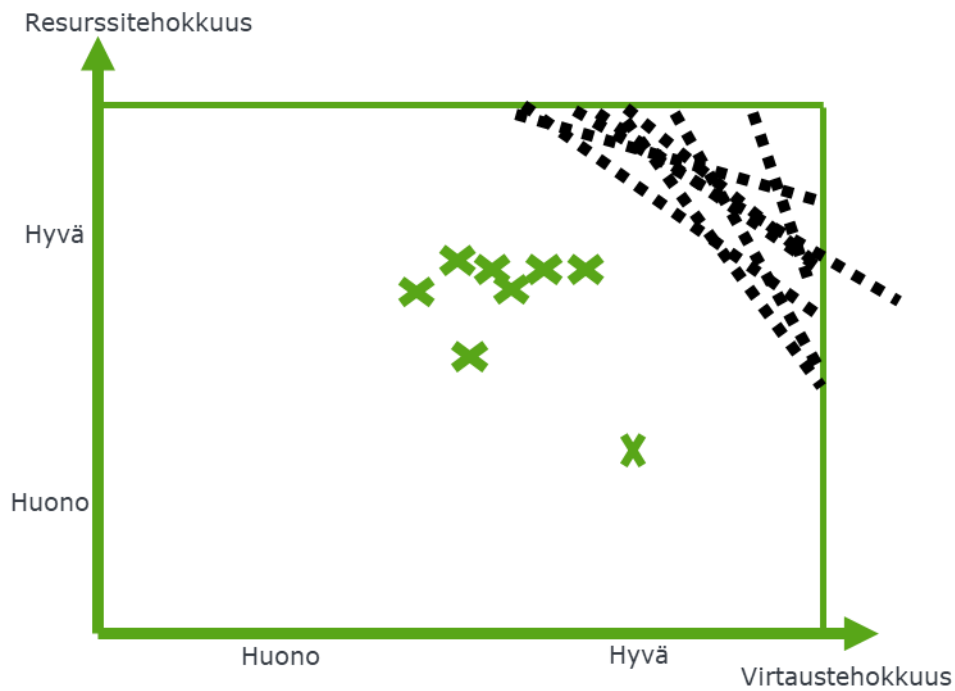
1. Asiakkaiden tekemät tilaukset saattavat olla useaksi viikoksi kerralla, jolloin
tilaustarkkuus on huono.
2. Kuljetustilauksista muodostetaan paperinen tuloste molemmissa kuljetus-
muodoissa ja sen perusteella määritellään tyhjävaunutarpeet asiakkaille.
3. Satamien antamat purkuennusteet voivat olla epätarkkoja.
4. Ratapihaohjaajan ja ratapihatyöntekijöiden välinen tiedonjako tyhjävaunutar-
peista tapahtuu puhelimitse, jolloin muu työskentely keskeytyy.

6.4 Tyhjävanuohjauksen tehokkuusmatriisi

Tyhjävanuohjauksen tehokkuutta arvioitaessa toteutettiin arviointitehtävä kymmenelle henkilölle kuljetustenohjaustiimistä ja annettiin heille tehtäväksi täyttää oma näkemyksensä tyhjävanuohjauksen prosessin tehokkuusmatriisista. Tehtävään osallistuivat 9 kuljetustenohjaajaa sekä heidän esimiehensä. Tehtävään osallistuneista osa osallistui myös nykytilan kartoituksen yhteydessä toteutettuihin teemahaastatteluihin. Kuljetustenohjaustiimissä on yhteensä 12 henkilöä esimies mukaan luettuna, joten arviointitehtävän kattavuus oli 83,3 prosenttia koko joukosta. Kaksi henkilöä ei palauttanut tehokkuusmatriisin tehtävää, joten vastauksia saatiin yhteensä 8 kappaletta ja tämä edustaa 66,7 prosenttia koko joukosta.

Tehtävän aluksi käytiin läpi tehokkuusmatriisin teoria, koska haluttiin varmistaa osallistujien ymmärtävän tehokkuusmatriisin tarkoitus ja että he osaisivat täyttää tehokkuusmatriisille tyhjävanuohjauksen nykytilan sekä tehokkuusseinän. Teoriaosuuden jälkeen sovittiin, että osallistujat täyttävät tehokkuusmatriisin itsenäisesti ja kommentoivat tyhjävanuohjauksen nykytilaa.

Kuviossa 17 on kuljetustenohjaajien täyttämät tyhjävanuohjauksen operationaaliset tilat koottuna yhteen tehokkuusmatriisiin. Kuuden vastaajan mielestä tyhjävanuohjauksen nykytila on hyvällä tasolla ja vastaukset asettuivat täydellisyyden puolelle. Yhden vastaajan mielestä resurssit ovat hyvät, mutta virtaustehokkuus on huono ja yhden vastaajan mielestä tyhjävanuohjauksen tila on toisin päin, eli vaunut kiertävät hyvin vaikka resurssit ovat huonot.



Kuvio 17. Kuljetustenohjaajien vastaukset tyhjävaunuohjauksen operationaalista tilasta tehokkuusmatriisilla

Tehokkuusseinän arvioinneissa seinä asettui suurelta osin täydellisyden puolelle, eli parhaimmassa tapauksessa ja tyhjävaunuohjausprosessin variaatiosta huolimatta tyhjävaunuohjauksen operationaaliset tilat on mahdollista saavuttaa täydellisyden puolella. Kuitenkin vastauksista voidaan nähdä, että tämän hetken tyhjävaunuohjauksen tila ja tehokkuusseinät eivät ole päällekkäin. Tämä tarkoittaa, että kuljetustenohjaajat näkevät tyhjävaunuohjauksessa potentiaalia parannukselle.

Tehtävän yhteydessä kuljetustenohjaajat saivat kommentoida vapaasti tyhjävaunuohjauksen nykytilaa ja kommenttien perusteella voitiin havaita kolme kehityskohtetta. Nämä kehityskohteet olivat purkuennusteet, käytettävät järjestelmät ja tyhjävaunuohjauksen resurssit.

Vaunuston purkautumisesta ei saada tarpeeksi tarkkaa tietoa ja purkuasemilta lähtevien tyhjäjunien vaunumäärien ennustaminen on vaikeaa. Purkuasemat ovat yleensä satamia, joissa on epätasaiset resurssit. Viikonloppuisin vaunujen purku ei ole yhtä nopeaa kuin arkena. Lisäksi satamassa lastattavien laivojen määrät vaihtelevat, jol-

loin vaunujen purkuresursseja saattaa olla siirretty laivan lastaukseen. Vaunun purkajien kanssa tulisi olla sopimukset, joiden avulla heidät olisi sitoutettu purkamaan vaunut tiettyä ajankohtana tai tiettyjen aikaraamien sisällä.

Kuljetustenohjaajien näkemyksen mukaan järjestelmissä koettiin olevan myös parannettavaa, sillä niistä ei saada tarpeeksi hyvin kokonaiskuvaa missä tyhjävaunuja on saatavilla ja mihin vaunuja tulisi seuraavaksi viedä lastaukseen. Toisaalta yhden vastaajan mielestä tulostettava paperi tyhjävaunutarpeista asiakkailta oli hyvä tapa tarkistaa tyhjävaunutarpeet.

Myös tyhjävaunuohjauksen resursseissa koettiin olevan hieman parannettavaa, vaikka usean vastaajan mielestä kuljetusten ohjaus toimii hyvin. Vastaajien mielestä tyhjävaunuohjauksen haasteet painottuvat tietyille maantieteelliselle alueelle, koska siellä liikennetilanteet vaihtelevat erityisen paljon, ja siellä joudutaan tekemään paljon viime hetken junamuutoksia. Viime hetken junamuutokset aiheuttavat kiirettä ja tyhjävaunujen ohjaukselle ei jää aikaa. Kiireellisiä tilanteita helpottamaan toivottiin lisäresursseja, mutta käytännön toteutus lisäresursointiin voi olla vaikeaa, koska kiiretilanteet voivat syntyä arvaamatta.

Vaunuston purkautumisen ennusteet ja tyhjävaunuohjauksen resurssihaasteet olivat ennakoitavissa olevia vastauksia tutkijalle, mutta ennako-oletuksena oli, että järjestelmien sopimattomuus tyhjävaunujen ohjaamiseen olisi korostunut enemmän kuljetustenohjaajien vastauksissa. Parantamalla tyhjävaunuohjauksen järjestelmiä saadaan parempi tilannekuva tyhjävaunutilauksista ja tehtyä nopeampia päätöksiä tyhjävaunujen ohjaamisesta. Tämä vapauttaa tilaa muille töille ja kiiretilanteissa on enemmän aikaa keskittyä yllättäen muuttuvan junaliikenteen hallintaan.

7 Tulokset

7.1 Tyhjävaunuohjauksen pilotti

Tyhjävaunuohjauksen havainnoinnin yhteydessä huomattiin, että tilatut vaunumäärät ja lastatut vaunumäärät vaihtelivat paljon. Toisinaan asiakkaan tekemä iso vaunutilaus ei toteutunut ja lastauspaikkakunnalle jäi vaunuja odottamaan seuraavien päivien lastauksia. Kuljetustenohjauksella ei ollut tietoa vajaasta kuormausmäärästä ja he toimittivat lastauspaikkakunnalle vaunuja normaalisti seuraavan vuorokauden tilauksen mukaan. Tyhjävaunuja kasautui lastauspaikkakunnalle ja tyhjävaunumäärien tasoittaminen sovittuihin rajoihin kesti muutaman vuorokauden.

Toisinaan asiakkaat lastasivat vaunuja yli tilatun vaunumäärän. Kuljetustenohjaajat eivät voineet reagoida suureen lastausmäärään lisäämällä tyhjävaunujunaan ylimääräisiä vaunuja, koska saman vuorokauden tyhjävaunutoimitus oli jo kuljetuksessa asiakkaalle ennen kuin tieto suuresta kuormausmäärästä oli tavoittanut kuljetustenohjaajat. Tämä saattoi aiheuttaa vaunupulaa asiakkaan seuraavan vuorokauden lähtykseen.

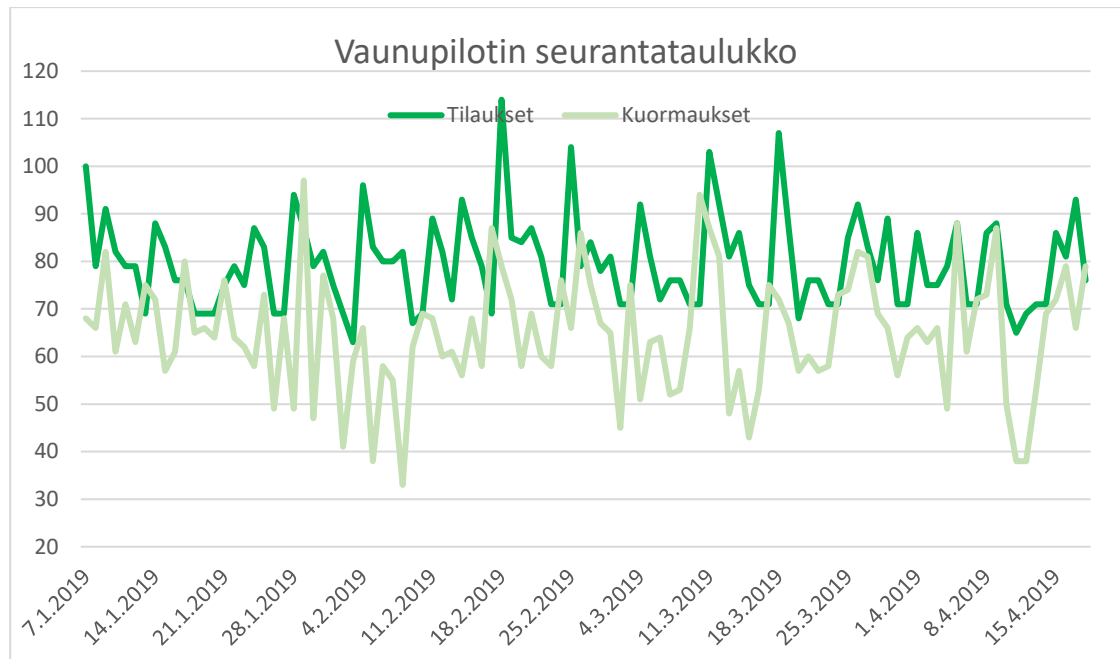
Yllä kuvatut yli- ja alilastaustapaukset kertovat aktiivisen lastauksen seurannan puuttumisesta. Asiakkaan lastauksien seuranta olisi mahdollista, koska asiakkaan lastattaessa vaunun täyteen, vaunusta lähtee sanomatiedot sekä rahtikirja VR-Transpointin RCS-järjestelmään, vaunu yhdistyy asiakkaan tekemään tilaukseen ja status muuttuu tyhjästä vaunusta kuormavaunuksi. Taulukossa 9 on esimerkki vaunun statusmuutumisesta tyhjästä vaunusta kuormavaunuksi RCS-järjestelmässä. Kello 07:06 vaunu on viety asiakkaan lastausraiteelle ja kello 09:02 vaunusta on saapunut kuormausanomat.

Taulukko 9. Esimerkki vaunun statusmuutumisesta tyhjästä kuormavaunuksi

| Event datetime | Asema | Mistä | Mihin | A/H... | Tapahtumatyyppi | Ta... | Hu... | Par... | Tilaus | Vaunustatus |
|----------------|-------|--------|--------|--------|--------------------------|-------|-------|--------|--------|-------------|
| | | 1A0101 | | N | | | | | | KR/ / _ |
| 31-03 09:02 | | 1A0101 | 1A0101 | H | Yhdistyminen tilaukselle | | | | | KR/ / _ |
| 31-03 07:06 | | 1C0105 | 1A0101 | H | Liike/Siirto | | | | | T / / _ |

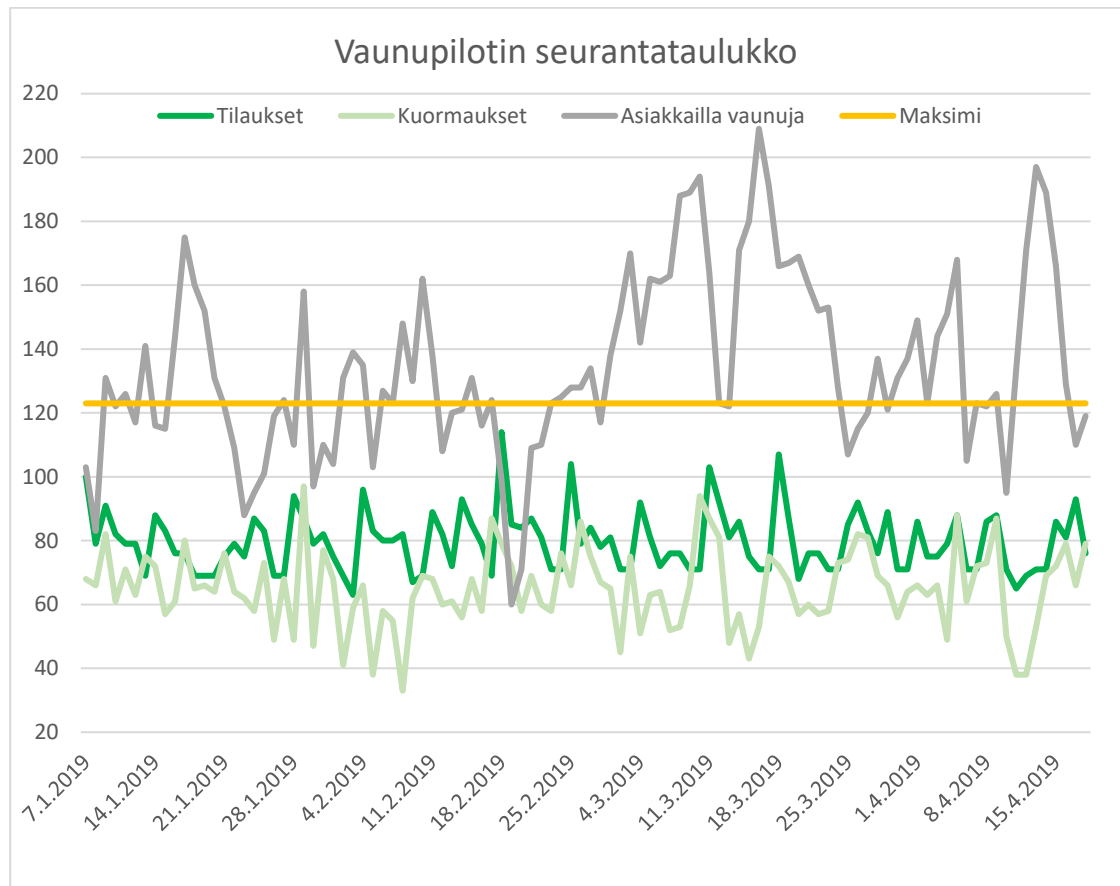
Vaunupilotin aikana lähes joka päivä asiakkaiden tekemät vaunutilaukset ylittivät kuormausmäärät. Tämä käy ilmi kuviossa 18 esitetyistä vaunupilotin vaunujen tilaus-

ja kuormausmääristä aikavälillä 7.1.–18.4.2019. Helmikuun alussa esiintyneet pienet kuormausmäärät johtuivat rautatieradan kunnossapitäjän ongelmista radan huollossa, mistä syystä tavaraliikennettä ei voitu ajaa normaalisti. Jos asiakkaiden vaunutilaustarkkuus paransi, olisi mahdollista parantaa vaunukiertoa pienentämällä asiakkailla pidettäviä vaunumääriä.



Kuvio 18. Vaunupilotin aikana tehdyt päivittäiset tyhjävaunutilaukset ja asiakkaiden kuormausmäärät

Havainnoinnin avulla pystyttiin reagoimaan tyhjävaunujen ohjautumisen tilaan, löydettiin tyhjävaunupilotin aikana esiin tulleita ongelmia, palautettiin ongelmia takaisin suunnitteluun, poistettiin ongelmia ja testattiin teoriaa uudestaan. Havainnoinnin huomioiden myötä vaunupilotin aikana päätettiin luopua pilotin alussa asetetusta asiakkailla pidettävien vaunujen miniarvosta. Uudeksi minimiksi otettiin käyttöön asiakkaan tekemä vaunutilaus. Minimiarvosta päätettiin luopua, koska niukassa vaunutarjontatilanteessa ei haluttu ylimitoittaa vaunutoimitusta asiakkaille. Maksimiarvo pidettiin edelleen 60 prosentissa yli keskimääräisen lähetysmäärän. Kun kuvion 18 toteumatietoihin lisätään vaunupilotin maksimiarvot ja asiakkailla olleet vaunumäärät, nähdään kuviosta 19 kuinka vaunumäärät olivat usein yli maksimiarvon ja asiakkaiden tekemien vaunutilauksien.



Kuvio 19. Vaunupilotin aikana tehdyt tilaukset, kuormaukset, asiakkailla olevat vaunumäärät ja maksimiarvo

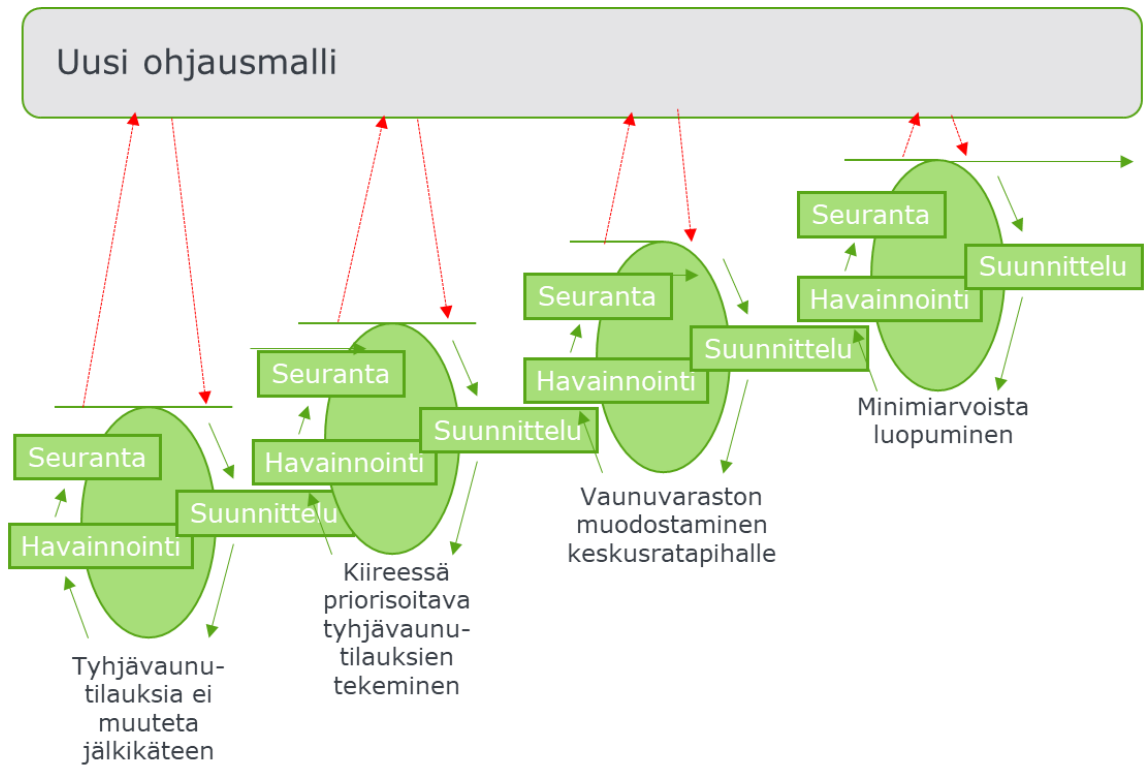
Maksimimäärän ylittäneitä vaunumääriä ei onnistuttu laskemaan ja tyhjävaunupilotin aikana asiakkailla oli vaunuja keskimäärin 107 prosenttia yli keskimääräisen lähetyserän koon. Ennen tyhjävaunupilottia vaunuja oli asiakkailla keskimäärin 108 prosenttia yli keskimääräisen lähetyserän koon. Tilanne pysyi siis ennallaan toteutetusta pilotista huolimatta.

Vaunuseurantaa tehtiin joka arkipäivä ja raportoitiin kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen esimiehille, mutta siitä huolimatta vaunumäärät olivat usein yli sovittujen arvojen. Kuljetusten ohjaajat eivät ottaneet huomioon kuinka paljon lastauspaikkakunnalla oli jo valmiiksi vaunuja ja tämä johti liian suureen tyhjävaunutoimitukseen asiakkaalle. Käytännössä ohjeistaminen ja kommunikaatio eivät toimineet kaikilta osin hyvin esimiesten, kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen kesken.

Keskusasemalla pidettävä vaunuvarasto oli käytössä yhteensä kahdeksana päivänä. Kun vaunuvarasto oli käytössä, sitä saatiin hyödynnettyä hyvin kiireellisiin lastaustarpeisiin asiakkailta. Vaunuvaraston toteutukseen vaikutti myös radan kunnossapitäjän ongelmat radan huollossa, jonka takia keskusratapihalla ei ollut kaikki mahdolliset raitteet liikennöitävissä koko seurannan ajan. Siten keskusratapihalta ei voitu jatkuvasti varata raidetta tyhjille vaunuille. Osaltaan tällä saattoi olla vaikutusta asiakkailta pidettyjen vaunujen suuriin määriin.

Pilotoinnin aikana seurattiin myös kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen yhteistyön toimivuutta. Alussa huomattiin, että kuljetustenohjaajien informoimat tyhjävaunutarpeet järjestelmissä muutettiin myöhemmin täysin vastaaviksi toimitetuiksi tyhjävaunumääriksi. Tämä vaikeutti havainnointia, sillä tyhjävaunujunat lähtivät usein toimistotyön ulkopuolella. Asia korjattiin heti kun se havaittiin, eikä vastaavaa huomattu enää myöhemmässä vaiheessa.

Pilotin aikana huomattiin myös, että kun kuljetustenohjaajilla on kiire, he joutuivat priorisoimaan tekemiään asioita ja tyhjävaunuohjausta ei käytännössä ehditty tehdä. Kuten kuvioista 20 huomataan, tyhjävaunujen ohjausprosessissa lähennyttiin uutta ohjausmallia, mutta käytännössä ohjausmallia ei saatu täysin käytäntöön pilotoinnin aikana. Suurimmat ongelmat olivat kommunikaatiossa, sillä kiireen vallitessa kuljetustenohjaajat eivät ehtineet keskittymään tyhjävaunutoimituksiin ja kommunikatio ratapihaohjauksen kanssa jäi tekemättä. Päivittäisen seurannan ja raportoinnin avulla vaunumääriin olisi voitu puuttua nopeasti, mutta jostain syystä asiasta jaettu tieto ei jalkautunut käytäntöön ja vaunumäärien tilanteeseen ei puututtu tarvittavan hyvin. Päivittäiseen johtamiseen tulisi keskittyä enemmän, jotta kiintyneistä toimintatavoista päästään eroon ja ongelmakohdat saadaan korjattua nopeasti.



Kuvio 20. Tutkimuksen aikana tehdyt interventiot ja toiminnan lähestyminen kohti soveltua ohjausmallia

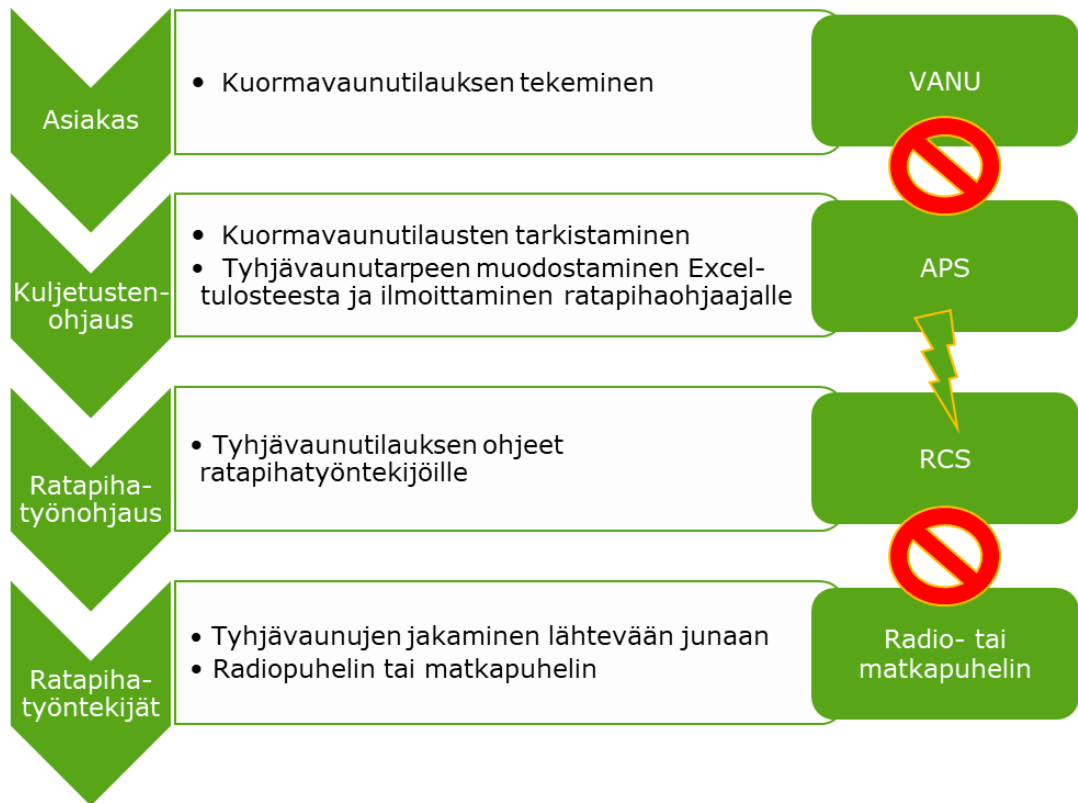
Yhteenvedona voidaan todeta tyhjävaunuohjauksen pilotin aikana havaitut korjaustoimenpiteiden lähentyneen tyhjävaunuohjauksen uutta mallia, mutta täysin tavoitteita vastaavaksi sitä ei saatu. Jatkokehittämiseen tulisi ottaa mukaan seuraavia asioita.

1. Vaunutilauksien tarkkuuden parantaminen. Vaunutilauksia ei saisi tehdä useaksi viikoksi kerralla, jos tuotannosta ei ole tarkkaa tietoa.
2. Asiakkaalla olevien vaunujen seuranta. Vaunumääriä kuormassa ja tyhjänä asiakkaalla tulisi seurata tiiviimmin, jotta voitaisiin reagoida todellisiin tyhjävaunutarpeisiin nopeammin.
3. Pysyvä vaunuvarastoraide keskusasemalle. Vaunupankista oli pilotin aikana suuri hyöty, kun purkausasemalta ei vapautunut vaunuja jokaisen asiakkaan tarpeiksi.
4. Kommunikointi ja seuranta. Avoin kommunikointi kuljetustenhjauksen ja ratapihaohjauksen kesken. Esimiesten osalta poikkeamiin puuttuminen ja toimenpiteiden seuranta.

7.2 Tyhjävaunuohjauksen prosessit

Kuviosta 11 nähdään, kuinka tyhjävaunuohjauksen prosessit olivat ennen tyhjävaunuohjauksen pilottia täysin manuaaliset. Asiakkaat syöttivät tilauksia VANU-järjestelmään käsin ja kuljetustenohjaajat muodostivat näkemyksen tyhjävaunutarpeista tulostamalla paperille kuormavaunutilaukset. Kuljetustenohjaajat informoivat tyhjävaunutarpeet puhelimella sekä sähköpostilla ratapihaohjaajille ja ratapihaohjaajat viestivät ratapihatyöntekijöille puhelimella.

Pilotoimalla uutta ohjausmallia saimme yhden vaiheen manuaalisesta työstä pois, kun kuljetustenohjaajat syöttivät tyhjävaunutarpeet järjestelmiin ratapihaohjaajien nähtäville. Pilotoinnista huolimatta kuviosta 21 nähdään, kuinka tiedonkulku oli edelleen osin manuaalista työtä. VANU:ssa olevat tyhjävaunujen toimituspäivämäärät eivät kulkeutuneet automaattisesti APS-järjestelmään, vaan kuljetustenohjaajat muodostivat näkemykset asiakkaiden tyhjävaunutarpeista kuljetustilauksista tehdyn Excel-tulosteen avulla. Lisäksi ratapihatyöohjaajien tuli kommunikoida tyhjävaunutarpeet ratapihatyöntekijöille, koska ratapihatyöntekijöiden käyttämissä tablet-tietokoneissa ei näkynyt manuaalisesti kirjoitettua tekstiä. Tämä olisi vaatinut järjestelmäkehitystä, mikä ei ollut mahdollista pilotin toteutusaikataulussa.



Kuvio 21. Tyhjävaunuohjauksen tiedonkulun virtaus järjestelmissä kuljetustenohjaukselta ratapihatyöntekijöille

Luomalla arvovirtakuvaukset, havaittiin hukkaa useassa kohtaa tyhjävaunuohjauksen prosessia. Arvovirtakuvauksien tavoitetilat ovat liitteissä 8 ja 10, joista voidaan nähdä seuraavat kehityskohdat.

1. Kuljetustilaukset. Osa asiakkaista syöttävät kuljetustilauksia useaksi viikoksi kerralla. Koska asiakkaat eivät tiedä tarkkaa tuotantoaan viikkojen päähän, tulisi VR-Transpointin rajoittaa tilauksien tekeminen useiden viikkojen päähän. Sopivampi aikaikkuna olisi esimerkiksi maksimissaan viisi vuorokautta kustakin hetkestä eteenpäin.
2. Vaunutilaukset. Asiakas syöttää vaunutilaukset VANU-järjestelmään, jonne kirjataan tyhjävaunun toimituspäivä ja kuormavaunun lähtöpäivä. Tällä hetkellä kuormavaunusta tulee tilaus VR-Transpointin tuotantojärjestelmiin automaattisesti, mutta tyhjävaunusta ei tule. Tyhjävaunun toimituksesta tulisi lähteä tilaus järjestelmiin samaan tapaan kuin kuormavaunutilauksesta. Tällä tavalla erillinen Excel-tulosteen kokoaminen jäisi pois ja kuljetustenohjaajalla olisi nähtävissä samassa APS-järjestelmän näkymässä kuormavaunu- ja tyhjävaunutilaukset.
3. Purkuennusteet. Asiakkaiden antamat purkuennusteet eivät sido asiakkaita mihinkään. Vaunuston purkautumisesta tulisi olla aina erillinen sopimus, jotta vaunujen kierrosta saadaan paremmin ennakoitavaa ja voidaan suunnitella mihin lähteviin tyhjävaunujuniin puretut vaunut laitetaan.

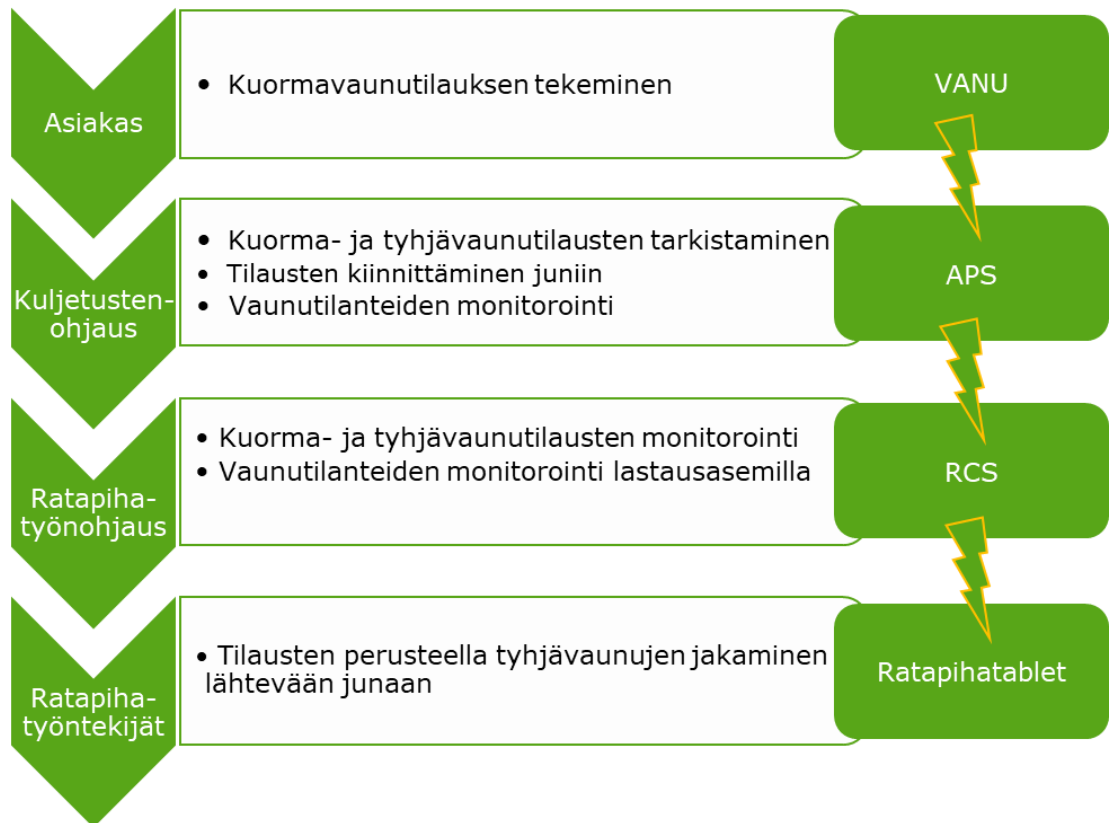
4. Tyhjävaunutilaukset järjestelmiin. Ratapihaohjaajien ei tarvitsisi erikseen informoida tyhjävaunutarpeita ratapihatyöntekijöille. Ratapihatyöntekijöillä on käytössä tablet-tietokone, josta he näkisivät tarvittavat tyhjävaunumäärät lähteviin juniin. Tällä hetkellä manuaalisesti kirjoitettu teksti tyhjävaunutarpeista ei ole näkyvässä ratapihatyöntekijöiden tabletissa.
5. Tyhjävaunujen jakamisen vähentäminen yhteen kertaan. Kokonaiskuvan hahmottaminen helpottuisi, kun kaikki tilaukset ovat samassa järjestelmässä ja tätä kautta tyhjävaunukuljetusten suunnittelu kahteen kertaan loppuisi.

Edellä mainittujen kohtien korjaamisella olisi mahdollista toteuttaa tyhjävaunujen kuljetussuunnittelu jatkossa täysin olemassa olevien järjestelmien avulla. APS:ssä on mahdollista rakentaa tilauksille automaattinen kiinnitys juniin, kun ennusteet on suunniteltu tarkasti. Tyhjävaunutilaukset kulkeutuisivat automaattisesti lähtevään junaan ja tämä helpottaisi kuljetustenohjauksen ja ratapihaohjauksen resursseja. Ohjaajilla olisi enemmän aikaa monitoroida vaunutilanteita lastaus- ja purkuasemilla sekä reagoida junaliikenteen äkillisiin muutoksiin.

Suunnittelujärjestelmä APS:n heikkoutena on, että järjestelmä ei ota huomioon tämän hetken vaunutilannetta, eikä järjestelmästä näe onko asiakkaiden tekemiä vaunutilauksia mahdollista täyttää. Tuotannon ohjausjärjestelmästä (RCS) tulisi saada vaunujen tämän hetken sijainnit automaattisesti suunnittelujärjestelmään (APS). Tällä tavalla yhdestä järjestelmästä näkisi kaiken tarvittavan tiedon; kuormavaunutilauksen, tyhjävaunutilauksen, nykyiset vaunujen sijainnit sekä tiedot siitä, ovatko vaunut kuormassa vai tyhjänä.

Mikäli vaunujen purkautuminen perustuisi sopimukseen, olisi järjestelmissä mahdollista asettaa vaunun purkautumiselle vakioaika. Siten tiedettäisiin tarkkaan mihin lähtevään junaan voidaan suunnitella vaunun purusta saapuvat tyhjät vaunut. Myös tämä sujuvoittaisi osaltaan tyhjien vaunujen ohjausprosessia.

Edelläkuvattujen muutosten myötä tyhjävaunuohjauksen prosessin tiedonkulku perustuisi VR-Transpointin olemassaoleviin järjestelmiin ja eri työvaiheiden välinen tiedonkulku sujuvoituisi merkittävästi nykyiseen nähden. Kuviossa 22 on esitetty tavoitetila prosessin tiedonkulun kehittämiseksi. Osittain tyhjävaunuohjauksen prosessien ja järjestelmien kehittäminen on jo aloitettu VR-Transpointilla.



Kuvio 22. Tyhjävaunuohjauksen tiedonkulun virtauksen tavoitetila

8 Johtopäätökset ja pohdinta

Opinnäytetyö rakentui teemahaastatteluiden, interventionistisen tutkimuksen ja havainnointimenetelmien pohjalle.

Teemahaastatteluiden avulla selvitettiin tyhjävaunuohjauksen nykytilaa ja kartoitettiin kehityskohteita tyhjävaunuohjaukseen. Haastateltavat henkilöt olivat kokeneita työntekijöitä omalla tehtäväalueellaan usealta eri toimenkuvalta ja paikkakunnalta. Kymmenen hengen otanta oli noin kuudesosa koko työntekijäjoukosta, mikä oli kokonaisuudesta hieman pieni. Toisaalta haastatteluilla kerätyt vastaukset muistuttivat paljon toisiaan ja tiettyjen teemojen osalta voidaan arvioida kylläntymispisteen lähentyneen. Tehokkuusmatriisin osalta toteutetussa tehtävässä vastaajina oli kymmenen kuljetustenohjaajaa kahdestatoista ja tehtävästä saadut vastaukset olivat hyvin samankaltaisia teemahaastatteluiden kanssa. Vastauksissa näkyi hieman eri mielipiteitä, mutta kuitenkin paljon samankaltaisuutta, jonka myötä yleistyksiä oli helppo tehdä tulosten analysointivaiheessa. Haastatteluiden heikkoutena oli haastattelijan

ennakkoasenteet tyhjävaunujen ohjautumisen tilasta. Haastattelijalla on kokemusta VR-Transpointin vaunuhallinnasta asiakkaan roolissa lähdes kuuden vuoden ajalta sekä viimeiset neljä vuotta työskentelystä VR-Transpointin kuljetussuunnittelussa. Haastattelijalle on muovautunut pitkältä ajalta käsitys vaunujen ohjauksen tilasta ja vaarana oli liian johdattelevat kysymyksen haastattelutilanteessa. Riskinä oli myös haastattelijan kokemattomuus haastatteluista, jonka takia tärkeä haastattelun nauhoittaminen jäi kokonaan pois. Jälkikäteen ajateltuna nauhoittamisesta olisi ollut enemmän hyötyä kuin muistiinpanoista tilanteessa, jossa opinnäytetyön valmistuminen viivästyi.

Havainnointi toimi suuressa roolissa tyhjävanuohjauksen pilotissa ja johtopäätösten tunnistamisessa. Havainnoinnin avulla puututtiin tyhjävanuohjauksen pilotissa sovitujen toimintatapojen noudattamiseen sekä monitoroitiin vaunutilanteita lastausasemilla päivittäin. Lastauspaikalla olevat vaunumäärät tallennettiin päivittäin, jonka avulla havaittiin useaan kertaan lastausasemilla olevien vaunumäärien suuret määrät. Havainnointi oli hyvää, mutta työvaiheen vaikutukseen pilotin onnistumisessa jäi toivomisen varaa. Vaunumääriä ei saatu laskettua lastauspaikoilla vaunumääristä annetusta päivittäisestä seurantatiedosta huolimatta. Tähän olisi tarvittu enemmän esimiesten osallistumista, sillä havainnoijalla ei ollut suoraa työnjohtovaltaa kuljetusten ohjaajiin.

Tyhjävaunuohjauksen tarkastelu, oli jo opiskelemaan lähdetessä osin mietittynä valmiiksi, sillä tyhjävaunuohjauksesta oli ennakkokäsitys, että sitä tulee tehostaa. VR-Transpointilla oli otettu käyttöön uusi tuotannonohjausjärjestelmä vuoden 2018 marraskuussa, mutta tyhjävaunujen ohjautuminen ei ollut muuttunut sen myötä ja tyhjävaunujen jakaminen asiakkaille perustui edelleen Excel-tulosteeseen. Tästä syystä oli syytä tarkastella, mitä mahdollisuuksia järjestelmät antavat tyhjävaunujen ohjaamiseen ja miten tyhjävaunujen ohjaamisprosessia voidaan parantaa.

Opinnäytteeseen valikoitunutta aihetta ei ollut tutkittu muissa tutkimuksissa VR-Transpointilla, eikä tyhjävaunujen ohjaamisen prosesseista löytynyt dokumentoitua materiaalia. Kaikki tyhjävaunuohjauksen materiaalit tuli siis tuottaa opinnäytetyön aikana. Näin ollen opinnäytetyön yhteydessä VR-Transpoint sai samalla kirjallisen kuvauksen sisäisestä tyhjävaunukierron prosessistaan. Samaan aikaan käynnistetty tyh-

jävaunuohjauksen pilotti kesti noin kolme kuukautta, jonka vuoksi opinnäytetyön aikarajat tulivat vastaan. Pitkässä prosessissa työn fokus meinasi välillä karata ja laajaa työtä olisi tullut rajata selkeämmin heti alusta alkaen. Lopussa työn kirjoittamiseen laitettu työpanos palkitsi ja työ saatiin valmiiksi.

Tyhjävaunuohjauksen arvovirtakuvaukset olivat hyvä tapa hahmottaa nykytilaa ja asettaa tavoitetilat. Arvovirtakuvauksesta voi nähdä yhdellä silmäyksellä eri prosessin vaiheiden hukat ja tavoiteltavat parannuskohdat. Tehokkuusmatriisi on oiva tapa hahmottaa organisaation nykytilaa, kuinka paljon organisaation työntekijöiden mielestä prosessissa olisi parannettavaa ja mihin suuntaan parannusta tulisi lähteä kehittämään. Tämä työkalu sopi hyvin tyhjävauunuohjauksen tilan hahmottamiseen ja antaa esimiehille suuntaa jatkokehittämistä mietittäessä.

Tutkijalle työ oli mielenkiintoinen ja haastava samaan aikaan. Haastavaksi työn teki se, että tyhjävauunuohjaus on ollut eräänlainen tabu yrityksen sisällä, eikä siihen ole tehty muutoksia viime vuosina tunnistetuista haasteista huolimatta.

Vaunupilotin seurantataulukon päivittäisen seurannan avulla todistettiin, kuinka tyhjävauunuja ohjataan liikaa asemille. Tutkimuksen avulla luodut maksimimäärät asiakkailla ovat jo valmiiksi määritetty ja asian käytäntöön vientiä on perusteltua suositella tämän opinnäytetyön jatkotoimena. Jatkossa esimiesten tulisi lisäksi linjata, onko vaunujen maksimimäärä oikea tapa ohjata tyhjävauunuja, vai olisiko siihen löydettävissä vielä parempi ohjausmalli. Mielenkiintoiseksi opinnäytetyön teki se, että sen myötä päästiin kehittämään VR-Transpointin sisäisiä prosesseja ja analysoimaan liikennettä numeroiden pohjalta. Opinnäytetyön myötä tutkijalla on herännyt mielenkiinto erityisesti Lean-johtamisfilosofiaan ja sen soveltamiseen logistiikan tuotantoprosesseissa.

Lähteet

- Chiarini, A., Baccarani, C., & Mascherpa V. 2018. Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy. *The TQM Journal*, 30, 4, 425–438. Viitattu 11.4.2020. <https://janet.finna.fi>, Academic Search Elite.
- Chowdhury, A., Shahriar, S., Hossen, T. & Mahmud, P. 2017. Reduction of Process Lead Time Using Lean Tool – Value Stream Mapping (VSM). *Applied Mechanics and Materials*, 860, 74–80. Viitattu 11.4.2020. <https://janet.finna.fi>, Academic Search Elite.
- Dubey, J. & Sai Kumar, M.L. 2007. *Supply Chain Management*. New Delhi: New Delhi Publications.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2015. Tutkimushaastattelu : teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus. <https://janet.finna.fi>, Ellibs library.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi 2007.
- Jansson, R. 2020. Toimitusjohtaja. VR-yhtymä. Puheenvuoro henkilöstöinfossa 9.3.2020.
- Kananen, J. 2017. Kehittämistutkimus intervetiotutkimuksen muotona: Opas oppinäytetyön ja pro gradun kirjoittajalle. Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print
- Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print
- Liike-järjestelmä. 2020. Viitattu 5.4.2020. Rautatieyhtiöiden käyttämä ratakapasiteetin varausjärjestelmä.
- Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2009. *Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan*. Helsinki: WSOYpro 2009.
- Modig, N. & Åhlström, P. 2013. *This is lean*. Bulls Graphics AB
- Mäkelä, T., Säily, S. & Mäntynen, J. 2002. *Rautatieliikenne*. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Rautatiekuljetus. 2018. Logistiikan maailman artikkeli. Viitattu 11.4.2020. <http://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/rautatiekuljetus/>
- Rautatietilasto 2017. 2018. Suomen rautatietilasto 2017. Verkkojulkaisu. Helsinki: Viitattu 04.04.2020. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/liti_2018-08_rautatietilasto_2017_web.pdf
- Rother, M & Shook, J. 2003. *Learning to See; Value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Schmidtkea, D., Heisera, U. & Hinrichsen, O. 2014. A Simulation-enhanced value stream mapping approach for optimisation of complex production environments. *International Journal of Production Research*. Artikkel.

- Sunka, A., Kuhlanc, P., Edtmayra, T., & Sihh, W. 2017. Developments of traditional value stream mapping to enhance personal and organisational system and methods competencies. International Journal of Production Research. Artikkel.
- Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Talentum pro. E-Kirja.
- Verkkoselostus. 2020. Väyläviraston karttapalvelu. Verkkojulkaisu. Helsinki: Viitattu 05.04.2020. <https://julkinen.vayla.fi/webgis-sovellukset/karttapalvelu/index.html?locale=fi&config=verkkoselostus>
- Virolainen Operail käynnistelee rautatiekuljetuksia Suomessa ja investoi 50 miljoonaa euroa: "Veturit on tilattu". 2020. Julkaistu Kauppalehdessä 16.10.2019. Viitattu 4.4.2020. <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/virolainen-operail-kaynnistelee-rautatiekuljetuksia-suomessa-ja-investoi-50-miljoonaa-euroa-veturit-on-tilattu/748fe822-dc51-4e49-ab23-3ff03a33e970>
- VR-konsernin vuoden 2018 tulos erinomainen - rautatieliikenteen volyymit kasvoivat. 2019. Lehdistötiedote 1.2.2019. Viitattu 24.3.2019. https://vrgroup.studio.crasman.fi/pub/Tiedoteliitteet/VRGroup_lehdistotiedote_01022019.pdf
- Zetterberg, S. 2011 Yhteisellä matkalla VR 150 vuotta. WSOY.

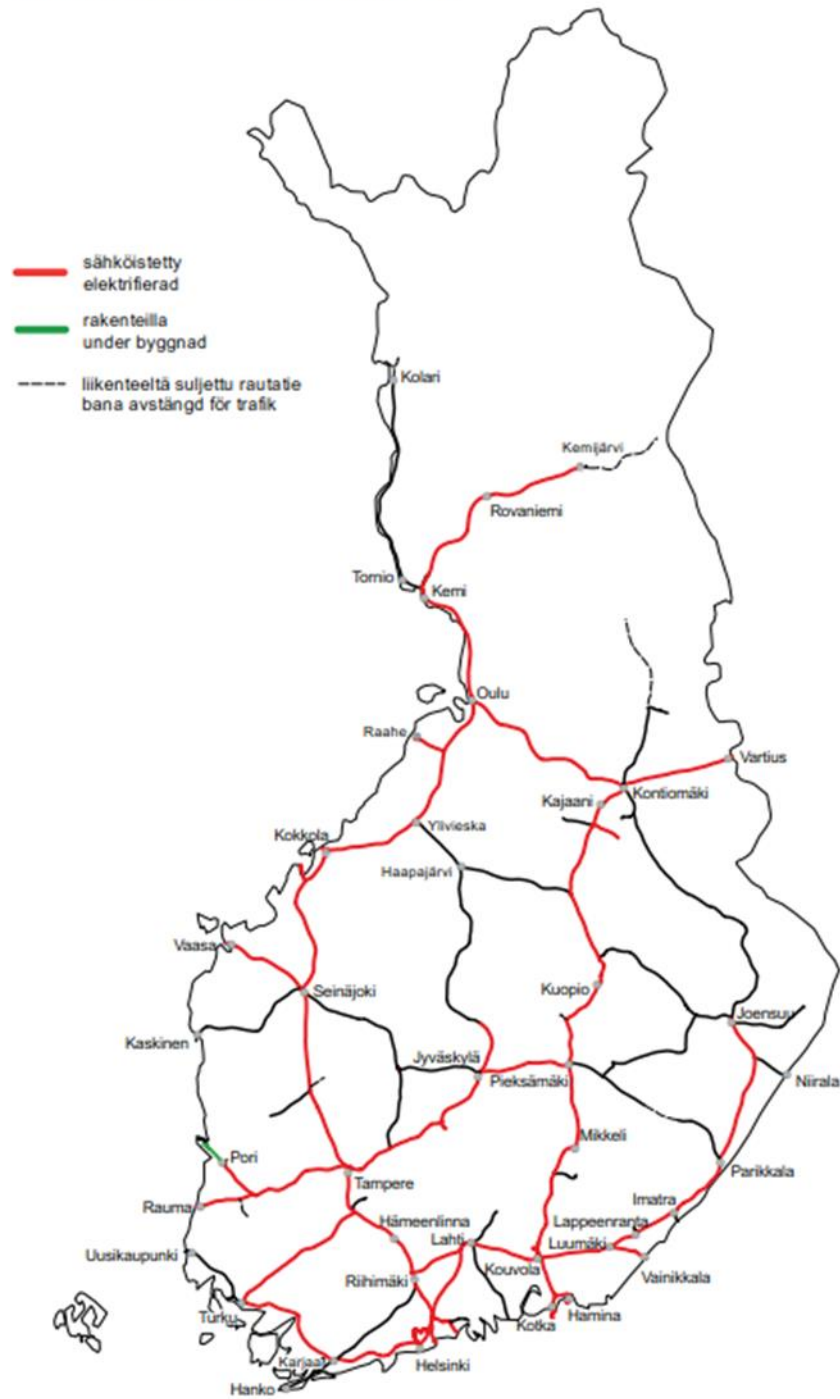
Liitteet

Liite 1. Rataverkon sähköistykset (Verkkoselostus. 2020)

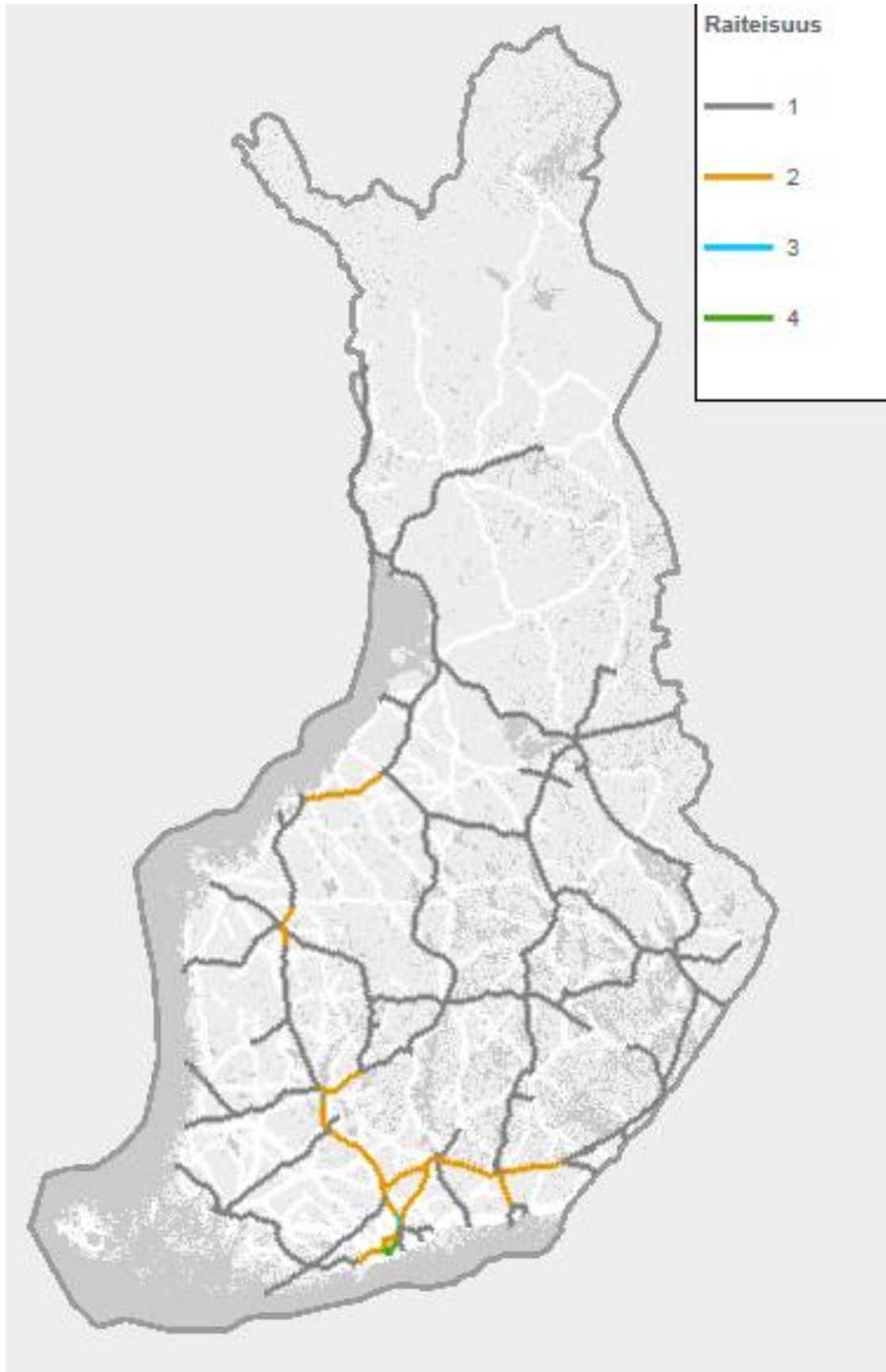
19

Rata ja liikennekalusto • Bana och tågmateriel

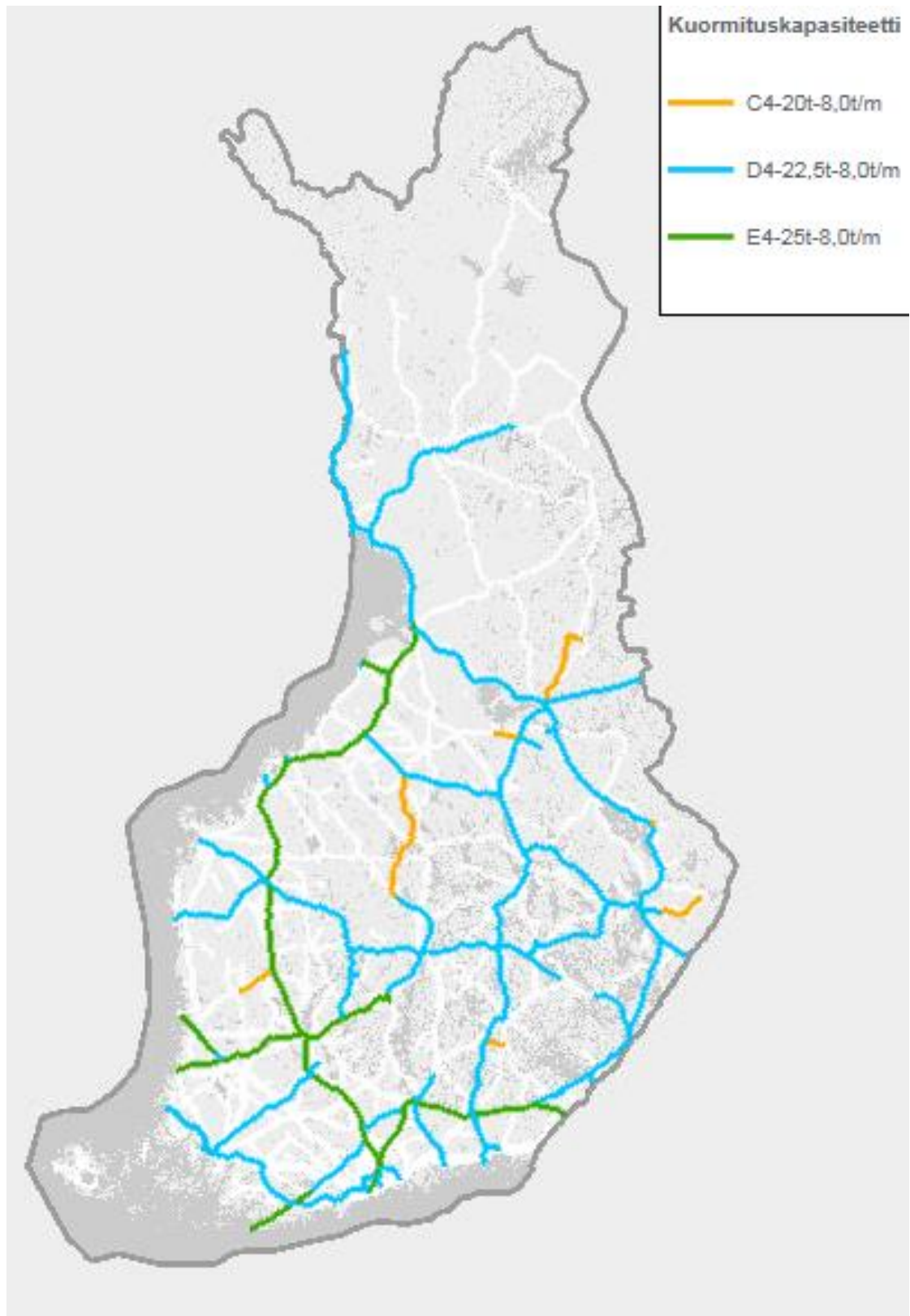
1.10 Ratojen sähköistys • Banornas elektrifiering



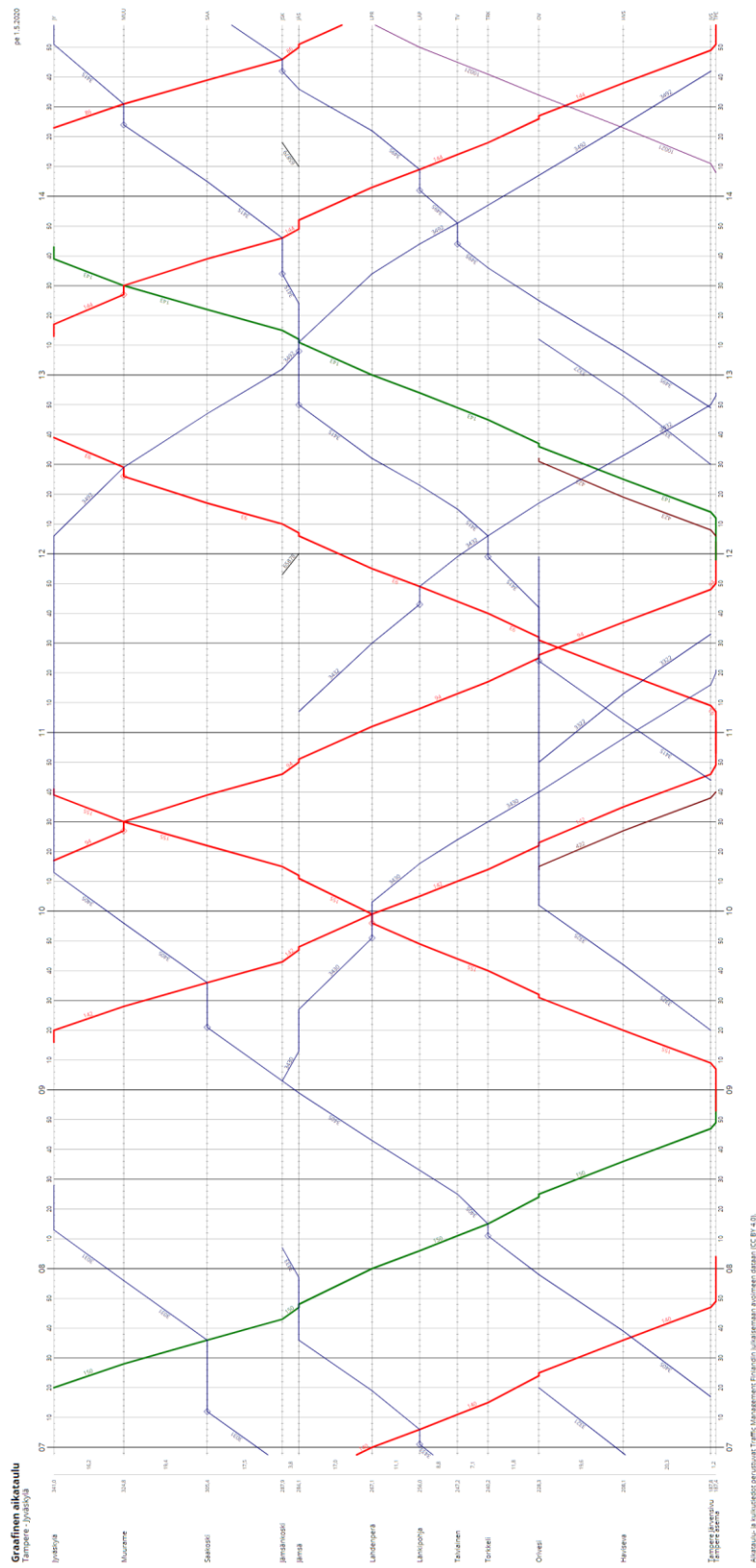
Liite 2. Rinnakkaisten raiteiden lukumäärä kartalla (Verkkoselostus. 2020)



Liite 3. Rataosien maksimiakselikantavuudet (Verkkoselostus. 2020)

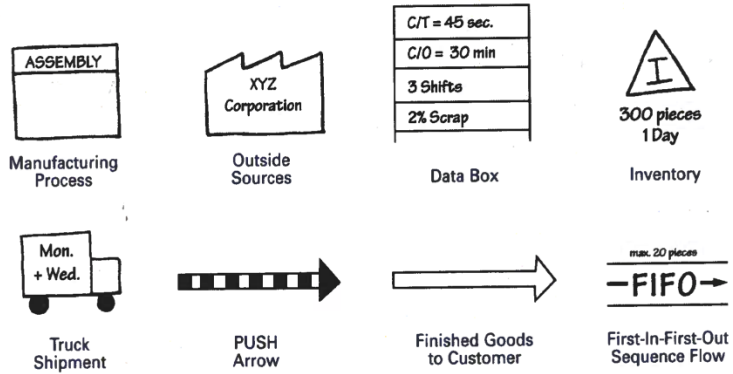


Liite 4. Graafinen aikataulu 1.5.2020 klo 07:00 – 15:00 yhteysväliltä Tampere–Jyväskylä (Liike-järjestelmä, 2020)

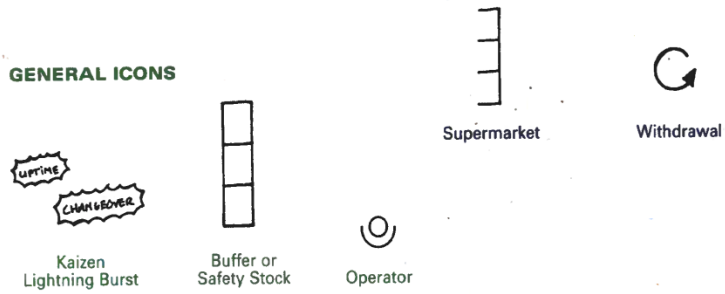


Liite 5. Materiaalivirran ikonit (Rother ym. 2003)

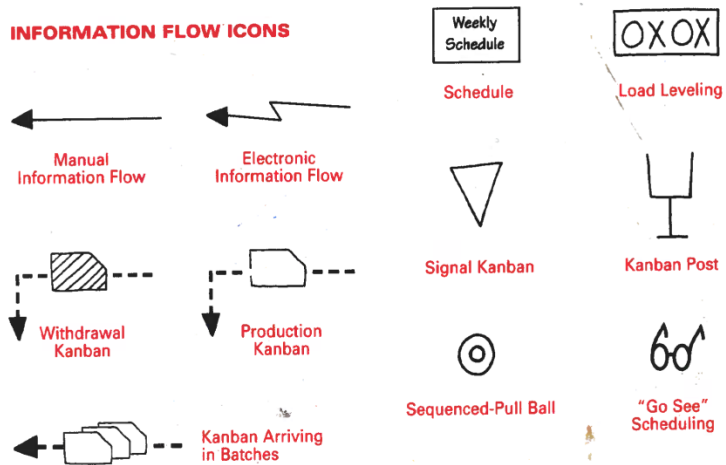
MATERIAL FLOW ICONS



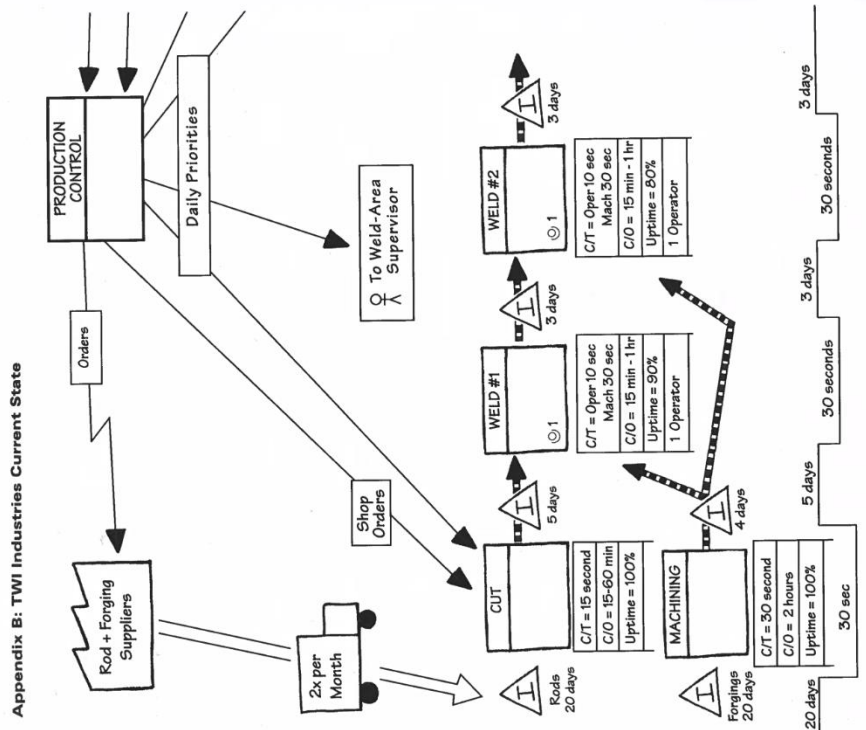
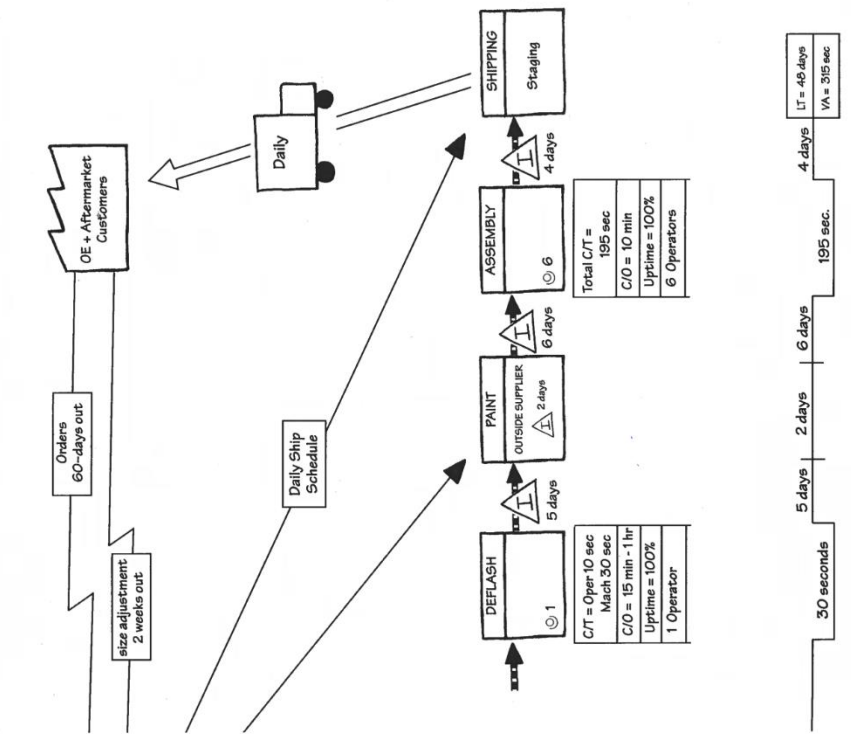
GENERAL ICONS



INFORMATION FLOW ICONS



Liite 6. Arvovirtakuvauksen nykytilan esimerkki (Rother ym. 2003)



Liite 7. (salattu)

Liite 8. (salattu)

Liite 9. (salattu)

Liite 10. (salattu)