Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Roosa Kivistö

Tilapäisten liikennejärjestelytuotteiden työmaavarastoinnin kehittäminen

Case: Raide-Jokeri

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinöörityö

22.10.2020

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Roosa Kivistö Tilapäisten liikennejärjestelytuotteiden työmaavarastoinnin kehittäminen, Case: Raide-Jokeri 41 sivua + 1 liite 22.10.2020
Tutkinto	Insinööri
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	Toimitusketjun johtaminen
Ohjaaja(t)	Projektipäällikkö Joonas-Petteri Kallonen Lehtori Harri Hiljanen

Opinnäytetyön tavoitteena oli nykytilan kuvaamisen avulla tunnistaa tilapäisten liikennejärjestelytuotteiden työmaavarastoinnin suurimmat haasteet ja päämäärien tunnistamisen sekä tavoitetilan määrittelyn jälkeen luoda kehitysehdotuksia, joiden avulla nykytilasta päästäisiin kohti tavoitetilaa. Varastonhallinnan kehittämistarve on ilmennyt prosessien tehottomuutena sekä varastojen arvon kasvuna.

Työ toteutettiin tutustumalla aluksi prosessien kehittämisen, Lean-ajattelun ja varastoinnin kirjallisuuteen. Näiden pohjalta muodostettiin työn teoreettinen osuus. Teoriaa sovellettiin työn tavoitteen mukaisesti työmaavarastoinnin kehittämiseen. Nykytilankuvaus suoritettiin haastatteluiden ja havaintojen perusteella. Nykytilankuvaus piti sisällään sekä työmaavarastojen että varastointiprosessien kuvauksen.

Suurimmat tunnistetut haasteet liittyivät tiedon puutteeseen sekä vakiintumattomiin prosesseihin. Tavoitetila määriteltiin yhteistyössä Raide-Jokerin tuotannon TLJ-organisaation kanssa. Tavoitetilassa tieto työmaavarastojen varastosaldoista välittyisi reaaliaikaisesti kaikille prosessin osapuolille, jolloin varastoitujen tuotteiden etsimiseen käytetty aika vähenisi huomattavasti.

Työn tuloksena saatiin määritelmä varastonhallinnan tavoitetilalle ja kehitysehdotuksia kyseisen tavoitetilan saavuttamiseksi. Kehitysehdotukset käsittelivät Lean-työkalujen hyödyntämismahdollisuuksia, varastojen uudelleen organisointia ja varastonhallintajärjestelmältä toivottuja ominaisuuksia. Työssä käsiteltiin näitä kehittämistoimenpiteitä ja pohdittiin niiden mahdollisuuksia varastonhallinnan kokonaisvaltaisessa tehostamisessa.

Työmaavarastoinnissa tulisi erityisesti keskittyä käytännöllisiin varastoihin sekä selkeisiin ja yksinkertaisiin prosesseihin. Tällä tavoin varastonhallintaa voitaisiin sujuvoittaa ja tehostaa ilman suuria investointeja tai monimutkaisia kehitysprojekteja.

Avainsanat	prosessikehitys, varastointi, työmaavarasto, varastonhallinta

Author(s) Title	Roosa Kivistö Development of Site Warehousing for Products Needed in Temporary Traffic Arrangements, Case: Jokeri Light Rail
Number of Pages Date	41 pages + 1 appendix 22 October 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Specialisation option	Supply Chain Management
Instructor(s)	Joonas-Petteri Kallonen, Project Manager Harri Hiljanen, Senior Lecturer

The objective of this thesis was to define the current state and target state of the warehousing processes and site warehouses for products needed in temporary traffic arrangements and to propose solutions to achieve the target state. The need for developing warehouse management has emerged due to the inefficiency of processes and the increase in the value of inventories.

The work was implemented by studying process development, Lean principles and the theory of warehousing. The theory was later applied to the development of site warehousing. The analysis of the current state was carried out by interviews and observations. The current state analysis included a description of both warehouses and warehousing processes at the construction sites.

The major challenges were related to the lack of information as well as established processes. The target state was defined in collaboration with the organization resposible for Jokeri Light Rail's temporary traffic arrangements. In the target state, information on the inventory balances of the site warehouses would be transmitted in real time to all parties in the process. In this way the time spent searching for stored products would decrease significantly.

The outcome of this thesis is a definition of the warehouse management target state and the development proposals for achieving that target state. The development proposals recommend the utilization of Lean tools, the reorganization of inventories, and developing the functionalities of the warehouse management system. This thesis also discusses how these development proposals would improve the overall warehouse management.

The focus should be kept on practical warehousing as well as clear and simple processes. In this way, inventory management could be streamlined and intensified without expensive investments or complex development projects.

Keywords	process development, warehousing, site warehouse, warehouse management

Sisällys

1 Johdanto 1

2 Prosessien kehittäminen ja mallintaminen 3

3 Lean 6

3.1 Työkalut 8
3.2 Implementoinnin menestystekijät 10

4 Varastointi 11

4.1 Varastoinnin syyt 11
4.2 Varastotoiminnot 12
4.3 Varastotoiminnan ohjaaminen 15

5 Raide-Jokeri 15

5.1 Yleistä 15
5.2 Tilapäiset liikennejärjestelyt 16

6 Nykytilankuvaus 17

6.1 TLJ-tuotteiden työmaasäilytys 17
6.2 Prosessikuvaus 19
6.3 Nykytilan analysointi 21

7 Tavoitetilan määritys 22

7.1 TLJ-varastot 22
7.2 Varaston prosessit 23
7.3 Tietojärjestelmä 26

8 Kehitysehdotukset 26

8.1 Lean-työkalujen implementointi 26
8.2 TLJ-varastojen ja varastointikäytäntöjen uudelleen organisointi 28
8.3 Varastonhallintajärjestelmä 33
8.4 Pohdintaa 37

9 Yhteenveto 38

Lähteet 40

Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset

1 Johdanto

Helsingin metropolialueen asukasluvun jatkuva kasvu johtaa väistämättä alueen liikennemäärien lisääntymiseen. Tähän haasteeseen pyritään vastaamaan kestäviä liikkumismuotoja kuten kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikennettä suosien. Helsingin metropolialueella yksi merkittävä joukkoliikennemuoto tulevat olemaan pikaraitiovaunut. Kehittyvä pikaraitiotieverkko tulee tarvitsemaan nykyisten raitiolinjojen lisäksi uusia linjoja, mikä tarkoittaa, että linjoja on rakennettava lisää. (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2015, s. 3.) Uusien raitiolinjojen rakentaminen tulee tapahtumaan tiiviisti rakennetussa ympäristössä pääkaupunkiseudulla. Sujuva ja turvallinen rakentaminen kaupunkiympäristössä vaatii monimutkaisia ja monivaiheisia tilapäisiä liikennejärjestelyitä (TLJ), joiden toteuttamiseen tarvitaan suuri määrä liikennejärjestelytuotteita.

Raide-Jokeria rakennetaan 25 kilometrin matkalta kaupunkiympäristössä. Reilun vuoden aikana Raide-Jokerin rakentamista varten on ostettu noin 2400 liikennemerkkiä, 9 kilometriä raskassuojaa ja 28 kilometriä työmaa-aitaa. Nimensä mukaisesti tilapäiset liikennejärjestelyt ovat lyhytaikaisia ja katurakennustyömailla niissä tapahtuu jatkuvasti muutoksia. Ylimääräiseksi jääneet TLJ-tuotteet varastoidaan, kunnes niille tulee taas käyttöä. Raide-Jokerilla ei ole muodostunut vakiintuneita käytäntöjä TLJ-tuotteiden varastoinnille työmaaympäristössä. Tämä aiheuttaa haasteita niiden uusiokäytössä, sillä tietoa varastoiduista tuotteista ei ole. Usein varastoitujen tuotteiden sijainti on ainoastaan varastoinnin suorittaneen henkilön tiedossa. Tätä tietoa ei jaeta hankkeella tehokkaasti, mikä johtaa siihen, ettei varastoituja tuotteita pystytä hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla. Uusia järjestelyitä varten tilataan tarpeettoman paljon uusia tuotteita, mikä lisää entisestään varastoon päätyvien tuotteiden määrää ja kasvattaa varastoiden arvoa. Lisäksi tuotteiden etsimiseen käytetty aika aiheuttaa työaikahukkaa ja kustannuksia.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda kehitysehdotuksia, joiden avulla TLJ-tuotteiden työmaavarastointia voitaisiin kehittää Raide-Jokerin kaltaisissa suurissa katurakennushankkeissa. Kehitysehdotusten tavoitteena on tehostaa varastointiin liittyviä prosesseja ja selkeyttää työmaavarastoja. Lisäksi tavoitteena on pohtia varastonhallintajärjestelmän käyttöönoton mahdollisuutta ja sitä, millaisia ominaisuuksia sen tulisi sisältää. Aihe on rajattu koskemaan ainoastaan TLJ-tuotteiden työmaavarastoja ja niiden varas-

tonhallintaa. TLJ-varastojen sijainteihin ja määrään ei oteta tässä opinnäytetyössä kantaa. Työn toimeksiantajayrityksenä toimii YIT Suomi Oy ja työn case-tapauksena Raide-Jokeri-allianssi.

Opinnäytetyö toteutetaan laadullisena tutkimuksena, jossa tietoa kerätään haastatteluiden ja havaintojen pohjalta. Teoreettista viitekehystä varten kerätään kattavasti tietoa työn suorittamista tukevista aihealueista. Teoriaosuudessa käsitellään prosessien kehittämistä ja mallintamista, Lean-ajattelun kehitystä ja työkaluja sekä varastointia ja varastotoimintoja. Pelkästään työmaavarastointia koskevaa kirjallisuutta oli haastavaa löytää, joten tässä opinnäytetyössä työmaaympäristöön sovellettiin edellä mainittua teoriaa.

Tutkimusosuuden ensimmäisessä vaiheessa muodostettiin nykytilankuvaus TLJ-tuotteiden työmaavarastoinnista, jonka pohjalta nykytilan haasteet pyrittiin tunnistamaan. Nykytilan analysoinnin jälkeen kokoonnuttiin TLJ-insinöörien kesken pohtimaan, millainen olisi prosessien ja TLJ-varastojen tavoitetila. Samalla pohdittiin, miten uudella tietojärjestelmällä olisi mahdollista tehostaa työmaavarastointia entisestään.

Tutkimusmenetelminä käytettiin haastatteluja ja havainnointia. Nykytilankuvausta varten haastateltiin kolmea TLJ-insinööriä, tuotannon TLJ-tekniikkavastaavaa sekä hankkeen yhteyshenkilöä Ramudden Oy:stä. Haastattelut suoritettiin suullisesti, mutta koronaviruksen aiheuttaman poikkeustilan vuoksi osa haastatteluista toteutettiin Microsoft Teamsin välityksellä. Haastatteluiden tavoitteena oli saada mahdollisimman kattava kuvaus nykyisten prosessien työvaiheista ja työmaiden TLJ-varastojen tilasta.

Kuva 1. Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyö rakentuu johdannon ja yhteenvedon lisäksi seitsemästä pääotsikosta. Kolme ensimmäistä muodostavat työn teoreettisen viitekehyksen, jossa käsitellään prosessien kehittämistä ja mallinnusta, Lean-ajattelun kehitystä ja työkaluja sekä varastoinnin syitä ja varastotoimintoja. Seuraavaksi esitellään työn case-tapaus eli Raide-Jokeri-allianssi. Tämän jälkeen päästään työn varsinaiseen tutkimusosuuteen, jossa aluksi kuvataan TLJ-varastoinnin nykytila. Nykytilankuvauksen jälkeen määritellään prosessin ja työmaavarastoinnin tavoitetila. Teorian, nykytilankuvauksen ja tavoitetilan määritelmän pohjalta muodostetaan kehitysehdotuksia, joiden avulla nykytilasta olisi mahdollista päästä kohti määriteltyä tavoitetilaa.

2 Prosessien kehittäminen ja mallintaminen

Prosessien kehittämisellä pyritään tehostamaan organisaation toimintaa, parantamaan laatua ja palvelutasoa, hallitsemaan ongelmatilanteita sekä saamaan aikaan kustannussäästöjä. Kehittämisen avulla tavoitellaan lyhyempiä läpimenoaikoja muun muassa päällekkäisten työvaiheiden ja hukan poistamisella sekä rinnakkaisten työvaiheiden lisäämisellä. Lisäksi prosessien mitattavuutta, luotettavuutta ja käytettävyyttä halutaan parantaa. Olennaista prosessien kehittämisessä on varata työhön riittävästi resursseja ja aikaa. Muutos ei saa tapahtua liian nopeasti, vaan kehittämisessä tulee edetä vaiheittain ja pyrkiä kohti jatkuvan parantamisen toimintamallia. (JUHTA 2002, s. 3.)

Prosessien kehittämisestä voidaan tunnistaa tietyt perusvaiheet, jotka säilyvät samanlaisina kehittämistoimenpiteiden laajuudesta ja muutoksen suuruudesta riippumatta.

Nämä perusvaiheet ovat:

1. projektin rajaus
2. analysointi
3. uudelleen määrittely
4. pilotointi
5. käyttöönotto
6. toteuttaminen ja seuranta.

Kehitysprojektia rajatessa on huomioitava organisaation ja kehittämisen päämäärät. On tärkeää rajata selkeästi ne prosessit, joita muutokset koskevat. Rajaamisen jälkeen tarvitaan tietoa näiden prosessien nykyisestä toiminnasta. Olemassa olevista prosesseista voidaan kerätä tietoa mittaamalla, haastattelemalla, havainnoimalla tai muulla menetelmällä, jonka avulla voidaan havainnollistaa prosessin nykytilaa. Vertaamalla prosessin nykytilaa toivottuihin päämääriin voidaan tunnistaa nykytilan keskeiset haasteet. Analysoinnin jälkeen tunnistetaan prosessin kehityskohteet eli ne kohdat, jotka kaipaavat uudistamista. Tämän jälkeen kuvataan tavoiteprosessi. Tavoiteprosessi kuvataan niin kuin prosessi tulisi toteuttaa, jotta asetetut päämäärät saavutetaan. Pilotointivaiheessa tavoiteprosessia kokeillaan joko mallinnetussa tai todellisessa ympäristössä. Tämän vaiheen tarkoituksena on tarkkailla prosessin kulkua ja tehdä siihen viimeisiä korjauksia. Pilotoinnin avulla todellisia prosessikehityksen myötä syntyneitä muutoksia on mahdollista tarkastella ennen uuden prosessin laajamittaista käyttöönottoa. Myös uuden prosessin mahdolliset virheet ja puutteet voidaan havaita ennen varsinaista käyttöönottoa. Lisäksi pilotoinnissa saadaan osviittaa siitä, ratkaiseeko uusi prosessi niitä ongelmia ja haasteita, jotka nykytilan analyysissä tunnistettiin. Onnistuneen pilotoinnin jälkeen suoritetaan uuden prosessin käyttöönotto. Se tarkoittaa toimintatapojen, rutiinien ja ohjeiden muuttamista uuden prosessin mukaisiksi. On tärkeää, että organisaation johtamisjärjestelmä ja muu toiminta tukevat uuden prosessin käyttöönottoa ja toteutusta. Tämän jälkeen prosessia pyritään seurannan avulla jatkuvasti parantamaan saatujen palautteiden ja kehitysehdotuksien myötä. Prosessin toimintaa on johdettava jatkuvasti myös käyttöönoton jälkeen. (Martinsuo & Blomqvist 2010, s. 6-7.)

Prosessin asiantuntijat, eli sen parissa työskentelevät henkilöt, täytyy ottaa mukaan kehitystyöhön. Prosessin nykytilan kuvaaminen tehdään yhdessä eri osapuolten kanssa

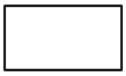
prosessin todellista kulkua mukaillen. Siinä keskitytään kuvaamaan nimenomaan todellinen nykytilan mukainen prosessi välittämättä mahdollisesti olemassa olevista laatustandardeista, joita kyseiselle prosessille on aikaisemmin luotu. (Logistiikan maailma.)

Prosessien kuvaamisen eli mallinnuksen tavoitteena on kuvata nykyistä tai tavoiteltua prosessia. Mallinnuksen avulla prosesseista pyritään tunnistamaan kehittämiskohteet ja -toimenpiteet sekä niiden vaatimukset. Tällä tavoin myös prosessin toimijat ja työvaiheet voidaan helposti liittää toisiinsa. Prosessikuvauksia voidaan hyödyntää muun muassa muutosjohtamisessa, työntekijöiden perehdyttämisessä ja tulosten mittaamisessa. Ne voivat toimia yhteisenä työvälineenä organisaation eri osapuolien välillä. Monista eri käyttötarkoituksista huolimatta prosessien mallintamisessa tulisi noudattaa yhtenäistä linjaa. Tällä tavoin voidaan edesauttaa sitä, että mallinnukset tulevat ymmärretyksi mahdollisimman laajasti. Seuraavaksi esitellään yksi tapa prosessien mallintamiselle. Tämä tapa on nimeltään BPMN (Business Process Modeling Notation). (White 2004, s. 1.)

Liiketoimintaprosessi (Business Process) on joukko toisiinsa linkittyneitä toimintoja, jotka toteutetaan ennalta määritellyllä tavalla. Tällaisten prosessien tarkoituksena on saavuttaa jokin liiketoiminnallinen tavoite. Prosessin toiminnalliset roolit ja suhteet määrittyvät organisaation rakenteen mukaisesti. Toiminnot voivat yltää myös organisaatiorajojen ulkopuolelle, jolloin kyseessä voi olla hyvinkin monimutkainen kokonaisuus. (Chinosi & Trombetta 2012, s. 124.)

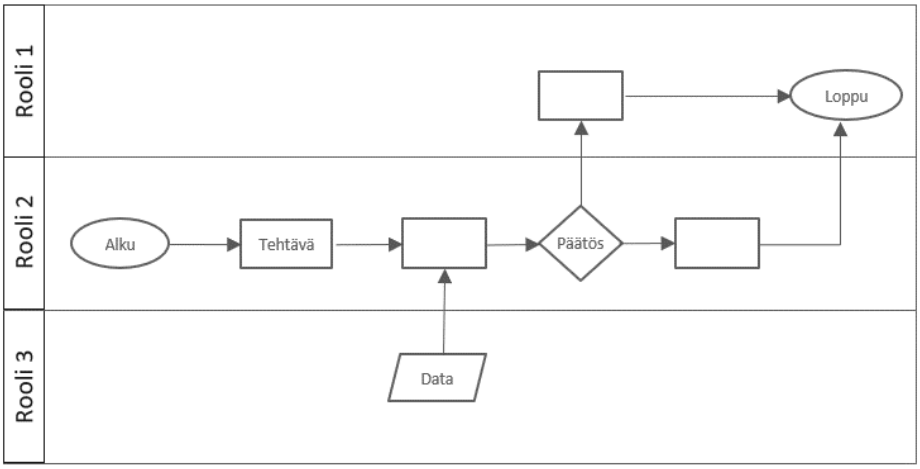
BPMN-mallinnuksen tavoitteena on jakaa tietoa prosessien toiminnasta mahdollisimman ymmärrettävällä tavalla. Mallinnuksessa käytettävää graafista esitystä kutsutaan nimellä BPD (Business Process Diagram). Siinä prosessin toiminnot ja työvaiheet kuvataan erilaisten objektien verkostona. Suomenkielisenä vastineena tälle graafiselle esitystavalle voidaan pitää vuokaaviota. Objektit muodostavat kaavion ja vuot kuvaavat toiminnan etenemistä ja jakautumista prosessin eri roolien välillä. Vuokaaviot rakentuvat neljästä peruselementistä, jotka ovat virtausobjektit, objektien yhdistämistavat, uimaradat sekä muut lisäykset tai tarkennukset. Virtausobjektit pitävät sisällään prosessin aloituksen ja lopetuksen, toiminnot ja tehtävät sekä päätökset. (White 2004, s. 1-2.)

Yleisimmät virtausobjektit on kuvattu alla:

Merkintä:	Merkitys:
	aloitus/lopetus
	tehtävä
	päätös

Kuva 2. Yleisimmät virtausobjektit

Vuokaaviossa esitetyt objektit yhdistetään nuolilla, joiden suunnat kuvaavat prosessin etenemissuuntaa. Uimaradoilla pyritään erottelemaan prosessin osapuolten erilaiset roolit toisistaan niin, että yhden uimaradan kohdalle osoitetut tehtävät ovat yhden prosessin osapuolen vastuulla. Vuokaavioissa esiintyvillä muilla lisäyksillä tarkoitetaan esimerkiksi prosessissa käytettävän datan roolia toimintojen suorittamisessa. (White 2004, s. 3-6.)



Kuva 3. Vuokaavio, josta ilmenevät kaikki peruselementit

3 Lean

Lean-ajattelua käytetään ympäri maailmaa ja sitä sovelletaan kaikilla teollisuuden aloilla, logistiikassa, vähittäistavarakaupassa, terveydenhuollossa ja jopa julkishallinnossa. Tavoitteena on pyrkiä poistamaan kaikki tarpeettomat ja turhat toiminnot ja näin parantaa organisaation suorituskykyä. Suurimpia haasteita ovat johtamiseen liittyvät kysymykset, mitä työkaluja tulisi soveltaa ja miten. (Iuga 2013, s. 405.)

Yhdysvaltalaisilla sekä japanilaisilla autoalan yrityksillä oli merkittävä rooli Lean-ajattelun kehityksessä 1900-luvulla. Ford Motor Companyn perustajan Henry Fordin visio oli rakentaa auto suurelle joukolle ihmisiä. Uudet tuotantomenetelmät ja höyrykoneen sähköistys antoivat hänelle mahdollisuuden kehittää kuuluisan T-mallin ja saattaa 1900-luvun tuotanto aivan uudelle tasolle. Ford loi yhdessä varapuheenjohtajansa kanssa ensimmäisen älykkään tuotantostrategian, johon kuuluivat kaikki tuotantojärjestelmän elementit kuten ihmiset, työkalut, koneet ja tuotteet. He järjestivät kaikki nämä jatkuvaan T-mallijärjestelmään, ja syntyi ensimmäinen systemaattinen prosessivirta. Tieteellisestä johtamisfilosofiasta noudattamalla hänen oli mahdollista kasvattaa prosessien tuottavuutta. (Iuga 2013, s. 407.)

Kun Ford menestyi Amerikassa talouskasvun aikana, Japanissa Toyota otti käyttöön toisenlainen standardijärjestelmän Toyota Production System (TPS). Keskeiset ajatukset olivat hukan poistaminen ja pyrkimys maksimaaliseen tehokkuuteen mahdollisimman pienillä resursseilla. Kaikki toiminnot, jotka eivät tuottaneet tuotteelle lisäarvoa pyrittiin poistamaan kuten ylituotanto, varastointi, odotusajat, virheet ja toimitusaika. Kehittäminen perustui jatkuvaan standardien parantamiseen. Standardien kehittämisessä oli merkittävä ero Fordin ja Toyotan välillä, sillä Ford käytti siinä apunaan teollisuusinsinöörejä, kun taas Toyotan standardimuutokset olivat lähtöisin tuotannontyöntekijöiltä. (Iuga 2013, s. 407.)

Toinen merkittävä askel Toyotan kehityksessä oli, kun laatujohtamisen suuret vaikuttajat Edwards W. Deming ja Joseph M. Juran saapuivat Japaniin. Tämän seurauksena japanissa otettiin käyttöön erilaisia laadunvalvontajärjestelmiä kuten Demingin kehittämä Statistic Quality Control eli SQC. Myös Juranin panos oli merkittävä muun muassa laatujohtamisen määrittelyssä ja laaduntarkkailussa. Heidän lisäkseen Lean-ajattelun kehitykseen on vaikuttanut japanilainen insinööri Shigeo Shingo, joka kehitti SMED-metodin (Single Minute Exchange of Die) ja ”Non-Stock Production” -systeemin vuonna 1975. SMEDin tarkoituksena oli lyhentää laitteiston asettamisaikoja ja sitä kokeiltiin menestyksekkäästi Toyotan tehtaassa. Kyseiseen metodiin perustuu myös ”6 Sigma”, jonka Motorola kehitti vuonna 1985. (Iuga 2013, s. 408.)

3.1 Työkalut

5S

5S on Lean-työkalu, jonka avulla voidaan kehittää prosesseja vähentämällä hukkaa ja parantamalla työntekijöiden tuottavuutta. 5S:n tarkoituksena on myös ylläpitää työpaikan järjestystä ja yhdenmukaistaa visualisoinnin avulla operatiivisia tuloksia. Yrityksissä 5S on tyypillisesti ensimmäinen Lean-menetelmä, joka otetaan käyttöön, kun tavoitteena on jatkuvasti kehittyvä organisaatio, esimerkiksi prosessien rakennetta ja parametreja on helpompi kehittää vasta 5S:n käyttöönoton jälkeen. (Al-Aomar 2011, s. 1607.)

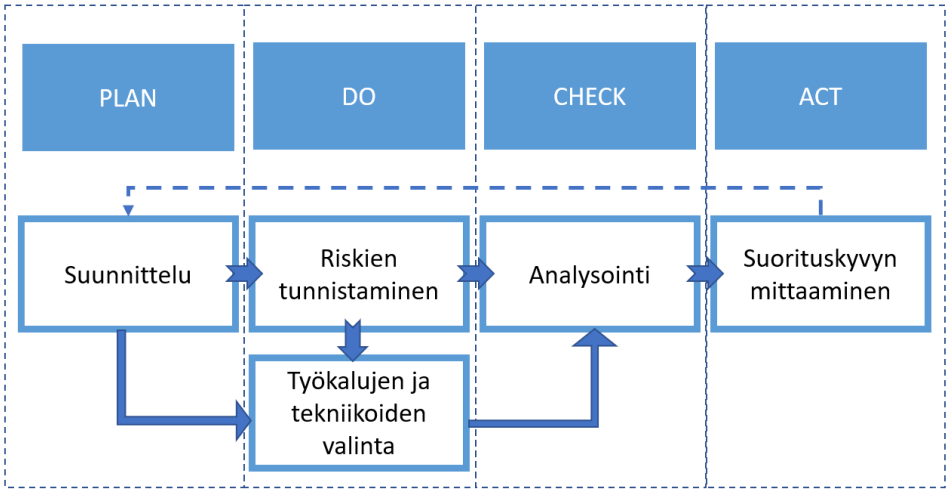
Nimi 5S tulee sanoista: Sort, Set in order, Shine, Standardize ja Sustain. Termi ”Sort” tarkoittaa työpisteen yleistä järjestystä ja turhien tavaroiden ja toimintojen siivoamista ja poistamista. ”Set in order” määrää nimeämään ja merkitsemään työkalujen sijainnit. ”Shine” keskittyy työpaikan yleisilmeen parantamiseen. ”Standardize” tarkoittaa työskentelytapojen dokumentointia ja työvälineiden standardisointia. Lisäksi näitä parhaiksi todettuja käytäntöjä tulisi levittää koko organisaatioon. ”Sustain” keskittyy edellä mainittujen osa-alueiden integroimiseen organisaatiokulttuuriin ja näiden parannusten ylläpitämiseen. (Al-Aomar 2011, s.1607.)

Onnistunut implementointi lisää organisaation läpinäkyvyyttä ja edesauttaa näin toiminnan sujuvuutta ja tehokkuutta. Työolosuhteet todennäköisesti paranevat ja työntekijät ovat motivoituneempia vähentämään hukkaa ja prosessin sisäisiä varastoja sekä välttämään seisokkeja. 5S:n soveltaminen johtaa mahdollisesti huomattaviin säästöihin tilan ja materiaalien suhteen. Implementoinnin seurauksena syntyneet olosuhteet tarjoavat mahdollisuuden myös muiden Lean-menetelmien käyttöönotolle. (Al-Aomar 2011, s. 1607.)

PDCA

PDCA on Walter Shewartin suunnittelema standardi, jota Edwards W. Deming sovelsi laadun valvontaan ja kehittämiseen. Tätä työkalua käytetään tukemaan organisaation päivittäistä hallintaa, ongelmanratkaisuprosesseja ja jatkuvia parannustoimia. PDCA tukee Lean-ajattelua keskittymällä jatkuvaan kehitykseen ja tulevaisuuden näkymiin. Lean-periaatteiden käyttöönotossa ja implementoinnin onnistumisen arvioinnissa PDCA toimii merkittävänä välineenä. (Amin ym. 2018, s. 52.)

Lyhenne PDCA tulee sanoista: “Plan, Do, Check, Act”. Näiden sanojen avulla tarkastellaan koko prosessia ja huomioidaan Leanin implementoinnin aiheuttamat muutokset sekä pyritään estämään siitä aiheutuvat ongelmat.



Kuva 4. PDCA-kehys

Organisaation kehittäessä työolosuhteita ja työsuunnittelua Leanin avulla voivat he käyttää PDCA-kehystä toiminnan taustalla. Kuten kuvassa 4 näkyy, kehitys käynnistyy suunnitelmalla. Suunnitelma sisältää kaikki työvaiheet, jotka prosessiin liittyvät. Suunnitteluvaiheessa organisaation tulee huomioida esimerkiksi työntekijöiden tarpeet, työvuorojen ja työtehtävien vaihtelevuus, osaamisen ja taitojen hyödyntäminen ja vastuun jakaminen. Tällä tavoin organisaatio voi eliminoida toistuvaa työtä, tehostaa tuotantoa ja vähentää siitä aiheutuvia kustannuksia. Tavoitteena on myös pyrkiä hallitsemaan työnkulkua ja varmistaa, että työntekijät noudattavat turvallisuusmääräyksiä. Onnistuneella suunnittelulla prosessiin liittyvät viiveet voidaan minimoida ja prosessin suorituskykyä voidaan parantaa. (Amin ym. 2018, s. 53-54.)

”Do”-vaiheeseen kuuluu sopivien Lean-työkalujen valitseminen ja ergonomisten riskitekijöiden tunnistaminen. Työolosuhteissa ja -suunnittelussa ergonomialla tarkoitetaan työntekijän ja koneen vuorovaikutusta. Ergonomian riskitekijöitä ovat esimerkiksi huono tai luonnoton työasento, lämpötilaolosuhteet tai yksilölliset ominaisuudet. Riskitekijöiden välttämiseksi organisaation on tärkeää valita heille sopivat työkalut Lean-periaatteiden toteuttamiseen. (Amin ym. 2018, s. 55.)

”Check”-vaiheessa tarkastellaan Leanin pohjalta tapahtuneita muutoksia sisäisten ja ulkoisten tekijöiden avulla. Organisaation sisäisiä tekijöitä ovat ylin johto, koulutus, ajattelun kehittäminen, työntekijät, työskentelykulttuuri, viestintä, resurssit ja liiketoiminnan

suunnittelu. Ulkoisia tekijöitä ovat asiakaskeskeisyys ja hallituksen interventio. Näitä tekijöitä tarkastelemalla voidaan analysoida implementoinnin onnistumista. Tärkein menestystekijä Leanin implementoinnissa on ylimmän johdon sitoutuminen. Johdon sitoutumisen avulla myös työntekijät on mahdollista sitouttaa Lean-ajattelun toteuttamiseen päivittäisessä työssä. (Amin ym. 2018, s. 56)

”Act”-vaihe on tarkoitettu suorituskyvyn mittaamiseen, jolloin saadaan operatiivisia tuloksia Lean-implementoinnin vaikutuksista. Suorituskyvyn mittarit antavat tuloksia, esimerkiksi tuottavuuden, läpimenoajan ja varastonhallinnan muutoksista. Parantuneet tulokset motivoivat jatkamaan prosessien kehittämistä ja johtavat todennäköisesti alentuneisiin kustannuksiin. (Amin ym. 2018, s. 57.)

Kaizen

Kaizen on japaninkielinen sana ja tarkoittaa organisaation kaikkien osa-alueiden jatkuvaa parantamista. Ideana on asettaa työntekijöille tavoitteita ja jakaa tietoa odotetuista tuloksista. Tavoitteet jaetaan vaiheisiin, joita työntekijät voivat asteittain saavuttaa. Kaizen-filosofian taustalla on myös ajatus siitä, että työntekijöitä rohkaistaisiin esittämään kaikki ideansa nykyisten standardien parantamiseksi. Kehityskohteet oletettavasti sijaitsevat operatiivisissa toiminnoissa, joihin heillä on jatkuva yhteys. Yrityksen avain menestykseen on Kaizenin mukaan sisäisten prosessien parantaminen ja johtaminen sekä kaikkien organisaation jäsenten kuuleminen ja huomioiminen. Kehitysprosessin tulee olla jatkuva ja hitaasti etenevä sekä yrityksen on erityisesti keskityttävä kolmeen peruspilariin, jotka ovat hukan poistaminen, työpaikan organisointi ja standardisointi. (Kamińska 2019, s. 163-164.)

3.2 Implementoinnin menestystekijät

Lean-ajattelun onnistunut implementointi vaatii toimia, jotka voidaan jakaa muutoksen suunnitteluun, menestystekijöiden määrittelyyn ja implementaation sekä kehityksen mittaamiseen. (Čiarnienė & Vienažindienė 2012, s.729.)

Implementointiprojektin ensimmäinen vaihe on muutoksen suunnittelu. Tähän vaiheeseen sisältyy muutoksen tarpeen määrittäminen ja motiivien tunnistaminen, jotka ovat ajaneet yrityksen aloittamaan kyseisen implementointiprojektin. Yrityksen johdon sitou-

tuminen ja tuki ovat erittäin tärkeitä, sillä ilman niitä työntekijöiden sitoutuminen on epätodennäköistä eikä haluttua muutosta tapahdu. Suunnitteluvaiheessa on myös tärkeää määritellä prosessit ja tuotelinjat, joissa Lean-ajattelun implementointi halutaan suorittaa. Suunnitelman tulee sisältää myös etenemisstrategia ja käytössä olevat resurssit kuten aika. (Čiarnienė & Vienažindienė 2012, s.729.)

Lean-ajattelun implementoinnin menestystekijöitä ovat kohdehenkilöiden ohjeistaminen ja motivointi sekä uusien roolien, metodien ja ympäristön muutosten johtaminen. Työntekijöiden ohjeistamisessa ja motivoinnissa keskeisiä tekijöitä ovat tiivis kommunikointi muun muassa siitä, mitä heiltä odotetaan, miksi implementointi suoritetaan ja mitä on luvassa. Onnistunut implementointi vaatii kaikilla projektin osa-alueilla aktiivista johtamista asiantuntijoilta, työntekijöiden osallistumista ja johdon tukea. Sopivien Lean-työkalujen valinta ja niiden käytön opettelu ovat myös edellytyksenä projektin tavoitteiden saavuttamiselle. Lisäksi, yrityksen johdon on varmistettava, että työympäristö säilyy turvallisena ja ilmapiiri luottamuksellisena. (Čiarnienė & Vienažindienė 2012, s.729.)

Lean-työkalujen implementoinnin jälkeen tapahtuvan kehityksen ja muutoksen seuraaminen on tärkeää. Parannuksia voidaan havaita esimerkiksi yrityksen sisäisiä mittareita seuraamalla kuten hukan määrä ennen ja jälkeen. (Čiarnienė & Vienažindienė 2012, s.730.)

4 Varastointi

4.1 Varastoinnin syyt

Suomenkielinen sana ”varasto” voi tarkoittaa joko yrityksen hankkimia materiaaleja, joita ei juuri kyseisellä hetkellä jalosteta, tai fyysistä aluetta, jossa tätä materiaalia säilytetään. Tietotekniikka ja tietokoneistuminen ovat lisänneet termin monimutkaisuutta entisestään. Tietokantojen taltioinnista on päädytty käyttämään termiä ”tietovarasto”. Termiä voidaan pitää sinänsä oikeana, vaikka sillä ei olekaan fyysisen materiaalin säilytyksen kanssa mitään tekemistä. Varastoksi kutsutaan materiaalin väliaikaista tai lopullista sijoituspaikkaa. Aikaa, jonka materiaalin pitäisi seistä varastoksi luokitellussa tilassa, ei ole määritelty. Lopullinen varasto voi olla esimerkiksi kaatopaikka, ydinjätteen kalliovarastointi tai jopa hautausmaa. (Hokkanen, S. & Karhunen, J. 2014, s.125.)

Varastoinnilla pyritään yleensä varautumaan vaihteleviin olosuhteisiin. Olosuhteiden vaihtelua kutsutaan kausivaihteluksi. Syitä kausivaihtelulle voi olla monia. Tyypillisimmin varastoimalla varaudutaan raaka-aineiden tai komponenttien saannin vaihteluun, kysynnän vaihteluun tai markkinoiden heilahteluun. Varautumista saatavuuden vaihteluun on esimerkiksi viljan varastoiminen talven yli. Sitä ei vaihtelevien vuodenaikojen takia ole tuotettavissa ympärivuotisesti, joten varastointi on välttämätöntä. Kysynnän vaihtelu ja epävarmuus voivat olla peräisin esimerkiksi kausituotteiden kohdalla muuttuvista vuodenajoista tai kysyntäennusteiden puuttumisesta. Kysyntäennusteiden puuttuminen koskee esimerkiksi uusia markkinoille tulevia tuotteita, joiden menekistä ei ole vielä tietoa. Markkinoiden heilahtelun vaikutuksia pyritään myös tasaamaan varastoimalla. Tällainen maailmalla esillä oleva trendi markkinoiden heilahtelusta on esimerkiksi öljyn hinta ja sen vaikutukset kemianteollisuuteen. Yritysten on vaikea ennustaa hinnanmuutoksia, joten siitä aiheutuvia seurauksia, esimerkiksi tiukentuneen kilpailun myötä tapahtuvaa markkina-aseman heikentymistä, pyritään lieventämään varastoilla. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s.10.)

Yritysmaailmassa varastoinnin pohjimmainen motiivi on yleensä asiakastarpeen täyttäminen. Esimerkiksi edellä mainittuun kausivaihteluun voidaan varautua varastoimalla tuotteita, jotta asiakkaita pystyttäisiin palvelemaan yhtä tehokkaasti ympäri vuoden. Asiakas voi olla joko toinen yritys tai tuotteen loppukäyttäjä eli kuluttaja. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s.10.)

Varastoinnilla voi olla myös muita motiiveja. Erityisesti valmistavan tuotannon yrityksille varastointi on olennainen osa toimintaa. Varastoinnin motiivina voi olla esimerkiksi kuljetuskustannusten ja tuotantokustannusten minimoiminen, suurten hankintojen edullisuus, tuottajien ja kuluttajien välisten aika- ja tilaerojen tasaaminen tai myyjien, toimittajien ja asiakkaiden Just In Time (JIT) -periaatteen tukeminen. Usein varastoinnilla taustalla on useampi kuin yksi motiivi. Onnistunut ja hyvin suunniteltu varastopolitiikka tuottaa lisäarvoa logistisiin ketjuihin, vaikka varastointi ei yleensä itsessään ole lisäarvoa tuottava tekijä. (Hokkanen, S. & Karhunen, J. 2014, s. 126.)

4.2 Varastotoiminnot

Varastossa suoritettavien työtehtävien eli varastotoimintojen katsotaan alkavan tavaran vastaanotosta. Se voidaan jakaa vielä erillisiin osa-alueisiin, joista ensimmäinen on ostotilauksen tekeminen. Tilaus voidaan tehdä joko manuaalisesti tai automaattisesti.

Oleellista on, että tilauksessa on määritetty saapuvan tavaran eräkoko sekä saapumispäivämäärä. Automaattisessa tilauksessa nämä ovat ennalta toimittajan kanssa sovittuja. Manuaalisesti tehtävissä tilauksissa toimitusaika ja määrä sovitaan toimittajan kanssa erikseen kunkin tilauksen yhteydessä. Ostotilauksen tekemisen jälkeen varastossa voidaan alkaa valmistautumaan tilauksen saapumiseen. Valmistautumisen kannalta on oleellista saada tilauksesta niin sanottu ennakkoilmoitus. Siinä toimittaja antaa tilauksen ennakkotiedot eli vahvistuksen eräkoolle ja saapumispäivämäärälle. Tällöin varastossa osataan varautua tavaran saapumiseen tarvittavin resurssein ja tilamäärin. Erityisesti, kun tilausmäärä on suuri, valmistautuminen on tärkeää. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s. 29.)

Seuraava vastaanoton osa-alue on tavaran saapuminen. Kun tavara saapuu fyysisesti varastoalueelle, puretaan kuorma yleensä tähän tarkoitukseen varatulla purkupaikalla. Purkupaikkana voi toimia esimerkiksi vastaanottolaituri tai piha-alue. Kuorman purkaa joko varaston henkilökunta tai tavarantoimittaja riippuen siitä, mitä toimittajan kanssa on sovittu. Kuorman oikeellisuus tarkastetaan rahtikirjoista. Ensimmäiseksi tarkastetaan, onko toimitus saapunut oikeaan osoitteeseen. Tämän jälkeen rahtikirjan tietoja verrataan ennakkoilmoituksessa saatuihin tietoihin. Tarkastuksen jälkeen kuorma voidaan purkaa. Tämän jälkeen toimitus täytyy silmämääräisesti tarkastaa mahdollisten vaurioiden varalta. Näkyvistä vahingoista tulee tehdä merkintä rahtikirjaan. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s. 30.)

Vastaanoton viimeisessä osa-alueessa saapuneet tuotteet kirjataan tietojärjestelmän, mikäli sellainen on käytössä. Kirjaus voidaan tehdä joko ennen laadullista tarkastusta tai sen jälkeen. Laadullisessa tarkastuksessa tarkastetaan tarkemmin tuotteiden kunto ja verrataan niitä toimituksen lähetyslistaan. Mahdolliset ristiriidat näiden välillä tulee huomioida, kun tuotteita kirjataan järjestelmään. Varastosaldojen oikeellisuuden kannalta on oleellista, että tietojärjestelmään kirjataan ainoastaan ne tuotteet, jotka toimituksessa on vastaanotettu. Toimituksessa havaitut puutteet ja virheet ilmoitetaan toimittajalle mahdollisimman nopeasti. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s. 31.)

Tavaran vastaanoton jälkeen saapuneen tavaran matka jatkuu joko suoraan tuotantoon tai varastoon. Työvaihetta, jossa tuotteet viedään varastoon omille varastopaikoilleen, kutsutaan hyllytykseksi. Ennen hyllyttämisen aloittamista on selvitettävä, saapuneiden tuotteiden nimikkeiden oikeellisuus sekä kunto. Mikäli varastoon päätyy epäkuranttia tavaraa, varastosaldot eivät kerro todellista myyntikuntoisten tuotteiden määrää. Tämän

jälkeen tietojärjestelmästä voidaan hakea kunkin tuotteen hyllypaikka. Ennen hyllyyn viemistä on vielä varmistettava, että tuote on säilytyskuntoinen ja tarvittavat pakkaukset on poistettu. Hyllytys vaatii erityistä huolellisuutta, sillä väärin hyllytettyjen tuotteiden etsiminen on työlästä ja aiheuttaa ylimääräisiä työkustannuksia. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s. 33.)

Keräilyllä tarkoitetaan sitä, kun varastoituja tuotteita tai materiaaleja haetaan omilta hyllypaikoiltaan. Keräily on varastotoiminnoista työläin ja vaatii usein eniten henkilötyöpanosta. Työaikaa kuluu etenkin tavaran kuljettamiseen ja etsimiseen. Keräilyä voi siis parhaiten kehittää minimoimalla näihin toimintoihin käytetyn ajan. Suurin kehitystekijä keräilyn kannalta on ollut teknologian ja teknisten laitteiden kehittyminen ja yleistyminen. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s. 35-36.)

Varastoimalla valmiita ja keskeneräisiä tuotteita yritys samalla sitoo niihin pääomaa. Varastoinventaariossa on tarkoituksena selvittää, mitä tuotteita varastossa on ja kuinka paljon sekä paljonko yrityksellä on tuotteisiin sidottua pääomaa. Keskeistä on myös pystyä vastaamaan varastoitujen tuotteiden kunnosta. Myynti- ja käyttökelvottomat tuotteet tulee huomioida inventaariota tehdessä ja poistaa varastosaldoilta. Vastaavasti tuotteet, joita ei ole otettu saldoille, tulee sinne lisätä. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s. 66.)

Varastosaldotietojen päivittäminen on yksi varaston vaikeimmista työtehtävistä. Varastosaldojen oikeellisuus on uhattuna aina, kun tuotteita sijoitetaan varastoon tai otetaan varastosta. Varastonhallinnassa voidaan käyttää apuna varastonhallintajärjestelmää. Toimivan järjestelmän ansiosta varastotoiminnoissa, kuten vastaanotossa, hyllytyksessä ja keräilyssä, tapahtuvat virheet yleisesti vähenevät. Siitä huolimatta järjestelmän varastosaldon paikkansapitävyyttä on syytä tarkistaa säännöllisillä inventaarioilla. Tällöin saadaan selville varaston todellinen tila varastoitujen raaka-aineiden tai tuotteiden osalta. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s. 66-67.)

Inventaarion oikeaoppinen suorittaminen on tarkkaa ja täsmällisyyttä vaativaa työtä. Varaston koosta ja käytössä olevista työvälineistä riippuen inventaariossa voidaan käyttää erilaisia apuvälineitä, esimerkiksi erilaisia lukulaitteita. Lisäksi erilaiset varaston tietojärjestelmät helpottavat huomattavasti inventaarion tekemistä. Mikäli inventaario suoritetaan ilman teknisiä apuvälineitä ja tietojärjestelmiä, tulee henkilökunnan olla erityisen ammattitaitoista ja heillä pitää olla oikeanlainen asenne. Huolimattomuus vie pohjan

koko inventaarion keskeiseltä ajatukselta. Monet yritykset suorittavat inventaarion manuaalisesti kehittyneestä tietotekniikasta huolimatta. Syy tähän voi olla esimerkiksi varastonhallintajärjestelmän ylikuormittumisen ennaltaehkäisy tai totuttuun toimintatapaan jumiutuminen. (Hokkanen, S. & Karhunen, J. 2014, s. 131-132.)

4.3 Varastotoiminnan ohjaaminen

Nykyään yhä useammissa varastoissa varastotoimintojen suorittamista ohjataan varastonhallintajärjestelmällä. Yrityksellä voi olla käytössä nimenomaan varastointia ohjaava tietojärjestelmä tai laajempi toiminnanohjausjärjestelmä, jossa varastonhallinta on vain yksi osa kokonaisuudesta. Varastonhallintajärjestelmien yleistyminen johtuu suurilta osin nimikkeiden eli varastoitavien tuotteiden tai materiaalien määrän voimakkaasta lisääntymisestä. Tällä tarkoitetaan nimenomaan erilaisten tuotteiden tai materiaalien määrän lisääntymistä eikä sitä, että tuotetta varastoitaisiin useampia kappaleita. Nimikkeiden lisääntymisen seurauksena varastotoimintojen ohjaaminen on muuttunut entistä monimutkaisemmaksi, jolloin koko varastokokonaisuuden hallinta ilman tietojärjestelmän tukea on erittäin haastavaa, ellei mahdotonta. Nimikkeiden hallinnan lisäksi varastotoimintaan kuuluvat myös materiaalivirrat, informaatio, rahavirta, palveluaste, ihmiset ja koneet, joita kaikkia tulee yhtä lailla ohjata kustannustehokkaan varastoinnin mahdollistamiseksi. Varastotoiminnan ohjaaminen on tärkeää, sillä varastotoimintojen tulisi tuottaa lisäarvoa yrityksen sidosryhmille sekä saavuttaa yrityksen sisäiset tavoitteet. Yrityksen sisäisiä tavoitteita, joihin varastotoiminnan ohjauksella pyritään, ovat varastoihin sitoutuneen pääoman vähentäminen, varastointi- ja materiaalinkäsittelykustannusten pienentäminen ja korkean palvelutason saavuttaminen. Palvelutasolla tarkoitetaan esimerkiksi toimitusvalmiuden ylläpitoa. (Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018, s. 71-72.)

5 Raide-Jokeri

5.1 Yleistä

Raide-Jokeri on Helsingin ja Espoon välille rakentuva pikaraitiotie. Sen 25 km pitkä reitti kulkee Espoon Otaniemen ja Leppävaaran sekä Helsingin Pitäjänmäen, Oulunkylän ja Viikin kautta. Päätepysäkit sijaitsevat Helsingin Itäkeskuksessa ja Espoon Keilaniemessä. Raide-Jokerin tavoitteena on korvata nykyinen 550 bussilinja ja tuoda lisäkapasiteettia tälle ruuhkautuneelle reitille. Yhteen raitiovaunuun mahtuu yli kaksinkertainen matkustajamäärä nykyiseen bussiin verrattuna eli noin 210 henkilöä. On ennustettu, että

vuonna 2030 Raide-Jokerilla tehdään 90 000 matkaa joka arkipäivä, kun nykyinen matkustajamäärä 550 linjalla on noin 40 000 matkaa per arkipäivä. Raitiotien liikennöinnin on määrä alkaa kesäkuussa 2024. Raide-Jokerin rakentamisella pyritään tukemaan kestävää kaupunkikehitystä ja kestäviä liikkumismuotoja asukasmäärän kasvaessa. (Raide-Jokeri.)

Raide-Jokeri toteutetaan eri osapuolten muodostaman allianssimallin avulla. Allianssihankkeen tilaajina toimivat Espoon kaupunki, Helsingin kaupunki ja HKL. Suunnittelijoina ovat Ramboll Finland Oy, Sitowise Oy ja Sweco Oy sekä urakoitsijoina YIT Suomi Oy ja NRC Group Finland Oy.

5.2 Tilapäiset liikennejärjestelyt

Raide-Jokeri on jaettu viiteen tuotantolohkoon (TL1-TL5) ja varikkoon. Varikko poikkeaa tuotantolohkoista siinä mielessä, että siellä rakentaminen tapahtuu suljetulla tontilla, eikä näin ollen tilapäisiä liikennejärjestelyjä juuri tarvita. Näiden lisäksi TLJ-järjestelyitä suorittavat myös hankkeen poikittaiset tekniikkalajit kuten rata- ja sähkörakentaminen. Tuotannon TLJ-organisaatioon kuuluvat tuotantolohkojen tilapäisistä liikennejärjestelyistä vastaavat TLJ-insinöörit sekä tuotannon TLJ-tekniikkavastaava.

Raide-Jokerin rakentaminen tapahtuu laajalla alueella kaupunkiympäristössä. Rakennustyöt aiheuttavat monenlaisia muutoksia liikennejärjestelyissä, mutta tarkoin suunnitelluilla tilapäisillä liikennejärjestelyillä pyritään mahdollistamaan eri liikkumismuotojen turvallinen ja esteetön kulku työalueiden läheisyydessä. Liikennejärjestelyiden onnistuneella toteuttamisella pyritään myös vaikuttamaan myönteisesti asukkaiden ja ohikulkijoiden mielikuviin Raide-Jokerista. Selkeästi ja siististi toteutetut järjestelyt ja työalueiden rajaukset antavat työmaasta ammattitaitoisen kuvan ulospäin. (Raide-Jokeri 2019, s. 4-5.)

Hankkeen tilapäiset liikennejärjestelyt toteutetaan vaiheittain rakentamisen edetessä, joten käytössä olevien TLJ-tuotteiden määrä vaihtelee hankkeen aikana. Ylimääräiseksi jääneet tuotteet pyritään varastoimaan mahdollisimman hyvin, jotta niitä voidaan hyödyntää tulevissa vaiheissa. TLJ-tuotteita toimittaa useampi toimittaja. Tilapäiset liikennemerkit tilataan pääosin Vaasasta Berg & Sauso Oy:ltä. Liikennemerkkien toimitusaika on keskimäärin 2-3 päivää. Nordpel Oy toimittaa hankkeelle matalat ja korkeat verkkoaidat

sekä suurimman osan raskassuojista. Muoviaidat, betoniporsaat, ajosillat, liikennemerkkiputket ja -kiinnikkeet tilataan Ramudden Oy:ltä. Heidän työntekijänsä avustavat myös Raide-Jokerin liikennejärjestelyiden toteuttamisessa.

Tässä opinnäytetyössä TLJ-tuotteet jaotellaan liikennemerkkeihin ja muihin TLJ-tuotteisiin. Tämä jaottelu tehdään, sillä liikennemerkkien varastointi on toteutettava hieman muusta TLJ-varastoinnista poikkeavalla tavalla. Liikennemerkit ovat muihin TLJ-tuotteisiin verrattuna pienikokoisia ja kevyitä, joten ne vaurioituvat muita helpommin. Muihin TLJ-tuotteisiin luetaan muoviaidat, verkkoaidat, raskassuojat, betoniporsaat, ajosillat ja muut työmaakäytössä olevat liikennetuotteet.

Raide-Jokerille ostetut TLJ-tuotteet ovat hankkeen valmistuttua Espoon ja Helsingin kaupunkien omaisuutta, joten varastoituja tuotteita ei ole mahdollista jälleenmyydä. Hankkeen suunnitteluvaiheessa on määritelty tavoitekustannus TLJ-materiaaleille. Siihen sisältyvät siis kaikki tilapäisten liikennejärjestelyiden toteuttamiseen vaadittavat materiaalit. Tavoitekustannus perustuu parhaaseen arvioon materiaalien aiheuttamista kustannuksista. Hyvin organisoidulla ja toteutetulla työmaavarastoinnilla ja harkitulla ostotoiminnalla olisi siis mahdollista alittaa asetettu tavoitekustannus.

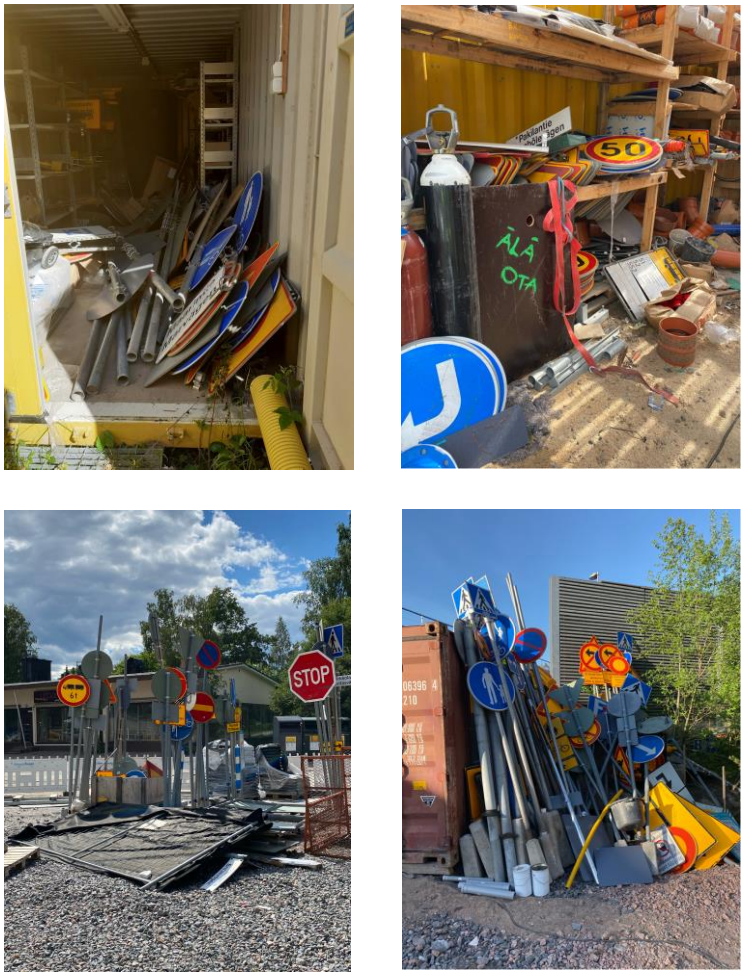
6 Nykytilankuvaus

Nykytilankuvausta varten haastattelin kolmen tuotantolohkon TLJ-insinöörejä. Lisäksi kävin aiheesta keskusteluja hankkeen TLJ-tekniikkavastaavan kanssa. Valitsin haastateltaviksi henkilöiksi TLJ-insinöörit, sillä heidän päivittäiset työtehtävänsä ovat tiiviisti kytköksissä varastoinnin prosesseihin. Lisäksi heillä on hyvä kokonaiskuva varastoinnin ja varastojen toimivuudesta työmaaympäristössä. Haastattelin myös hankkeen yhteyshenkilöä Ramudden Oy:stä. Haastatteluiden perusteella muodostui nykytilan prosessikuvaus sekä kuvaus TLJ-varastojen nykytilasta.

6.1 TLJ-tuotteiden työmaasäilytys

TLJ-tuotteet pyritään varastoimaan pääsääntöisesti työmaa-alueille muodostuneisiin varastoihin. Kaikki käytöstä poistuneet tuotteet eivät kuitenkaan päädy varastoon, vaan osa jätetään säilöön työmaille. Syynä tähän on se, ettei tuotteiden varastointia muualle pidetä tarpeellisena tai ylimääräistä vaivaa ei jostain muusta syystä viitsitä nähdä.

Liikennemerkkien varastointitavat vaihtelevat hieman tuotantolohkojen välillä ja myös niiden sisällä on varasto- tai varastoijakohtaisia eroja. Osaa liikennemerkeistä varastoidaan varastokonteissa tai säilytystä varten rakennetuilla hyllyillä. Ulkotiloissa liikennemerkit varastoidaan pääsääntöisesti putkiin kiinnitettyinä. Osalla lohkoista on käytössään telineitä, joissa putki ja siinä kiinni oleva merkki pysyvät pystyssä. Liikennemerkkejä jää myös usein lojumaan työmaille tai ne muuten vaan varastoidaan huolimattomasti. Tällöin merkeillä on suuri riski vaurioitua. TLJ-insinöörit kokevat suurimmiksi haasteiksi varastojen epäsiisteyden sekä tilanpuutteen.



Kuva 5. Liikennemerkkien työmaavarastointia

Kuva 6. TLJ-tuotteiden työmaavarastointia

6.2 Prosessikuvaus

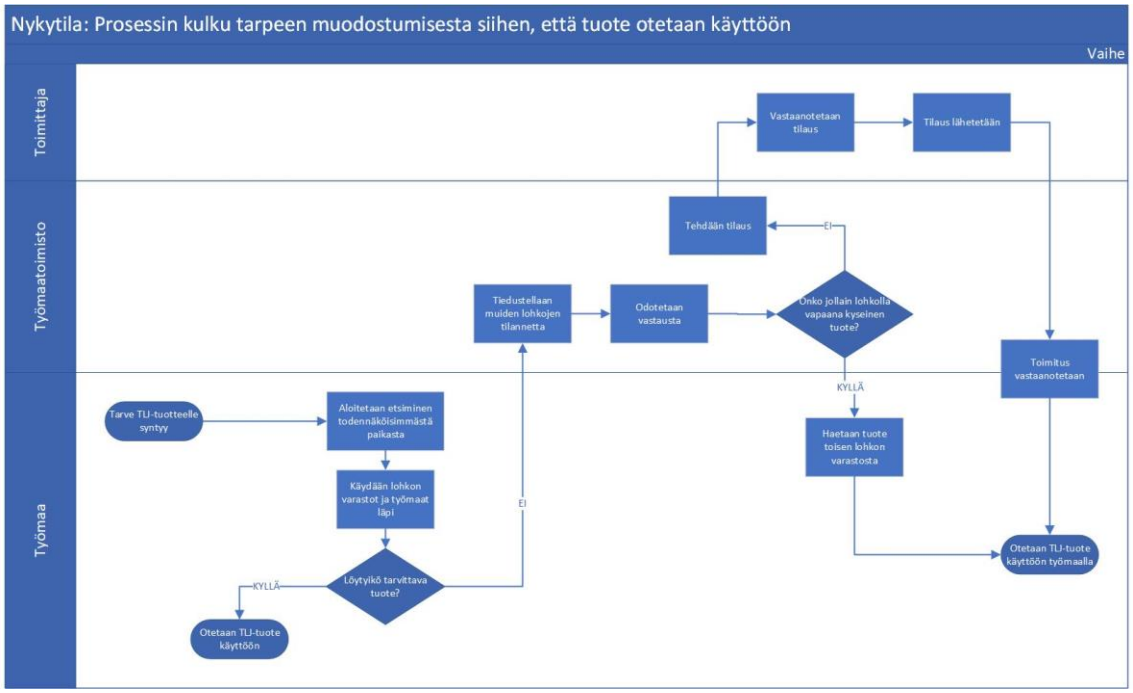
Prosessi alkaa, kun työmaalle tarvitaan lisää TLJ-tuotteita. Tarve voi syntyä TLJ-vaiheen muuttumisesta tai yksittäisistä puutteista nykyisissä järjestelyissä. TLJ-tuotteita voidaan hankkia työmaalle kahdella eri tavalla joko etsimällä tarvittavat tuotteet jostain tuotantolohkojen varastosta tai tilaamalla ne toimittajalta. Ennen uusien tuotteiden tilaamista tulisi aina selvittää, onko kyseisiä tuotteita jossain varastoituna. Tämä voi olla erittäin haastava ja aikaa vievä työvaihe, sillä varastoiduista tuotteista ei ole tietoa saatavilla. Tieto varastoiduista tuotteista on siis lähinnä hankkeella työskentelevien henkilöiden muistin varassa. Välimatkat ovat Raide-Jokerilla melko pitkiä, sillä rakentaminen tapahtuu 25 kilometrin matkalla, ja tuotantolohkotkin ovat keskimäärin 5 kilometriä pitkiä. Liikkuminen on kaupunkiympäristössä hidasta, mikä hidastaa myös tuotteiden etsimistä. Jos tarvittuja tuotteita ei etsimisestä huolimatta löydy, tulisi ennen tilauksen tekemistä tiedustella vielä muiden tuotantolohkojen varastojen tilannetta. Tiedustelu tapahtuu yleensä soittamalla tai viestin välityksellä. Esimerkiksi TLJ-insinööreillä on yhteinen Whatsapp-keskustelu, jossa kysellään, löytyykö muilta tuotantolohkoilta varastoituna jonkun toisen tarvitsemia TLJ-tuotteita. Viesteihin reagoidaan kuitenkin viiveellä, eikä vastausta välttämättä saada ollenkaan. Syy tähän on esimerkiksi se, että muut TLJ-insinöörit kokevat omalle lohkolleen varastoitujen tuotteiden selvittämisen liian vaikeana tai kuormittavana tehtävänä. Heidän täytyisi selvittää omien TLJ-varastojensa tilanne samaan tapaan, kuin edellä on esitetty. Usein kyselyyn vastataan myös muistinvaraisesti ilman, että varastojen tilannetta sen enempää selvitetään. Jos jollain tuotantolohkolla sattuu olemaan jonkun toisen

tarvitsema TLJ-tuote varastoituna, tehdään tapauskohtainen arvio siitä, lähdetäänkö kyseistä tuotetta hakemaan. Yksittäisiä tuotteita harvemmin haetaan viereisiä lohkoja kauempaa, mutta isompia kokonaisuuksia ollaan yleisesti valmiimpia noutamaan kauempaakin. Näissä tapauksissa puntaroidaan matkaan kuluvaa aikaa ja saavutettavaa materiaalikustannussäästöä. Tuotteita lainaan ottavalle osapuolelle ei kohdistu lainkaan materiaalikustannuksia, sillä kustannukset kohdistuvat vain sille tuotantolohkolle, joka tuotteet on tilannut.

TLJ-tuotteet tilataan toimittajalta silloin, kun niitä ei joko löydy varastoituna tai niitä ei ole muuten järkevästi saatavilla. Liikennemerkkitoimittajana hankkeella toimii Berg & Sauso Oy. Heiltä tuotteet tilataan erillisellä Microsoftin Excel-pohjaan luodulla tilauslomakkeella. Lomakkeeseen listataan tilattavat tuotteet omille riveilleen ja lähetetään sähköpostin liitetiedostona. Välillä myös työnjohtajat tekevät tilauksia suoraan työmaalta puhelimitse. Tällöin tieto tilauksesta ei välttämättä kulkeudu TLJ-insinöörille. Berg & Sauso Oy:lle tehdyt tilaukset tulisi kirjata vielä erilliseen Excel-tiedostoon, mutta sitä ei kiireessä ehditä tai viitsitä täydentää. Tämän Excelin avulla pyrittäisiin ylläpitämään ajantasaista tietoa siitä, mitä hankkeelle on tilattu. Liikennemerkkitilausten toimitusaika on 2–3 päivää. Tilaus toimitetaan sovitusti joko suoraan työmaalle tai Ramudden Oy:n varastolle, jossa merkit kiinnitetään asennusta varten valmiiksi putkiin. Kun tilaus on saapumassa työmaalle, kuorman tuoja soittaa ja ilmoittaa tilauksessa nimetylle yhteyshenkilölle. Toimituksen rahtikirja jää työmaalle. Tilausta ei kirjata mihinkään saapuneeksi, eikä tuotteita tarkasteta tai lasketa saapumisvaiheessa. Toimitusvirheet ja -puutteet selviävät vasta, kun toimitusta asentamisen yhteydessä puretaan. Toimitukset ovat kuitenkin yleisesti olleet täsmällisiä ja tilauksen mukaisia. Ennen asennusta liikennemerkit täytyy valmistella asennusta varten lisäämällä kiinnikkeet ja kiinnittämällä merkit putkiin. Valmistelevat työt ja asennukset hoidetaan joko Ramudden Oy:n tai lohkon omien työntekijöiden toimesta.

Yksi tuotantolohkoista suorittaa liikennevarastoissaan säännöllisesti, noin 2–3 viikon välein, inventaarion, jolloin varaston sisältö kirjataan ylös inventaariolomakkeelle. Nämä inventaarion yhteydessä tehdyt kirjaukset toimivat apuna TLJ-insinöörin tehdessä uusia tilauksia, sillä hän tarkistaa varaston tilanteen inventaariolomakkeelta. Varastosaldon kirjaamista varten on olemassa myös Excel-tiedosto, mutta sitä päivitetään säännöllisesti vain tällä yhdellä lohkolla. Haastatteluissa ilmeni, että säännöllisen inventaarion laiminlyönti johtuu suurilta osin motivaation puutteesta. Kyseinen Excel-tiedosto on jaettu pil-

vipohjaiseen projektipankkiin, jonne kaikilla hankkeen toimihenkilöillä on pääsy. Varastosaldo-Excelin tavoitteena olisi jakaa tietoa tuotantolohkojen välillä, mutta tätä tavoitetta ei ole täytetty.



Kuva 7. Prosessikaavio nykytilasta

Muiden TLJ-tuotteiden, erityisesti työmaa-aitojen ja raskassuojien, tilaukset hyväksytetään aina ensin TLJ-tekniikkavastaavalla. Hän tekee arvion siitä, onko hankkeella todella sellainen tilanne, että uuden tilauksen tekeminen on tarpeen. Tekniikkavastaava pitää tehdyistä tilauksista listaa Excelissä, mutta se ei ole täysin todenmukainen. Hyväksynnän jälkeen tilaus voidaan tehdä.

Liikennejärjestelyvaiheen päätyttyä ylimääräiset TLJ-tuotteet tulisi viedä tuotantolohkojen varastoihin. Näin ei kuitenkaan aina tehdä, vaan liikennemerkit ja muut TLJ-tuotteet jäävät lojumaan työmaille. Tämä vaikeuttaa huomattavasti varastojen hallintaa, sillä kaikkien TLJ-tuotteiden sijaintia ei tiedetä.

6.3 Nykytilan analysointi

TLJ-insinöörien haastatteluissa ilmeni, että tilausprosessit sujuvat yleensä moitteettomasti, mutta selkeästi määritellyn varastointiprosessin puute aiheuttaa haasteita. Varastointiprosessin puute aiheuttaa muun muassa sen, että tilausvaiheessa varastossa olevien tuotteiden tarkastaminen vie paljon aikaa.

Suurimmat haasteet ja pullonkaulat tilausvaiheessa aiheutuvat, kun ennen tilauksen tekemistä joudutaan selvittää, mitä TLJ-varastoihin on sillä hetkellä varastoituna. Työaikaa kuluu merkittävästi siihen, kun selvitystyötä tehdään ja tarvittavia tuotteita etsitään. Tätä ei pienimmillä lohkoilla koeta suureksi ongelmaksi, mutta lohkokoon kasvaessa myös haasteet lisääntyvät. Ennen tilauksen tekemistä on lisäksi selvitettävä muiden lohkojen TLJ-varastojen tilanne. Nykyisen prosessin haasteet aiheutuvat siis pääosin tiedon puutteesta ja sen kulun hitaudesta lohkojen sisällä sekä niiden välillä. Hankkeella ei ole määritelty selkeää ja jäsenneltyä prosessia TLJ-tuotteiden varastoinnille. Lisäksi TLJ-tuotteita varastoidaan työmaille epämääräisiin paikkoihin, jolloin tehokas varastonhallinta on mahdotonta. Tärkeitä työvaiheita ei ole yleisesti hankkeen tasolla määritelty riittävällä tarkkuudella ja niiden suorittamista valvottu, mikä on johtanut siihen, että neljällä viidestä lohkosta varastosaldon ylläpito ja eivätkä säännölliset inventaariot ole osana varastointikäytäntöjä. Myöskään TLJ-materiaalikustannusten kohdistuminen lohkoittain ei tue tuotteiden kierrättämistä ja lainaamista lohkojen välillä. Kustannukset kohdistuvat vain yhdelle lohkolle, vaikka sama tuote olisi ollut käytössä monella eri lohkolla.

7 Tavoitetilan määritys

Nykytilankuvauksen jälkeen kokoonnuttiin keskustelemaan TLJ-tuotteiden varastoinnin ja varastonhallinnan tavoitetilasta, joissa yhdistyisivät varastot, prosessit sekä tietojärjestelmät. Tavoitetilan määritelmä muodostettiin yhteistyössä TLJ-insinöörien sekä TLJ-tekniikkavastaavan kanssa. Tavoitetilan määrittäminen aloitettiin varastoista, sillä nykytilankuvauksessa todettiin niiden toimimattomuuden olevan suurin este sekä toimiville prosesseille että varastonhallinnalle.

7.1 TLJ-varastot

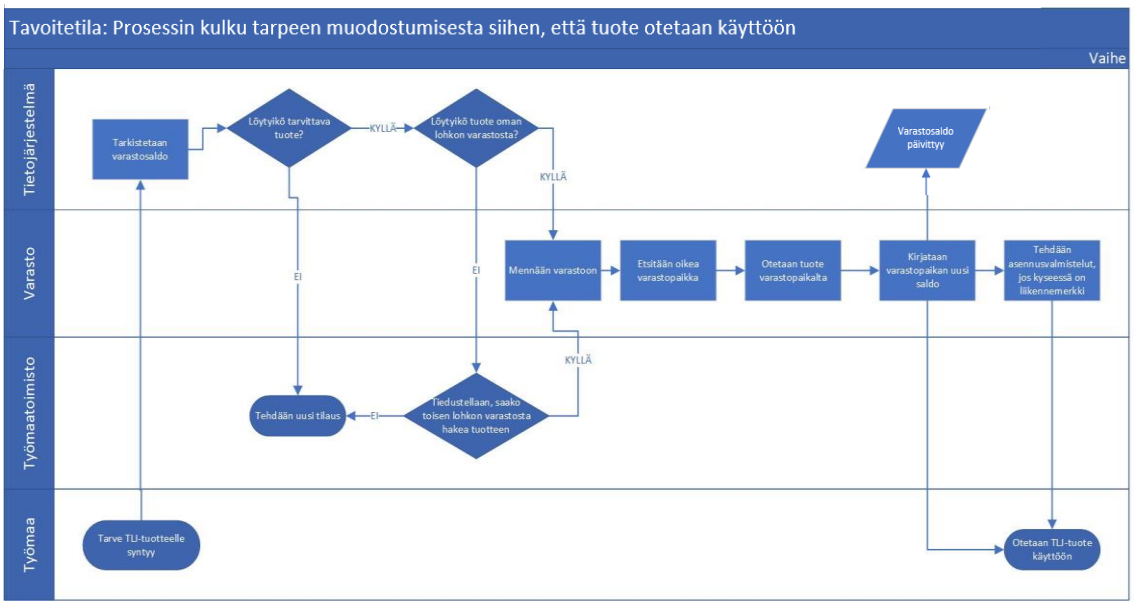
Liikennemerkkivarastojen tavoitetilan määritys aloitettiin pohtimalla varastojen rakenteellisia ominaisuuksia. Todettiin, että liikennemerkkivaraston tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja helposti toteutettavissa. Näiden seikkojen pohjalta nostettiin esiin ajatus liiterimäisestä varastosta, jossa olisi katto, mutta ei varsinaisia seiniä. Tällä ratkaisulla pyrittäisiin nopeuttamaan varastojen rakentamista sekä mahdollistamaan varastoon kulkemisen monesta eri suunnasta. Seinät koettiin turhiksi myös siitä syystä, että liikennemerkkivaraston ei tarvitse olla lukittava tai suljettu tila. Katos olisi kuitenkin tarpeen, sillä se suojaisi liikennemerkkejä esimerkiksi lumelta ja auringonpaisteelta. Myös asennusvalmisteluiden tekeminen olisi miellyttävämpää ja tehokkaampaa sääsuojan ansiosta.

Vähintään yhdelle seinälle tarvittaisiin hylly liikennemerkkien säilytystä varten. Hyllyn koko riippuisi muun muassa siitä, kuinka suuren alueen liikennemerkit varastoon tullaan varastoimaan. Varastoinnissa tulisi pyrkiä minimoimaan varastoitujen tuotteiden tarvitsema tila. Hyllyjen rakentamisessa tulisi huomioida eri kokoiset ja muotoiset liikennemerkit, esimerkiksi pyöreiden merkkien varastoiminen hyllytasoilla tulisi olla helposti toteutettavissa. Siisteyden ylläpidon helpottamiseksi varastoon tulisi nimetä hyllypaikat kaikille erilaisille liikennemerkeille, liikennemerkkiputkille sekä kiinnikkeille. Tällä uskottiin olevan positiivisia vaikutuksia työntekijöiden ajankäytön tehostamisessa. Hyllypaikat tulisi nimetä ainakin yleisimmille liikennemerkeille, joita todennäköisesti on varastoituna useampia kappaleita kerrallaan. Harvinaiset yksittäiset merkit voitaisiin säilyttää yhteisellä hyllyllä tilan säästämiseksi. Liikennemerkkiputket ja kiinnikkeet tulisi varastoida niin, että ne ovat helposti saatavilla asennusvalmisteluita suoritettaessa. Asennusvalmisteluita varten varastoon tarvittaisiin myös työtaso. Sen tulisi mahdollistaa ergonominen ja tehokas työskentely asennusvalmisteluiden aikana.

Muiden TLJ-tuotteiden varastoinnissa tulisi huomioida erityisesti niiden vaatima tilantarve. TLJ-varastointiin tarkoitettu alue tulisi rajata selkeästi, jotta alueelle ei vahingossa varastoida muuta tavaraa. Hankkeella voisi olla yhteisiä suurempia varastoalueita sekä lohkojen omia pienempiä TLJ-varastoja. Kaikkien varastojen sijainnit tulisi olla niin pysyviä, että ne voidaan merkitä hankkeen aluesuunnitelmiin. Varastopaikat tulisi nimetä jokaiseen varastoon kaikille TLJ-tuotteille. Lisäksi jokaiselle TLJ-varastolle olisi nimettävä vastuuhenkilö, joka vastaa varaston toiminnasta.

7.2 Varaston prosessit

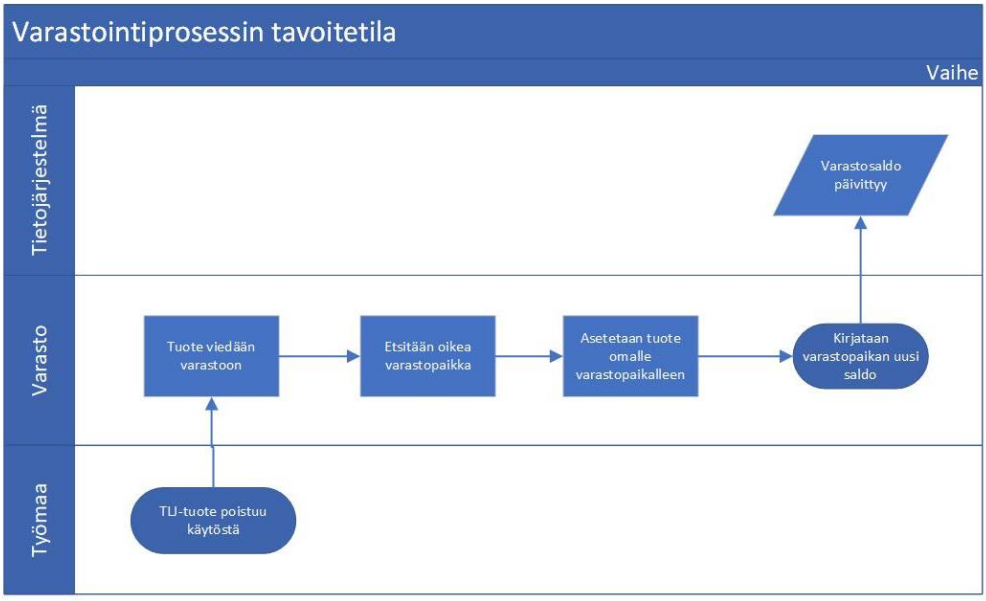
Varaston prosessien tavoitetilan määrittelyssä oli tavoitteena määritellä selkeät ja koko hankkeella hyödynnettävissä olevat prosessikuvaukset sekä TLJ-tuotteiden varastosta otolle että varastoinnille. Erityisesti varastosaldon ylläpitoon liittyvät työvaiheet koettiin tärkeiksi sisällyttää näihin varastotoimintoihin. Alla olevat prosessikuvaukset on koottu TLJ-insinöörien sekä TLJ-tekniikkavastaavan ajatuksista TLJ-varastoinnin tavoitetilasta. Keskusteluiden aikana pohdittiin erilaisia vaihtoehtoja ja lopulta päädyttiin seuraaviin prosessikuvauksiin:



Kuva 8. Prosessikuvaus varastosta noudon tavoitetilasta

Määritelty prosessi alkaa siitä, kun työmaalla tarvitaan lisää TLJ-tuotteita. Tarpeen muodostumisen jälkeen työntekijä tai TLJ-insinööri tarkastaa TLJ-varastojen varastosaldot käytössä olevasta tietojärjestelmästä kuten Excelistä tai varastonhallintajärjestelmästä. Tietojärjestelmästä tulisi olla helposti nähtävissä sekä oman tuotantolohkon että muiden lohkojen TLJ-varastojen tilanne. Tarkistuksen jälkeen työntekijä voi suunnata suoraan kyseiseen TLJ-varastoon, mikäli tuote löytyi oman tuotantolohkon alueelta. Jos tarvittava tuote löytyy jonkun toisen lohkon varastosta, tulisi tälle lohkolle ilmoittaa, ennen kuin se voidaan noutaa kyseisestä varastosta. Ilmoitus voidaan tehdä esimerkiksi soittamalla lohkon TLJ-insinöörille. Ilmoituksen ja luvan saannin jälkeen työntekijä voi noutaa TLJ-tuotteen varastosta ja viedä sen työmaalle käyttöön. Noudettaessa TLJ-tuotetta varastosta tulee henkilön ensin etsiä varastopaikka, jolle tuote on varastoitu. Tämän jälkeen hän ottaa tuotteen varastopaikalta ja tekee välittömästi sen jälkeen varastosaldomuutoksen. Muutoksen tekeminen tulisi olla nopea ja yksinkertainen työvaihe, jonka jokainen varastointia suorittava henkilö pystyisi tekemään varastossa ollessaan. Tavoitetilan prosessikuvauksessa on määritelty, että tehty varastosaldomuutos päivittyisi reaaliajassa käytössä olevaan tietojärjestelmään. TLJ-insinöörit hyväksyivät kuitenkin myös sen mahdollisuuden, että varastosaldomuutokset päivitettäisiin järjestelmään esimerkiksi vain viikon tai kahden välein. Tällöin varastoiden saldomuutokset voitaisiin kirjata esimerkiksi paperille, jolloin varastointia suorittavilta työntekijöiltä ei vaadittaisi tietojärjestelmäosaamista. Reaaliaikaiset saldomuutokset täytyisi tehdä suoraan tietojärjestelmään, mikä voi aiheuttaa haasteita työntekijöiden keskuudessa. Liikennemerkkivarastoissa suoritetaan varastosta oton jälkeen tarvittavat asennusvalmistelut, jonka jälkeen merkit asennetaan

työmaalle. Muut TLJ-tuotteet voidaan ottaa työmaalla käyttöön heti varastosaldomuutoksen kirjaamisen jälkeen.



Kuva 9. Prosessikuvaus varastoinnin tavoitetilasta

Varastointiprosessi alkaisi siitä, kun TLJ-tuotteet poistuvat työmaalla käytöstä. Tämän jälkeen ne vietäisiin kullekin tuotteelle osoitetulle varastopaikalle. Liikennemerkit, putket ja kiinnikkeet varastoitaisiin lohkojen liikennemerkkivarastoihin omille hyllypaikoilleen ja loput TLJ-tuotteet varastoalueille omille varastopaikoilleen. Varastoinnin yhteydessä tulisi aina kirjata varastopaikoilla tapahtuvat saldomuutokset. Henkilöt, jotka eivät kirjaa muutoksia eivät myöskään saisi suorittaa tuotteiden varastointia.

TLJ-insinöörien keskuudessa päädyttiin siihen, että inventointi suoritettaisiin noin kuukauden välein. Inventaariota suorittava henkilö kirjaisi oman vastuualueensa varastojen saldotiedot ylös, ja sen jälkeen vertaisi saamiaan tuloksia tietojärjestelmään kirjattuihin saldoihin. Tämän jälkeen hän tekisi tarvittavat korjaukset, jotta varastosaldot vastaavat varastojen todellista tilannetta.

Nykytilan prosessikuvaukseen verrattuna tavoitetilassa on selvästi keskitytty varastossa tapahtuviin työvaiheisiin varaston ulkopuolisten työvaiheiden sijaan. Tällä tavoin pyritään tehostamaan prosessin kulkua erityisesti varastojen ulkopuolella.

7.3 Tietojärjestelmä

TLJ-insinöörien kanssa käydyssä keskustelussa nousi esille, että tietojärjestelmän tukea kaivattaisiin erityisesti varastosaldojen ylläpidossa. Tietojärjestelmästä haluttaisiin saada selville kaikkien TLJ-varastojen reaaliaikainen varastosaldo. TLJ-insinöörit totesivat, että hankkeella tähän tarkoitukseen käytössä ollut Microsoft Excel vaatii melko paljon manuaalista työtä. Tämä lisää muun muassa virheiden syntymisen mahdollisuutta sekä hidastaa tiedon jakamista.

Keskustelussa pohdittiin myös uuden tietojärjestelmän käyttöönoton mahdollisuutta. TLJ-insinöörien mielestä uusi tietojärjestelmä olisi hyödyllinen, mikäli sen käyttö olisi helppoa ja järjestelmä vähentäisi manuaalisen työn osuutta prosesseissa. Tietojärjestelmän tulisi mukautua edellä määriteltyihin prosesseihin ja korvata Excelin käyttö. Tietojärjestelmän tulisi myös mahdollistaa varastosaldojen reaaliaikainen ylläpito, jolloin muutokset tietojärjestelmässä tapahtuisivat samalla, kun tuotteita noudetaan varastosta tai varastoidaan. Tieto varastosaldoista tulisi järjestelmän kautta välittyä automaattisesti kaikille tuotantolohkoille.

8 Kehitysehdotukset

Seuraavaksi esiteltävien kehitysehdotuksien tarkoituksena on tuoda ilmi mahdollisuuksia, joiden avulla nykytilasta voitaisiin päästä määritettyyn tavoitetilaan. Kehitysehdotukset perustuvat varastojen uudelleen järjestämiseen, varastopaikkojen osoittamiseen ja tätä kautta varastosaldojen ylläpidon mahdollistamiseen. Näihin osa-alueisiin keskittymällä tavoitellaan TLJ-varastoinnin kokonaisvaltaista kehittämistä sekä varastoitujen tuotteiden parempaa hyödynnettävyyttä koko hankkeen elinkaaren aikana.

8.1 Lean-työkalujen implementointi

Ensimmäinen askel TLJ-varastoinnin kehittämisessä voisi olla Lean-työkalun 5S-vaiheiden läpikäynti. 5S tulee sanoista: sort, set in order, shine, standardize ja sustain. Näiden viiden ässän avulla prosesseista saataisiin karsittua ylimääräisiä työvaiheita ja samalla keskityttäisiin myös työympäristön toimivuuteen ja siisteyteen. Viiden ässän läpikäynti voisi tarkoittaa esimerkiksi seuraavaa:

Sort: Poistamalla TLJ-varastoista kaiken ylimääräisen rojun ja tavaran varastojen siisteyttä olisi huomattavasti helpompi ylläpitää. Tilaa olisi myös tämän jälkeen enemmän käytettävissä. Määrittelemällä varastoille selkeät rajat voitaisiin olla varmoja siitä, että ylimääräisiä tavaroita ei päädy TLJ-varastointiin tarkoitetuille alueille.

Siivoamalla tilauksiin ja varastointiin liittyviä prosesseja tehostettaisiin prosessien kulkua ja säästettäisiin TLJ-insinöörien ja muiden työntekijöiden työaikaa. Tarvittavien tuotteiden etsimiseen tuhlautuu nykytilankuvauksen mukaan paljon aikaa, sillä luotettavaa tietoa varastosaldoista ei ole helposti saatavilla. Jos varastointiprosessiin sisällytettäisiin varastosaldon ylläpidon kannalta oleellisia työvaiheet, olisi varastojen hyödyntäminen tehokkaampaa. Nopeiden, selkeiden ja toistuvien työvaiheiden lisäämisellä voitaisiin siis vähentää huomattavasti työaikahukkaa ja tehostaa prosessien kulkua.

Set in order: Varastopaikkojen nimeämisellä tehostettaisiin myös prosessin kulkua. Tällöin tuotteet olisivat aina samassa ennalta sovitussa paikassa. Varastopaikkojen nimeämisen jälkeen myös varastosaldon ylläpito helpottuisi, sillä tuotteet voitaisiin lisätä saldoille varastopaikoittain. Jokaista yksittäistä tuotetta ei siis olisi tarpeen yksilöidä, vaan se tehtäisiin varastopaikoittain.

Shine: Huolehtimalla TLJ-varastojen ja työmaiden yleisestä siisteydestä. Jos työmailla nähdään ylimääräisiä TLJ-tuotteita, viedään ne TLJ-varastoihin omille paikoilleen.

Standardize: Luomalla varastoinnille selkeät toimintatavat voitaisiin yhtenäistää varastointikäytäntöjä koko hankkeella. Varastointiohjeita voitaisiin esimerkiksi tulostaa ja kiinnittää varastojen seinille.

Sustain: Edellä mainittuja muutoksia tulisi pyrkiä ylläpitämään hyvän johtamisen avulla.

Prosessien tehokkuuden parantamiseksi olisi oleellista kehitellä palkitsemisjärjestelmä työntekijöille. Tällä hetkellä palkitsemisjärjestelmää ei ole, sillä varastointiprosessien kulkua ei ole riittävällä tasolla määritelty ja valvottu. Kaizenin menetelmää noudattaen työntekijöille voitaisi asettaa välitavoitteita, jolloin heihin kohdistuvat odotukset olisivat tuotu

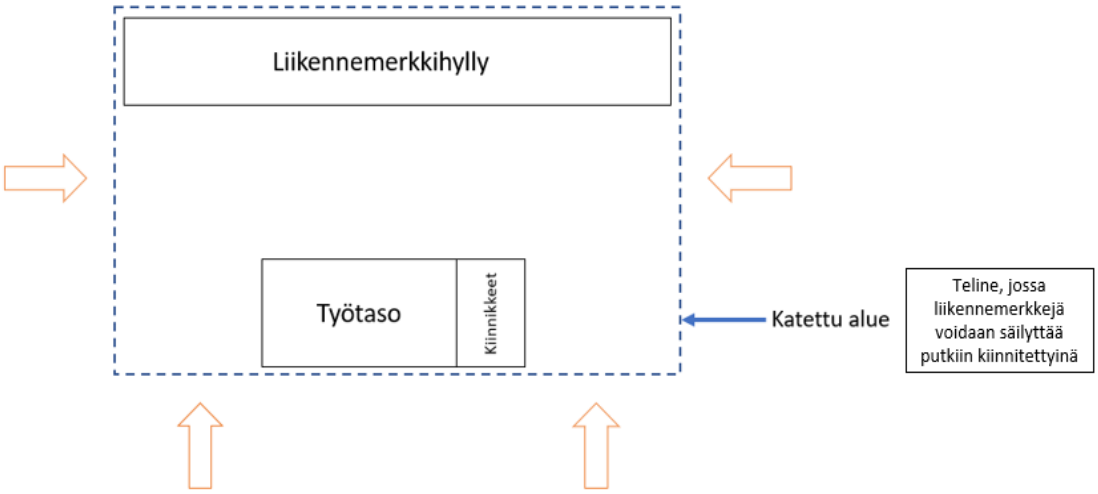
selkeästi esille. Palkitseminen motivoisi myös suorittamaan tarvittavat työvaiheet niin hyvin kuin mahdollista. Varastointiprosessin tueksi kehitettävä palkitsemisjärjestelmä voisi olla sidoksissa esimerkiksi inventaarioihin. Sovituin väliajoin tuotantolohkoilla suoritettaisiin TLJ-varastojen inventaariot. Mikäli inventaarion tulos vastaisi tietojärjestelmän varastosaldoja riittävällä tarkkuudella, palkittaisiin kyseisen TLJ-varaston vastuuhenkilö tai kaikki varastointia suorittavat työntekijät. Varastointia suorittavilta henkilöiltä tulisi jatkuvasti kerätä myös ideoita ja ajatuksia prosessien etenemisen tehostamisesta.

8.2 TLJ-varastojen ja varastointikäytäntöjen uudelleen organisointi

TLJ-varastojen uudelleen organisoinnin ensimmäinen työvaihe olisi määritellä kunkin tuotantolohkon TLJ-varastojen alueet ja sijainnit. Tämän jälkeen näille TLJ-varastoiksi määritellyille alueille varastoitaisiin ainoastaan TLJ-tuotteita. Lisäksi varastojen sijainnit tulisi lisätä hankkeen aluesuunnitelmiin. Maastoon TLJ-varastojen yhteyteen lisättäisiin osoitekyltit, jotta kaikilla varastossa käyvillä henkilöillä on tieto siitä, mikä varasto on kyseessä. Jokaiselle varastolle tulisi nimetä vastuuhenkilö, jonka vastuulla olisi varaston siisteyden ja järjestyksen varmistaminen sekä säännöllisten inventaarioiden suorittaminen ja varastosaldojen päivittäminen.

Liikennemerkkivarastot

Liikennemerkkivarastojen layoutissa tulisi huomioida tavoitetilan määrittelyssä esiin nousseet asiat. Layoutin ja varaston rakenteiden tulisi myös olla mahdollisimman yksinkertaiset, jotta varasto olisi helposti kopioitavissa. Tällöin varastoja voitaisi helposti tehdä useampia ja samaa ideaa hyödyntää myös tulevilla hankkeilla.



Kuva 10. Ehdotelma liikennemerkkivarastojen layoutista

Layoutin mukainen liikennemerkkivarasto koostuisi katoksesta, hyllystä ja työtasosta. Varaston tärkein elementti olisi liikennemerkkihylly. Hyllyn rakennukseen voitaisiin käyttää ylijäämälautaa, jota työmaaympäristössä on runsaasti saatavilla. Näin ollen rakennusmateriaaleista ei aiheutuisi juurikaan kustannuksia. Hyllyvälien korkeus tulisi määritellä niin, että liikennemerkkien ottaminen hyllystä ja asettaminen hyllyyn on mahdollisimman helppoa. Hyllyvälin tulisi siis olla noin 5 cm korkeampi kuin siinä varastoitavat merkit ovat. Hyllyille tulisi merkitä hyllypaikat kaikille yleisimmille työmaalla käytössä oleville merkeille. Harvemmin käytettävät merkit voitaisiin varastoida yhteiselle hyllylle, kunhan tieto hyllylle varastoiduista merkeistä on näkyvillä. Yhdelle hyllypaikalle tulisi varata tilaa noin 10-20 liikennemerkille. Raide-Jokerilla käytettävät merkit ovat noin 3 mm paksuja. Tilan tarpeen minimoimiseksi liikennemerkit tulisi varastoida pystyasennossa, jolloin yhden hyllypaikan vaatima leveys olisi noin 200 mm. Leveydessä on huomioitava se, että varastoitujen liikennemerkkipinojen ja hyllytason välinen kulma ei voi olla tasan 90 astetta, sillä muuten pinot eivät pysy pystyssä. Hyllypaikat tulisi erottaa toisistaan selkeästi, esimerkiksi laudasta rakennetuilla tilanjakajilla, hyllytysvirheiden vähentämiseksi.

Liikennemerkkihyllyn lisäksi varastosta tulisi löytyä työtaso, jonka päällä asennusvalmistelut on mahdollista suorittaa tehokkaasti. Työtason puuttuessa valmistelut joudutaan monesti tekemään epäergonomisissa asennoissa, jolloin työn tekeminen on hidasta ja terveydelle haitallista. Asennusvalmisteluihin kuuluu kiinnikkeiden kiinnittäminen liikennemerkkeihin ja merkkien kiinnittäminen liikennemerkkiputkiin. Työtaso on suunniteltava

niin, että näiden työvaiheiden suorittaminen on mahdollisimman ergonomista. Myös työmailta varastoon tulevien liikennemerkkikokonaisuuksien purkaminen voitaisiin suorittaa työtasoa hyödyntäen. TLJ-insinöörien keskuudessa syntyi erimielisyyksiä siitä, kannattaako liikennemerkit varastoida kiinnikkeet kiinni merkeissä vai kiinnikkeet irrotettuina. Kiinnikkeet haluttaisiin pitää kiinni merkeissä, sillä niiden kiinnittämiseen menee joidenkin mielestä liikaa aikaa. Kiinnikkeet irrotettuina merkit kuitenkin vievät huomattavasti vähemmän hyllytilaa. Tilatarpeen minimoimiseksi ja merkkien varastoinnin helpottamiseksi kiinnikkeet tulisi irrottaa merkeistä ja varastoida erikseen. Liikennemerkeissä kiinni olevia kiinnikkeitä ei myöskään voida hyödyntää asennuksissa. Tällöin on olemassa vaara, että kiinnikkeitä ostetaan lisää, vaikka niitä olisi käyttämättömänä hyllyissä. Työtason ansiosta kiinnikkeiden kiinnittäminen ja irrottaminen voitaisiin suorittaa tehokkaammin, jolloin säästetty aikakaan ei toimisi enää perusteena kiinnikkeiden jättämiselle kiinni merkkeihin.

Liikennemerkkiputkille ja kiinnikkeille tulisi olla omat varastopaikkansa liikennemerkkivarastossa. Putkien varastopaikka voisi olla esimerkiksi liikennemerkkihyllyn alla. Kiinnikkeet voitaisiin varastoida erilliseen laatikkoon työtason läheisyyteen. Pääasia on, että putket ja kiinnikkeet ovat helposti saatavilla asennusvalmisteluiden yhteydessä. Myös näiden tuotteiden kohdalla voitaisiin hyödyntää tunnistetietolappuja, joista löytyisi varastosaldon lisäksi tuotetiedot.

Katetun varastoalueen ulkopuolella tulisi olla teline, jossa osaa yleisimmistä liikennemerkeistä säilytettäisiin niin sanotussa asennusvalmiudessa. Teline mahdollistaisi liikennemerkkien säilytyksen putkiin kiinnitettyinä, jolloin asennusvalmisteluita ei tarvitsisi tehdä. Yleisimpiä liikennemerkkejä tietyömailla ovat esimerkiksi tietyö- ja suojatiemerkit sekä muutamat kieltomerkit. Osaa näistä merkeistä voitaisiin siis säilyttää telineessä. Telineessä säilytettävät merkit ja putket tulisi kuitenkin huomioida kullekin tuotteelle varatun hyllypaikan varastosaldossa.

Muut TLJ-varastot

Muut TLJ-tuotteet varastoitaisiin joko lohkojen pienemmille varastoalueille tai hankkeen yhteisille TLJ-varastoalueille. Varastojen sijainnit tulisi määrittää niin, ettei matka työmaalta varastoalueelle kasva liian suureksi. Lohkojen pienemmät varastoalueet olisi tarkoitettu nopeita pieniä muutoksia varten, jolloin TLJ-tuotteita tarvitaan lisää tai niitä täytyy

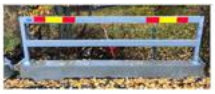
varastoida nopeasti pieniä määriä. Näiden varastojen tulisi sijaita työmaiden välittömässä läheisyydessä. Hankkeen suuremmat TLJ-varastot olisivat ensisijaisesti suuria TLJ-muutoksia varten, jolloin tuotteita tarvitaan tai niitä täytyy varastoida määrällisesti paljon kerrallaan. Niiden tarvitsisi sijaita yhtä lähellä kuin pienempien varastojen, jolloin tilaa todennäköisesti olisi käytettävissä huomattavasti enemmän. Kun varastoalueet sekä niiden sijainnit ovat kaikkien tiedossa, voitaisiin yleisesti sopia, että TLJ-tuotteita varastoidaan tästä lähtien ainoastaan näille määritellyille alueille. Varastoalueiden sisälle voitaisiin muodostaa varastopaikkoja rajaamalla varastoalueesta pienempiä alueita. Tällöin siisteyttä olisi helpompi ylläpitää ja samanlaiset tuotteet varastoitaisiin selkeästi samassa paikassa.

Varastointikäytännöt

Seuraavilla varastointikäytäntöjä koskevilla kehitysehdotuksilla pyritään edesauttamaan tavoitetilan mukaisen prosessin saavuttamista. Varastointikäytännöissä on kiinnitetty erityistä huomiota mahdollisimman ajantasaisten varastosaldojen ylläpitoon.

TLJ-tuotteet tulisi varastoida ainoastaan sovittuihin varastoihin omille varastopaikoilleen. Varastopaikkojen tunnistamista ja etsimistä voitaisiin nopeuttaa tunnistetietolappujen avulla (kuva 11.). Liikennemerkkivarastoissa voisi tunnistetietolappujen lisäksi olla erillinen kaavake, johon varastosaldomuutokset kirjattaisiin aina varastoinnin ja varastosta noudon yhteydessä. Kirjaus tehtäisiin kaavakkeeseen varastopaikan tuotetietoja vastaavalle riville. Vastaavasti muissa TLJ-varastoissa hyödynnettäisiin tuotekatalogeja (kuva 12.) saldomuutosten kirjaamisessa. Tuotekatalogi olisi hyödyllinen varastoissa, joissa selkeitä hyllypaikkoja ei voida osoittaa. Sekä tunnistetietolapun että tuotekatalogin tulisi sisältää tuotenumero tai muu tuotekohtainen tunniste, tuotteen kuva, nimi ja koko. Erityisesti tunnistetietolaput tulisi laminoida, jotta niiden käyttöikä pitenisi. Liikennemerkkikaavakkeet ja tuotekatalogit vaihdettaisiin aina tietojärjestelmän päivittämisen yhteydessä, joten niiden käyttöiäksi riittäisi 1-2 viikkoa.

Kuva 11. Esimerkki tunnistetietolapusta

Tuotenumero:	Tuotetiedot:	Kuva:	Noudettu (pvm/kpl määrä) :	Varastoitu (pvm/kpl määrä):
xxx	Raskas suojakaide 450kg			
xxx	Betoniporsas 600kg			
xxx	Betoniporsas 250kg			

Kuva 12. Esimerkki TLJ-varaston tuotekatalogista

Kun tuote tuodaan varastoon, se asetetaan omalle varastopaikalleen. Välittömästi tämän jälkeen varastoinnin suorittanut henkilö kirjaa joko kaavakkeelle tai tuotekatalogiin ”varastoitu” -otsikon alle varastointipäivämäärän sekä varastoitujen tuotteiden kappalemäärän. Kirjaus tehdään käsin kirjoittamalla jokaisen tuotteen kohdalle erikseen.

Noudettaessa TLJ-tuotteita varastosta tulisi suorittaa samankaltainen varastosaldomuutoksen kirjaus kuin tuotteita varastoitaessa. Kirjaus tehtäisiin tällä kertaa ”noudettu” -otsikon alle ja siihen kirjattaisiin samat tiedot kuin tuotteita varastoidessa.

Varastosaldoja ylläpidettäisiin hankkeen käytössä olevassa tietojärjestelmässä, esimerkiksi Excelissä. Viikon välein varastoiden nimetyt vastuuhenkilöt kiertäisivät läpi oman

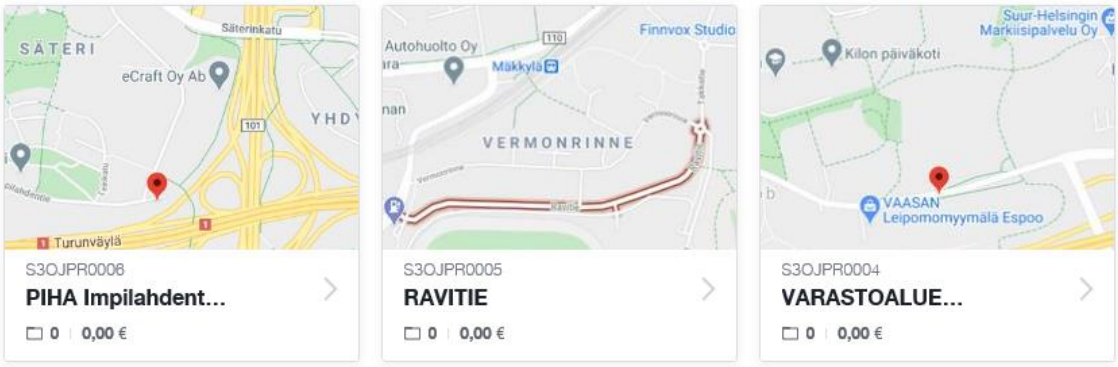
vastuualueensa TLJ-varastot ja poimisivat liikennemerkkivarastoista mukaansa kaavakkeen ja muista TLJ-varastoista tuotekatalogin. Tämän jälkeen he päivittäisivät varastosaldot tietojärjestelmään tehtyjen kirjausten perusteella, jos kyseessä on Excel-tiedosta, lisättäisiin se päivitysten jälkeen projektipankkiin. Tällöin tieto välittyisi myös muille lohkoille. Kyseisen käytännön toteutuminen vaatisi kaikkien prosessin osapuolten sitoutumisen prosessiin ja sen työvaiheisiin.

TLJ-varastoissa tulisi suorittaa inventaariot säännöllisesti noin kuukauden välein. Inventaarioiden suorittaminen olisi varastoiden vastuuhenkilöiden vastuulla. Inventaariossa he laskisivat oman vastuualueensa varastoihin varastoitujen TLJ-tuotteiden määrät ja korjaisivat tietojärjestelmässä olevat varastosaldot todellisen tilanteen mukaiseksi.

8.3 Varastonhallintajärjestelmä

TLJ-varastojen ja varastointiprosessien ollessa toimivia sekä tavoitetilan määritelmän mukaisia voitaisiin varastoinnin tueksi harkita varastonhallintajärjestelmän käyttöönottoa. Sen tavoitteena olisi lisätä varastosaldojen luotettavuutta sekä vähentää varastotoimintoihin liittyvää manuaalista työtä. Nordpel Oy:ssä kehitettiin testiversio varastonhallintajärjestelmästä Raide-Jokerilla ilmenneiden haasteiden ja toiveiden pohjalta. Kyseistä testiversiota käytetään tässä opinnäytetyössä esimerkkinä TLJ-tuotteiden mahdollisesta varastonhallintajärjestelmästä. Testiversion esittelyn avulla havainnollistetaan, millä tavalla TLJ-varastointia olisi mahdollista kehittää varastonhallintajärjestelmän käyttöönotolla.

Varastonhallintajärjestelmään muodostettaisiin tuotantolohkoista niin sanotut kansiot, joiden alle kunkin lohkon liikennemerkkivarastot lisättäisiin. Ideana tässä olisi, että kaikki järjestelmän käyttäjät saisivat tiedon hankkeella sijaitsevista varastoista. Tässä kyseisessä testiversiossa varastojen kuvakkeeseen on myös mahdollista lisätä kartta varaston sijainnista. Tämä nopeuttaisi huomattavasti varastoitujen tuotteiden löytymistä. Muiden TLJ-tuotteiden varastoalueet voitaisiin lisätä myös lohkojen alle riippuen siitä, sijaitsevatko varastoalueet selkeästi jonkun tietyn lohkon alueella vai onko kyseessä lohkojen yhteiskäytössä oleva varasto.



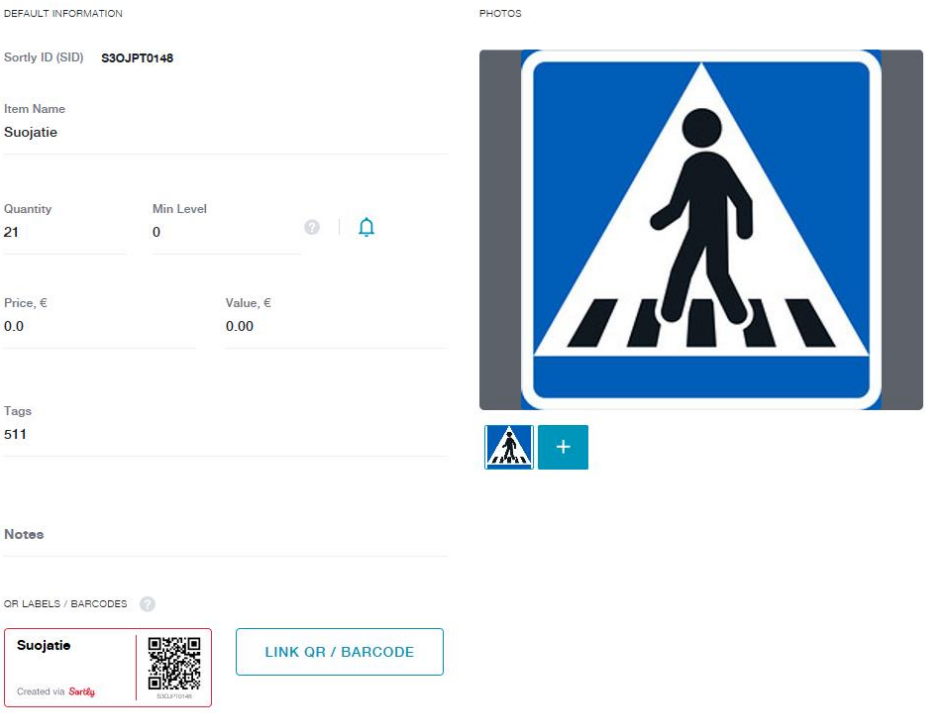
Kuva 13. Varastonhallintajärjestelmän näkymä: yhden tuotantolohkon TLJ-varastot

Klikkaamalla TLJ-varastoa aukeaa näkymä, josta nähdään kyseiseen varastoon varastoidut TLJ-tuotteet (kuva 14.).

Kuva 14. Varastonhallintajärjestelmän näkymä: TLJ-varaston sisältö

Tuotetietoja päästään tarkastelemaan tarkemmin tuotteen kuvaa klikkaamalla. Aukeavasta näkymästä (kuva 15.) nähdään tuotteen kuva kokonaisuudessaan, tuotteen nimi, varastoitu määrä sekä tunniste, joka tässä tapauksessa vastaa kyseisen liikennemerkin numeroa. Lisäksi tuotetietoihin voisi halutessaan lisätä tuotteen sisäänostohinnan sekä minimi varastotason. Jälkimmäinen tieto ei kuitenkaan ole TLJ-varastoiden kohdalla tarpeen. Tuotetietonäkymästä nähdään myös QR-koodi, joka on linkitetty suojatiemerkin varastopaikalle Nuijalantien varastoalueella. Varastopaikan kohdalle kiinnitetyn tunnistetietolapun QR-koodi vastaisi siis tätä järjestelmässä olevaa QR-koodia. QR (lyhennetty

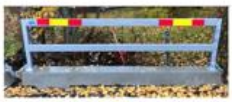
sanoista Quick Response) -koodi on viivakoodin tapaan yksilöllinen tunniste. Sen lukeminen onnistuu useimmilla nykyaikaisilla älypuhelimilla, joten erillistä lukulaitetta ei tarvita. QR-koodi voidaan tulostaa järjestelmästä tavalliselle kopiopaperille.



Kuva 15. Varastonhallintajärjestelmän näkymä: tuotetiedot

Varastonhallintajärjestelmän tärkein ominaisuus olisi luotettavan ja reaaliaikaisen varastosaldon ylläpito. Tämä edellyttäisi sen, että varastosaldomuutos tehtäisiin aina tuotteita varastoitaessa. Kaikkien varastointia suorittavien työntekijöiden olisi sitouduttava noudattamaan tätä käytäntöä. Testiversiossa varastosaldomuutosten teko onnistuu QR-koodien avulla. Järjestelmän käyttöönotto vaatisi, että kaikilla tuotteilla kaikissa varastoissa olisi selkeästi osoitetut varastopaikat. Tällöin QR-koodeilla voitaisiin yksilöidä kaikki varastopaikat sen sijaan, että jokainen tuote olisi yksilöitävä. Varastopaikalla olevan QR-koodin takaa nähtäisiin siis kyseisen varastopaikan saldo. Tietyt QR-koodit koskevat aina tiettyä varastoa, joka järjestelmään on listattu. Jokaisen varastopaikan kohdalla olisi tunnistetietolappu, josta nähtäisiin tuotteen tiedot sekä pystyttäisiin lukemaan QR-koodi. Tuotteita varastoitaessa QR-koodi luettaisiin mobiilisovelluksella oikean varastopaikan kohdalta. Avautuvalle näytölle tehtäisiin saldomuutos, jonka jälkeen varastosaldo päivittyy. Sama työvaihe toistuisi silloin, kun tuotteita haetaan varastosta. QR-koodien käyttö voisi olla hyvä tapa varastosaldojen päivittämiseen, sillä työvaihe on nopea suorittaa ja saldomuutos ohjautuu automaattisesti koskemaan oikeaa varastopaikkaa.

Kuva 16. Esimerkki tunnistetietolapusta, jossa on QR-koodi

Tuotenumero:	Tuotetiedot:	Kuva:	Varastosaldon muutos :
xxx	Raskas suojakaide 450kg		QR-koodi
xxx	Betoniporsas 600kg		QR-koodi
xxx	Betoniporsas 250kg		QR-koodi

Kuva 17. Esimerkki tuotekatalogista, jossa on QR-koodit

Tuotteiden ostohintojen kirjaamisella voitaisiin helposti seurata TLJ-varastojen rahallista arvoa. Varastonhallintajärjestelmää kehitettäessä tulisi kuitenkin huomioida erilaiset käyttäjäprofiilit. Todennäköisesti järjestelmää tulisi käyttämään hankkeen omien työntekijöiden lisäksi, esimerkiksi Ramudden Oy:n kaltainen toimija. Hankkeen ulkopuoliset työntekijät eivät saisi saada järjestelmästä heidän työnsä kannalta epäolennaista informaatiota, joten esimerkiksi tuotteiden ostohinnat tulisi olla piilotettavissa osalta käyttäjistä.

Sujuvan toiminnan varmistamiseksi varastonhallintajärjestelmässä tulisi olla varaustoiminto, jonka kautta varastoituja tuotteita voitaisiin varata tietylle käyttäjälle. Ilman tällaista mahdollisuutta on vaarana, että useampi henkilö lähtee hakemaan varastosta samoja tuotteita. Tämä korostuu erityisesti aitojen ja raskassuojien kohdalla, sillä niitä tarvitaan lähes aina useita kappaleita kerrallaan. Ennen uuden TLJ-vaiheen käyttöönottoa tulisi tarkistaa varastonhallintajärjestelmästä, löytyykö varastoista tarvittavia tuotteita. Mikäli tuotteet löytyvät, mutta varaus mahdollisuutta ei ole, voi käydä niin, että tarvittuja tuotteita ei asennuspäivänä enää löydy varastoista. Varausmahdollisuus tulisi siis olla, mutta tuotteita ei saisi varata kuin viikoksi tai kahdeksi kerrallaan. TLJ-tuotteiden kierrättämisen lisäämiseksi ja tilausten suunnittelun helpottamiseksi voitaisiin järjestelmään muodostaa myös käänteinen toimintatapa. Varastoon voitaisi siis varausten lisäksi tehdä niin sanottu ennakkoilmoitus eli saldomuutoksen sijaan ilmoitettaisiin järjestelmään päivämäärä, milloin tuotteita on vapautumassa työmaalta. Jos kuvitteellisesti TL3:lta olisi vapautumassa muoviaitaa noin 60 kappaletta kahden viikon päästä, järjestelmään voitaisi tehdä ennakkoilmoitus sen varaston kohdalle, jonne nämä vapautuvat aidat oltaisiin käytön jälkeen varastoimassa. Ennakkoilmoitusten ansiosta muilla tuotantolohkoilla voitaisiin entistä paremmin suunnitella tulevia TLJ-muutoksia.

8.4 Pohdintaa

Ennen rakentamisen aloittamista Raide-Jokerilla on mietitty tapoja, miten TLJ-tuotteiden työmaavarastointi kannattaisi toteuttaa. Ajatuksena on ollut, että varastosaldoa ylläpidettäisiin Excel-taulukon avulla kuin myös tilaukset kerättäisiin Exceliin. Käytännön toteutus on kuitenkin jäänyt puolitiehen, eikä näitä suunniteltuja työkaluja ole käytännön tasolla implementoitu onnistuneesti prosesseihin. TLJ-insinöörit nimesivät syyksi motivaation puutteen, joka voi olla seurausta siitä, että, esimerkiksi varastosaldon ylläpidolla saavutettavia tavoitteita, ei ole tuotu ilmi riittävän selkeästi. Työntekijöille tulisi selkeästi osoittaa, mitä heiltä vaaditaan ja mitkä ovat ne tavoitteet, joihin heidän tulisi työssään tähdätä. Toimivan palkitsemisjärjestelmän kehittäminen olisi myös tärkeässä asemassa työntekijöiden motivoinnissa. Uuden tietojärjestelmän käyttöönotto ei ratkaise työntekijöiden motivaation puutteesta aiheutuvia haasteita. Taustalle tarvitaan toimivat prosessit ja työhönsä sitoutuneet työntekijät, ennen kuin uuden tietojärjestelmän käyttöönottoon kannattaa investoida.

Raide-Jokerin rakentamisen ollessa näinkin pitkällä suuria muutoksia ei välttämättä ole enää mahdollista toteuttaa. Hankkeen valmistuessa TLJ-tuotteet luovutetaan Espoon ja

Helsingin kaupungeille, jolloin kaikki tuotteet ja niiden määrät on oltava tiedossa ja listattuna. Tätä määränpäätä silmällä pitäen lohkojen kannattaisi keskittyä ostettujen tuotteiden inventoimiseen. Inventaariot voitaisiin suorittaa vaiheittain esimerkiksi yksi tuoteryhmä kerrallaan. Lisäksi hankkeella tulisi kehittää yhteinen toimintatapa, jonka avulla tulevat ostot tulisi kirjattua ylös. TLJ-insinöörit kokivat Excelin olevan riittävä työkalu tilausten kirjaamiseen. Tilausten tiedot saataisiin helposti kopioitua tilauslomakkeesta toiseen Excel-taulukkoon.

Tulevia hankkeita suunniteltaessa tulisi miettiä tapoja, joilla TLJ-tuotteiden kierrättämiseen voitaisiin hankkeen tasolla kannustaa. Raide-Jokerilla TLJ-materiaalikustannukset jakautuvat lohkoittain, jolloin tuotteista aiheutuvat kustannukset kohdistuvat siis vain yhdelle lohkolle riippumatta siitä käytetäänkö samoja tuotteita usealla eri lohkolla. Tästä syystä kustannusten jakautuminen koetaan epäreiluksi. Mikäli TLJ-materiaalien kierrättämiseen halutaan kannustaa koko hankkeen tasolla, tulisi pohtia esimerkiksi sellaista vaihtoehtoa, että TLJ-materiaalikustannukset olisivat koko hankkeen yhteisiä. Tällöin tuotteiden kierrättäminen olisi kaikkien kannalta kannattavaa. Kierrättämisellä saavutettava kustannussäästö olisi siis yhteinen eikä suosisi vain yksittäisiä lohkoja.

TLJ-tuotteet ovat rakennustyömaan ja turvallisen liikenteen kannalta välttämättömiä, mutta niiden varastointiin tai varastonhallintaan ei olla työmailla kiinnostuneita kiinnittämään huomiota. TLJ-tuotteiden varastonhallintaan ei haluta tehdä suuria investointeja, eikä laajamittaiseen kehitystyöhön ole varattu resursseja. Varastonhallintaa tulisi näistä syistä kehittää askel kerrallaan ja suosia mahdollisimman yksinkertaisia ratkaisuja. Prosessien tulisi olla selkeitä ja tehokkaita sekä varastojen mahdollisimman käytännöllisiä. Mikäli varastonhallinnan tukena halutaan hyödyntää teknologiaa tai varastonhallintajärjestelmiä, tulisi niiden käyttö olla työmailla helppoa ja nopeaa.

9 Yhteenveto

Varastonhallinta on jo itsessään haastava ja monimutkainen prosessi. Työmaaympäristö ja nopeasti muuttuvat tilanteet vaikeuttavat varastonhallinnan tehokasta toteuttamista entisestään. Lisäksi työmailla halutaan suosia yksinkertaisia ja helppoja varastonhallinnan ratkaisuja, sillä tilanteet muuttuvat nopeasti eikä monimutkaisia teknologioita ole käytettävissä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa kehitysehdotuksia työmaavarastoinnin kehittämiseksi. Kehitysehdotuksia muodostettaessa keskityttiin varastojen ja varastojen prosessien selkeyttämiseen sekä pohdittiin varastonhallintajärjestelmän käyttöönoton mahdollisuutta työmaavarastoinnin tueksi. Tarkoituksena oli nykytilankuvauksen avulla löytää varastoista ja prosesseista niiden suurimmat haasteet. Suurimmat haasteet koskivat tiedon ja sen jakamisen puutetta sekä varastotoimintojen epämääräisyyttä. Lisäksi haasteeksi koettiin kaupunkiympäristön ahtaudesta johtuva varastointitilojen rajallisuus. Asetettujen päämäärien perusteella muodostettiin varastointiprosessien ja TLJ-varastojen tavoitetila. Nykytilasta tavoitetilaan pääsemiseksi muodostettiin kehitysehdotuksia, joissa keskityttiin erityisesti varastojen prosessien kehittämiseen ja varastosaldojen ylläpidon kannalta välttämättömien työvaiheiden lisäämiseen. Myös varastojen toiminnallisuutta pyrittiin lisäämään muun muassa varastopaikkojen nimeämisen avulla. Jatkotutkimusaiheena tälle opinnäytetyölle voisi olla esimerkiksi TLJ-varastojen optimaalisten sijaintien määrittäminen hankkeella. Uusien toimintatapojen käyttöönoton ja varastonhallintakokonaisuuden toimivuuden kannalta varastojen sijainnit olisi tärkeää määrittää.

Lähteet

Al-Aomar, A. 2011. Applying 5S Lean Technology: An Infrastructure for Continuous Process Improvement. World Academy of Science, Engineering and Technology. s. 1606-1611. Verkkoaineisto. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.310.6759&rep=rep1&type=pdf> Luettu 30.7.2020.

Amin, A, Mahmood, W, Kamat, S. & Abdullah, I. 2018. Conceptual Framework of Lean Ergonomics for Assembly Process: PDCA Approach. Journal of Engineering and Science Research. s. 51-62. Verkkoaineisto. <http://www.jesrjournal.com/uploads/2/6/8/1/26810285/009-_jesr-51-62-volume_2_issue_1_2018.pdf> Luettu 22.7.2020.

Chinosi, M. & Trombetta, A. 2012. BPMN: An introduction to the standard. Computer Standards & Interfaces. European Commission's Joint Research Centre. s. 124. Verkkoaineisto. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920548911000766?casa_token=ZrxX5F87W9QAAAAA:7l0NK3-tbCClSZf1yAaZm8E5OooWzffyGOl6V1P5FTTcaGXcnTsHgl47dBvbXZu0X7-EetzJkaw> Luettu 21.10.2020.

Čiarnienė, R. & Vienažindienė, M. 2012. Lean manufacturing: theory and practice. Economics and management. s. 729-730. Verkkoaineisto. <http://www.ecoman.ktu.lt/index.php/Ekv/article/view/2205> Luettu 13.7.2020.

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. 2015. Tulevaisuuden joukkoliikennettä Helsingissä. Verkkoaineisto. <https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/esitteet/esite_2015-5_fi.pdf> Luettu 19.10.2020.

Hokkanen, S. & Karhunen, J. 2014. Johdatus logistiseen ajatteluun. Sho Business Development Oy. s. 125-132.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018. Varastonhoitajan käsikirja. Sho Business Development Oy. s. 9-72.

Iuga, M. 2013. Lean manufacturing: the when, the where, the who. Revista Academiei Fortelor Terestre. s. 404-410. Verkkoaineisto. <https://www.researchgate.net/publication/305373927_Lean_manufacturing_The_when_the_where_the_who> Luettu 10.7.2020.

Kamińska, B. 2019. Kaizen as a Method of Management Improvement in Small Production Companies. University of Social Sciences Publishing House. Volume XVI, Issue 2, s. 157–170 Verkkoaineisto. <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/eam.2015.16.issue-2/eam-2015-0024/eam-2015-0024.pdf> Luettu 25.7.2020.

Logistiikan maailma. Prosessien kehittäminen. Verkkoaineisto. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/> Luettu 20.10.2020.

Martinsuo, M. & Blomqvist, M. 2010. Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä. Tampereen teknillinen yliopisto. Teknis-taloudellinen tiedekunta. s. 6-7. Verkkoaineisto. <tutcris.tut.fi › portal › files › prosessien_mallintaminen> Luettu 20.10.2020.

Raide-Jokeri. Verkkoaineisto. <https://raidejokeri.info/mika-raide-jokeri/> Luettu 15.6.2020.

Raide-Jokeri. 2020. Kehitysvaiheen arvoa rahalle -raportti. s. 55-69. Verkkoaineisto. <https://raidejokeri.info/wp-content/uploads/2020/04/RJ_Arvoa-Rahalle.pdf> Luettu 10.10.2020.

Raide-Jokeri. 2019. Tilapäisten liikennejärjestelyjen konsepti. s. 4-5.

Serrat, O. 2017. The Five Whys Technique. Knowledge Solutions. Asian Development Bank. s. 308-309. Verkkoaineisto. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-981-10-0983-9_32.pdf> Luettu 20.7.2020.

Teich, S. & Faddoul, F. 2013. Lean Management - The Journey from Toyota to Healthcare. Rambam Maimonides Med Journal. Verkkoaineisto. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3678835/> Luettu 20.7.2020.

White, S. A. 2004. Introduction to BPMN. IBM Corporation. s. 1-6. Verkkoaineisto. <http://yoann.nogues.free.fr/IMG/pdf/07-04_WP_Intro_to_BPMN_-_White-2.pdf> Luettu 20.10.2020.

Haastattelukysymykset

Haastattelukysymykset työnaikaisista liikennejärjestelyistä vastaaville työmaainsinööreille:

1. Kuvaile omin sanoin prosessi liikennemerkkien/ -tarvikkeiden tilaamisesta siihen, kun ne otetaan työmaa-alueella pois käytöstä ja varastoidaan. Päätyvätkö varastoidut tarvikkeet uudelleen käyttöön?

   Vastaa ainakin näihin:

   1.1. Miten tilaus tehdään? Kuka tekee?
   1.2. Tarkistetaanko ennen tilausta, löytyykö tuotetta varastosta? Kuka tarkistaa? Mistä tarkistetaan?
   1.3. Miten tilaus otetaan vastaan? Kuka ottaa? Mihin tuotteet toimitetaan?
   1.4. Lasketaanko saapuneet tuotteet? Merkataanko määrät johonkin? Mistä tiedetään saapuneeksi?
   1.5. Mihin TLJ-tarvikkeet viedään käytön jälkeen? Kuka varastoi?
2. Mitkä ovat nykyisen prosessin parhaat puolet? Mikä toimii hyvin?
3. Mikä on vastuualueesi tässä prosessissa? Missä kohdassa vastuu siirtyy? Kenelle?
4. Pidetäänkö varastoiduista liikennetarvikkeista kirjaa? Entä käytössä olevista? Kuinka tarkasti määrät ovat tiedossa?
5. Missä tarvikkeet tulisi varastoida, (lohkokohtaiset varastot vai jotain muuta)?
6. Millaisia haasteita prosessissa ilmenee tavaran
   - tilausvaiheessa
   - saapumisvaiheessa
   - käyttöönottovaiheessa
   - varastointivaiheessa
   - uudelleenkäyttövaiheessa?
7. Koetko, että ajantasainen varastosaldo helpottaisi työtäsi? Millä tavoin?
8. Millä tavoin varastosaldon päivittäminen tulisi tapahtua? Kenen toimesta? Manuaalisesti / automaattisesti?

   8.1. Missä vaiheessa tuotteiden tulisi siirtyä saldoille? (tilausvaiheessa/saapumisvaiheessa)
9. Millaisia toiveita sinulla olisi varastojärjestelmän ja sen toiminnallisuuksien suhteen?