



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JANI KOHTAMÄKI
VARASTON TOIMINNAN MUUTOKSET KESKIRASKAASSA
KOKOONPANOSSA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Minna Lanz,
Tarkastaja ja aihe hyväksytty 2.
toukokuuta 2018

TIIVISTELMÄ

JANI KOHTAMÄKI: Varaston toiminnan muutokset keskiraskaassa kokoonpanossa

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 64 sivua, 4 liitesivua

Kesäkuu 2018

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotantotekniikka ja -automaatio

Tarkastaja: professori Minna Lanz

Avainsanat: layout-suunnittelu, materiaalin vastaanotto, materiaalin käsittely, tehtaan varasto, toimintasuunnitelma

Tässä diplomityössä perehdytään murskain- ja seulontalaitteita valmistavan tehtaan varaston toimintaan. Työn tavoitteena on tehtaan varaston nykytilan kartoitus, uusien tilojen layout-suunnitelma, uusiin tiloihin siirtymisen suunnitelma ja päivittäisen toiminnan turvaaminen uusissa tiloissa. Tutkimuksen tarpeen alkuperäinen käynnistäjä oli uuden Speedline 2 –tuotantolinjan käyttöönotto, jonka takia varaston toiminnot tuli siirtää uusiin tiloihin uuden tuotantolinjan tieltä.

Tutkimustyön alussa tutustutaan työn kannalta oleellisiin aihealueisiin kirjallisuuskatsauksen avulla. Nämä aihealueet ovat materiaalin hallinta, lean-filosofia ja layoutin suunnittelu. Käytännön osuuden toteutuksessa tutkimusmenetelminä hyödynnettiin toimintatutkimusta ja tapaustutkimusta. Tutkimustyön kannalta oleelliseksi osoittautui erityisesti työntekijöiden haastattelut, varaston päivittäisen toiminnan seuraaminen, raportit sekä suunnittelupalaverit.

Työn tuloksissa liittyen varaston nykytilakartoitukseen, löytyi seitsemän ongelmaa. Nämä ongelmat saatiin ratkaistua työssä tehdyillä suunnitelmilla. Lisäksi varaston uusien tilojen layout-suunnitelma saatiin toteutettua niin, että se täyttää kaikki sille annetut tavoitteet. Uusiin tiloihin siirtymisen suunnitelmissa onnistuttiin luomaan selkeä aikataulusuunnitelma jokaiselle muuttoprojektin vaatimalle toimenpiteelle. Aikataulusuunnitelmissa otettiin huomioon aika- ja työresurssit. Lisäksi varmistettiin, että varaston ja tuotannon toiminta ei häiriinny muuttoprojektin aikana. Työssä luotiin kolme työkalua, joiden avulla varaston päivittäinen toiminta saadaan varmistettua uusissa tiloissa. Nämä työkalut olivat kuorma-autojen ohjausohje vartijaportille, uusi saapuvan materiaalin prosessikaavio sekä uuden purkuhallin 6S-seurantalomake.

ABSTRACT

JANI KOHTAMÄKI: Changes to Warehouse Operations of a Medium.sized Assembly

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 64 pages, 4 Appendix pages

June 2018

Master's Degree Programme in Machine Engineering

Major: Production engineering and automation

Examiner: Associate Professor Minna Lanz

Keywords: layout-planning, receiving goods, material handling, factory warehouse, plan of operation

This Master's Thesis examined a manufacturing industry's factory warehouse operations on crushers and screening equipment. The objective was to map out the present state of the warehouse, the new layout-plan, the relocation schedule planning, and the daily routine planning in the new facilities. The need for this topic emerged when the factory started to build a new Speedline 2 -production line. In order for the new production line to have enough space for its operations, the warehouse relocated its operations to a new site within the factory.

A literature review was produced from relevant books and articles. These books and articles focused on the following topics: material management, lean-philosophy, and layout-planning. This thesis utilized action research and case research as research methods. Employee interviews, observation of the warehouse's daily routine, reports, and planning meetings were found to be crucial for the research.

Seven different problems were found in the current mapping of the warehouse. All of these problems were addressed and solved in this thesis. The layout-plan for the new warehouse fulfilled all the demands. As a result of proper time management, this relocation project progressed in a steady manner and did not interfere with daily operations. The scheduling took into account time and workforce needed in order to carry out the relocation operations. This thesis also created three tools which ensure that the daily operations would be applicable to the new facilities from the very first day. These tools were: a coordination procedure for the truck at the factory gate, a new process flowchart for the incoming materials, and a new 6S-control form.

ALKUSANAT

Haluan heti alkuun osoittaa kiitokseni esimiehelleni Annukka Tyynelälle, joka luotti vastuulleni mielenkiintoisen ja tärkeän diplomityön aiheen. Haluan myös kiittää kaikkia muita kohdeyrityksessä palvelevia työntekijöitä, jotka ovat omalta osaltaan auttaneet minua työn teossa. Lisäksi haluan kiittää työni tarkastajaa, Minna Lanzia neuvoista työhöni liittyen. Diplomityön tekeminen on ollut erittäin opettavainen prosessi ja on ollut mielenkiintoista nähdä, kuinka työni tulokset ovat toteutuneet myös käytännössä.

Diplomi-insinöörin opinnot on ollut pitkä ja kasvattava kokemus. On uskomatonta ajatella, että tämä luku elämässäni on nyt tulossa vihdoinkin päätökseen. Opintoni ovat antaneet minulle hyvät eväät tuleviin haasteisiin ja odotan mielenkiinnolla, mitä tulevaisuus tuo tullessaan.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua koko opintojeni ajan. Ilman heitä olisi tämäkin polku ollut huomattavasti vaikeampi kulkea.

Tampereella, 28.4.2018

Jani Kohtamäki

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset	2
1.3	Tutkimusmenetelmät ja –aineistot.....	3
1.4	Työn rakenne	4
2	KIRJALLISUUSKATSAUS	6
2.1	Lean-filosofia	6
2.1.1	Toyotan tapa	6
2.1.2	Kahdeksan hukkaa	8
2.1.3	Jatkuva parantaminen.....	10
2.1.4	5S-toiminta	11
2.2	Varaston layout-suunnittelu	12
2.2.1	Layoutin yleiset suunnitteluperiaatteet	13
2.2.2	Turvallisuuden huomioiminen layout-suunnittelussa	14
2.2.3	Varastointi	16
2.3	Materiaalin hallinta.....	20
2.3.1	Materiaalin ohjaus.....	20
2.3.2	Materiaalin käsittely.....	22
3	NYKYTILAKARTOITUS JA SUUNNITELMIEN LAATIMINEN	25
3.1	Varaston alkutilanteen kartoitus	25
3.1.1	Toimintojen sijainti tehtaalla	25
3.1.2	Turvallisuus	29
3.1.3	Muut haasteet.....	29
3.2	Varaston uudet tilat.....	30
3.2.1	Uusien tilojen valinta	30
3.2.2	Uusien tilojen layout-suunnittelu.....	31
3.2.3	Suunniteltujen uusien tilojen vertailu vanhoihin tiloihin	39
3.3	Uuden purkuhallin käyttöönoton suunnittelu	40
3.3.1	Purkuhallin käyttöönottoon vaadittavat toimenpiteet	41
3.3.2	Muutosprojektin aikataulutuksen suunnittelu.....	43
3.3.3	Saapuvan materiaalin prosessikaavion luominen	45
3.3.4	Purkuhallin 6S-seurantalomakkeen laatiminen	45
4	TULOKSET	47
4.1	Nykytilan kartoitus	47
4.2	Varaston uusi layout	47
4.3	Muutosprojektin aikataulusuunnitelma.....	49
4.4	Uusi saapuvan materiaalin prosessikaavio	50
4.5	Uuden purkuhallin 6S-seurantalomake.....	51

5	TULOSTEN ANALYSOINTI.....	52
5.1	Tutkimusongelmien ratkaisujen analysointi	52
5.1.1	Nykytilan ongelmat	52
5.1.2	Varaston uusi layout.....	53
5.1.3	Aikataulusuunnitelma	53
5.1.4	Saapuvan materiaalin prosessikaavio.....	54
5.1.5	6S-seurantalomake	54
5.2	Tulosten luotettavuus	55
5.3	Tavoitteiden toteutuminen	55
5.4	Tulevaisuuden kehittämiskohteet	57
6	YHTEENVETO.....	59
	LÄHTEET	61

LIITE A: UUDEN PURKUHALLIN LAYOUT-SUUNNITELMA

LIITE B: PORTIN OHJEISTUS UUELLE MATERIAALIVIRRALLE

LIITE C: UUDISTUNUT SAAPUVAN MATERIAALIN PROSESSIKAAVIO

LIITE D: UUDEN PURKUHALLIN 6S-SEURANTALOMAKE

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Lokotrack LT106 & LT220D murskain- ja seulalaitokset. (Metso 2018)</i>	1
Kuva 2.	<i>Työn tavoitteet.</i>	3
Kuva 3.	<i>Käytettyjen tutkimusmenetelmien yhteys tutkimusongelmiin ja tuloksiin.</i>	4
Kuva 4.	<i>Työn rakenne.</i>	5
Kuva 6.	<i>Toyotan tavan 4 P malli. (Perustuu lähteeseen Liker 2004, s. 6)</i>	7
Kuva 7.	<i>TPS talo-diagrammi. (Perustuu lähteeseen Liker 2004, s. 33)</i>	8
Kuva 8.	<i>Jatkuvan parantamisen PDCA-sykli. (Perustuu lähteeseen: Kouri 2009, s. 15)</i>	10
Kuva 9.	<i>Tavaran läpivirtaus-suunnat varastossa. (Perustuu lähteeseen: Karhunen et al. 2004, s. 370)</i>	18
Kuva 10.	<i>Kuormalavavaraston ja pientavaravaraston yhdistäminen. (Perustuu lähteeseen: Karhunen et al. 2004, s.340)</i>	19
Kuva 5.	<i>Materiaalin ohjaustavat nimiketasolla. (Perustuu lähteeseen Logistiikan maailma 2018)</i>	21
Kuva 11.	<i>Tehtaan varaston toimintojen sijainti tehdasalueella ennen muutosprojektia.</i>	26
Kuva 12.	<i>Murskan nostaminen alas G-hallissa. (Kuva: Jani Kohtamäki).</i>	27
Kuva 13.	<i>Opentop-konttien purkaminen tikkaillla. (Kuva: Jani Kohtamäki).</i>	29
Kuva 14.	<i>Tehtaan varaston uudet tilat HUKO:n rakennuksesta.</i>	31
Kuva 15.	<i>Uusien tilojen pohjapiirros ennen layout-suunnittelua.</i>	32
Kuva 16.	<i>Hallin rajaaminen seinällä.</i>	33
Kuva 17.	<i>Hyllylayout-suunnitelmat 1 ja 2.</i>	34
Kuva 18.	<i>SWOT-analyysi: Lavahyllyjen layout-suunnitelma nro 1.</i>	34
Kuva 19.	<i>SWOT-analyysi: Lavahyllyjen layout-suunnitelma nro 2.</i>	35
Kuva 20.	<i>Kuorma-autojen ajokaista purkuhallissa.</i>	36
Kuva 21.	<i>Uusi tuloutusalue.</i>	37
Kuva 22.	<i>Toimitettavien osien varastointi uudessa hallissa.</i>	37
Kuva 23.	<i>Uudet toimistotilat.</i>	38
Kuva 24.	<i>Genie GS-2032 saksilava. (Genielift 2018)</i>	42
Kuva 25.	<i>T10E Toucan mastopuominostin. (JLG 2018)</i>	42
Kuva 26.	<i>Työpisteiden ja tuloutusalueen väliaikaiset järjestelyt.</i>	43
Kuva 27.	<i>Toimitettavien osien pohjoishyllyjen mitoitus-suunnitelma.</i>	48
Kuva 28.	<i>Toimitettavien osien etelähyllyjen mitoitus-suunnitelma.</i>	49

TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 1. Työkäytävän mittojen huomiointi käsittelylaitteen mukaan. (Perustuu lähteeseen: Intolog 2018).....</i>	<i>19</i>
<i>Taulukko 2. Nykytilan ongelmien yhteenveto.....</i>	<i>47</i>
<i>Taulukko 3. Tehtaan varaston muutosprojektin aikataulutus.</i>	<i>50</i>
<i>Taulukko 4. Hyötyarvoanalyysi tehtaan varaston alku- ja lopputilanteesta.....</i>	<i>57</i>

LYHENTEET

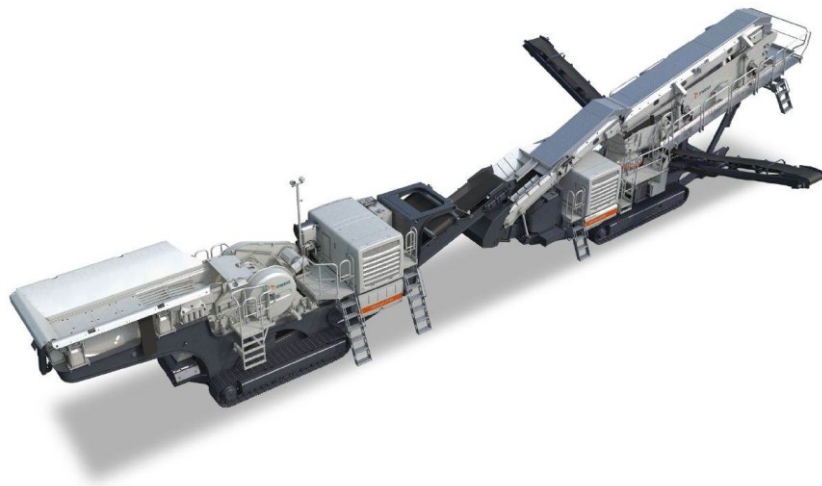
5S	Viisi osa-aluetta sisältävä menetelmä työympäristön järjestyksen ja siisteyden ylläpitämiseksi. Puhutaan myös 6S:stä, kun tarkasteluun otetaan mukaan myös turvallisuus
DC	Kohdeyrityksen tehdasalueella sijaitseva, tuotannosta erillään oleva vara- ja kulutusosien jakelukeskus (Distribution Center)
Hukka	Turha ja arvoa tuottamaton työ
HUKO	Kohdeyrityksen tuotteiden huoltokorjaamisesta vastaava yksikkö (huoltokorjaamo)
Kontti	Tavarankuljetussäiliö, jota voidaan siirtää kuljetusvälineestä toiseen ilman sisällön uudelleenlastausta
Layout	Tilojen työpisteiden ja resurssien fyysinen sijoittelu
Lean	Johtamisfilosofia, joka keskittyy arvoa tuottamattomien toimintojen poistamiseen
MRP	Tarve- ja kuormituslaskennan huomioiva materiaalinohjaus menetelmä
MST	Kohdeyrityksen tukitoiminnoista ja proto-mallien valmistamisesta vastaava osasto (Manufacturing Support Team)
Prosessikaavio	Graafinen esitys prosessin toiminnoista
Siltanosturi	Kiskoja varassa kulkeva silta, sekä sitä pitkin liikkuva vaunu ja siihen asennettu nostin. Käytetään erityisesti teollisuuslaitoksissa nostotöiden suorittamiseen.
SWOT-analyysi	Nelikenttä-työkalu vahvuuksien, heikkouksien, mahdollisuuksien ja uhkien arvioimiseen
TPS	Toyotan tuotantofilosofia (Toyota Production System), johon lean-filosofia perustuu
Tuloutus	Saapuvan materiaalin vastaanottamiseen liittyvä kuittaus, jolloin järjestelmään jää merkintä materiaalin vastaanotosta
Vetomestari	Erikoisajoneuvo, jota käytetään raskaiden kuormien, kuten perävaunujen ja lauttavaunujen siirtelyyn terminaaleissa ja teollisuudessa. Tunnetaan myös nimellä terminaalityraktori.

1 JOHDANTO

Tässä luvussa tutustutaan tarkemmin työn taustaan, tavoitteisiin, tutkimusmenetelmiin ja työn rakenteeseen. Luvun alussa kuvataan työn taustaa tarkemmin. Tämä pitää sisällään erityisesti kohdeyrityksen esittelyn ja perustelun tutkimusaiheen tarpeellisuudesta. Tämän jälkeen tutustutaan työn tavoitteisiin sekä tutkimuskysymyksiin. Tämä alaluku pyrkii perustelemaan lukijalleen, mitä työllä pyritään saamaan aikaan ja mitä ongelmia tulisi ratkaista. Myös työn tutkimusmenetelmiin ja -aineistoihin tutustutaan tarkemmin. Lopuksi käydään läpi vielä työn rakenne ja sen eri osa-alueet.

1.1 Työn tausta

Diplomityö on tehty Metso minerals Oy:n Tampereen tehtaalle. Metson palveluksessa on runsaat 12 000 työntekijää, jotka työskentelevät yli 50 eri maassa. Metson tavoitteena on tarjota asiakkaille kestävä ja ympäristöä säästävät prosessit kivenmurskauksessa, mineraalien prosessoinnissa ja virtauksensäädössä. Metso tukee tuotteillaan ja palveluillaan kaivos-, kivenmurskaus-, öljy- ja kaasuteollisuuden kehitystä, huomioiden samalla erityisesti turvallisuuden. Metson liikevaihto oli 2,7 miljardia euroa vuonna 2017. (Metson Tampereen toimintojen yleiskatsaus, 2018).



Kuva 1. Lokotrack LT106 & LT220D murskain- ja seulalaitokset. (Metso 2018)

Tampereen tehtaalla valmistetaan kiven murskaus- ja seulontalaitteita. Vuonna 2018 tehtaalla tullaan valmistamaan noin 1000 kappaletta kyseisiä laitteita. Työntekijöitä Tampereen tehtaalla on noin 750. Tampereella valmistettavien murskaus- ja seulontalaitteiden erityisenä vahvuutena on niiden innovatiivinen liikuteltavuus (kuva

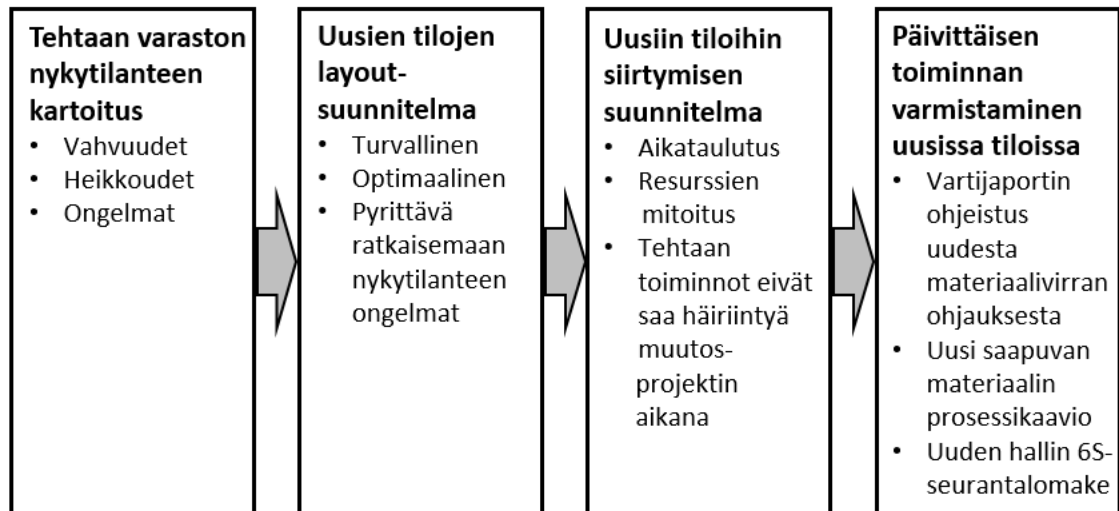
1). Tela-alustaisten liikuteltavien murskauslaitosten sarjavalmistus alkoi vuonna 1985 ensimmäisenä maailmassa. Tämän jälkeen kyseisiä tuotteita on toimitettu jo yli 7000 kappaletta. (Metson Tampereen toimintojen yleiskatsaus, 2018).

Diplomityön kirjoittajalla on työtaustaa kyseisen tehtaan varaston työnjohdon tehtävistä ennen diplomityön aloittamista. Tästä on ollut suuri apu diplomityön tekemisessä. Tarve diplomityölle todettiin syyskuussa 2017, kun kävi ilmi, että tehtaan varaston toiminnot tulisi siirtää kokonaan pois mobilen rakennuksesta. Tämä johtui siitä, että halliin aloitettiin suunnittelemaan uutta Speedline 2 –tuotantolinjaa, joka tulisi tarvitsemaan tehtaan varaston tilat käyttöönsä. Tehtaan varaston tilat tulisi tämän takia sijoittaa uudelle alueelle tehtaalla. Lisäksi varaston toiminnoissa nähtiin mahdollisuuksia kehittämiseen muutosprosessin yhteydessä.

1.2 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Työn tavoitteena on kartoittaa tehtaan varaston nykytilanne ja arvioida sen kehittämistarpeet erityisesti saapuvan materiaalin näkökulmasta. Lisäksi työn erityinen fokus on suunnitella varaston toimintojen siirtäminen uusiin tiloihin. Tämän suunnitelman tulee kattaa kaikki uusiin tiloihin siirtymiseen liittyvät toteutusvaiheet ja niiden vaatimat resurssit. Suunnitelmat ja aikataulutukset tulee laatia niin, että tehtaan päivittäinen toiminta ei häiriintyisi. Tämä tarkoittaa sitä, että saapuvan materiaalin vastaanotto toiminta ei saa häiriintyä muuttoprojektin aikana, jotta tuotanto pystyy valmistamaan koneita suunniteltuun tahtiin.

Lisäksi varaston uusien tilojen layout-suunnitelma on työssä erittäin tärkeässä roolissa. Uudet tilat tulee suunnitella niin, että varaston toiminnot on mahdollista suorittaa tehokkaasti ja turvallisesti. Tämän takia varaston eri tehtävät tulee sijoittaa uusiin tiloihin järkevästi ja hyllykapasiteetit tulee mitoittaa optimaaliseksi varaston tarpeisiin nähden. Myös kuorma-autojen materiaalityöt siltanosturilla tulee huomioida layout-suunnittelussa. Työn tavoitteet on koottu kuvaan 2.

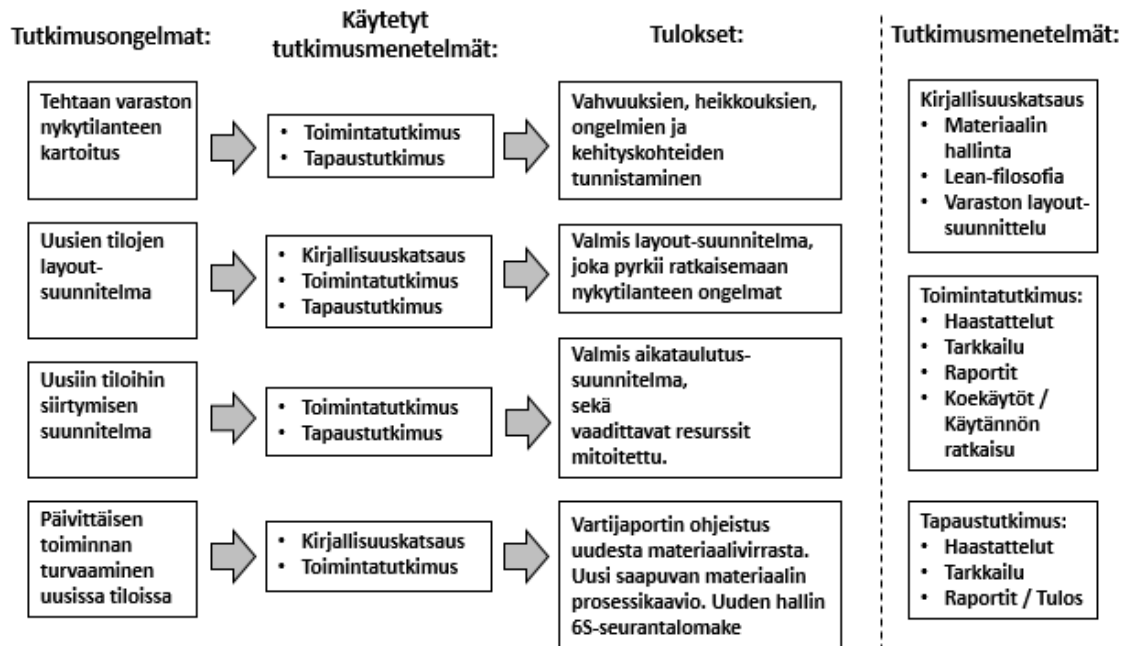


Kuva 2. Työn tavoitteet.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja –aineistot

Tutkimusmenetelminä työssä hyödynnettiin kirjallisuuskatsausta, toimintatutkimusta ja tapaustutkimusta. Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on perehtyä työn kannalta oleellisiin aihealueisiin. Nämä aihealueet ovat materiaalin hallinta, lean-filosofia ja varaston layout-suunnittelu. Työssä käytettävä aineisto koostuu kirjallisuusaineistosta, tutkittavan yrityksen aineistosta sekä tutkimusta varten tehdystä aineistosta. Kirjallisuusaineisto koostuu pääasiassa Tampereen teknillisen yliopiston kirjaston ja kirjaston verkkojulkaisujen tarjoamista materiaaleista.

Työn empiirinen tutkimus toteutettiin toiminta- ja tapaustutkimuksilla. Nämä pitävät sisällään erityisesti tehtaan toiminnan tarkkailua, haastatteluja, palaverieja ja raportteja. Tutkija aloitti tehtaan varaston toiminnan tarkkailun pohjatyön jo ennen diplomityön aloittamista logistiikan työnjohdon tehtävissä. Lisäksi tehtaan varaston nykytilanteen kartoittamiseen varattiin yksi kuukausi työn aloittamisen jälkeen. Tämä toteutettiin tarkkailemalla päivittäin tehtaan varaston työskentelyä. Haastatteluissa on hyödynnetty useita eri työntekijöitä, jotka liittyvät varaston päivittäiseen toimintaan. Työssä käytettyjen tutkimusmenetelmien yhteys tutkimusongelmiin ja työn tuloksiin on esitetty kuvassa 3.



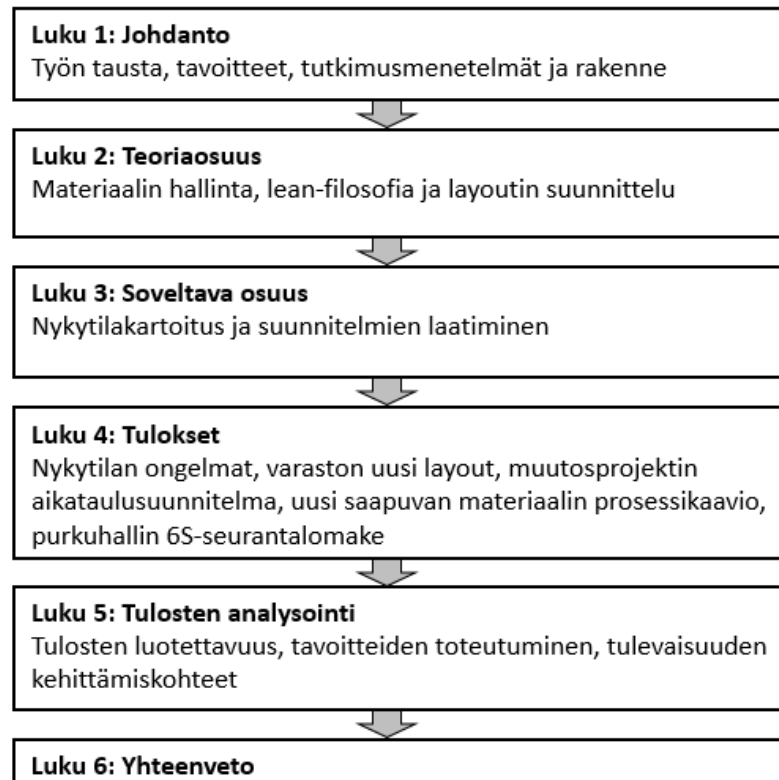
Kuva 3. Käytettyjen tutkimusmenetelmien yhteys tutkimusongelmiin ja tuloksiin.

1.4 Työn rakenne

Ensimmäisessä luvussa tutustutaan työn taustaan, tavoitteisiin, tutkimuskysymyksiin, tutkimusmenetelmiin ja –aineistoihin, sekä työn rakenteeseen. Luvun tarkoituksena on luoda pohja työlle ja sen tavoitteille. Luku 2 sisältää tutkimuksen teoriaosuuden. Tässä luvussa tutustutaan työn kannalta oleellisiin aiheisiin kirjallisuustutkimuksen muodossa. Nämä oleelliset aihealueet ovat materiaalin hallinta, lean-filosofia sekä varaston layout-suunnittelu.

Luvussa 3 on työn soveltava osuus. Alaluvussa 3.1 tavoitteena on selvittää tehtaan varaston nykytilanne. Erityisesti nykytilanteen vahvuudet, heikkoudet ja ongelmat pyritään tunnistamaan. Lisäksi tunnistetut ongelmat otetaan tavoitteeksi ratkaista diplomityön tuloksissa. Alaluvussa 3.2 tutustutaan tiloihin jotka tehtaan varasto tulee saamaan käyttöönsä. Luvussa pyritään tutkimaan erityisesti uusien tilojen vahvuuksia ja heikkouksia. Alaluvun päätavoite on luoda tehtaan varaston uusien tilojen layout-suunnitelma, joka täyttää sille annetut tavoitteet. Alaluvussa 3.3 määritetään kaikki uuden purkuhallin käyttöönottoon vaadittavat suunnitelmat. Nämä pitävät sisällään sekä uuden purkuhalliin toiminnan käynnistämiseen vaatimat toimenpiteet, että päivittäisten toimintojen turvaamiseen liittyvät toimenpiteet muutoksen jälkeen.

Luvussa 4 esitellään tutkimuksen tulokset. Luvussa 5 analysoidaan näitä työssä saatuja tuloksia erityisesti niiden luotettavuuden sekä tavoitteiden toteutumisen näkökulmasta. Lisäksi analysoidaan mahdollisia tulevaisuuden kehittämiskohteita, mitä työn aikana on noussut esiin. Työn rakenne on esitelty kuvassa 4.



Kuva 4. Työn rakenne.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on luoda ymmärrys aihepiirin aikaisempaan tiedonmuodostukseen, aiheen käsitteisiin ja tehtyihin tutkimuksiin. Monipuolisen kirjallisuuden avulla pystytään perehtymään tutkittavan aiheen keskeisiin näkökulmiin, teorioihin, tärkeimpiin tutkimustuloksiin sekä johtaviin tutkijanimiin. Lisäksi se ohjaa työn empiirisen toteutuksen suunnittelua, sekä tukee työssä saatujen tutkimustulosten pohdintaa, johtopäätöksiä ja jatkotutkimusten oivaltamista. (Määttä 2014, s. 14–15)

Tämän työn kirjallisuuskatsauksessa on pyritty tutustumaan työn kannalta oleellisten aihealueiden kirjallisuuteen. Nämä aihealueet ovat materiaalin hallinta, lean-filosofia ja varaston layoutin suunnittelu. Aihealueiden kirjallisuudessa fokus on pyritty pitämään erityisesti kohdeyrityksen tehtaan varaston toiminnan kannalta oleellisiin aiheisiin. Tämä pitää sisällään kaikki tehtaan varaston päivittäisiin toimintoihin liittyvät aiheet.

2.1 Lean-filosofia

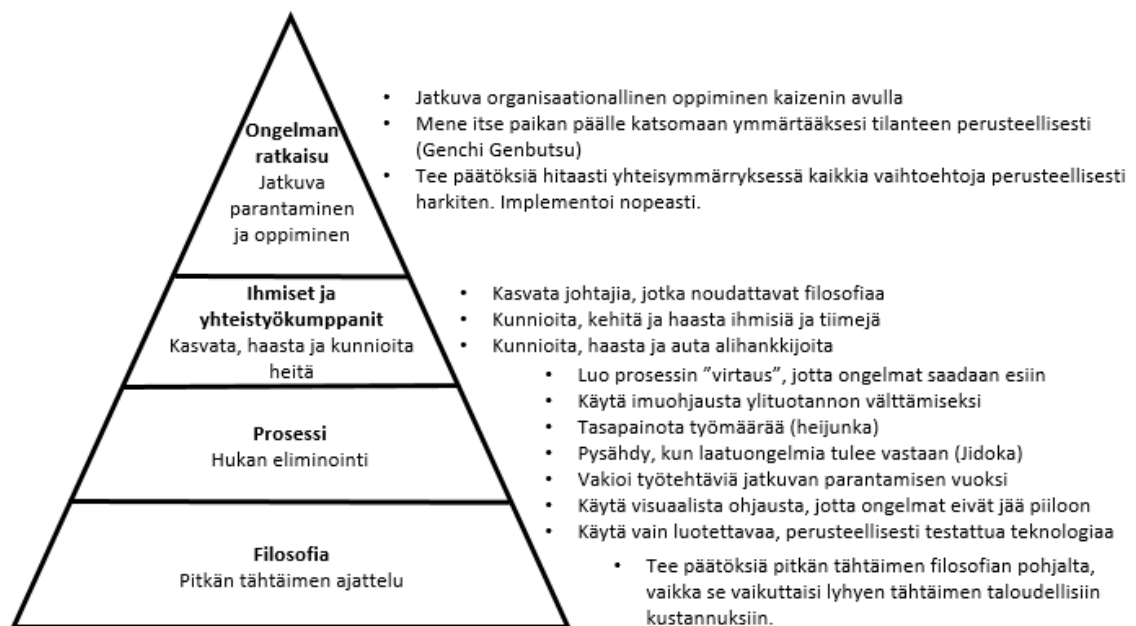
Lean on nykypäivänä erittäin tunnettu ja trendikäs käsite yritysten toiminnassa. Lean on lähtöisin Toyotan Toyota Production Systems (TPS) tuotantofilosofiasta. Toyotan tuotantofilosofian tavoitteena on pyrkiä tähtäämään arvon tuottamiseen asiakkaalle ja tarpeettoman toiminnan eliminointiin. Tämä on mahdollista tavoittelemalla tilannetta, jossa tuote virtaa arvonlisäysprosessin läpi keskeytyksettä. TPS tuotantofilosofiaa on kehitetty lähes sata vuotta ja se on saavuttanut erittäin vahvan aseman Japanissa. Lisäksi se on myös nykyään käytössä länsimaissa ja on esikuva monille teollisuus- ja palvelualan organisaatioille. Lean käsite voidaan katsoa syntyneen 1980-luvun lopulla, kun länsimaiset tutkijat alkoivat kiinnostumaan Toyotan toiminnasta. Länsimaiset tutkijat loivat näin lean käsitteen, joka pohjautuu Toyotan tuotantofilosofiaan. (Modig 2013, s. 77; Liker 2004, s. 7)

2.1.1 Toyotan tapa

Liker (2004) painottaa, että yritysten on helppo pitää itseään lean-yrityksenä, mutta todellisuudessa se vaatii erittäin suurta sitoutuneisuutta ja jatkuvaa oppimista. Hyvin usein yritykset keskittyvät ainoastaan erilaisten lean-työkalujen käyttöön. Näitä ovat esimerkiksi 5S ja JIT (Just In Time). Jotta yritykset pääsisivät todelliseen lean-yrityksen toimintamalliin, tulisi lean-ajattelumallin näkyä läpi koko organisaation kulttuurista. Tämä tarkoittaa sitä, että ajattelumallin tulee näkyä kaikkien työntekijöiden toiminnassa

tasosta riippumatta. Usein haasteena on erityisesti ylimmän johdon sitouttaminen päivittäisiin toimintoihin. Lisäksi sitoutuminen jatkuvaan kehittämiseen on usein haasteellista. (Liker 2004, s. 7)

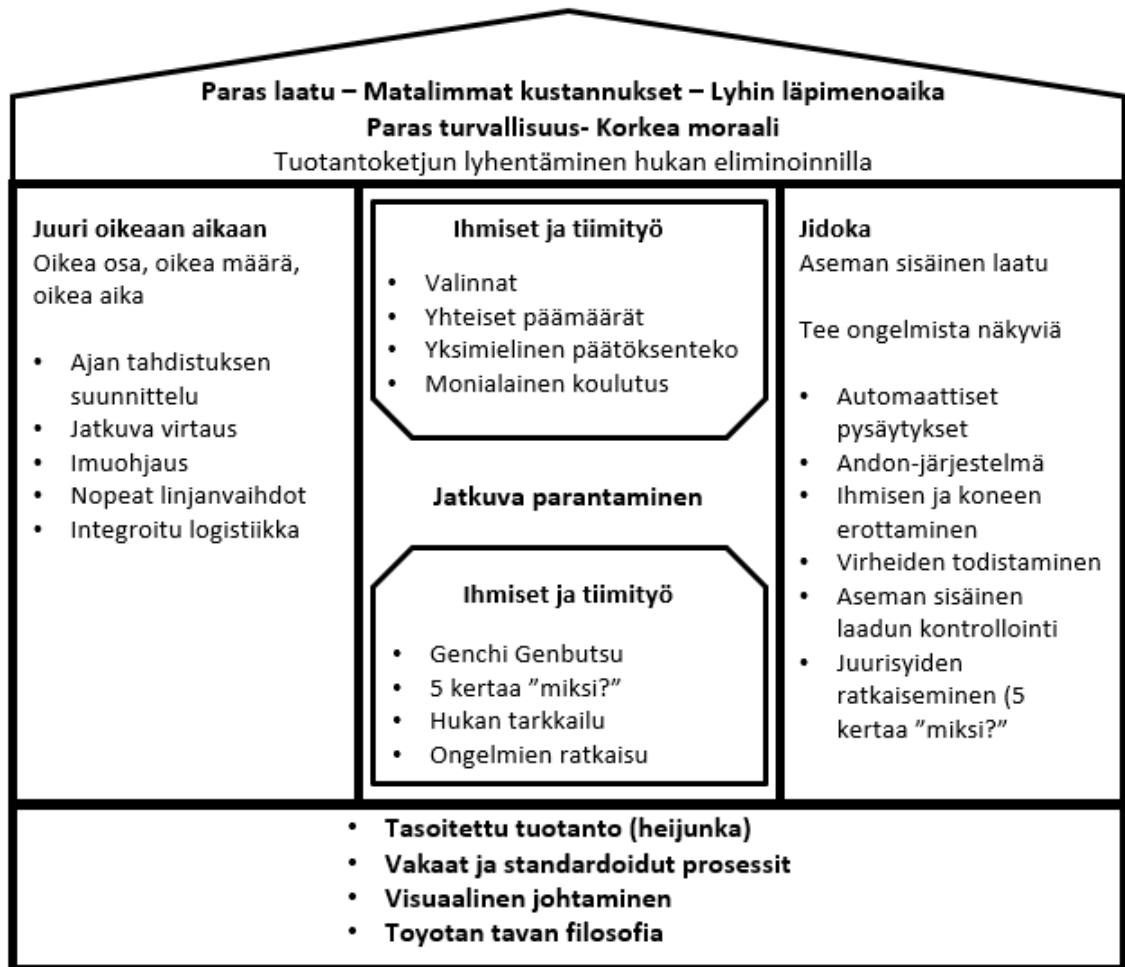
Toyota Production Systems tuotantofilosofialla on 14 tärkeää periaatetta. Näitä periaatteita hyödynnetään kaikissa Toyotan tuotantolaitoksissa ympäri maailmaa. Nämä 14 periaatetta voidaan jakaa neljään eri ryhmään. Nämä ryhmät ovat filosofia, prosessi, ihmiset & yhteistyökumppanit ja ongelman ratkaisu. Näiden ryhmien perusteella voidaan luoda 4 P malli (Philosophy, Process, People & Partners ja Problem solving). Tämä 4 P malli on esitetty kuvassa 5. (Liker 2004, s. 6)



Kuva 5. Toyotan tavan 4 P malli. (Perustuu lähteeseen Liker 2004, s. 6)

Jotta yritys olisi todellisesti lean-yritys, tulisi sen toteuttaa 4 P mallin kaikki ryhmät. Todellisuudessa useimmat yritykset jumittavat kuitenkin ensimmäisellä tasolla (Filosofia). Yrityksen on päästävä myös ylemmille tasoille, sillä muuten yrityksen toiminta jää jälkeen muista yrityksistä, jotka ovat onnistuneet omaksuma todellisen jatkuvan parantamisen kulttuurin. (Liker 2004, s. 12–13)

Toyota Production Systems tuotantofilosofia perustuu rakenteisiin. Tämä tarkoittaa sitä, että se ei ole pelkästään luettelo erilaisista tekniikoista. Sen sijaan se koostuu rakenteista, joissa jokainen rakenteen osa-alue tukee ja vahvistaa toisiaan. Tätä rakennetta voidaan kuvailla esimerkillä talosta, jossa lattia, seinä ja katto tukevat toisiaan. Tästä tuleekin nimitys TPS "talo" diagrammi. Tämä diagrammi on kuvattu kuvassa 6. Talo-diagrammi on hyvin osuva tapa kuvata TPS-toiminnan eri osa-alueiden riippuvuutta toisistaan, sillä tukevaa kattoa ja seinä ei voida rakentaa heikolle alustalle. Näin ollen toimivalla TPS-systeemillä täytyy olla jokainen osa-alue kunnossa. (Liker 2004, s. 33)



Kuva 6. TPS talo-diagrammi. (Perustuu lähteeseen Liker 2004, s. 33)

Talo diagrammin tulkinnassa kannattaa tarkastelu aloittaa ylhäältä. Katto-osuus sisältää halutut tavoitteet. Nämä tavoitteet ovat paras laatu, matalimmat kustannukset, lyhin läpimenoaika, paras turvallisuus ja korkea moraal. Näihin tavoitteisiin ei kuitenkaan voida päästä, jos katon alla olevat pilari- ja lattiarakenteet eivät ole kunnossa. Kaksi pilaria sisältävät ”juuri oikeaan aikaan”- ja Jidoka-periaatteet. Ensimmäistä näistä voidaan pitää hyvin esille tuotuna osana TPS-systeemiä. Periaate painottaa toiminnassa kaiken tapahtumaan juuri sille oikeaan aikaan. Jidokan tavoitteena sen sijaan on pitää huolta, että asemalta ei pääse eteenpäin huonoa laatua. Pilareiden välissä on ihmiset ja niihin kohdistuvat TPS-filosofian näkökulmat. Lopuksi alimmaisena osana on perustusrakenteet, jonka päälle kaikki muu toiminta on rakennettu. Nämä alimmat perustusrakenteet ovat tasoitettu tuotanto, vakaat & standardoidut prosessit, visuaalinen ohjaus ja Toyotan tavan filosofia. (Liker 2004, s. 32)

2.1.2 Kahdeksan hukkaa

Lean-filosofiassa tuottavuuden parantamisen fokuksena on hukan (muda) poistaminen. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki turha ja arvoa lisäämätön työ tulisi poistaa. Hukkaa

voidaan tämän takia kuvailla aktiviteeteiksi, jotka kuluttavat resursseja, mutta eivät luo mitään arvoa. Lean-ajattelussa arvon voidaan ajatella olevan kaiken lähtökohtana. Arvon määrittelee lopulta asiakas, jolloin tuotteen tai palvelun on tyydytettävä asiakkaan tarpeet tietyllä hinnalla ja tietyllä ajankohdalla. (Womack & Jones 2003, s.15; Kouri 2009, s. 10–11)

Hukkien poistamisella saadaan näin ollen vähennettyä turhaa työtä. Lisäksi työn tuottavuus ja laatu parantuvat, jos hukkia poistetaan systemaattisesti. Nämä tuotannossa esiintyvät hukat voidaan jakaa seitsemään helposti tunnistettavaan alla olevaan luokkaan. (Kouri 2009, s. 10–11)

- 1. Ylituotanto**
- 2. Odottelu ja viivästyks**
- 3. Tarpeeton kuljettaminen**
- 4. Laatuvirheet**
- 5. Tarpeettomat varastot**
- 6. Ylikäsittely**
- 7. Tarpeeton liike työskentelyssä**
- 8. Käyttämättä jätetty työntekijän luovuus**

Ylituotantoa tulisi välttää. Sen sijaan tulisi pyrkiä tilanteeseen, jossa jokaisen tuotantoprosessin vaiheen tulisi tuottaa vain sitä, mitä asiakas haluaa. Eli toisin sanoen tuotteita ei tulisi valmistaa välitöntä tarvetta enemmän. Tätä voidaan perustella muun muassa sillä, että suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto ja varastoon valmistaminen aiheuttavat muiden hukkien syntymisen. Lisäksi ylituotanto kasvattaa varastotasoa, jolloin todellisten epäkohtien havaitseminen saattaa vaikeutua. Tämä johtuu siitä, että korkeat varastotasot piilottavat ongelmia. (Modig 2013, s. 75; Kouri 2009, s. 10–11)

Odottelu ja viivästyks eivät tuo arvoa asiakkaalle. Tämän takia tuotanto tulee järjestää siten, että kaikki tarpeeton odottelu saadaan karsittua pois koneiden ja ihmisten osalta. Myös tarpeeton kuljettaminen ei tuo lisäarvoa asiakkaalle. Tämän takia, myös tämä tulee huomioida tuotannossa niin, että kaikki tuotteiden ja materiaalien turha liikuttelu saadaan karsittua pois päivittäisestä toiminnasta. Yksi tehokas tapa tälle on tilaratkaisujen muuttaminen. Laatuvirheet tulee myös pyrkiä karsimaan pois. Tämä johtuu siitä, että kaikki korjaustyöt, materiaalin menetykset ja korvaavat tuotannot tuhlaavat siihen kuluvaan aikaan ja työresursseja. (Liker 2004, s. 29; Modig 2013, s. 75; Kouri 2009, s. 10–11)

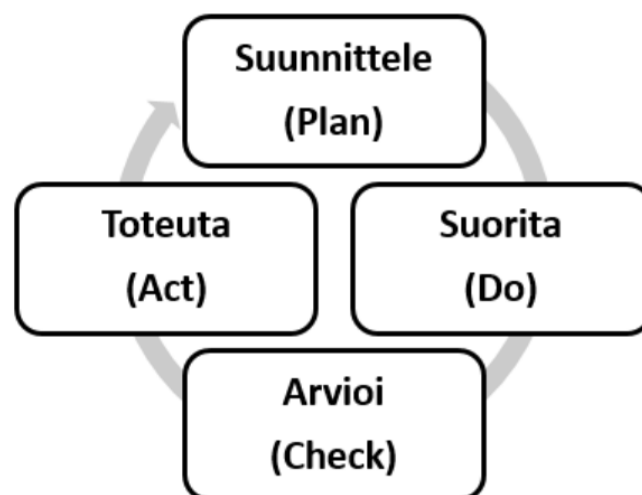
Tarpeettomat varastot tuovat paljon turhia ongelmia tuotannon tehokkuudelle. Ne lisäävät kustannuksia, pidentävät läpimenoaikoja sekä piilottavat erilaisia ongelmia. Lisäksi ne aiheuttavat kuljetus- ja säilytyskustannuksia, sekä lisäävät todennäköisyyttä säilytettävien materiaalien rikkoutumiselle ja vanhentumiselle. Myös ylikäsittelyä tulee välttää. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen kanssa työskentelyä tulee välttää enemmän

kuin asiakas vaatii. Esimerkiksi huonot työkalut ja huono tuotesuunnittelu aiheuttavat tuotteen käsittelyssä turhia ylimääräisiä työvaiheita. Myös tarpeetonta liikettä työskentelyssä tulee välttää. Tämä pitää sisällään kaikenlaisen turhan ylimääräisen liikkeen, mitä työntekijä joutuu tekemään työtehtävissään. Hyviä esimerkkejä näistä liikkeistä ovat osien ja työkalujen etsiminen ja kerääminen. Myös ylimääräinen kävely voidaan nähdä hukkana. (Liker 2004, s. 29; Modig 2013, s. 75; Kouri 2009, s. 10–11)

Usein puhutaan seitsemästä hukasta, mutta kirjallisuuksissa mainitaan myös kahdeksas hukka. Tämä kahdeksas hukka on käyttämättä jätetty työntekijän luovuus. Työntekijöillä on paljon annettavaa toiminnan kehittämiseksi, jos heitä kuunnellaan. Jos työntekijöitä ei oteta mukaan toiminnan kehittämiseen, voidaan menettää aikaa, taitoja, parannuksia ja oppimismahdollisuuksia. (Kouri 2009, s. 11)

2.1.3 Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen (Kaizen) on tärkeä osa lean-kehitystoimintaa. Se perustuu toiminnan jatkuvaan ja systemaattiseen parantamiseen (Kouri 2009, s. 14). Liker (2004, s. 263) korostaakin, että oppivan organisaation rakentaminen on erittäin suuri hanke. Esimerkiksi Toyotan Pohjois-Amerikan oppivan organisaation rakentamiseen meni yli kymmenen vuotta. Silloinkin se muistutti vasta edes osittain samanlaista oppivaa organisaatiota, mitä Toyota on rakentanut Japanissa useiden kymmenien vuosien ajan. Avain tässä onnistumiseen on ihmisten siirtäminen pois ”tulipalojen sammuttamisesta” ja lyhytaikaisista korjauksista. Sen sijaan fokus tulee olla pitkäaikaisempien ratkaisujen luomisessa.



Kuva 7. Jatkuvan parantamisen PDCA-sykli. (Perustuu lähteeseen: Kouri 2009, s. 15)

Jatkuvaa parantamista voidaan toteuttaa PDCA-syklin avulla (kuva 7). Sen tarkoitus on antaa selkeät toimintaohjeet, kuinka kehitysvaiheiden kanssa tulee edetä. Imai (2012, s. 5) painottaakin, että PDCA-sykli varmistaa jatkuvan ylläpitämisen ja kehittämisen toiminnan, mikä on kaizenin prosessin päätavoite. Sykli alkaa suunnitteluvaiheesta,

jossa suunnitellaan parannustoimenpidettä. Suunnitteluvaiheessa pohditaan eri vaihtoehtoja ja määritetään vaiheet parempien työskentelymenetelmien saavuttamiseksi. Suoritusvaiheessa, tehdään pilottihanke muutoksesta. Arviointi-vaiheessa analysoidaan pilottivaiheen suoriutumista. Tällöin tärkeää on tunnistaa sen vahvuudet ja heikkoudet. Lisäksi samalla voidaan kartoittaa korjaavia toimenpiteitä. Toteutusvaiheessa tehdään lopullinen parannus kohdealueella. Jos parannukset on havaittu toimiviksi, tulee ne vakiinnuttaa kaikkialla. (Kouri 2009, s. 14)

Kouri (2009, s. 14) painottaa, että jatkuvassa parantamisessa on tärkeää saada mukaan jokainen työntekijä. Periaate on, että jokainen työntekijä on vastuussa tuotteen ja toiminnan laadusta ja kehitystyöstä. Kehitysideoiden ei myöskään tarvitse olla valtavia, vaan myös pienet parannukset ovat tärkeitä. Tuominen (2010, s. 60) huomauttaa tapaus-tutkimuksessaan, että jatkuvan kehittämisen onnistumisen edellytys on kehittämiseen osallistuvien henkilöiden oma mielenkiinto, hyvä koulutus sekä pätevä ohjaus. Kouri (2009, s. 14) listaa hyviä kysymyksiä, joilla jokainen työntekijä voi aloittaa jatkuvan parantamisen pohtimisen omalla kohdallaan. Nämä kysymykset ovat:

- Miten minä voisin tehdä työni paremmin tai helpommin?
- Mikä vaikeuttaa työntekoani?
- Mitä edellisessä työvaiheessa voitaisiin tehdä toisin, jotta työntekoni helpottuisi?
- Miten eri työvaiheiden välistä yhteistyötä voitaisiin kehittää?

2.1.4 5S-toiminta

5S on työkalu, jonka avulla huolehditaan siisteyden ja järjestyksen kehittamisestä ja ylläpidosta. Tämä on tärkeää, sillä lean-toiminnassa korostetaan, että tuottavaa ja laadukasta työtä voidaan tehdä ainoastaan siistissä ja hyvin järjestyksessä olevissa tiloissa. Imai (2012, s. 23) toteaaakin, että hyvä 5S-toiminta menee usein käsi kädessä myös tehokkaan hukkien poistojen kanssa. Toimiva 5S-toiminta tuo myös paljon muita etuja yrityksen toiminnalle. Kouri (2009, s. 26–27) painottaakin, että toimivalla 5S-toiminnalla saavutetaan seuraavat edut:

- Työturvallisuuden parantuminen
- Ylläpitää työpisteen järjestystä ja vähentää työvälineiden etsimisen aiheuttamaa turhautumista
- Helpottaa työn tekemistä työvälineiden tarkoituksenmukaisen organisoinnin myötä
- Siisteys ja täsmällisyys tukevat Lean-kulttuurin muodostumista
- Tuotantovälineiden valvonta ja seuranta tehostuu

5S-työkalu pitää sisällään viisi eri vaihetta. Nämä vaiheet ovat lajittele (Seiri), järjestä (Seiton), puhdista ja huolla (Seiso), vakiinnuta (Seiketsu) ja ylläpidä (Shitsuke). Ensimmäisessä vaiheessa tavoitteena on tunnistaa, mitkä ovat työn kannalta tärkeitä

työkaluja, materiaaleja ja tavaroita työpisteellä. Tavarat, joita ei koeta tarpeellisiksi, tulee poistaa työpisteeltä. Seuraavassa vaiheessa tavoitteena on järjestää työpiste. Tämä tarkoittaa sitä, että välineet tulee järjestää siten, että niiden löytämiseen kuluu minimaalinen aika. Lisäksi välineet tulee merkitä niin, että niille on selkeät määritellyt säilytyspaikat. Kolmannessa vaiheessa päätavoitteena on pitää siistinä kaikki. Tämä pitää sisällään työpisteen, koneet, laitteet ja työkalut. Tehokas ja motivoiva keino tälle on valokuvan ottaminen sekä ennen, että jälkeen tilanteesta. (Durana 2016; Kouri 2009, s. 27)

Neljännessä vaiheessa tavoitteena on saada aikaisemmat kolmen vaiheen tulokset vakiinnutettua toimintaan. Tällä pyritään siihen, että tilanne ei pääse enää koskaan palautumaan alkuperäiseen tilanteeseen. Jotta tämä olisi mahdollista, tulee nykytilanteesta tehdä standardit. Hyvä standardi on yksinkertainen ja helposti ymmärrettävä. Lisäksi siinä tulee panostaa visuaalisuuteen valokuvilla ja lyhyillä teksteillä. Viimeisessä vaiheessa tavoitteena on rakentaa pysyvä 5S-kulttuuri, jossa itsekurin avulla työpiste säilytetään hyvässä kunnossa, sekä pyritään jatkuvasti parantamaan työpisteen kuntoa. Tämä edellyttää säännöllisiä tarkastuksia, jotka voi suorittaa tarkastaja tai työkaverit. Jotta tarkastukset olisi helppo tehdä, tulee auditoinneissa käyttää tehtyjä standardeja. (Durana 2016; Kouri 2009, s. 27)

2.2 Varaston layout-suunnittelu

Layout-suunnittelusta löytyy hyvin paljon kirjallisuutta. Erityisesti tuotannon layout-suunnittelusta on tehty lukuisia teoksia. Monet näistä teoksista on tehty jo 50-luvulla, joista yhtenä isona voidaan pitää Muthersin tehtaan layout-suunnittelua käsittelevää kirjallisuutta. Vaikka tämä kirjallisuus fokuoitiin enemmän tuotantolinjan tehostamiseen, voidaan samoja perusteita hyödyntää yleensä muidenkin toimintojen layout-suunnitteluun. Mallick ja Gaudreau (1951, s. 211) huomauttavatkin, että useissa tehtaiden layout-suunnitelmissa keskitytäänkin liikaa valmistusprosesseihin, jolloin huomio jää vähäisemmäksi materiaalin vastaanottamiseen, lähettämiseen sekä muihin varaston toimintaan liittyvään suunnitteluun. Tästä johtuen tehtaan toimintaan saattaa ilmestyä viivästyksiä, hämmennystä sekä pullonkauloja materiaalin vastaanottamiseen liittyvissä toimenpiteissä, vaikka itse tuotantolinjan toiminta olisikin sujuvaa.

Layoutin tarkka määritelmä vaihtelee hieman eri kirjallisuuksissa, mutta sen perustarkoitus on kaikissa sama. Moore (1962, s. 93) kuvailee ytimekkäästi layoutin kattavan työntekijöiden, työkoneiden sekä materiaalin järjestelyn ja sijoittamisen tehtaalla. Hän avaa myös käsitettä tarkemmin, jolloin layoutin suunnitteluun tulee sisällyttää henkilöstö, työkalut, työkoneet, varastointitila, materiaalin käsittelyyn liittyvät laitteet ja muut toimintaa tukevat palvelut. Pirjetä (1981) tarkentaa layout-suunnittelun olevan tuotantosysteemin integroitua suunnittelua, jossa suunniteltu tuotantoprosessi varastoineen sovitetaan fyysisiin puitteisiin. Päätehtävinä ovat tilantarvesuunnittelu ja eri tilojen keskinäinen sijainnin suunnittelu, joka mahdollistaa

hyvin toimivan tehdaskokonaisuuden. Immer (1950, s. 4) huomauttaa, että kaikki työpisteiden järjestelyt eivät välttämättä ole layout-suunnittelun tulosta. Joskus työpisteet vain kehittyvät ja kasvavat niin tehtaan toiminnan aikana. Esimerkiksi uuden työkoneneen saapuessa tehtaaseen, saatetaan se vain sijoittaa sinne minne se mahtuu. Tällöin tärkeät kysymykset, kuten miten sen sijainti sopii tuotannon virtaukseen, saattavat unohtua.

Layoutin suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä on olemassa valtava määrä. Karrus (2001, s. 141) luetteleekin, että layoutin suunnitteluun vaikuttavia yleisiä tekijöitä ovat laajennusmahdollisuudet, joustavuus, monikäyttöisyys, työn sujuvuus, materiaalin käsittelyn sujuvuus, tilan käyttö, turvallisuus ja järjestyksen ylläpidon helppous, työolosuhteet, valvonnan helppous, ulkonäkö, sopivuus organisaatorakenteeseen, kaluston käytettävyys, kapasiteettitarpeen mukaisuus, investoinnin pääomatarve, takaisinmaksu, säästöt, kannattavuus ja jäännösarvo. Näin ollen layoutin suunnittelussa voidaan todeta olevan huomattavan isoja vaikutuksia moniin eri osa-alueisiin.

2.2.1 Layoutin yleiset suunnitteluperiaatteet

Layoutin-suunnittelulle on olemassa useita yleisiä periaatteita joita noudattamalla päästään parempaan tulokseen. Pirjetä ja muut (1981) painottavat erityisesti joustavuuden huomioimista layout-suunnittelussa. Joustavuus mahdollistaa tällöin myös tulevaisuuden tarpeiden huomioimisen layout-suunnittelussa. Joustavuutta voidaan parantaa esimerkiksi pitämällä tuotanto ja muu toiminta erillään toisistaan, välttämällä kantavien seinärakenteiden pystyttämistä sekä huomioimalla, että varaston siirtäminen on helpompaa kuin tuotanto-osaston, jolla on raskaita työkoneita.

Järkevässä layout-suunnittelussa pyritään myös pitämään materiaalin käsittely ja siirtely mahdollisimman vähäisenä. Immer (1950, s. 301) korostaa, että layout-suunnittelussa materiaalin käsittelyyn liittyvät toimenpiteet saattavat välillä jäädä liian pienelle huomiolle. Materiaalia on usein helppo siirtää sivuun, tehdä tarpeettomia siirtoja sekä antaa materiaalin kertyä väärille alueille. Näitä tulee tietenkin pyrkiä välttämään huomioimalla layout-suunnittelussa myös materiaalin käsittelyyn liittyviä näkökulmia. Myös De Koster ja muut (2017, s. 6328) painottavat, että varastojen suunnittelun sekä hallinnan periaatteiden ymmärtämisellä on tärkeä rooli toimintojen tehokkuuden kehittämiseksi. Näiden avulla voidaan muun muassa vähentää työntekijöiden raskasta työtehtävissä sekä parantaa asiakaspalvelun tasoa.

Etäisyydet tulee pyrkiä pitämään mahdollisimman lyhyinä layout-suunnittelussa. Tämä tarkoittaa sitä, että työpisteiden välinen liikkuminen pitää saada helpoksi ja nopeaksi. Usein layoutin päivittämisellä saadaankin vähennettyä turhien matkojen määrää huomattavasti pienemmäksi alkuperäiseen verrattuna. Hyvä toimintaperiaate on, että siirtelyt pidetään lyhyinä ja varmistetaan, että kaikki siirtelyt vievät tuotteen valmistusprosessia eteenpäin (Muther 1955, s. 65). Etäisyyksien huomioinnissa on

samalla myös hyvä huomioida materiaalin siirtämiseen liittyvät työkalut. Usein toimintaan voidaan integroida erilaisia työkaluja, jotka helpottavat huomattavasti materiaalin siirtelyä työpisteiden välillä. Esimerkiksi erilaisia fyysisesti paikoilleen lukittuja kuljettimia voidaan harkita tällaisissa tilanteissa. Usein materiaalin siirtelyyn tehtaalla tulee kuitenkin hyödyntää paljon erilaisia työkaluja, sillä jokaisella työkalulla on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. (Immer 1950, s. 301–303)

Järkevä layout-suunnittelu mahdollistaa myös tehtaan toiminnan kustannuksien alentumisen. Muther (1955, s. 4–7) listaa yhteensä 15 eri asiaa, jotka mahdollistavat näiden säästöjen mahdollistamisen:

1. Työntekijöiden terveyteen ja turvallisuuteen liittyvien riskien väheneminen
2. Parantunut työtyytyväisyys ja työmoraaali
3. Tuotantotehon kasvaminen
4. Viivästymisten vähentyminen tuotannossa
5. Lattiatilan säästäminen
6. Materiaalin käsittelyn määrän vähentyminen
7. Työkoneiden, työvoiman ja palveluiden tehokkaampi hyödyntäminen
8. Keskenkäisten tuotteiden määrän vähentäminen tuotantoprosessissa
9. Lyhempi tuotteiden valmistusaika
10. Paperitöiden ja muiden epäsuorien töiden vähentyminen
11. Helpompi ja parempi valvonta
12. Vähemmän ruuhkautumista ja sekavuutta
13. Materiaalin vahingoittumisen vähentyminen
14. Helpompi mukautuminen muuttuviin tilanteisiin
15. Muut sekalaiset edut

2.2.2 Turvallisuuden huomioiminen layout-suunnittelussa

Työturvallisuuslaki asettaa tietyt ehdot työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle jotka tulee huomioida työympäristön suunnittelussa. Erityisesti työympäristön rakenteita, työtiloja, työ- tai tuotantomenetelmiä, työssä käytettäviä koneita, työvälineitä ja muita laitteita suunniteltaessa nämä turvallisuuteen liittyvät asiat tulee huomioida. Tämä tarkoittaa sitä, että työssä tulee käyttää ainoastaan sellaisia koneita, työvälineitä ja muita laitteita, jotka soveltuvat kyseisiin työtehtäviin. Tällöin näiden tulee olla säännösten mukaisia, sekä työolosuhteisiin sopivia ja tarkoituksenmukaisia. Lisäksi pääsyä koneiden ja työvälineiden vaara-alueelle, tulee rajoittaa niille sopivilla ratkaisuilla. Työskentelypaikan suunnittelussa tulee myös huomioida työasento ja ergonomiset periaatteet. Työvälineet on myös sijoitettava niin, että niiden käyttämiseen on riittävästi tilaa ja että työvälineen käyttämä energia, tuottama energia tai aine voidaan siirtää turvallisesti. (Työturvallisuuslaki 738/2002; Työvälineasetus 403/2008)

Työympäristö tulee suunnitella ja rakentaa huolellisesti. Lisäksi sen tiloja ja laitteita on huollettava säännöllisesti. Työympäristön suunnittelussa tulee myös huomioida kulkuteiden turvallisuus, työpaikan valaistus, ääniympäristö sekä ilman laatu. Myös toimitilojen järjestys ja siisteys tulee huomioida. Siisteys ja järjestys vaikuttaa työtilojen turvallisuuteen, sillä työtaturmista huomattava osa johtuu liukastumisista ja kompastumisista, johtuen huonosta siisteydestä ja järjestyksestä. Tästä johtuen erityisesti kulkuväylien tulee olla avoimia ja tavaroiden säilytys tulee olla niille osoitetuilla paikoilla. Lisäksi työtiloissa ja työtehtävissä tulee huomioida tarvittavien henkilösuojaimien käyttö ja asennus. Henkilösuojaimia ovat hengityksen-, kasvojen-, kuulon-, silmien- ja päänsuojaimet, turva-, suoja- ja työjalkineet, liukuesteet, putoamissuojaimet, sukelluspuvut, suojakäsineet, suojavaatteet, pelastusliivit ja kelluntavarusteet. (Työturvallisuuskeskus 2018; Työsuojelu 2018; Työterveyslaitos 2018)

Layoutin suunnittelussa tulee huomioida myös nostotöiden toteutus ja siihen liittyvät turvallisuusasiat. Nostotyöt tulee suunnitella työntekijöiden turvallisuutta vaarantamatta. Tällöin tulee erityisesti varmistaa, ettei taakan alla tai vaara-alueella liikuta tarpeettomasti noston aikana. Lisäksi on huomioitava, että nostotöiden suorittamiseen on tarpeeksi tilaa ja että nostolaite on käyttötarkoitukseen sopiva ja suoritusarvoltaan riittävä. Nostolaitteina voidaan pitää nostureita, nostimia ja muita nostolaitteita. Koneasetuksen mukaan kaikissa nostoapuvälineissä, siihen kiinnitetyssä levyssä tai muussa vastaavassa alustassa on oltava selkeät merkinnät työn suorittamisen kannalta oleellisista tiedoista. Nämä tiedot pitävät sisällään valmistajan, tiedot materiaalista nostotöiden turvallisen toteuttamisen kannalta, suurin sallittu työkuorma, valmistusvuosi sekä CE-merkintä, jos materiaali on valmistettu 1995 jälkeen. Lisäksi työntekijöille tulee antaa asianmukainen nosturin käyttäjäkoulutus, jotta nostotyöt voidaan toteuttaa turvallisesti. Asianmukainen koulutus on pakollinen ja tärkeä, sillä sen avulla mahdolliset onnettomuudet voidaan minimoida tai ehkäistä kokonaan. (Työvälineasetus 403/2008; Työsuojeluhallinto 2010; Konecranes 2018)

Moore (1962, s. 296–297) listaa 13 turvallisuuteen vaikuttavaa vaaratekijää, jotka tulisi ottaa huomioon layout-suunnittelussa. Nämä vaaratekijät ovat:

1. Puutteelliset käytävät
2. Riittämättömät varastointitilat materiaalin turvalliseen varastointiin
3. Materiaalin käsittelylaitteiden kapasiteetin puutteellisuus
4. Lattialastauksen kapasiteetti
5. Esteet lattialla
6. Liukkaat lattiapinnat
7. Puutteelliset uloskäyntitiet
8. Huonosti soveltuvat portaat, rampit ja tikkaat
9. Palosammuttimien ja ensiapupisteiden vaikeakulkuinen sijainti
10. Työntekijöiden läheinen sijainti työkoneiden liikkuviin osiin

11. Työntekijöiden oleskelu vaaran aiheuttavan tekijän ylä- tai alapuolella
12. Terävän välineistön, liikkuvan välineistön tai ulkonevan materiaalin sijoittuminen käytävälle tai työskentelyalueelle
13. Epäpätevä ilmanvaihtojärjestelmä vaarallisen tai myrkyllisen kaasun poistamiseksi työskentelytiloista

Varastoympäristössä liikkuu paljon ihmisiä ja koneita, jolloin työtaturmien vaara kasvaa. Varastoympäristössä työturvallisuusongelmat liittyvät usein raskaiden materiaalien siirtelyyn ja kantamiseen käsin, työpisteiden ja varastokäytävien epäjärjestykseen ja epäsiisteyteen sekä kiireiseen työrytmiin. Myös työtilojen kylmyys tai vetoisuus on usein tekijänä varastoympäristön turvallisuusongelmiin. (Karhunen et al. 2004, s.410)

2.2.3 Varastointi

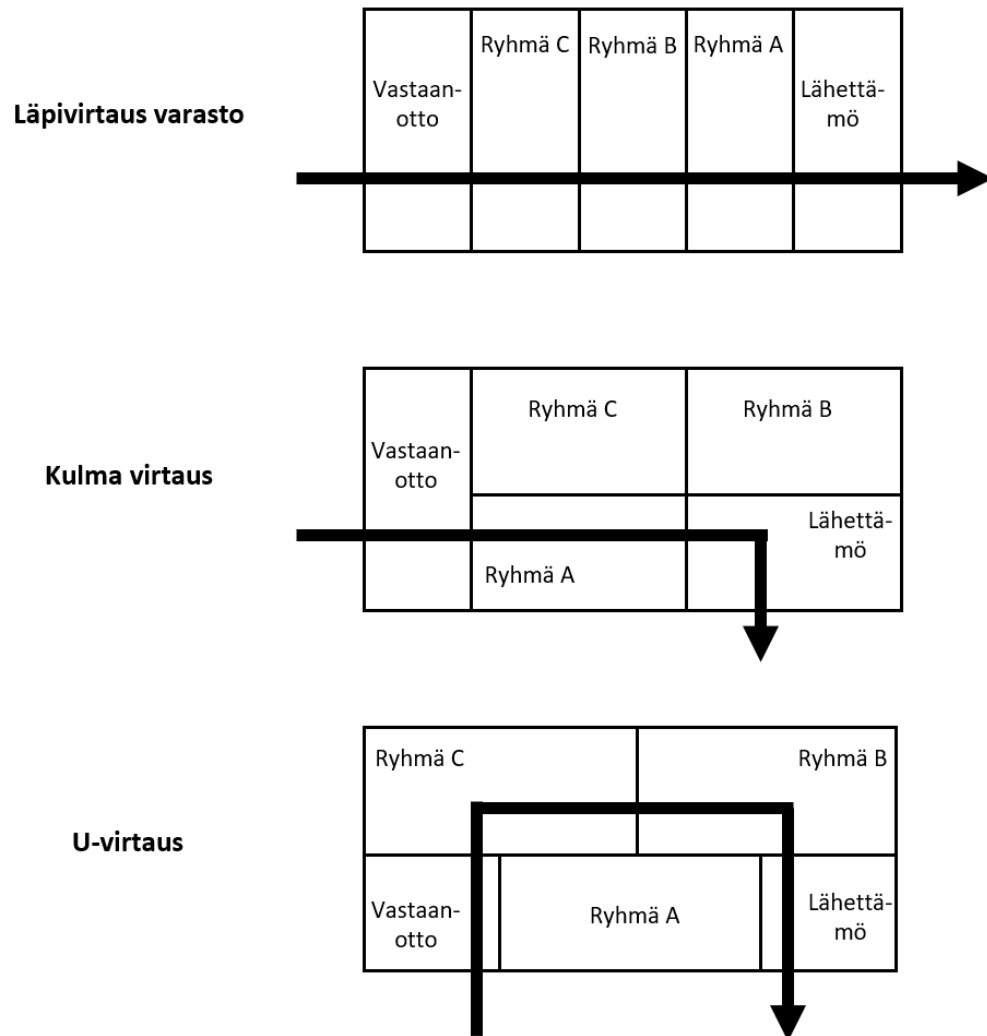
Materiaalin varastoinnin toteuttamiselle on olemassa monenlaisia vaihtoehtoja. Moore (1962, s. 359–362) toteaa, että viisi yleisintä varastointi metodia ovat laatikot, hyllyt, telineet, pinoaminen ja kuljettimet. Tietenkin jokainen varastointitilanne on omanlaisensa, jolloin näitä metodeja voidaan räätälöidä materiaalille paremmin sopivaksi. Laatikot soveltuvat erityisen hyvin pienille materiaaleille, joista löytyy paljon erilaisia variaatioita. Hyllyt ovat yksi eniten hyödynnetty metodi varastoimiseen. Karhunen ja muut (2004, s. 338–363) tarkentavatkin, että hyllystä löytyy paljon erilaisia variaatioita, matalista pientavarahyllyistä hyvin korkeisiin hyllyratkaisuihin. Korkeuden määrittämisessä on hyvä ottaa huomioon, että kapeakäytävätrukeilla päästään enintään 12 metrin korkeuteen. Toisaalta muilla ratkaisuilla, hyllyistä voidaan tehdä vielä huomattavasti korkeampia.

Telineet soveltuvat erityisesti pitkien ja kapeiden materiaalien varastoimiseen. Näitä ovat esimerkiksi puiden rungot, putket ja palkit. Pinoaminen on erittäin tehokas tapa varastoida materiaalia säästämällä samalla lattiatilaa. Erityisesti kuormalavoilla olevat materiaalit, soveltuvat usein hyvin päälle pinoamiseen, sillä kuormalavat jakavat kuorman painon tasaisesti koko lavan mitoille. Tällöin alla oleva materiaali ei vahingoitu päällekkäin pinoamisesta. Lisäksi erilaisia kuljettimia voidaan myös pitää varastoimisen metodina, vaikka sen päätarkoitus onkin viedä materiaalia eteenpäin tuotannon prosessissa. (Moore 1962, s. 360–362)

Varastointijärjestelmän ja niiden toimintojen suunnittelu on tärkeää, jotta varaston toiminta on mahdollista saada mahdollisimman optimaaliseksi. Horta ja muut (2016) toteavatkin erään varaston layout-suunnittelua koskevassa tutkimuksessaan, että parhaimmalla layout-vaihtoehdolla nykyinen kuukausittainen liikkumismatka varaston sisällä pystyttäisiin vähentämään 23 prosentilla. Kyseisessä tapauksessa tämä tarkoittaisi sitä, että varastotyöntekijöitä voitaisiin vähentää kahdella ja säilyttää silti nykyinen varaston toimintataso. Monet varastot ovat kuitenkin suunniteltu

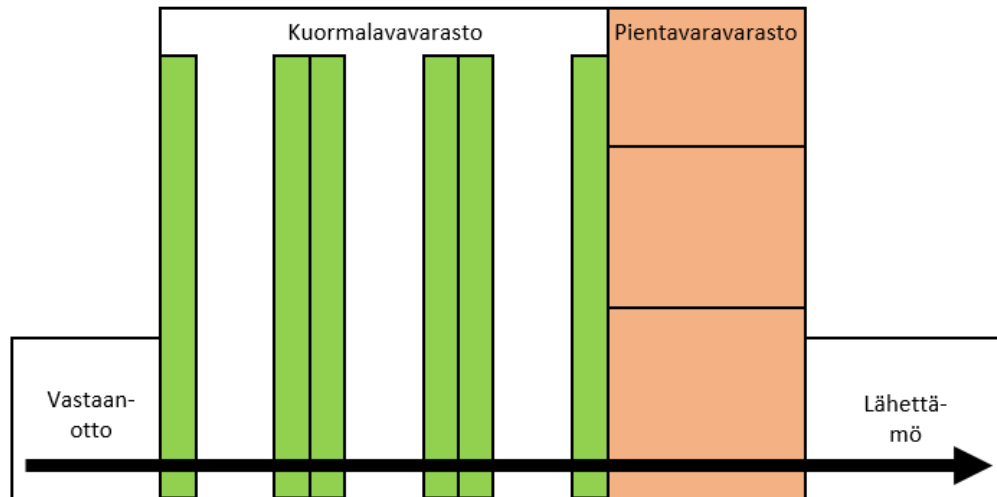
epätehokkaiksi tiedon puutteen vuoksi. Tämän takia varastointipaikoista muodostuu puutetta tai vastakohtaisesti varastointipaikkoja on enemmän kuin oikeasti tarvitaan. Vastaavalla tavalla varastointilaitteisiin voi tästä johtuen muodostua puutetta tai vastakohtaisesti laitteita seisotetaan käyttämättömänä turhan paljon. Optimaalisella operointi strategialla varaston läpisyöttöä pystytään parantamaan. Lisäksi rakennuksen alueiden ja lattiatilojen käyttöä saadaan hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. (Gudehus & Kotzab 2009, s. 449; Schenk et al. 2010, s. 225)

Varaston tilojen järjestely voidaan toteuttaa hyvin monella tavalla. Huomioon on otettava erityisesti rakennuksen muoto, sekä miten tavaravirran suunnat halutaan määrittää. Tavarantoimittamisen apuna voidaan hyödyntää materiaalin ottotiheyttä, jossa materiaalilla A on suurin ottotiheys ja materiaalilla C pienin ottotiheys. Materiaali A tulee tällöin pyrkiä sijoittamaan lähettämön lähelle, jotta niiden toimittamisessa siirtomatkat olisivat mahdollisimman lyhyitä. Kuvassa 8 on esitetty kolme eri materiaalin virtausvaihtoehtoa materiaalin ottotiheydet huomioiden. Nämä virtausvaihtoehdot ovat läpivirtausvarasto, kulmavirtaus ja U-virtaus. (Karhunen et al. 2004, s. 370)



Kuva 8. Tavarain läpivirtaus-suunnat varastossa. (Perustuu lähteeseen: Karhunen et al. 2004, s. 370)

Jos varasto sisältää sekä kuormalavalla varastoitavaa materiaalia, että pientavarahyllyihin varastoitavaa pienempää materiaalia, tulee pientavaravarasto pyrkiä sijoittamaan lähelle lähettämöä (kuva 9). Pientavarahyllyjen käytäväleveys kannattaa pitää yleensä 600–800 mm levyisenä ja hyllyjen korkeus enintään 2100 mm korkuisena. Pientavarahyllyjen syvyys vaihtelee yleensä 300–600 mm välillä. Kuormalavahyllyjen leveys tulee määrittää käytettävän trukkityyppin ominaisuuksien ja mittojen mukaan.



Kuva 9. Kuormalavavaraston ja pientavaravaraston yhdistäminen. (Perustuu lähteeseen: Karhunen et al. 2004, s.340)

Varaston layoutin suunnittelussa nousevat esiin erityisesti hyllyjen ja niiden välisten käytävien sijoittaminen ja mitoitus. Järkevällä suunnittelulla voidaan tällöin vaikuttaa rakennus- ja materiaalin käsittelykuluihin. Valinnat vaikuttavat yleensä hyllykäytävien suuntiin, hyllykäytävien määriin, pituuteen ja leveyteen sekä hallin ovien sijainteihin. Varaston hyllyjen välisen käytävän mitoitukseen vaikuttaa erityisesti varastohyllyjen korkeus, sekä operoitavan trukin tyyppi. Taulukkoon 1 on koottu trukkityyppien vaikutus työkäytävien leveyteen sekä hyllyjen korkeuteen. Yksinkertainen vastapainotrukki vaatii leveän käytävätilan hyllyjen välissä, jotta operointi olisi mahdollista. Sen sijaan monilla nykyaikaisemmilla trukkityypeillä voidaan operoida myös huomattavasti kapeammilla hyllykäytävillä. Suunnittelussa tulee tämän takia tutkia potentiaalisin varastojärjestelmävaihtoehto sekä siihen liittyvät kokonaiskustannukset ja palvelutaso, jotta paras ratkaisu voidaan tunnistaa. (Gu et al. 2010 s. 542; Suomen kuljetusopas 2018; Intolog 2018)

Taulukko 1. Työkäytävän mittojen huomiointi käsittelylaitteen mukaan. (Perustuu lähteeseen: Intolog 2018)

Käsittelylaite	Työkäytävä	Tyypillinen varaston korkeus
Pinoamisvaunut	2,0 - 2,3 m	2,5 - 4 m
Tukipyörätrukit	2,3 - 2,5 m	3 - 6 m
Työntömastotrukkit*	2,7 - 3,0 m	4 - 12 m
Kapeakäytävätrukit	1,5 - 1,8 m	7 - 12 m
Hyllystöhissit	1,5 - 1,8 m	> 10 m
Vastapainotrukkit	> 3,2 m	< 6 m

*Pääkäytävä 3,5 - 4,5 m

2.3 Materiaalin hallinta

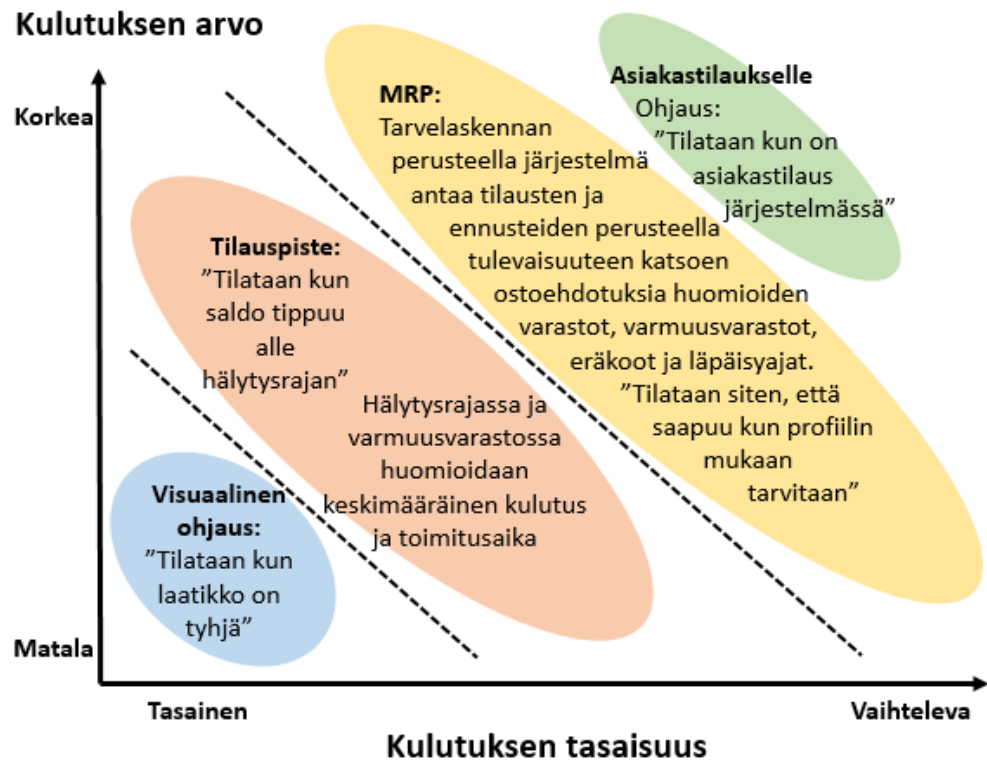
Materiaalin hallinta on tärkeä osa-alue tuotantoon keskittyvän yrityksen toiminnassa. Tuotanto tarvitsee materiaaleja tuotteiden valmistukseen, mutta samalla nousee tarve myös materiaalin varastoinnille. Varastointi tuo kuitenkin omia lisäkuluja toiminnoille, jolloin materiaalin hallinnassa on tärkeää suunnitella, milloin tuotteita tilataan ja kuinka isoja varastoja on järkevä hyödyntää. Lisäksi materiaaleja tulee varastoida myös kesken tuotannon, sekä tuotteiden valmistuttua. Tämän takia varastot voidaan luokitella kolmeen päätyyppiin. Nämä ovat raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmistevarastot. Raaka-ainevarastoissa säilytetään raaka-aineita, jotka koostuvat tarveaineista, osista ja komponenteista. Puolivalmisteverasto koostuu keskeneräisistä töistä ja valmistevarasto valmiista tuotteista, jotka odottavat myyntiä. (Sakki 2009, s. 103)

Varastoinnin lisäksi kustannuksiin vaikuttavat myös muut tekijät. Erityisesti kuljetuskustannuksilla on omat vaikutuksensa järkevän materiaalin hallinnan suunnittelussa. Suurempien tavaramäärien kuljettaminen kerralla mahdollistaa pienemmät kuljetuskustannukset suhteessa kuljetetun materiaalin arvoon. Toisaalta samalla suuret kertakuljetuserät kasvattavat usein varastoja. Jokainen tilanne on kuitenkin erilainen, jolloin tämäkään yleistys ei aina päde. Näin ollen tilanne on monimutkainen, jossa tulee huomioida sekä kuljetuskustannusten, että varastointikustannusten yhteiset vaikutukset materiaalin hallinnassa. (Sakki 2009)

Materiaalin hallinta varaston näkökulmasta pitää sisällään materiaalin vastaanottamiseen, säilömiseen ja lähettämiseen liittyvät toimenpiteet. Tarkemmin tarkasteltuna varaston toimintaan kuuluu tulevan tavaran vastaanotto, tavaran jako varastointiyksiköihin sekä niiden sijoitus varastoon. Lisäksi materiaalin lähettämiseen sisältyvät vaiheet ovat tilauksen mukaisten tuotemäärien keräys varastosta, niiden yhdistäminen kuljetusyksiköihin sekä niiden saattaminen kuljetuskuntoon. (Sartjärvi 1992, s. 158; Sartjärvi 1988, s. 74)

2.3.1 Materiaalin ohjaus

Materiaalin ohjauksen tavoitteena on suunnitella ja valvoa materiaalivirtoja sekä niihin liittyviä pääoma- ja tietovirtoja. Ohjauksen tavoitteena on erityisesti pienentää sitoutunutta pääomaa, maksimoida asiakkaalle tuotettavaa lisäarvoa sekä parantaa kustannustehokkuutta. Jotta tässä voidaan onnistua, tulee materiaalin ohjauksella pyrkiä saamaan tavaratoimitukset oikeaan rytmiin. Tämä tarkoittaa sitä, että on pyrittävä pitämään jatkuva tasapaino ostojen, valmistuksen ja myynnin välillä. Nimiketason materiaali-ohjaukselle on kehitetty erilaisia metodeja, jotta näihin tavoitteisiin voidaan päästä. Ideaalisin ohjaustapa vaihtelee materiaalin luonteen mukaan (kuva 10). (Haapanen 1990, s. 91–92; Miettinen 1993, s. 69; Sakki 1999, s. 115)



Kuva 10. Materiaalin ohjaustavat nimiketasolla. (Perustuu lähteeseen Logistiikan maailma 2018)

Visuaalisella ohjauksella puhutaan usein kaksilaatikkosysteemistä. Kyseessä on tällöin varasto-ohjaus, jossa hälytysraja ja toimituserä ovat saman laatikon suuruiset (Lapinleimu 2001, s. 113). Visuaalisen ohjauksen vahvuutena on sen yksinkertaisuus. Toiminta perustuu siihen, että kun ensimmäinen laatikko tyhjenee, otetaan toinen laatikko käyttöön. Samalla tieto tulee ostajalle, jolloin tehdään uusi täydennystilaus tyhjälle laatikolle. Tämä signaali voidaan toteuttaa monilla eri tavoilla, mutta usein hyödynnetään visuaalisesti selkeitä ohjaukortteja.

MRP-ohjaus on tarvelaskentaan perustuva materiaalinohjaus. Tarvelaskenta perustuu algoritmiin, jolla lasketaan lopputuotteen tarpeesta valmistamiseen tarvittavat osat ja materiaalit. Algoritmi hyödyntää sekä tuoterakenteita että varastotietoja laskennan suorittamiseen. MRP-ohjauksella on olemassa kaksi erilaista tasoa. Alkuperäinen MRP-ohjaus (Materials Requirements Planning) on lähtöisin 1960-luvulta. MRP II-ohjaus (Manufacturing Resource Planning) on uudempi ohjausjärjestelmä, joka kehitettiin 1970-luvulla. Näiden kahden ohjaustavan erona on se, että MRP II-ohjaus ottaa tarvelaskennan lisäksi huomioon myös kuormituslaskennan. Tällöin ohjaus ottaa huomioon myyntiennusteet, joiden avulla määritellään materiaalien tarpeet karkealla tasolla. Ostokehotukset tehdään tällöin huomioiden tuoterakenteet, varastot, ostotilaukset ja varaukset. (Logistiikan maailma 2018; Miettinen 1993, s. 49–50)

2.3.2 Materiaalin käsittely

Tässä alakappaleessa tutustutaan tarkemmin materiaalin käsittelyn kannalta oleellisiin aihealueisiin. Nämä aihealueet ovat yksikkökuormat, kuormien purkaminen, materiaalin siirtäminen ja materiaalin tulouttaminen & hyllyttäminen.

Yksikkökuormat

Yksikkökuormien muodostaminen eli tavaroiden yksiköinti mahdollistaa tehokkaan materiaalin käsittelyn. Tämän ansiosta varastokäsittely on helpompaa ja kuljetukset tehokkaampia. Erityisesti lavakuormia käytetään yleisesti kappaletavaroissa yksikkökuormina. Lavakuormina käytetään yleensä standardipakkauskojen mukaan mitoitettuja kuormalavoja. Suomessa näistä yleisimmät ovat käytössä FIN-lava (mitat 1000 x 1200 mm) ja EUR-lava (mitat 800 x 1200 mm). Näiden lisäksi käytössä on paljon myös kertakäyttölavoja, joiden mitoitus ja rakenne vaihtelevat niillä liikuteltavien materiaalien mukaan. Tällöin erityisesti tuotteen ulkopuoliset mitat, sekä paino määrittävät usein lavan mitat. Lavoissa hyödynnetään myös usein puisia lavakauluksia sekä häkkeitä. (Karhunen et al. 2004, s. 307–313)

Lavojen lisäksi materiaalien siirroissa voidaan hyödyntää rullakkoja. Myös rullakoista on tehty standardoituja malleja. Esimerkiksi standardin SFS3647 mukaisen rullakon mitat ovat 800 mm x 680 mm x 1750 mm ja suurin sallittu paino 500 kg (Mäkinen 1992, s. 334). Rullakko on pyörien päälle aseteltu teline, jonka sivuseinät on usein tehty metallista. Rullakon erityisenä etuna on sen omien pyörien tarjoama liikuteltavuus, mikä tekee siitä erityisen helposti liikuteltavan tavarayksikön. Rullakoiden lisäksi hyödynnetään myös paljon erilaisia laatikoita. Laatikot ovat usein muovisia ja niiden mitat vaihtelevat suuresti. Myös muovilaatikoista on tehty standardoituja malleja. (Karhunen et al. 2004, s. 315, 317)

Yllä mainitut tavarayksiköt mahdollistavat pientavaran siirtelyn. Nämä eivät kuitenkaan sovellu niin hyvin nesteiden, kaasujen ja jauheiden kuljetukseen tai varastointiin. Sen sijaan näiden siirtelyyn hyödynnetään pienoiskontteja. Pienoiskontit ovat pohjamitoiltaan kuormalavojen mitoissa, mikä mahdollistaa niiden helpon siirtelyn. Pienoiskonttien tilavuus vaihtelee yleensä 500–2000 litran välillä. Yleisimmät rakennemateriaalit pienoiskonteille ovat muovi, alumiini ja erikoisteräs. (Mäkinen 1992, s. 336)

Kun tavarayksiköissä siirrytään suurempiin kokoihin, puhutaan yleisesti suuryksiköistä. Näistä suuryksiköistä erityisesti erilaiset kontit ovat nousseet tärkeiksi apuvälineiksi erityisesti valtamerien yli tapahtuville kuljetuksille. Kontteja on olemassa hyvin monilla eri mitoilla ja ominaisuuksilla. Kansainvälinen standardointijärjestö ISO on kuitenkin laatinut konteille standardit, jotka määrittelevät konttien olennaisimmat ominaisuudet. Nämä ominaisuudet ovat konttien sisä- ja ulkomitat, tartunta- ja lukitusosat sekä

mekaaninen lujuus ja tiiveys. (Mäkinen 1992, s. 338–339). Yleisimmät kontit ovat 20’ ja 40’ jalan mittaiset umpinaiset yleiskontit, joiden leveys ja korkeus ovat 8’ jalkaa (Logistiikan maailma 2018). Yleisimmät konttityypit ovat:

- **Yleiskäyttökontti:** Umpinainen, kiinteäseinäinen ja kiinteäkattoinen. Kontin ovet ovat yleensä toisessa päässä.
- **Avokattoinen kontti:** Open-top kontti, jossa katto on avattava tai kokonaan poistettava.
- **Lava-alustainen kontti:** Vaihtelevat hieman ominaisuuksiltaan, mutta usein puhutaan flätti-kontista, jossa on vain pystyssä olevat päätyseinät.
- **Termokontti:** Lämpöeristetty kontti, jossa kontin sisältö voidaan pitää tietyssä lämpötilassa.

Kuormien purkaminen ja materiaalin siirtäminen

Yleisimmät kuormien purkamismetodit hyödyntävät trukkeja, kuormaajia ja nostureita. Trukkeja on olemassa hyvin laaja valikoima erilaisiin tarpeisiin. Trukkeja löytyy sekä polttomoottori- että sähkökäyttöisinä. Trukin käyttövoiman valitsemiseen vaikuttaa käyttöympäristö sekä käyttöaika. Esimerkiksi kylmissä ulkotiloissa polttomoottori soveltuu paremmin trukin käyttövoimaksi. Sisätiloissa sähkötrukin etuna on, että se ei aiheuta paikallisia päästöjä. Sen sijaan polttomoottoria hyödyntävää trukkia käytettäessä tulee huolehtia tarpeellisesta tuuletuksesta sisätiloissa. Trukkien nostokapasiteetit vaihtelevat yleensä 0,5-40 tonnin välillä. Trukit voidaan jakaa kahteen ryhmään rakennetapansa mukaan. Nämä kaksi ryhmää ovat tukipyörätrukki ja vastapainotrukki. Tukipyörätrukissa kuorman painopiste sijoittuu pyörien väliin, kun taas vastapainotrukissa kuorman painopiste sijaitsee renkaiden välisen alueen ulkopuolella, jolloin tarvitaan vastapainoa pitämään trukki tasapainossa. (Mäkinen 1992, s. 370–371; Reimi et al. 2012, s. 27).

Lavakuormien siirtämisessä puhutaan usein myös erilaisista pinoamis- ja haarukkavaunuista. Haarukkavaunua voidaan hyödyntää yksinkertaisissa lavojen siirtämisissä lattialla. Haarukkavaunut voivat olla käsikäyttöisiä tai akkukäyttöisiä. Pinoamisvaunuilla, voidaan lavojen siirtämisen lisäksi nostaa lavoja myös hyllytasolle. (Karhunen et al. 2004, s. 325–327).

Kuormien purkamisessa hyödynnetään myös erilaisia nostureita. Nosturit voivat olla kiinteitä tai radalle asennettuja nostureita (Mäkinen 1992, s. 377). Erityisesti satamissa hyödynnetään näiden lisäksi hyvin monipuolisia nosturiratkaisuja. Näitä ovat esimerkiksi konttinosturi ja kahmarinosturi. Lisäksi satamissa yleistyvät myös mobile-nosturit, jotka hyödyntävät pyöriä ja kuljetuskoneita (Karhunen, et al. 2004, s. 368–369). Lisäksi raskaiden materiaalien siirtämisessä voidaan hyödyntää vetomestaria. Vetomestari soveltuu erityisesti isojen yksikkökuormien, kuten perävaunujen, konttien ja telineillä olevien materiaalien siirtämiseen.

Materiaalin tuloutus ja hyllytys

Varastointi alkaa, kun tavara vastaanotetaan. Vastaanoton tehtävänä on selvittää, mitä tavaraa on tullut, sekä pitää huolta, että materiaali säilötään sille tarkoitetulle alueelle. Lisäksi vastaanotolla on tärkeä rooli varmistaa, että toimittaja on täyttänyt toimittajalupauksensa. Lisäksi vastaanoton vastuulla on pitää huolta omalta osaltaan varastokirjanpidon virheettömyydestä. Tämä on tärkeää, jotta saldomäärät vastaavat järjestelmissä todellisuutta. Mäkisen et al. (1992, s. 374–376) mukaan, vastaanottotyö voidaan jakaa kahteen eri prosessiin. Nämä prosessit ovat laiturityö ja varsinainen tavarantoimitus. Laiturityö pitää tehdä heti kun tavara saapuu, kun taas tavarantoimitus voidaan hoitaa tarvittaessa hieman myöhemmin.

Laiturityön tärkeimpiä tehtäviä:

- Tilaaajan tunnistaminen
- Kollien määrät tarkastuksen ja vertailun rahtikirjaan
- Kollien kunnan tarkastuksen
- Määrä- ja kuntosuoritteiden (varaumien) merkintä rahtikirjaan
- Tyhjien vaihtolavojen antaminen tuojalle

Varsinaisen tavarantoimituksen tärkeimpiä tehtäviä:

- Ostotilauksen otto tietojärjestelmästä tarkastustyötä varten
- Lähetyslistan etsiminen saapuneista kolleista
- Hyllytysosoitteiden ottaminen tietojärjestelmästä
- Tavarantoimituksen ja laadun tarkastus tarvittaessa kuljetuspakkaus purkaen
- Tavarantoimitus
- Pakkausjätteen vienti pois vastaanoton alueelta
- Tavarantoimitus niille tarkoitetuille paikoille

3 NYKYTILAKARTOITUS JA SUUNNITELMIEN LAATIMINEN

Tämä luku pitää sisällään työn soveltavan osuuden toteuttamisen. Luvussa pyritään järjestelmällisesti ratkaisemaan työn tutkimusongelmat ja perustelemaan lukijalleen, miten näihin ratkaisuihin päästiin. Luvussa suoritetaan ensin nykytilakartoitus ja tämän jälkeen suunnitelmien laatiminen tutkimusongelmien ratkaisemiseksi.

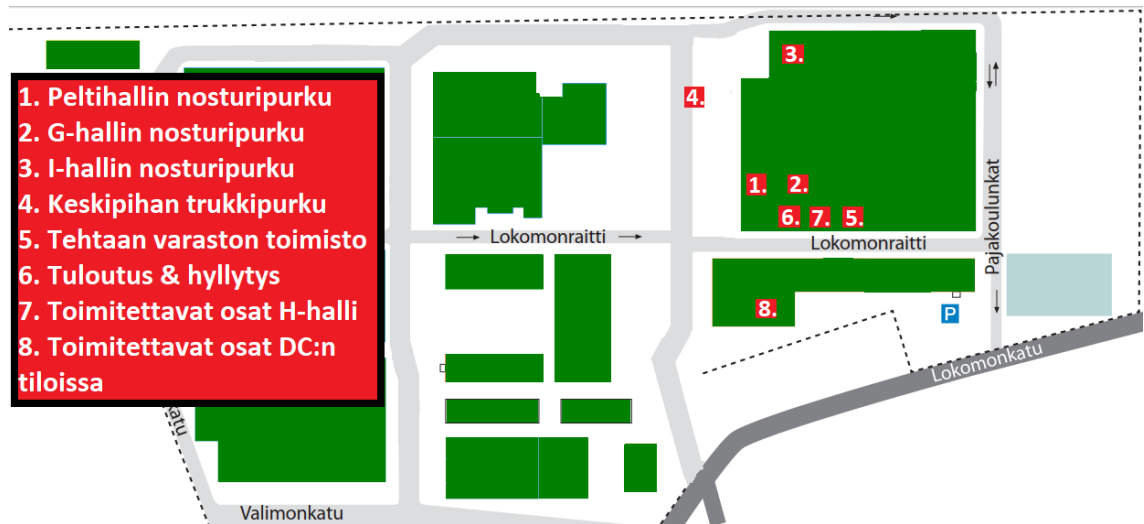
3.1 Varaston alkutilanteen kartoitus

Tässä alaluvussa tutustutaan tehtaan varaston alkutilanteeseen ennen muutosprojektia. Alkutilanteen kartoitus toteutettiin ensimmäisen kuukauden aikana työn aloittamisesta. Kartoituksessa käytettiin apuna päivittäistä toiminnan tarkkailua, sekä työntekijöiden haastatteluja ja raportteja.

Alkutilanne on haastava, sillä monet toiminnoista on sijoitettu tuotannon kanssa samoihin tiloihin. Tämä tuo mukanaan haasteita erityisesti tehokkuuteen ja turvallisuuteen. Kappaleessa käydään järjestelmällisesti läpi monien eri tehtaan varaston toimintojen sijainnit, sekä niissä esiintyvät haasteet ja edut. Erityisesti nämä haasteet ovat diplomityössä tärkeässä asemassa, sillä ne pyritään ratkaisemaan lopullisissa ratkaisuissa.

3.1.1 Toimintojen sijainti tehtaalla

Tehtaan varaston vastuulla on monia eri toimintoja. Nämä toiminnot ovat myös sijoittuneet monille eri alueille tehtaan tiloissa. Nämä toimintojen sijainnit ovat eriteltynä kuvassa 11. Todellisuudessa tehtaan varaston toiminta-alue kattaa kuitenkin lähes koko tehtaan alueen. Esimerkiksi hyllytettävien materiaalien hyllyt sijaitsevat ympäri tehdasta lähellä niitä tarvitsevia tuotannon kokoonpanopisteitä. Lisäksi vetomestarilla siirreltävää materiaalia ja varastointia on tilasyistä tehtävä ympäri tehdasaluetta.



Kuva 11. Tehtaan varaston toimintojen sijainti tehdasalueella ennen muutosprojektia.

Nosturipurkutyöt

Tehtaan varaston tekemät nosturipurut voidaan jakaa kolmelle eri sijainnille (peltihalli, G-halli ja I-halli). Pienemmän ja kevyemmän materiaalin nosturipurut suoritetaan pääasiassa peltihallissa siltanosturilla. Tämä tila on ulkokatoksessa ja näin ollen ei lämmitetyssä tilassa. Suhteellisen matalan katon ja siltanosturin pienemmän nostokapasiteetin takia, katoksessa on mahdollista suorittaa vain pienempien ja kevyempien materiaalien nosturipurkuja.

Sijainti on myös melko haasteellinen, sillä se tukkii kaiken muun liikenteen kyseisellä alueella nostojen aikana. Purkujen jälkeen materiaali pyritään laskemaan siirrettävien tasojen päälle odottamaan vetomestaria. Tämän takia liikenne on myös usein tukossa purkujen jälkeen jonkin aikaa. Tämä tuo haasteita, sillä kyseisellä alueella on paljon liikennettä. Esimerkiksi materiaalihuoltajat kulkevat kyseisen alueen läpi trukeilla tuoden alueen läpi materiaalia tuotantotiloihin. Lisäksi kyseisessä katoksessa on myös paljon kuormalavahyllyjä, joista materiaalia tulisi pystyä hakemaan sekä hyllyttämään. Tämän lisäksi nostoalueen läpi tulee myös päästä kuorma-autolla, sillä sisätiloissa suoritetaan isompia siltanosturipurkuja sekä konttien purkuja.



Kuva 12. Murskan nostaminen alas G-hallissa. (Kuva: Jani Kohtamäki).

G-hallissa olevissa siltanostureissa on suurempi nostokapasiteetti kuin peltihallissa. Lisäksi katto on huomattavasti korkeammalla. Tämän ansiosta G-hallissa pystytään purkamaan myös hyvin painavia ja isokokoisia materiaaleja. Lisäksi kyseisellä alueella puretaan myös satamasta saapuvat opentop-kontit sekä flat-kontit. Lisäksi tarvittaessa I-hallissa pystytään myös suorittamaan isoja, nostoja suuren tilan ja siltanosturin suuren kapasiteetin ansiosta.

G-hallissa tehtävissä konttien puruissa on haasteena sen läheisyys tuotantotiloihin. Tämän takia tuotannon työt joudutaan välillä keskeyttämään purkutöiden ajaksi, laskien näin tuotannon tehokkuutta. Hyvä esimerkki tällaisesta tilanteesta, on kuvassa 12, jossa oikealla olevan koneen kokoonpanotyö jouduttiin keskeyttämään murskan noston ajaksi turvallisuussyistä.

Trukkipurkutyöt

Materiaalit, jotka pystytään purkamaan vastapainotrukeilla, puretaan keskipihalla. Tämä niin sanottu ulkopurkualue on sijainniltaan hyvällä kohtaa tehdasaluetta ja on osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi. Lisäksi kyseinen kohta ei tulisi häiritsemään uutta Speedline 2 –tuotantolinjaa, joten tälle alueelle ei todettu olevan mitään erityisiä muutostarpeita. Ulkopurkualueen yhtenä haasteena voidaan kuitenkin pitää kuorma-autojen ruuhkautumista. Ruuhkautumiseen vaikutti erityisesti se, että ulkopurkualueelle tulevien kuorma-autojen lisäksi, samaa ajoreittiä joutuvat käyttämään myös muut ajoneuvot, jotka tuovat materiaalia nosturipurkualueille.

Materiaalin tuloutus ja hyllytys

Materiaalin tuloutus- ja hyllytysalue sijaitsee H-hallissa aivan G-hallin nosturipurkualueen vieressä. Tällä alueella käsitellään pääasiassa kuormalavalla tulevia

materiaaleja, sillä suuremmat materiaalit tuloutetaan jo nosturi- tai ulkopurkualueilla.. Sijainnilla on sekä huonoja, että hyviä puolia. Hyvänä puolena on, että se sijaitsee lähellä tehtaan varaston toimistoa. Lisäksi tila on lähellä tehdasrakennuksen ulko-ovea, josta on nopea päästä ulos materiaalin kanssa. Lisäksi se sijaitsee suhteellisen lähellä keskipihaa, jossa tuloutettavat materiaalit usein puretaan vastapainotrukeilla.

Materiaalin tuloutus- ja purkualueen huonona puolena voidaan pitää sen läheistä sijaintia G-hallin, sekä peltihallin nosturipurkualueisiin. Nämä purkutyöt tukkivat välillä liikenteen, jolloin alueelta on mahdoton poistua trukin kanssa. Lisäksi kyseinen tuloutusalue, on pinta-alaltaan melko pieni.

Toimistotilat

Tehtaan varaston työntekijöiden toimistotila sijaitsee G-hallin vieressä. Huoneesta on suhteellisen lyhyt matka G-hallin sekä peltihallin purkualueille, sekä tuloutus- ja hyllytysalueelle. Toisaalta näiden välillä liikkuminen aiheuttaa aina myös tuotannon toiminnan seassa liikkumista, mitä tulisi välttää.

Toimistotilan koko on hieman haasteellinen, sillä samassa toimistossa työskentelee monta työntekijää. Tilaa voidaan kuitenkin pitää riittävänä toistaiseksi. Toimisto soveltuu hyvin jokapäiväisten aamupalavereiden pitämiseen, sillä taulutilaa on paljon seinillä.

Toimitettavat osat

Tehtaan varaston materiaalikäsittelyt eivät pidä sisällään vain tehtaan tuotantolinjalle menevien materiaalien käsittelyä. Yksi iso kokonaisuus on myös toimitettavien osien hallinta. Nämä toimitettavat osat pitävät sisällään materiaaleja, joita toimittajat tarvitsevat valmistaessaan esimerkiksi kuljettimia, jotka sitten asennetaan tehtaan tuotantolinjoissa kiinni koneisiin. Kyseisiä toimitettavia osia varastoidaan pääasiassa H-hallissa, sekä DC:n varastorakennuksessa. H-hallin alueen hyllyjen huonona puolena voidaan pitää niiden vähäisiä lavapaikkoja. Tämä johtuu siitä, että hyllyt ovat melko matalia, jolloin alueelle ei saada varastoitua isoja määriä materiaaleja. Hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että alue sijaitsee lämmitetyssä sisätilassa, mikä lisää työskentelymukavuutta.

DC:n varastorakennuksen toimitettavien osien aluetta voidaan pitää H-hallin vastakohtana. Hyllyt ovat korkeampia ja materiaalia saadaan huomattavasti enemmän varastoitua. Varastorakennuksessa on kuitenkin melko kylmä, sillä tiloissa ei ole minkäänlaista lämmitystä. Tästä johtuen talven kovat pakkaset laskevat työskentelymukavuutta kyseisellä alueella. Alueen yhtenä hyvänä puolena voidaan kuitenkin pitää sen sijaintia, sillä kyseinen rakennus on etäällä tehdasalueen muista toiminnoista. Tämän ansiosta alueella työskentely ei häiritse juurikaan muita toimintoja tehtaalla.

3.1.2 Turvallisuus

Turvallisuus on tietenkin kaikessa tehtaan toiminnassa erittäin tärkeässä asemassa. Tehtaan varaston alkutilanteessa on kuitenkin tekijöitä, joita voitaisiin vielä kehittää entistä turvallisemmaksi. Esimerkiksi tehtaan varaston toiminnoilla ei ole omia tiloja, vaan nämä toiminnot on soviteltu tuotannon sekaan. Tästä johtuen toiminta tietyillä alueilla saattaa välillä olla ahdasta, tuoden näin haasteita myös turvallisuuteen.



Kuva 13. Opentop-konttien purkaminen tikkailla. (Kuva: Jani Kohtamäki).

Lisäksi erityisenä haasteena on myös opentop-konttien purkutyöt G-hallissa. Näiden konttien purkaminen vaatii paljon tilaa ja aikaa. Lisäksi konttien purkaminen vaatii työskentelyä korkealla, jotta kontin katto saadaan avattua. Tilan puutteen takia tämä toteutetaan tikkaita käyttäen (kuva 13). Tikkaita täytyy kuitenkin jatkuvasti siirtää eri kohtiin, jotta katto saadaan auki. Tämän takia tikkaita joudutaan siirtämään jatkuvasti, luoden näin lisää haasteita turvallisuuteen. Pahimmillaan työntekijät saattavat nopeuttaa purkua ”hyppimällä” tikkaiden kanssa eteenpäin, välttämällä näin jatkuvan ylös- ja alas kiipeämisen.

3.1.3 Muut haasteet

Uusi tuleva Speedline 2 –tuotantolinja tulee nostamaan tuotantokapasiteettia 25 prosenttia. Tämä tarkoittaa sitä, että linjalta tulee valmis kone ulos jatkossa kuuden tunnin sisällä entisen kahdeksan tunnin sijaan. Tämä takia materiaalia tulee jatkossa entistä tiheämpään tahtiin tuotantolinjoille. Lisäksi myös valmiiden tuotteiden tilausrähdille on ennustettu kasvua tulevaisuudessa. Tämä lisää entuudestaan tarpeita tehtaan varaston tehokkuudelle ja omille tiloille tehdasalueella.

3.2 Varaston uudet tilat

Tässä kappaleessa tutustutaan tarkemmin tehtaan varaston uusiin tiloihin tehdasalueella. Kappaleen alussa käydään läpi kolme eri vaihtoehtoa tehtaan varaston uuden purkuhallin sijainnille. Tämän jälkeen tutkitaan, miten lopullisen sijainnin valintaan päädyttiin. Tämän jälkeen toteutetaan layout-suunnitelma uudelle tehtaan varaston tiloille. Lopuksi pohditaan uusien tilojen etuja ja haittoja sekä niiden toteutuksia.

3.2.1 Uusien tilojen valinta

Tehtaan varaston perustoimintojen suorittamiseksi vaaditaan tilat, sekä trukki-, että nosturipuruille. Näiden tilojen tulisi olla tarpeeksi tilavat, jotta työskentely olisi tehokasta ja turvallista. Lisäksi tuloutus- ja hyllytysalue on toiminnalle välttämätön. Myös tämän alueen tulisi olla tarpeeksi tilava, jotta toiminta pysyy selkeänä ja materiaalit järjestyksessä. Tämän lisäksi toimitettavat osat vaativat paljon hyllytystilaa. Toimistotilat ovat myös välttämättömät, sillä varaston työtehtävät edellyttävät paljon myös pääte- ja paperitöitä.

Koska uusi tuleva Speedline 2 –tuotantolinja tulisi viemään lähes kaiken tilan F-, G- ja H-hallista, on selvää, että tehtaan varaston uudet tilat täytyy sijoittaa kokonaan muualle. Käytännössä vaihtoehtoja ei ole kuin kolme. Nämä vaihtoehdot ovat I-halli, uuden hallirakennuksen rakentaminen tai huoltokorjaamon rakennus. Näistä kuitenkin käytännössä ainoastaan viimeisin vaihtoehto on toteutettavissa. I-hallissa oleva paikkakoonnan tuotanto kärsisi liikaa, jos samoihin tiloihin ahdettaisiin myös tehtaan varaston toiminta. Tällöin myös lähes kaikki nykyiset ongelmat säilyisivät myös uudessa sijainnissa. Uuden rakennuksen rakentaminen tehtaan varastoa varten on myös pois suljettava tehdasalueen tilan puutteen sekä erityisesti liian isojen kustannusten vuoksi.

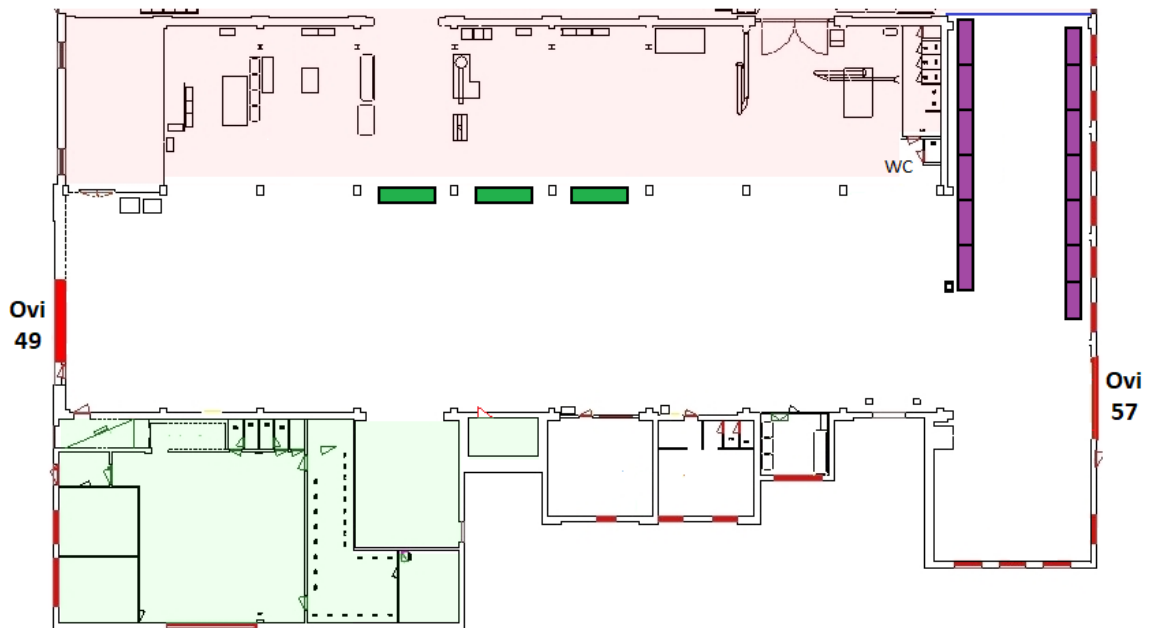


Kuva 14. Tehtaan varaston uudet tilat HUKO:n rakennuksesta.

Tästä johtuen lopullinen vaihtoehto on selvä. Tehtaan varaston toiminta tulee siirtää huoltokorjaamon (HUKO) tiloihin. Jotta tämä on mahdollista toteuttaa, vaatii se yhteistyötä sekä HUKO:n, että MST:n (Manufacturing Support Team) kanssa. Kyseinen tila tehtaan varastolle pystytään toteuttamaan järjestelemällä uusiksi HUKO:n ja MST:n layoutit. Kuvassa 14 on rajattu punaisella värillä tilat, jotka varataan tehtaan varaston käyttöön huoltokorjaamon tiloista.

3.2.2 Uusien tilojen layout-suunnittelu

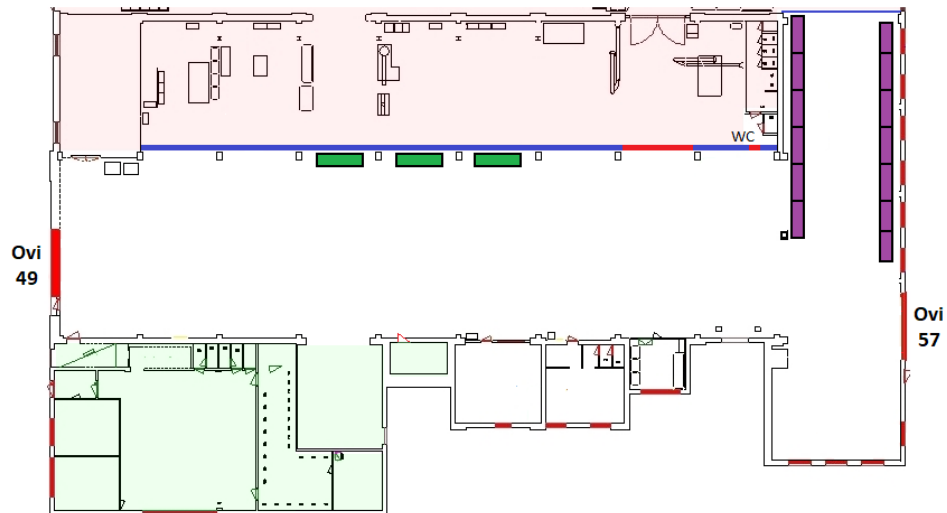
Kuvaan 15 on rajattu tehtaan varaston uusien tilojen pohjapiirros. Kuvan yläosassa oleva tummennettu alue jätetään MST-osaston käyttöön. Lisäksi kuvan vasemmassa alakulmassa oleva tummennettu alue on varattu tehtaan muille toiminnoille, eivätkä näin ollen ole tehtaan varaston käytettävissä. Lähtökohdana on pyrkiä hyödyntämään tiloja mahdollisimman pienillä muokkaustöillä. Tilojen rakenteet tukevat onneksi hyvin tehtaan varaston tarpeita, mikä helpottaa kyseiseen tavoitteeseen pääsyä. Uusien tilojen layout-suunnittelu toteutetaan hyödyntämällä kyseisen aiheen tieteellistä kirjallisuutta, työntekijöiden haastatteluja, SWOT-analyysiä, sekä suunnittelupalavereja.



Kuva 15. Uusien tilojen pohjapiirros ennen layout-suunnittelua.

Hallin rajaaminen seinällä

Layoutin suunnittelussa ensimmäinen iso ongelma on hallin jakaminen kahteen eri osaan. Rakennuksen länsiosa tulee jakaa sekä tehtaan varaston että MST-osaston kanssa. On kuitenkin selvää, että tehtaan varaston tulee saada ovien 49 ja 57 välinen suora täysin omaan käyttöön, jotta nosturipurkujen suorittaminen olisi tehokasta ja turvallista. Tehtaan varaston ja MST:n alueiden raja tulee tällöin asettaa hallin keskellä oleviin tukipylväisiin. Asiasta konsultoitiin myös tehtaan kunnossapito-osastoa. Mitoitusten jälkeen tultiin siihen lopputulokseen, että hallien fyysinen rajaaminen voidaan toteuttaa pystyttämällä seinä, joka olisi samassa linjassa tukipylväiden kanssa. Seinään suunniteltiin kuitenkin suuri oviaukko, jolloin hallista toiseen pystyisi liikkumaan tarvittaessa myös isoilla trukeilla. Ovea tultaisiin kuitenkin normaalisti pitämään kiinni, jolloin saataisiin vähennettyä kaikki ylimääräinen läpikulku tehtaan varaston purkuhallissa. Lisäksi seinään sijoitettiin myös pieni jalankulkuovi, käytännöllisyyden sekä hätäuloskäynnin vuoksi. Kuvaan 16 on merkitty sinisellä rakennettavan seinän sijainti, sekä punaisella trukki- ja jalankulkuovet.

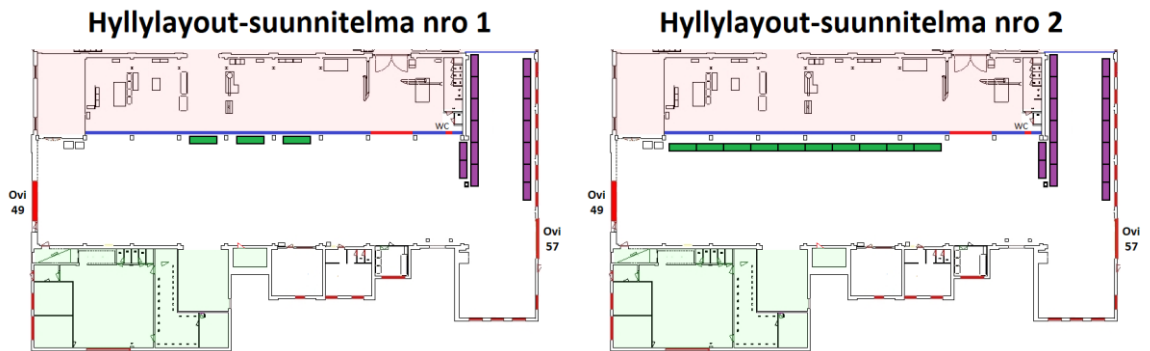


Kuva 16. Hallin rajaaminen seinällä.

Kuormalavahyllyjen sijoitus pääkäytävällä

Kuormalavahyllyt ovat erittäin tarpeellisia tehtaan varaston toiminnalle. Tämän takia, niitä tulee sijoittaa mahdollisimman tehokkaasti uuden purkuhallin layoutiin. Hallista löytyy jo valmiiksi 16 kuormalavahyllyväliä. Näistä kolme hyllyväliä on sijoitettu hallin suoralle käytävälle pystytettävien seinien viereen, sekä loput 13 eteläpään hyllykäytävälle.

Purkuhallin pääkäytävällä tulee tapahtumaan kuorma-autojen läpikulku hallin läpi, sekä kuorman purkutyöt siltanosturia hyödyntäen. Tästä johtuen hallin käytävä tulee pitää mahdollisimman tilavana, jotta purkutyöt ovat sekä turvallista, että tehokasta suorittaa. Tästä johtuen, kuormalavahyllyjen sijoittaminen kyseiselle alueella tulee olla maltillista ja hyvin suunniteltua. Hyllyjen sijoittamisesta tehtiin lopulta kaksi eri layout suunnitelmaa. Hyllyjen layout suunnitelman 1 (kuva 17) fokus oli pitää hallin käytävän tila mahdollisimman tilavana. Tämän takia hyllyjen määrä pidettäisiin vähäisenä ja niiden sijoittaminen pidettäisiin tukipylväiden välissä, jolloin ne hyödyntäisivät tehokkaasti myös tolppien väliin jääneet lattiatilat. Lisäksi osa tukipylväiden väleistä jätettäisiin tyhjiksi hyllyistä, antaen näin myös tehokasta säilöntätilaa purkuhallin työkaluille sekä työkoneille.



Kuva 17. Hyllylayout-suunnitelmat 1 ja 2.

Hyllyjen layout suunnitelman 2 (kuva 17) fokus oli huomattavasti suuremman lavapaikkojen luonti käytävälle. Tämä pitäisi sisältää ison määrän kuormalavahyllyjä, mutta samalla se myös veisi arvokasta työskentelytilaa kuormien purkualueelta.

Näiden kahden suunnitelman vertailuun pyrittiin hyödyntämään paljon erilaisia työkaluja, jotta valinnan tekeminen olisi helpompaa ja luotettavampaa. Yhtenä tehokkaana työkaluna käytettiin visuaalista tilan havainnointia, jossa hallin lattiaan merkittiin selkeästi teipeillä, missä hyllyt tulisivat menemään kummassakin layout-suunnitelmassa. Lisäksi lattiaan merkittiin myös kuorma-autoille rajattu kulkuväylä, sekä turvalliset jalankulkualueet seinän vierustalla. SWOT-analyysiä hyödynnettiin myös molempien suunnitelmien arvioinnissa. Nämä analyysit ovat esiteltynä kuvissa 18 ja 19.

Lavahyllyjen layout-suunnitelma nro 1

Strengths (Vahvuudet)	Weaknesses (Heikkoudet)
<ul style="list-style-type: none"> Tukipylväiden väliset alueet tulee tehokkaasti käytettyä Tukipylväiden väliin jää myös tilaa työvälineille ja koneille Paljon tilaa hallin ajoväylällä, helpottaen näin nosturipurkuja Ei synny hyllyjen asennus kustannuksia 	<ul style="list-style-type: none"> Vähemmän hyllykapasiteettia lavatavaralle
Opportunities (Mahdollisuudet)	Threats (Uhat)
<ul style="list-style-type: none"> Hyllyjä voidaan jälkikäteen myös lisätä ja vähentää suhteellisen helposti tarpeiden mukaan Murskia voidaan hätätapauksessa varastoida paljon halliin 	<ul style="list-style-type: none"> Tulevaisuudessa hyllykapasiteetin tarve saattaa nousta

Kuva 18. SWOT-analyysi: Lavahyllyjen layout-suunnitelma nro 1.

Lavahyllyjen layout-suunnitelma nro 2

<p>Strengths (Vahvuudet)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paljon hyllykapasiteettia 	<p>Weaknesses (Heikkoudet)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tekee nosturipurkutyöskentelystä ahdasta • Hyllyihin on hankala päästä trukilla, jos tehdään nosturipurkuja tai lasketaan materiaalia väliaikaisesti maahan
<p>Opportunities (Mahdollisuudet)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antaa lisäjoustavuutta lavatavaramäärän äkillisessä lisääntymisessä 	<p>Threats (Uhat)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jos nosturilla purettavaa materiaalia tulee paljon purettavaksi kerralla, on hallissa hyvin ahdasta • Hallin ahtautuessa tehokkuus ja turvallisuus kärsii

Kuva 19. SWOT-analyysi: Lavahyllyjen layout-suunnitelma nro 2.

Lisäksi myös purkutyötä tekeviä työntekijöitä haastateltiin aiheesta. Tilan suunnittelussa on myös otettava huomioon, että open-top konttien purkaminen tulee jatkossa saada turvallisemmaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että tikkaiden sijaan, työntekijälle tulee kehittää turvallisempi ratkaisu kontin katon korkeudella työskentelyyn. Tämä ongelma päätettiin ratkaista hyödyntämällä henkilönostimia, jolloin myös näiden operoimiseen tulisi varata tarpeeksi tilaa kuorma-auton molemmille puolille.

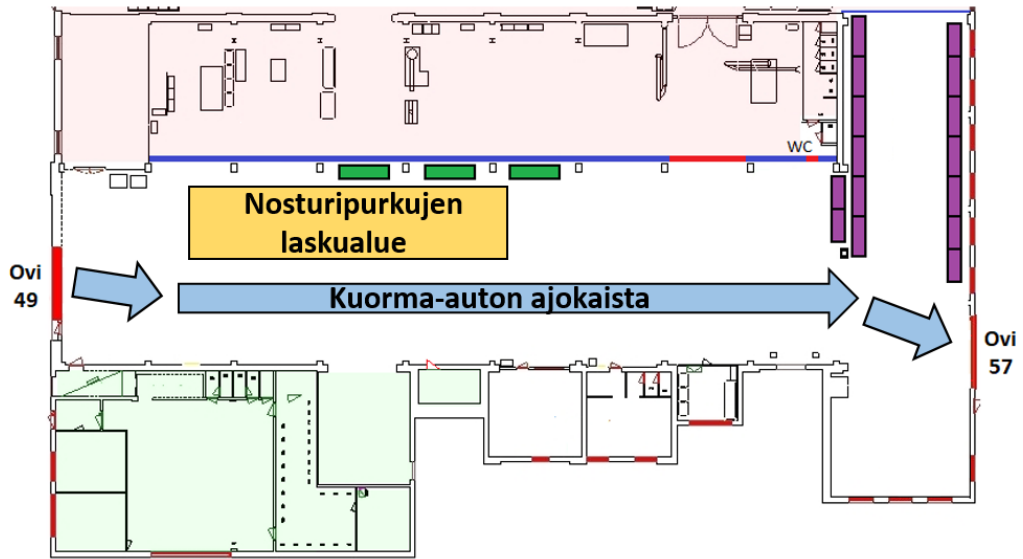
Kaikkien edellä mainittujen työkalujen avulla, voitiin lopulta tehdä valinta, että hyllylayout numero 1 täyttäisi tehtaan varaston tarpeet paremmin. Suurimmaksi kriteeriksi nousi erityisesti suurempi tila nosturipuruille, mikä parantaa tehokkuutta, sekä turvallisuutta. Nämä edut todettiin olevan tärkeämmät kuin lavahyllykapasiteetin lisäys. Lisäksi lisälavahyllykapasiteettia voidaan tulevaisuudessa pyrkiä lisäämään muualle tehdasta, jos tämä koetaan tarpeelliseksi.

Kuorma-autojen nosturipurkutyöt hallissa

Hallin yhtenä erityisenä vahvuutena on sen pitkä suora halli, jonka molemmissa päissä on leveät ja korkeat nosto-ovet. Tämä mahdollistaa kuorma-autojen läpiajon hallin läpi. Aikaisemmin tämä ei ollut mahdollista, vaan kuorma-autot täytyi peruuttaa nosturipurkualueille. Kun hallin läpiajo on mahdollista, parantaa tämä samalla myös tehokkuutta ja turvallisuutta. Erityisesti kuskin näköyhteys on huomattavasti parempi, kun peruuttamista ei tarvitse suorittaa. Lisäksi kuorman purkaminen myös nopeutuu, sillä läpiajaminen vie vähemmän aikaa, kuin rekan peruuttaminen hitaasti halliin.

Kuorma-autojen läpikulkusuunta on järkevä toteuttaa pohjoisesta (ovi 49) etelään (ovi 57). Tämä johtuu siitä, että se soveltuu täydellisesti jo nykyisiin sallittuihin ajosuuntiin

tehdasalueella. Halliin on helppo tulla sisään ja lisäksi hallista poistuessa on helppo liittyä tehtaan alueelta ulos vievään ajoreittiin.

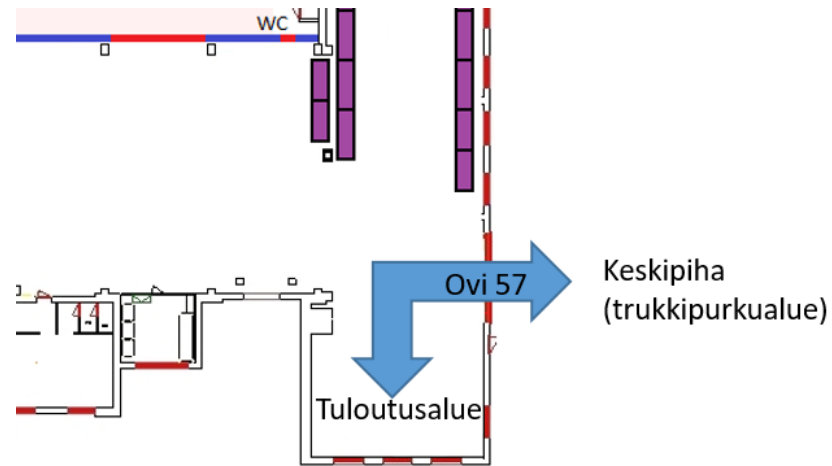


Kuva 20. Kuorma-autojen ajokaista purkuhallissa.

Hallin etuna on lisäksi sen leveys. Tämä mahdollistaa, että kuorma-autojen ympärille pystytään jättämään tarpeeksi tilaa henkilönostimille. Lisäksi ajokaistan viereen jää hyvin tilaa, johon materiaalit voidaan laskea nosturipuruista (kuva 20). Tällöin ajokaista voidaan pitää koko ajan kuorma-autojen käytössä. Tietenkin materiaalit tulee myös ajaa ulos hallista purkujen jälkeen. Tämä toteutetaan nostamalla materiaalit erilaisille tasoille, jotka vetomestarilla kuljetetaan tämän jälkeen ulos hallista niille tarkoitetuille paikoille (ulkovarastopaikka tai tuotantolinja).

Saapuvan materiaalin tuloutusalue

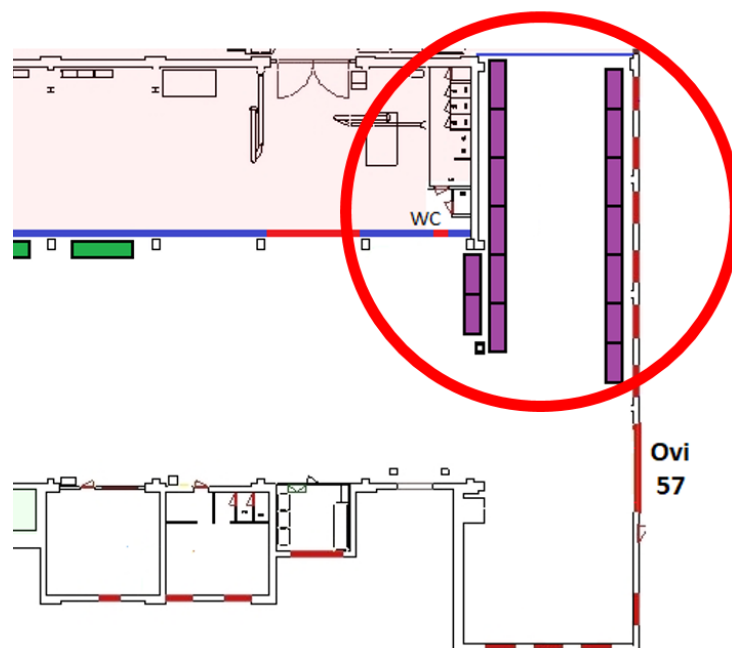
Tuloutusalueen tulee olla tarpeeksi tilava, jotta materiaalin käsittely on helppoa ja selkeää. Lisäksi sijainnin tulisi sijaita lähellä ulko-ovea, jotta materiaalin sisään- ja ulosvienti olisi helppoa. Siltanosturilla purettavat isoa materiaalit lasketaan kuorma-autojen ajokaistan viereen, jossa ne samalla myös tuloutetaan. Sen sijaan kaikki keskipihalla vastapainotrukeilla purettu EUR- ja FIN-lavalla olevat nimikkeet tuodaan erilliselle tuloutusalueelle tuloutettavaksi, sekä hyllytettäväksi. Purkuhallin pohjapiirrosta tutkittaessa optimaalisin paikka tuloutusalueelle on hallin etelä-länsi kulmaus (kuva 21). Kulma on lähellä ulko-ovea 57, jolloin materiaalit ovat nopea tuoda halliin sisään. Myös keskipihalta on nopea pääsy ovelle 57, jossa lavatavarat on alun perin purettu tontille. Lisäksi kyseisestä kulmasta on myös lyhyt matka hallin toimistoihin.



Kuva 21. Uusi tuloutusalue.

Toimitettavien osien varastointi

Toimitettaville osille varattiin purkuhallista koko eteläpään hyllyvälikkö. Lisäksi käsittelytilaa jää myös hyllyn toiselle puolelle lähelle uuden väliseinän ovea (kuva 22). Tarvittaessa poikkeuksellisen isojen määrien käsittelyssä voidaan väliaikaisesti hyödyntää myös ulkoaluetta oven 57 vieressä. Toimitettavia osia voidaan lisäksi edelleen varastoida myös DC:n (Distribution Center) tiloihin, niin kuin ennenkin muuttoa. DC tulee tarvitsemaan kuitenkin enemmän hyllytilaa tulevaisuudessa, joten tehtaan varaston hyllymäärä tulee pienentymään muuton yhteydessä.



Kuva 22. Toimitettavien osien varastointi uudessa hallissa.

Tehtaan varasto tulee tarvitsemaan paljon hyllytilaa toimitettaville osille. Tästä johtuen ainut looginen alue tälle on eteläpään hyllyväli. Hyllyjen korkeus ja tasojen korkeudet,

eivät kuitenkaan ole optimaaliset toimitettaville osille. Kapasiteettia on siis saatava lisää. Tämän takia hyllyjen korkeutta tulee nostaa nykyisestä neljästä metristä kuuteen metriin. Lisäksi hyllyjen tasovälejä tulee uudelleen muokata, jotta hyllyt saataisiin täytettyä mahdollisimman optimaalisesti toimitettavilla osilla. Hyllyjen mitoitus-suunnitelma esitellään tarkemmin luvussa 4.2 kuvissa 27 ja 28.

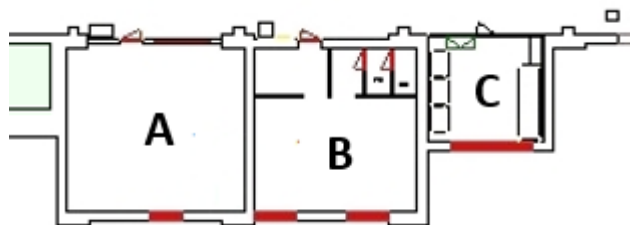
E erityisen haastavina varastoitavina osina voidaan pitää korkeita kuljettimiin tarkoitettuja muovirullia. Nämä ovat yleensä pakattuna EUR-lavoille, mutta saattavat olla jopa 1,9 metriä korkeita. Tästä johtuen erityisesti hyllyjen lattipaikkojen korkeus tulee mitoittaa lähelle kahta metriä, jotta näiden varastointi olisi jatkossa turvallisempaa ja helpompaa. Aikaisemmin näitä jouduttiin varastoimaan DC:n varastorakennukseen ylimmille hyllytasojille, sillä ne eivät mahtuneet muualle.

Purkuhallin pohjoispään kulmaus on rajattu muille tehtaan varaston käsittelyä vaativille materiaaleille. Näitä materiaaleja ovat esimerkiksi DC:n ostotilaukset, jälkitoimitukset ja selvittelyä vaativat epäselvät materiaalit.

Työvälineiden säilytys hallissa

Työvälineiden säilytyspaikat tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle alueita, joissa niitä tarvitaan. Näin vältetään turhaa hukkaa työnteossa. Lisäksi työvälineille tulee olla helppo pääsy, eikä sen saisi häiritä muuta hallin toimintaa, kuten kuorma-autojen ja trukkien liikennettä. Tästä johtuen optimaalisin alue näille on seinustalla lähellä toimistoja. Seinän vieressä työkalujen säilytyspaikat ovat mahdollisimman vähän muun toiminnan tiellä. Lisäksi sijainti on hyvin keskeisellä paikalla hallissa, sillä siitä on lyhyt matka sekä nosturipurkualueelle, että tuloutusalueelle ja toimistoon. Työkalut, jotka vaativat sijoittamisen suunnittelua ovat nostotyökalut, siltanosturin lähettimien säilytyspaikka, tarvikkaappi (suojaimet, tarvikkeet, kemikaalit) sekä työkaluseinä. Näiden suunnitellut tarkat säilytyspaikat löytyvät työn lopussa olevasta liitteestä (liite A).

Toimistotilat



Kuva 23. Uudet toimistotilat.

Toimistotiloja löytyy varaston uusista tiloista kolme kappaletta (kuva 23). Toimistoista huone C on kaikista pienin. Toimistoon mahtuu 3 työntekijää. Toimisto B on isompi ja

lisäksi se sisältää WC-tilan. Kyseiseen huoneeseen mahtuu 4-5 työntekijää. Huone A on toimistoista suurin ja soveltuukin tämän takia erittäin hyvin jokapäiväisen aamupalaverin pitämiseen varastotyöntekijöiden kanssa. Toimiston seinillä on runsaasti tilaa toiminnan seuraamiseen ja tiedottamiseen liittyville tauluille. Lisäksi seinä on myös täydellinen paikka jatkuvan parantamisen taululle, johon jokainen työntekijä voi kirjata kehittämissuunnitelmia lean-periaatteen mukaisesti. Huone sisältää lisäksi myös pienen keittiönurkkauksen, jonka ansiosta huone soveltuu erittäin hyvin myös taukotilaksi. Lisäksi huonetta voidaan käyttää neuvotteluhuoneena varaston työntekijöiden kanssa.

3.2.3 Suunniteltujen uusien tilojen vertailu vanhoihin tiloihin

Tehtaan varaston alkutilannetta tutkittaessa voidaan todeta, että vaikka tarpeelliset päivittäiset toiminnot pystytään toteuttamaan nykyisillä järjestelyillä, voitaisiin niitä kuitenkin kehittää huomattavasti myös paremmiksi. Lisäksi monet näistä kehityksistä parantaisivat tehokkuuden lisäksi myös turvallisuutta. Näiden muutosten hyötyjä on pyritty hahmottamaan hyötyarvoanalyysiin, joka esitellään työssä myöhemmin luvussa 5.3 (taulukko 4). Hyötyarvoanalyysi arvioi sekä tehtaan varaston alkutilannetta, että suunniteltua lopputilannetta. Lisäksi näille luodaan pisteytys, jotta alku- ja lopputilannetta voidaan vertailla keskenään. Pisteytyksessä on lisäksi hyödynnetty painoarvokertoimia, jonka avulla eri osa-alueiden tärkeys on saatu suhteutettua oikein pisteytykseen. Painoarvot on määritetty tehtaan varaston tarpeiden mukaan ja lisäksi niissä on myös huomioitu yrityksen arvoja. Tästä johtuen, erityisesti turvallisuuteen liittyvät asiat ovat saaneet korkeat painoarvot.

Nosturipurkujen turvallisuus ja tehokkuus on parantunut uudessa suunnitelmassa erityisesti henkilönostinten ansiosta. Tällöin tikkaita ei enää käytetä konttien purkutöissä. Lisäksi myös tehtaan varaston oma halli purkutöille parantaa työturvallisuutta ja tehokkuutta, sillä tiloissa ei liiku enää tuotannon henkilökuntaa. Lisäksi tehtaan varaston toiminta ei myöskään häiritse enää tuotantoa, omien purkutilojensa ansiosta. Toimistotilojen voidaan myös katsoa parantuneen uudella suunnitelmalla. Vaikka alkutilanteen toimistotilat voidaankin katsoa olevan juuri ja juuri riittävät, tulisivat ne tulevaisuudessa olemaan liian ahtaat, työntekijöiden lisääntyessä. Alkutilanteessa toimistoja voidaan katsoa olevan yksi, kun taas uudessa purkuhallissa toimistoja on kolme kappaletta.

Tuloutus- ja hyllytysalueen sijainti on parempi uudessa suunnitelmassa verrattuna alkutilanteeseen. Tämä johtuu siitä, että uusi tuloutusalue ei jää yhtä pitkäksi aikaa tukkoon konttien purkujen takia, kuin alkutilanteen tuloutusalueella. Käytännössä uusissa tiloissa tuloutusalueelle pääsyn trukilla estää hetkellisesti ainoastaan hallista poistuva kuorma-auto. Molempien tuloutusalueiden etäisyyden keskipihan trukinpurkualueesta, voidaan kuitenkin katsoa olevan samaa luokkaa keskenään.

Toimitettavien osien käsittelytila ja varastointikapasiteetti on parantunut uudessa suunnitelmassa. Uuteen halliin suunnitellut kuusi metriä korkeat hyllyt tuovat huomattavasti enemmän varastointikapasiteettia verrattuna alkutilanteessa oleviin hyllyihin, jotka muuttuvat Speedline 2 –tuotantolinjan käyttöön. Lisäksi hyllytasojen korkeudet ovat uudessa suunnitelmassa optimoitu paremmin toimitettaville osille soveltuviksi. Myöskin toimitettavien osien käsittelytilaa on enemmän. Tilaa on sekä hallin sisällä, että tarvittaessa myös ulkona oven 57 läheisyydessä.

Trukkien purkutyöt pysyvät samalla alueella, niin uudessa, kuin vanhassakin tilanteessa. Tästä johtuen tällä osa-alueella tilanne pysyy pisteytyksen osalta samana. Kuorma-autojen jonotusten näkökulmasta tilanne on kuitenkin eri. Tämä johtuu siitä, että nosturipurkuun menevät kuorma-autot kulkevat eri halliin uudessa suunnitelmassa. Tämän ansiosta keskipihan kuorma-autojonossa ei ole enää nosturipurkuihin odottavia kuorma-autoja. Tosin uudeksi haasteeksi muodostuu uudessa suunnitelmassa mahdollisten nosturipurkuun tulevien kuorma-autojen jonot. Jos nosturipurkuihin saapuu sattumalta hyvin monta kuorma-autoa samaan aikaan, on niiden jonottamisen järjestely hieman haastavaa. Lisäksi joissakin tapauksissa kuormasta tulee purkaa sekä nosturilla, että trukilla, jolloin kuorma-autot kulkevat lopulta molempien purkualueiden kautta. Joka tapauksessa nämä erikoitilanteet pois lukien, voidaan katsoa, että uusi suunnitelma mahdollistaa tehokkaamman materiaalivirran hallinnan tehtaalla kuin aikaisemmin.

Yleisesti tehtaalla varaston uusien tilojen voidaan katsoa tuovan huomattavasti parannuksia varaston päivittäiseen toimintaan. Erityisesti sisätila ja materiaalin käsittelytilat ovat huomattavasti isommat uusissa tiloissa. Lisäksi tehtaalla varaston omat tilat selkeyttävät yleistä toimintaa. Tällöin esimerkiksi viikoittaisten 6S-kierrosten tekeminen on selkeämpää, sillä tarkasteltavilla alueilla ei ole muiden osastojen toimintaa.

3.3 Uuden purkuhallin käyttöönoton suunnittelu

Tehtaalla varaston siirtyminen uusiin tiloihin vaatii paljon esisuunnittelua, jotta päivittäinen toiminta on mahdollista saada käyntiin mahdollisimman nopeasti ja sujuvasti uusissa tiloissa. Erityisen tärkeää on varmistaa, että kuorma-autojen purkutyöt eivät häiriinny muutosten aikana. Tämän takia kaikki ohjeistukset ja suunnitelmat on tehtävä etukäteen, jotta toiminta on kaikille osa-alueille selkeää muutosprojektin aikana.

Näin isoissa toiminnan muutoksissa esiintyy usein muutosvastarintaa työntekijöiden keskuudessa. Tässä tapauksessa muutosvastarinnan voidaan kuitenkin olettaa olevan hyvin vähäistä. Tämä johtuu siitä, että käytännössä varaston työntekijät saavat oman hallin, joka tulee helpottamaan heidän päivittäistä työskentelyään. Lisäksi työntekijöitä on otettu mukaan muutosprojektin suunnitteluun, mikä myös parantaa uusien toimintojen hyväksymistä työntekijöiden keskuudessa. Muutosvastarintaa saattaa

muodostua kuitenkin huoltokorjaamon työntekijöiden keskuudessa, sillä he joutuvat siirtämään omia toimintojaan eri tiloihin varaston tieltä. Tästä johtuvat mahdolliset ongelmat pyritään kuitenkin ratkaisemaan viikoittaisilla palavereilla huoltokorjaamon esimiesten kanssa.

Uuden purkuhallin käyttöönottoa helpottaa se, että muutokset eivät vaadi juurikaan uutta koulutusta tai asennemuutosta varaston työntekijöiden keskuudessa. Käytännössä ainut uusi koulutus mitä vaaditaan, on henkilönostinten käyttökoulutus, josta puhutaan tarkemmin luvussa 3.3.1. Uudet toiminnot pyritään lisäksi tekemään selkeäksi varastontyöntekijöille erilaisilla suunnitelmilla ja ohjeilla, joista puhutaan tarkemmin seuraavissa alaluvuissa.

3.3.1 Purkuhallin käyttöönottoon vaadittavat toimenpiteet

Uuden purkuhallin käyttöönotto vaatii paljon erilaisia valmistelevia toimenpiteitä. Erityisesti kuorma-autojen sujuva ohjaaminen uuteen purkuhalliin on varmistettava. Jotta tämä olisi mahdollista, on tehtävä selkeät ohjeistukset kaikille osapuolille, jotka vaikuttavat kuorma-autojen ohjaamiseen tehdasalueella. Tämä ratkaistiin luomalla tehtaan varaston materiaalipurkujen toimintaohje tehtaan sisäänkäysyportille (liite B). Ohjeistuksesta pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen. Lisäksi ohjeistuksessa hyödynnettiin paljon visuaalisuutta, kuten karttaa, nuolia, symboleita ja valokuvia. Visuaalisuuteen tuli panostaa myös sen takia, että monesti kuskit eivät hallitse suomen- tai englanninkieltä. Toimintaohjetta varten luotiin myös purkupuhelin, joka annettiin nosturipurkutöistä vastaaville tehtaan varaston työntekijöille. Tällöin portilla vartija pystyy aina soittamaan purkupuhelimeen, kun portille saapuu nosturilla purettavaa materiaalia. Soittoja ei kuitenkaan tarvitse tehdä, kun portille saapuu vastapainotrukeilla purettavaa materiaalia, sillä nämä puretaan edelleen keskipihalla, eikä uudessa purkuhallissa.

Selkeiden ohjeistuksien lisäksi, purkuhalli on saatava siirtymispäivämäärään mennessä myös fyysisesti siihen kuntoon, että kuorma-autot pystytään purkamaan hallissa sujuvasti. Tämä tarkoittaa sitä, että HUKO:n kanssa on käytävä viikoittaisia palavereja, jotta HUKO:n materiaalit saadaan varmasti muuttopäivämäärään mennessä siirrettyä muualle purkuhallista. Lisäksi tehtaan varaston nostotyökalut ja muut apuvälineet on saatava tuotua uuteen purkuhalliin, ennen hallin käyttöönottoa. Näiden siirtäminen on kuitenkin melko nopea prosessi.

Konttien purkaminen on suunniteltu toteutettavan jatkossa henkilönostimien avulla. Tämä tarkoittaa myös sitä, että näiden laitteiden vuokraamisesta tulee tehdä suunnitelmat ennen hallin käyttöönottoa. Laitteiden vuokraamiseen käytettiin samaa yritystä kuin muihinkin tehtaalla oleviin henkilönostimiin. Sopimuksen teko eteni nopeasti ja tarpeiden ja nostinmallien kartoituksen jälkeen päädyttiin lopulta Genie GS-2032 saksilavaan (kuva 24) sekä T10E Toucan mastopuominostimeen (kuva 25).

Molempien henkilönostimien käyttökoulutus ajoitettiin kouluttajan kanssa tapahtumaan ennen uuteen halliin siirtymistä. Tällä varmistetaan, että konntien purkutöissa päästään heti käyttämään uusia henkilönostimia tikkaiden sijaan.



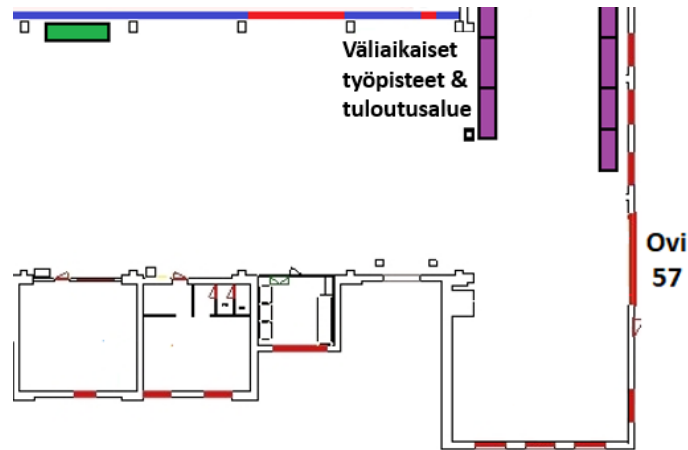
Kuva 24. Genie GS-2032 saksilava. (Genielift 2018)



Kuva 25. T10E Toucan mastopuominostin. (JLG 2018)

Lisäksi kuorma-autoilla täytyy olla ajoreitit toteutettuna halliin mentäessä, sekä hallista poistuttaessa. Halliin sisääntulo-ovesta (ovi 49) on kuitenkin mahdotonta ajaa pitkillä kuorma-autoajoneuvoyhdistelmillä, sillä ulkona olevat koneistuksen lavatavarahyllyt ovat tiellä. Lisäksi myös maassa säilytettävät akselit estävät kuorma-autojen taittumisen hallin ovesta sisään. Tästä johtuen materiaalien sijoitukset täytyy suunnitella täysin uusiksi ennen kuin halli voidaan ottaa käyttöön. Koneistuksen materiaalit käytiin läpi ja

tehdasalueelta löydettiin vaihtoehtoinen alue hyllyille. Hyllyn ja materiaalien uudelleen sijoitus ajoitettiin tapahtumaan kaksi viikkoa aikaisemmin, ennen nosturipurkujen aloittamista uudessa hallissa. Lisäksi oven 49 edustalla maassa olevat akselit suunniteltiin uudelleen järjestettäväksi 10 metriä itään päin. Tämä ajoitettiin tapahtumaan kolme viikkoa ennen nosturipurkujen aloittamista uudessa hallissa.



Kuva 26. Työpisteiden ja tuloutusalueen väliaikaiset järjestelyt.

Purkuhalli suunniteltiin otettavaksi käyttöön 17.11.2017. Päivämäärä määräytyi uuden Speedline 2 -tuotantolinjan tarpeiden mukaan, jolloin vanhat nosturipurkutilat eivät olisi enää tehtaan varaston käytettävissä. Uuden purkuhallin toimistotilat, eivät kuitenkaan olisi vielä tässä vaiheessa mahdollista saada tehtaan varaston käyttöön. Tämä johtuisi siitä, että HUKO:n työntekijöille ei olisi mahdollista saada uusia toimistotiloja vielä näin nopealla aikataululla. Tämä tuo tietynlaisia haasteita siirtymiselle. Jotta tehtaan varaston toiminta kuitenkin pysyisi mahdollisena siirtymisprosessin aikana, suunniteltiin uuteen purkuhalliin väliaikaiset työpisteet työntekijöille, jotta nosturipurkutyöt pystyttäisiin aloittamaan aikataulussa (kuva 26). Tämän jälkeen, kun HUKO:n toimistot vihdoinkin saataisiin tehtaan varaston käyttöön, pystyisivät myös muut tehtaan varaston työntekijät siirtymään uuteen purkuhalliin. Lisäksi myös lopullinen tuloutusalue tultaisiin saamaan paljon myöhemmin varaston käyttöön. Tästä johtuen halliin täytyy myös perustaa väliaikainen tuloutusalue.

3.3.2 Muutosprojektin aikataulutuksen suunnittelu

Muutosprojekti pitää sisällään paljon erilaisia toimenpiteitä. Projektin erityisenä haasteena on varmistaa, että tehtaan varaston toiminnot ovat koko projektin ajan käytettävissä. Lisäksi tuotannon toiminta ei saa häiriintyä muutosprojektin ajan. Jotta tämä olisi mahdollista, on luotava mahdollisimman selkeät aikataulut projektin toteutukselle. Kun kaikki toimenpiteet on järjestelty kalenteriin optimaalisessa järjestyksessä, on tavoitteiden toteutuminen huomattavasti todennäköisempää. Lisäksi toimenpiteet tulee jakaa niin, että resurssit on jaettu tasaisesti, jotta toimenpiteitä ei pääse kertymään liikaa yksittäisille viikoille.

Muuttoprojektin aikataulutuksen suunnittelu tulee aloittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Muuttoprojektin kaikki oleelliset toimenpiteet, tulee tunnistaa, jotta aikataulutus voidaan tehdä tehokkaasti. Näin ollen ensimmäisenä täytyy kartoittaa kaikki suurimmat toimenpiteet, jotka ovat välttämättömiä projektin toteutumisen kannalta. Tämän jälkeen nämä toimenpiteet tulee ajoittaa niin, että ne ovat realistisesti toteutettavissa. Lisäksi toimenpiteet tulee järjestellä niin, että resurssit riittävät niiden toteuttamiseen, niille annettulla aikavälillä. Aikataulutuksen yhteenveto esitellään myöhemmin luvussa 4.3.

Layout-suunnitelman mukaan halliin tarvitsee pystyttää väliseinä erottamaan varasto- ja MST-osasto toisistaan. Seinän pystyttämiprojektiin otettiin mukaan tehtaan kunnossapito-osasto, joka otti vastuun seinän rakentamisesta. Seinien rakentaminen ajoitettiin tapahtumaan 23–27.10.2017. Samalla seiniin tultaisiin tekemään myös kaksi ovea jalankulkua ja trukkeja varten.

Purkuhallin sisääntulo-oven edusta täytyy myös saada tyhjäksi, jotta kuorma-autot mahtuvat kääntymään halliin sisään. Oven edustalla olevat akselit ajoitettiin tämän takia siirrettäväksi 10 metriä itään päin 3 viikkoa ennen purkuhallin toiminnan aloittamista. Lisäksi oven edustalla olevat koneistuksen lavatavarahyllyt suunniteltiin siirrettävän muualle. Tämä siirtotyö ajoitettiin tapahtumaan 2 viikkoa ennen ensimmäisten nosturipurkujen aloittamista uudessa purkuhallissa. Myös purkuhallin ulostulo-oven edusta täytyy saada tyhjäksi, jotta kuorma-autot pääsevät ajamaan ulos tehdasalueelta. Alueella olevat murskat ovat kuitenkin melko nopea siirtää pois, sillä murskat ovat vetomestarilla siirrettävien telineiden päällä. Tämä siirtotyö ajoitettiin tapahtuvaan viimeisellä viikolla ennen hallin toiminnan aloittamista.

Uudessa purkuhallissa hyödynnetään henkilönostimia konttien purkutöissä. Tämän takia henkilönostimien vuokraus-sopimus ajoitettiin alkamaan viikkoa aikaisemmin, kun purkuhalli otettaisiin käyttöön. Lisäksi kouluttajan kanssa sovittiin henkilönostinten käyttökoulutus tapahtumaan viikkoa ennen hallin käyttöönottoa. Tällöin varastontyöntekijät pystyisivät aloittamaan heti uudessa hallissa purkutyöt henkilönostimien avulla.

Kuorma-lavahyllyjen muokkaustyöt ajoitetaan tapahtumaan kuukausi hallin käyttöönoton jälkeen. Tämä ajoitus tehdään sen takia, että HUKO ei välttämättä ole aikaisemmin onnistunut saamaan hyllyjä tyhjiksi omasta materiaalistaan. Lisäksi hallin käyttöönotossa tulee olemaan varmasti paljon muita töitä, jolloin hyllyjen muokkaustyöt on viisasta ajoittaa suosiolla tapahtumaan hieman myöhemmin.

Toimistojen käyttöönottojen aikatauluttaminen on hieman haastavaa, sillä niiden vapautumisen aikataulusta ei ole suunnitteluvaiheessa vielä varmaa tietoa. Toimistot tullaan saamaan heti varaston käyttöön, kun HUKO saa siirrettyä omat työntekijänsä muihin tiloihin. Koska ajankohdat eivät kuitenkaan ole täysin selvät näille operaatioille,

täytyy toimiston siirtymisiin tehdä arvioitu ajankohta. Lisäksi varmistetaan, että ainakin yksi toimistoista on saatava käyttöön viimeistään 20.12.2017, jolloin Varaston on luovutettava vanha toimistonsa Speedline 2 –tuotantolinjan käyttöön.

Hitsauskulman siirtoa voidaan pitää projektin hitaimpana toimenpiteenä. Hitsauskulma sijaitsee uusien tilojen etelä-länsi-kulmauksessa, johon lopullinen materiaalin tuloutusalue tulee olemaan. Hitsauskulman työkoneiden siirto tulee kuitenkin olemaan iso projekti ja sen toteutuminen saattaa mennä syksyyn 2018. Tämän takia tuloutusalueelle tulee varata väliaikainen alue hallista, ennen kuin hitsauskulma saadaan varaston käyttöön.

3.3.3 Saapuvan materiaalin prosessikaavion luominen

Tehtaan varaston uuden purkuhallin käyttöönotto tulee muuttamaan myös merkittävästi tehtaalle saapuvan materiaalin käsittelyprosessia. Tästä johtuen saapuvalle materiaalille on asetettava selkeät käsittelyohjeet, jotta toiminta pysyy selkeänä heti uuden purkuhallin käyttöönoton jälkeen. Nämä ohjeet löytyvät työssä jo aikaisemmin mainitusta toimintaohjeesta vartijaportille (liite B).

Tämän lisäksi toiminnan selkeyttämiseksi tulee luoda myös uusi prosessikaavio saapuvan materiaalin käsittelylle. Tämä prosessikaavio löytyy diplomityön lopusta (liite C). Prosessikaavion luomisessa hyödynnettiin sekä nykytilanteen tietoja, että suunniteltuja muutoksia liittyen uuden purkuhallin toimintaan. Erityisesti nosturipurkujen uusi sijainti vaikuttaa suuresti uuteen prosessikaavioon. Lisäksi kuorma-autojen ohjaus tehdasalueella uudistuu kokonaan uuden purkuhallin myötä. Materiaalin trukkipurkuihin liittyvät asiat pysyvät kuitenkin suurin piirtein ennallaan, sillä trukkipurkutoiminta ei tule muuttumaan uuden purkuhallin myötä paljoakaan. Prosessikaavion polut voidaan katsoa jakautuvan kahteen erilliseen haaraan. Nämä haarat ovat trukilla purettava materiaali, sekä nosturilla purettava materiaali. Materiaalin tarkemmat tiedot määrittävät tästä eteenpäin, minne materiaali tulee viedä purkujen jälkeen.

3.3.4 Purkuhallin 6S-seurantalomakkeen laatiminen

Tehtaan varaston uusista tiloista täytyy laatia 6S-seurantalomake. Lomakkeen tarkoituksena on tukea viikoittaista siisteys- ja turvallisuusauditointia varaston tiloissa. Lomakkeen laatimiseen hyödynnetään tehtaan yleistä 6S-lomakepohjaa, mutta se räätälöidään paremmin vastaamaan varaston toimintoja. Valmis räätälöity versio löytyy työn lopussa olevasta liitteestä (liite D). Lomakkeen tarkastusrivit muodostettiin seuraavasti.

Lomakkeen ensimmäisellä rivillä tarkastetaan, että viime viikon mahdolliset huomiot on korjattu. Tällä varmistetaan, että vanhat korjaavat toimenpiteet eivät pääse unohtumaan.

Seuraavaksi tarkastellaan hallin nostoapuvälineet. Tarkastuksessa tarkistetaan nostoapuvälineiden kunto, sekä varmistetaan, että nostoapuvälineet ovat niille merkityillä paikoilla. Tämän jälkeen tarkastellaan hallin työkalut. Näille noudatetaan myös samaa periaatetta, jossa työkalujen yleinen kunto tarkistetaan, sekä varmistetaan, että ne ovat niille merkityillä paikoillaan. Tämän jälkeen tarkistetaan henkilönostimet samalla periaatteella. Henkilönostimia on kaksi kappaletta ja molempien kunto tarkistetaan. Samalla katsotaan myös, että ne ovat niille suunnitelluilla säilytyspaikoilla.

Tämän jälkeen tarkistetaan hallin yleistä järjestystä. Ensimmäisenä katsotaan, että lattioilla ei ole turhia tyhjiä lavoja, pahveja ja roskia. Lisäksi varmistetaan, että kulkureitit ovat vapaina. Tämän jälkeen katsotaan, että kaikki halliin tuotu materiaali, on niille tarkoitetuilla paikoilla. Samalla tarkistetaan myös, että kierrätys- ja roska-astiat ovat niille merkityillä paikoillaan. Seuraavaksi tarkistetaan hallissa olevat tikkaat ja niiden kunto. Uusien henkilönostimien ansiosta tikkaiden käyttö on kuitenkin vähäisempää tulevaisuudessa. Tämän jälkeen tarkistetaan hallin lavatavarahyllyt. Tämä tarkoittaa sitä, että hyllyjen rakenteet tarkistetaan mahdollisien vääntymien varalta, joita hyllyttämisessä on voinut syntyä trukilla operoidessa. Lisäksi varmistetaan, että hyllyissä olevat lavat on aseteltu oikeaoppisesti ja turvallisesti hyllytasolle. Lopuksi tarkistetaan vielä hallin toimistojen siisteys, sekä työpöytien järjestys.

4 TULOKSET

Tässä luvussa tarkastellaan luvussa 3 aikaan saatuja tuloksia. Kappaleen tarkoituksena on käydä läpi tutkimuksen pääasialliset tulokset. Tuloksien tarkempi analyysi toteutetaan luvussa 5.

4.1 Nykytilan kartoitus

Tehtaan varaston nykytilan kartoitus aloitettiin heti työn alussa. Sen tärkeimpänä fokuksena oli mahdollisten ongelmien löytäminen ja tunnistaminen. Nämä löydetty ongelmat on koottu taulukkoon 2. Ongelmien tunnistaminen on työn kannalta erittäin tärkeää, sillä tällöin kyseiset ongelmat voidaan pyrkiä ratkaisemaan uusien tilojen suunnittelussa.

Taulukko 2. Nykytilan ongelmien yhteenveto.

Nro	Ongelma
1	Nykyiset tilat annettava uuden Speedline 2 –tuotantolinjan käyttöön
2	Tehtaan varaston toiminta tuotannon seassa
3	Open Top -konttien avaaminen tikkailla liian riskialtista
4	Tuloutus ja hyllytysalue liian pieni ja vaikeakulkuinen
5	Toimisto liian pieni työntekijöiden kasvavaan määrän nähden
6	Tuotannon määrän ennustettu kasvu lisää entisestään pakotetta tehtaan varaston omille tiloille
7	Trukki-, sekä nosturipurkuun liittyvä kuorma-autoliikenne keskenään samassa jonossa

Ongelmat ovat keskenään kaikki tärkeitä, mutta ongelmaa numero 1 voidaan pitää koko muutosprojektin alkuperäisenä käynnistäjänä. Monet muut ongelmat liittyvät tilojen ahtauteen, sekä tuotannon ja varastotoiminnan yhteisiin tiloihin. Kartoituksessa vahvistuikin ajatus siitä, että tuotannon ja varastojen toiminnoille täytyy saada omat erilliset toiminta-alueet. Lisäksi kartoituksessa nousi esiin tärkeä havainto open-top konttien purkutöistä, joissa tikkaiden käyttö todettiin soveltuvan huonosti työn suorittamiseen. Myös tehdasalueen kuorma-autoliikenteen huomattiin välillä ruuhkautuvan, jolloin jonot tulisi eriyttää erilleen trukkipuruille ja nosturipuruille.

4.2 Varaston uusi layout

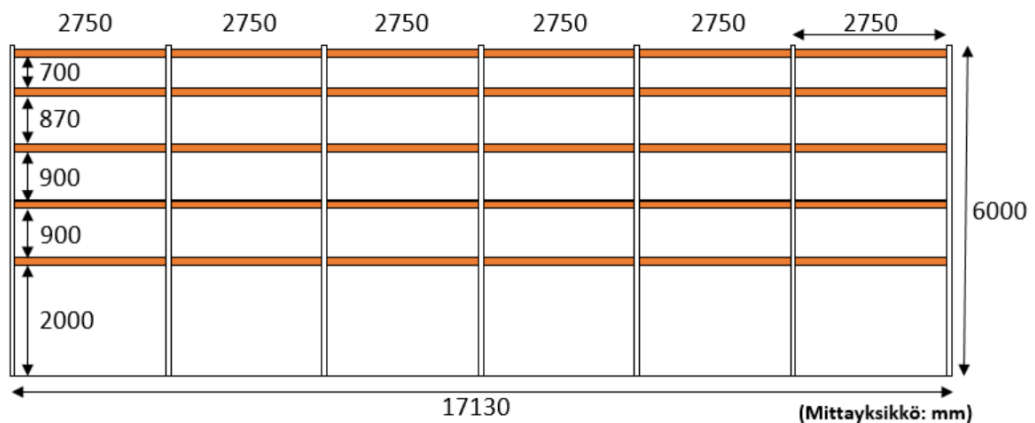
Tehtaan varaston toiminnot tulevat siirtymään huoltokorjaamon halliin. Huoltokorjaamo siirtää omat toimintonsa rakennuksen itä-osaan, jolloin tehtaan varasto saa tilat täysin

omaan käyttöönsä. Tehtaan varaston uuden layout-suunnitelman tulee huomioida ja mahdollistaa kaikki tarvittavat varaston päivittäiset toiminnot. Näin ollen varaston layoutin suunnittelussa tulee erityisesti huomioida seuraavat varaston toimintojen osat:

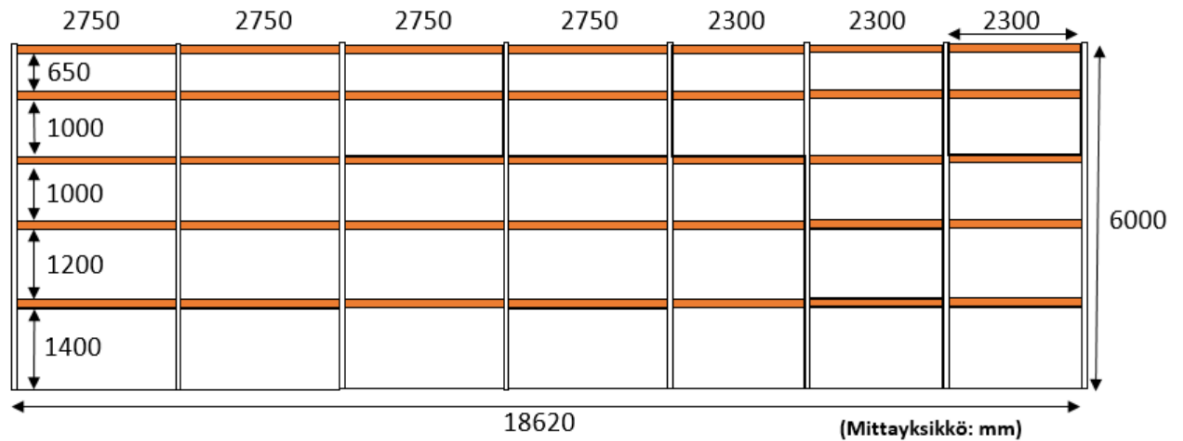
- Kuorma-autojen ja konttien nosturipurkutyöt
- Kuorma-autojen ajokaista hallissa
- Saapuvan materiaalin tuloutus ja hyllytys
- Toimitettavien osien käsittely sekä hyllykapasiteetti
- Toimistotilat ja työpisteiden sijainnit
- Työkalujen ja työkoneiden säilytysalueet
- Kierrätyspisteiden sijainti

Lopullinen valmis layout-suunnitelma on esitetty työn lopussa liitteenä (liite A). Layoutissa pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti hallin nykyinen tila, mutta myös muutostöitä tarvittiin, jotta tilasta saataisiin optimaalisempi. Suurimmat muutostyöt ovat väliseinän pystyttäminen halliin, jotta varaston ja MST-osaston toiminnot saadaan selkeästi erilleen toisistaan.

Lisäksi lavatavarahyllyjä tulee muokata, jotta ne soveltuvat paremmin toimitettaville osille. Tämä tarkoittaa sitä, että hyllyjen korkeudet nostetaan neljästä metristä kuuteen metriin. Lisäksi hyllytasojen korkeuksia muokataan niin, että ne soveltuvat paremmin toimitettavien osien fyysisille mitoille. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että hyllyihin mitoitetetaan alueet, joihin mahtuu lähes kaksi metriä korkeat muovirullat. Lisäksi muutamat tasot tehdään 1,20 metriä korkeiksi, jotka mahdollistavat korkeamman materiaalin hyllyttämisen, mutta joka ei vaadi kuitenkaan kahta metriä. Loput tasot tullaan pitämään yleispätevänä 0,90 metrin korkuisena, joka soveltuu erittäin hyvin suurimpaan osaan toimitettavista osista. Ylimmät hyllyt jätetään vielä tätäkin matalimmiksi korkeusrajan tullessa vastaan. Hyllyjen tarkat mitoitukset on esitelty kuvissa 27 ja 28.



Kuva 27. Toimitettavien osien pohjoishyllyjen mitoitussuunnitelma.



Kuva 28. Toimitettavien osien etelähyllyjen mitoitus-suunnitelma.

Hallissa tehtäviä kuorma-autojen ja konttien nosturipurkuja varten on mitoitettava kuorma-autojen kulkulinja sekä purkutöille vaadittava tila. Lisäksi nosturilla purettavalle materiaalille tulee rajata väliaikainen säilytystila. Hallin muoto ja rakenne soveltuvat erittäin hyvin tähän toimintaan. Kuorma-autot otetaan sisään ovesta 49 ja poistuvat ovesta 57 purkutöiden jälkeen. Tämä läpiajo on huomattavasti tehokkaampi, kuin nykytilanteessa, jossa kuorma-autot joutuvat peruuttamaan halliin purkutöitä varten. Lisäksi tehdasalueen sallitut ajosuunnat soveltuvat erittäin hyvin hallin läpiajoon.

Saapuvan materiaalin tuloutus- ja hyllytystoiminnalle varataan hallin etelä-länsikulmaus. Tämä kulma soveltuu erittäin hyvin tälle tarkoitukselle, sillä se on hyvin lähellä ulko-ovea 57, mistä materiaali tuodaan trukilla sisään ja ulos. Lisäksi kyseinen työskentelypiste on lähellä toimistotiloja.

4.3 Muutosprojektin aikataulusuunnitelma

Muutosprojektille luotiin aikataulusuunnitelma, jonka tarkoituksena on varmistaa, että kaikki tarvittavat toimenpiteet tulevat suoritettua sallittujen aikamäärien sisällä. Aikataulutuksen tavoitteena oli erityisesti varmistaa, että toimenpiteiden työmäärä jakautuu tasaisesti jokaiselle viikolle. Muutosprojektin kannalta tärkeimpinä toimenpiteinä voidaan pitää alla listattuja asioita.

- Purkuhallin ulko-ovien edustan tyhjentäminen kuorma-autoliikennettä varten
- Purkuhallin tyhjentäminen huoltokorjaamon koneista, työkaluista ja materiaaleista
- Hallin sisäinen järjestely varaston toimintoja varten (varaston työkalut, työkoneet, työpisteet)
- Seinien pystyttäminen halliin
- Kuormalavahyllyjen muokkaustyöt
- Toimistojen käyttöönotto

- Vartijaportin ohjeistus uudesta kuorma-autojen ohjausperiaatteesta

Aikatauluja suunniteltaessa tavoitteena oli pyrkiä ottamaan kaikki mahdolliset asiat huomioon etukäteen. Taulukkoon 3 on koottu muutosprojektin aikataulutuksen oleelliset toimenpiteet ja niille varatut toteutusajankohdat.

Taulukko 3. Tehtaan varaston muutosprojektin aikataulutus.

Suunniteltu toteutusajankohta	Toimenpide
4.9.2017	Tehtaan varaston uusien tilojen suunnittelun aloitus
23-27.10.2017	Seinien pystytys uuteen halliin (purkuhallin rajausta erilleen MST-osastosta)
24-27.10.2017	Akselien siirtäminen purkuhallin sisääntulo-oven edustalta
30.10.-3.11.2017	Koneistuksen lavatavarahyllyjen uudelleen sijoittaminen muualle uuden purkuhallin sisääntulo-oven edustalta
13-16.11.2017	Murskien uudelleen sijoittaminen uuden purkuhallin ulostulo-oven edustalta
14-16.11.2017	Henkilönostinten käyttökoulutus kontin purkuja varten uudessa hallissa
15-16.11.2017	Väliaikaisten työpisteiden pystyttäminen uuteen purkuhalliin & muut valmistautumiset käyttöönottoa varten
17.11.2017	Ensimmäiset nosturipurut uudessa hallissa & portin uusi toimintaohje käyttöön
18.12.2017	Kuormalavahyllyjen muokkaustyöt uudessa hallissa
20.12.2017	Ensimmäinen toimistohuone käyttöön uudessa hallissa (vanhat tilat täysin vapautettu Speedline 2 käyttöön)
21.12.2017	Purkuhallin ja toimiston siivouksista sopiminen L&T:n kanssa
22.12.2017	Uusien kuormalavahyllyjen käyttöönotto sekä varastopaikkojen luonti SAP-järjestelmään
2.3.2018	Toinen toimistohuone käyttöön
26.3.2018	Kolmas toimistohuone käyttöön
1.10.2018	Hitsauskulma tehtaan varaston käyttöön

4.4 Uusi saapuvan materiaalin prosessikaavio

Varaston toiminta muuttuu paljon uuden purkuhallin käyttöönoton yhteydessä. Erityisesti saapuvan materiaalin ohjaus tehdasalueella tulee muuttumaan. Lisäksi nosturipurkujen ja tuloutusalueiden sijainnit uusiutuvat täysin. Tästä johtuen saapuvalla materiaalille on asetettava selkeät käsittelyohjeet, jotta toiminta pysyy selkeänä heti uuden purkuhallin käyttöönoton jälkeen. Kuorma-autojen ohjaus toteutetaan jatkossa vartijaportin kautta. Tämän takia portille täytyy luoda uusi saapuvan materiaalin toimintaohje, jonka avulla kuorma-autot ohjataan niille tarkoitetuille purkualueille. Tämä ohje löytyy työn lopusta liitteenä (liite B). Ohje kattaa ainoastaan kuorma-autojen ohjaamiseen liittyvän ohjeistuksen. Tämän takia täytyy luoda myös saapuvan materiaalin prosessikaavio. Myös tämä prosessikaavio löytyy työn lopusta liitteenä (liite C).

Saapuvan materiaalin prosessikaavio kuvaa erilaisten materiaalien käsittelyn eri vaiheet saapuessaan tehtaalle. Prosessikaavio alkaa materiaalin saapuessa tehtaan vartijaportille ja päättyy, kun materiaali on päätynyt sen lopulliselle paikalle (varastointipaikalle tai tuotantolinjalle). Kaavio on suunniteltu ohjautumaan selkeiden ”kyllä” ja ”ei”

kysymysten avulla, jolloin jokainen mahdollinen skenaario eri materiaaleille tulee käsiteltyä.

4.5 Uuden purkuhallin 6S-seurantalomake

Tehtaassa on käytössä säännölliset 5S-kierrokset osastoittain. Myös tehtaan varaston tulee suorittaa kierrokset säännöllisesti. Lisäksi kierroksiin on lisätty mukaan myös turvallisuuden näkökulmaa, jolloin puhutaan 6S-kierroksista. Tehtaan varaston uuden purkuhallin käyttöönotossa tulee tämän takia huomioida myös 6S. Tehtaalta löytyy valmiita lomakepohjia kyseisille kierroksille, mutta ne soveltuvat paremmin tuotannon toiminnalle. Tästä johtuen uudelle purkuhallille tulee luoda räätälöity versio 6S-seurantataulukosta, joka soveltuu paremmin varaston toiminnan seuraamiseen. Valmis räätälöity versio löytyy työn lopusta liitteenä (liite D). Lomakkeella painotetaan erityisesti hallin yleistä siisteyttä, järjestystä sekä turvallisuutta.

Kyseinen lomake tulee täyttää viikoittain 6S-kierroksen yhteydessä. Tarkoituksena on käydä koko halli läpi varmistaen, että halli täyttää 6S:n tavoitteet. Jos jokin osa-alue ei ole kunnossa tarkastuksessa, tehdään tästä merkintä, sekä määritetään vaadittavat korjaavat toimenpiteet. Lisäksi myös vastuhenkilö ja deadline kyseiselle toimenpiteelle tulee kirjata ylös.

5 TULOSTEN ANALYSOINTI

Tässä luvussa analysoidaan tutkimuksessa saatuja tuloksia. Luvussa analysoidaan ensin tutkimusongelmiin vastaavat tulokset, jonka jälkeen analysoidaan tulosten luotettavuutta. Tämän jälkeen analysoidaan työn tavoitteiden toteutumista. Lopuksi pohditaan vielä mahdollisia tulevaisuuden kehittämiskohteita, jotka ovat nousseet esiin tutkimuksen aikana.

5.1 Tutkimusongelmien ratkaisujen analysointi

Työn tavoitteena oli määrittää nykytilan ongelmat, varaston uusi layout-suunnitelma, varaston muuton aikataulutussuunnitelma, saapuvan materiaalin prosessikaavio sekä uuden purkuhallin 6S-seurantalomake. Nämä tulokset analysoidaan järjestelmällisesti läpi seuraavissa alaluvuissa.

5.1.1 Nykytilan ongelmat

Tehtaan varaston nykytilan kartoituksessa nousi esiin seitsemän ongelmaa. Nämä ongelmat on esitelty luvussa 4.1 taulukossa 1. Nykytilan kartoitus toteutettiin havainnoimalla varaston päivittäisiä toimintaa, tutkimalla raportteja, sekä työntekijöiden haastatteluilla. Erityisesti työntekijöiden haastattelujen avulla saatiin selville paljon hiljaista tietoa, sekä työntekijöiden mielipiteitä. Haastattelut olivatkin tehokas tapa saada käsitystä, miten varaston työntekijät kokivat tietyt työtehtävät. Toisaalta kehityskohteita etsiessä on myös hyvä muistaa, että haastatteluiden avulla ei välttämättä nouse esiin kaikki mahdolliset kehittämistä vaativat kohteet. Tämä johtuu siitä, että erityisesti pitkäaikaiset työntekijät ovat tottuneet siihen, että tietyt työt tehdään tietyllä tavalla. Tällöin kehittämisen tarpeen huomaaminen saattaa ”hämärtyä”. Tästä johtuen tärkeässä roolissa oli myös tutkijan päivittäin tekemät varaston toiminnan havainnot, sillä ne mahdollistivat työn tarkastelua täysin uudesta näkökulmasta. Havainnoissa nousikin esiin erityisesti open-top konttien purkutyöt, jotka toteutettiin tikkaita hyödyntäen.

Nykytilan kartoituksessa löytyneet ongelmat olivat luonteeltaan sellaisia, että ne olivat hyvin perusteltavissa, kunhan ne vain ensin löydettiin. Ongelmien syyt olivat helposti perusteltavissa, mikä helpotti myös niiden ratkaisua. Kaikki seitsemän ongelmaa saatiin käytännössä ratkaistua tämän työn lopullisissa suunnitelmissa.

5.1.2 Varaston uusi layout

Varaston layoutin suunnittelussa edettiin yksi työtehtävä kerrallaan. Uuden hallin rakenne ratkaisi paljon layoutin suunnittelussa, sillä tietyille tehtäville löydettiin ratkaisu, joille ei pystynyt edes muodostamaan vahvaa kilpailevaa vaihtoehtoa. Esimerkiksi tuloutusalueen sijoittaminen etelä-länsi-kulmaukseen, oli niin optimaalinen, että kilpailevia vaihtoehtoja ei ollut mahdollista löytää hallin sisältä. Toimitettavien osien hyllyjen sijainnille löytyi kuitenkin kaksi eri vaihtoehtoa. SWOT-analyysien avulla, näistä vaihtoehtoista pystyttiin kuitenkin perustelemaan parempi ratkaisu, joka selkeytti huomattavasti lopun hallin layout-suunnittelua. SWOT-analyysin tuloksia tutkittaessa, voidaankin todeta, että päätös oli lopulta hyvin selvä, sillä perusteluille löytyi vahva pohja.

Kuorma-autojen nosturipurkutöiden alueen rajaaminen oli myös hyvin perusteltavissa. Käytännössä hallin rakenteen, sekä siltanosturien sijainnin vuoksi, oli selkeää, että purkutyöt olisi tehtävä hallin pääkäytävällä. Tästä johtuen lopullisen purkukohdan sijoittuminen keskelle käytävää oli hyvin perusteltua. Lisäksi kuorma-autojen ajokaistan sijoittamiselle ei ollut käytännössä olemassa kuin yksi järkevä vaihtoehto. Tämä johtuu siitä, että jos kaistaa olisi tuotu yhtään enemmän länteen päin, olisi kaista liian lähellä seinää. Toisaalta, jos kaista olisi ollut lähempänä itää, olisi tila tullut hallissa käytettyä erittäin tehottomasti. Erityisesti kuorma-autojen ajolinjojen ja hyllyjen sijaintien suunnittelussa tärkeäksi työkaluksi osoittautui myös visuaalinen havainnollistaminen. Tämä toteutettiin teippien ja merkkien sijoittamisella hallin lattiaan suunnittelutyön aikana. Tämä oli tärkeää, sillä se mahdollisti ymmärtämään miltä halliin jäivät mitat todella näyttivät. Tietenkin mittojen suunnittelu on tärkeää myös paperilla, mutta niiden näkeminen fyysisessä tilassa tuo aina uutta ulottuvuutta tilanteen todelliselle havainnoimiselle.

5.1.3 Aikataulusuunnitelma

Aikataulusuunnitelman suunnittelun rakentuminen perustui tiettyjen selkeiden aikatavoitteiden ympärille. Purkuhallin käyttöönoton päivämääräksi muodostui 17.11.2017, joka loi pohjan koko suunnittelulle. Tällöin kaikki muu aikataulut rakennettiin tämän ympärille. Aikataulutusten tekemiseen vaikuttivat monet tekijät. Tietyn toimenpiteen lopullisen ajankohdan määrittämiseen vaikutti lopulta toimenpiteen suorittamiseen vaativa aika, työkuorman tasainen jakaminen joka viikolle, sekä sen kiireellisyys. Jotkin aikataulut määräytyivät myös muiden osastojen aikataulujen mukaan, mihin tehtaan varasto ei itse voinut vaikuttaa.

Aikataulutussuunnitelmia tehdessä esiintyi usein niin sanottua domino-ilmiotä, jossa tietty toimenpide voitiin tehdä vasta kun joku toinen toimenpide oli ensin tehty. Hyvä esimerkki tästä oli uusiin toimistoihin siirtyminen. Speedline 2 -tuotantolinja saisi toimiston käyttöönsä varastolta, heti kun varasto saisi toimiston käyttöön

huoltokorjaamolta. Vastaavasti huoltokorjaamo pystyisi vapauttamaan toimistonsa varaston käyttöön vasta, kun he saisivat uudet toimistotilajärjestelynsä valmiiksi. Tällaisessa tilanteessa erityisesti aikataulujen suunnittelu on erittäin tärkeää. Toisaalta tällaisessa tilanteessa nousee myös omat haasteensa. Tämä johtuu siitä, että jos yhdenkin toimenpiteen kohdalla ilmenee odottamaton ongelma, pysähtyy kaikkien osastojen suunnitelmien eteneminen.

Aikataulutussuunnitelmia tehdessä on tärkeää muistaa, että tulokset ovat aina suuntaa antavia. Suunnitellut päivämäärät ovat tavoitteita joihin pyritään, mutta odottamattomia ongelmia voi aina syntyä. Esimerkiksi yllättävät sairaspotilaat voivat hidastaa aikatauluissa pysymistä, sillä myös päivittäiset toiminnot täytyvät pyöriä tehtaalla koko muuttoprojektin ajan. Toimenpiteitä suoritettaessa voi myös ilmetä ongelmia, joita ei osattu suunniteltaessa ottaa huomioon tai jotka olisivat olleet edes mahdotonta tietää etukäteen. Tässä diplomityössä aikataulutussuunnitelmissa aikataulutukset on tehty päivien tarkkuudella.

5.1.4 Saapuvan materiaalin prosessikaavio

Saapuvan materiaalin prosessikaavion muodostus tapahtui nykytilan kartoituksen tulosten, sekä työssä esiteltyjen suunnitteluratkaisujen pohjalta. Prosessikaavio voidaan katsoa jakautuvan kahteen päähaaraan. Nämä ovat trukilla purettavien materiaalien haara, sekä nosturilla purettavien materiaalin haara. Käytännössä trukilla purettavan materiaalin haara pysyi lähes samanlaisena, kuin ennen varaston suunniteltuja toiminnan muutoksia. Käytännössä trukkipuruissa ainoastaan tuloutusalue, sekä toimitettavien osien käsittelyalue uudistui, jolloin trukeilla materiaalit viedään eri alueelle kuin ennen suunniteltuja muutoksia. Muutoin toimintaperiaate on sama. Sen sijaan nosturipuruissa toiminta uudistui kokonaan.

Käytännössä prosessikaavion tuloksia voidaan pitää luotettavina, sillä ne perustuvat täysin työssä tehtyihin suunnitelmiin. Näin materiaalia tulisi käsitellä todellisuudessa samanlailla kuin prosessikaaviossa kuvataan. Prosessikaaviota tutkittaessa on kuitenkin tärkeää ymmärtää, että joskus voi olla ennalta ennustamattomia poikkeustapauksia, joissa materiaalia saatetaan kuitenkin ohjata poikkeavasti. Lisäksi on tärkeää huomata, että prosessikaavio on tehty kuvaamaan vain varaston saapuvan materiaalin vastaanottoa kuvailevaa prosessia. Se ei pidä sisällään muiden osastojen mahdollisia tavaroiden vastaanottoja, eikä ota myöskään kantaa millään tavalla DC:n toimintoihin.

5.1.5 6S-seurantalomake

6S-seurantalomake on jokaisella osastolla tärkeä ja pakollinen työkalu. Sen tarkoituksena on edistää Lean-toimintaa tehtaalla jokaisella toiminta-alueella. Pohjimmainen tarkoitus on luoda tehokkaampi ja turvallisempi työympäristö säännöllisten siisteys ja turvallisuustarkkailujen avulla. Purkuhallin 6S-

seurantalomakkeen luomiseen hyödynnettiin valmista tehtaan 6S-pohjaa. Lomakkeessa olevat tarkastusrivit räätälöitiin kuitenkin paremmin varaston toimintaan sopivaksi. Valmista lomaketta tutkittaessa huomataankin, että fokus oli erityisesti kaikkien varaston työtehtävien suorittamiseen vaativien työkoneiden ja työkalujen tarkkailu. Lisäksi varastointihyllyjen tarkkailuun on panostettu.

6S-lomaketta tutkittaessa, voi ulkopuoliselle tulla helposti mieleen, että onko näiden tarkistaminen tarpeellista joka viikko. Lean-filosofiaan perehtymällä, on kuitenkin helpompi ymmärtää, miksi tähän tulee panostaa. Vaikka Lean-periaatteen pohjimmainen tavoite on tehdä koko yrityksen kulttuurista ja toiminnasta autonomisesti itseään jatkuvasti kehittävä, on viikoittaisen tarkastus-työkalun avulla helpompi muokata siitä rutiininomainen työskentelytapa. Lisäksi viikoittainen kierros voidaan nähdä myös hyvänä yleisenä keskustelun ja ajatusten käynnistäjänä työntekijän ja työnjohtajan välillä, jossa saatetaan helposti tunnistaa uusia kehitysideoita.

5.2 Tulosten luotettavuus

Tulosten luotettavuutta on käsitelty yksityiskohtaisesti jo aikaisemmissa alaluvuissa. Yleisesti tulosten luotettavuudesta voidaan todeta, että tulokset perustuvat nykytilan kartoittamiseen sekä muutosprojektin erilaisiin suunnitelmiin. Sekä nykytilakartoitus että suunnitelmien laatiminen on toteutettu erityisesti työntekijöiden kanssa keskustellen ja tutkijan omien havaintojen sekä aiheeseen liittyvän kirjallisuuden avulla. Näin tuloksiin on saatu monia eri näkökulmia. Suunnitelmat on pyritty aina perustelemaan työssä selkeästi lukijalle, mikä lisää niiden luotettavuutta.

On kuitenkin tärkeää ymmärtää, että suunnitelmien muodostaminen vaatii aina selkeät alkutiedot sekä perehtymisen aiheeseen. Lisäksi todelliset tavoitteet on ymmärrettävä. Suunnitelmia tehdessä on kuitenkin mahdotonta ottaa täysin kaikkia asioita huomioon. Lisäksi joitakin esiin ilmestyviä ongelmia on mahdoton huomata ennen kuin vasta suunnitelmien toteutustilanteessa. Työn tulokset on kuitenkin perusteltu selkeästi, joten hyvin todennäköisesti mahdolliset toteutusvaiheessa ilmenevät ongelmat ovat ratkaistavissa ilman, että suuria muutoksia täytyy tehdä alkuperäisiin suunnitelmiin.

5.3 Tavoitteiden toteutuminen

Tutkimuksen tavoitteet on esitelty työn alussa kuvassa 2. Nämä tavoitteet ovat tehtaan varaston nykytilanteen kartoitus, uusien tilojen layout-suunnitelma, uusiin tiloihin siirtymisen suunnitelma ja päivittäisen toiminnan varmistaminen uusissa tiloissa. Lisäksi erityisesti nykytilanteen kartoituksessa esiin nousseet ongelmat ovat myös pyritty ratkaisemaan työn lopputuloksissa. Nykytilanteen kartoituksessa esiintyneet ongelmat on esitelty työssä aikaisemmin taulukossa 1. Työn tavoitteita sekä työn tuloksia tutkittaessa voidaan todeta, että tavoitteet ovat toteutuneet. Käytännössä kaikki nykytilanteen kartoituksessa löytyneet ongelmat on ratkaistu työssä esitellyissä

suunnitelmissa. Lisäksi myös muut työn tulokset vastaavat työn alkuperäisiin kysymyksiin.

Työn tavoitteiden toteutumisen havainnollistamisen tueksi on koottu hyötyarvoanalyysi (taulukko 4). Taulukon muodostaminen on käyty tarkemmin läpi luvussa 3.2.3. Hyötyarvoanalyysin avulla on tarkoitus pyrkiä hahmottamaan varaston alkutilanteen ja lopputilanteen keskinäistä tilannetta. Painokertoimien ja pisteytysten avulla tilanteiden kehittymisen seuraaminen on selkeämpää. Taulukossa olevat tarkastelukohteet keskittyvät erityisesti nykytilanteen kartoituksessa esiin tulleisiin ongelmiin. Hyötyarvoanalyysi ei kuitenkaan sisällä kaikkia työn tuloksiin liittyviä aihe-alueita.

Hyötyarvoanalyysin tuloksia tutkittaessa, voidaan todeta, että suunnitellulla lopputilanteella, voidaan katsoa olevan selkeästi parannusta alkutilanteeseen lähes joka osa-alueella. Käytännössä ainoastaan trukkipurkualueen toiminta pysyy pisteytyksen näkökulmasta samalla tasolla. Tosin tämä osa-alue katsottiin olevan kunnossa jo alkutilanteessa, jolloin se ei vaatinut juurikaan kehittämistoimenpiteitä.

Hyötyarvoanalyysin tuloksia tutkittaessa on tärkeää huomata, että analyysi perustuu karkealle arvioinnille. Kaikki arviot on kuitenkin perusteltu työssä aikaisemmin. Lisäksi on tärkeää tiedostaa, että vaikka jokin osa-alue olisi saanut täydet pisteet, ei se silti tarkoita sitä, että kyseistä osa-aluetta ei voisi enää kehittää entistä paremmaksi. Tässäkin voidaan soveltaa lean-ajattelua, jossa toiminnan tulee pysyä aina jatkuvana kehittämisen tavoitteluna.

Taulukko 4. Hyötyarvoanalyysi tehtaan varaston alku- ja lopputilanteesta.

	Nosturipurkujen turvallisuus	Nosturipurkujen tehokkuus	Tehtaan varaston ja tuotannon työskentelyalueet saatu erilleen toisistaan	Toimistotilat	Tuloutus ja hyllytysalueen sijainti ja koko	Toimitettavien osien käsittelytilat sekä varastointikapasiteetti	Trukkipurkujen turvallisuus ja tehokkuus	Trukki- & nosturipurkuun liittyvä kuorma-autoliikenne erillään toisistaan	Tehtaan varaston omien työskentelyalueiden koko ja sijainti	Tehtaan varaston toiminnan yleinen turvallisuus	
Painoarvo ->	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	Yhteensä
Tehtaan varaston alkutilanne	4	4	2	4	3	3	5	2	3	4	151/220
Tehtaan varaston lopputilanne	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	212/220

5.4 Tulevaisuuden kehittämiskohteet

Työn aikana esiin nousi paljon erilaisia tehtaan ja varaston toimintoja. Tutkimus on tehty tehtaan varaston toimintojen kehittämiseksi. Tämän takia erityisesti varaston toimintoihin nousi työn aikana mahdollisia kehitysideoita, jotka eivät kuitenkaan työn rajauksen takia, voitu sisällyttää tutkimukseen.

Yhtenä tärkeänä kehittämiskohteena voidaan pitää varaston tulevan purkuhallin siltanosturien päivittämistä uudempaan malliin. Nykyiset siltanosturit ovat suhteellisen vanhoja, sekä niiden liikkuvuus ei ole täysin sulavaa. Lisäksi molempia siltanostureita ei voida liikuttaa yhtäaikaisesti samalla ohjaimella. Nostoissa tarvitaan kuitenkin usein molempien siltanosturien samanaikaista käyttämistä, mikä vaatii tällöin myös kaksi työntekijää nosturien ohjaamiseen. Tämän diplomityön aikana on kuitenkin käynnistetty jo alustavat suunnitelmat keyseisen hallin siltanosturien uusimiseksi.

Toinen kehittämistä vaativa osa-alue tulevaisuudessa saattaa olla nosturipurkuihin tulevien kuorma-autojen jonotusalueen luominen. Käytännössä työssä suunniteltu ratkaisu mahdollistaa kuorma-autojen sulavan ohjaamisen ja purkamisen hallissa. Lisäksi suunnitelmat mahdollistavat myös muutaman kuorma-auton odotuttamisen nosturipurkuja varten. Mahdollinen ongelma voi kuitenkin nousta harvinaisessa tilanteessa, jossa sattumalta juuri samaan kellonaikaan tulee hyvin monta kuorma-autoa nosturipurkuihin. Tällöin purkuhallin sijainti sekä tehdasalueen rakenne, tuottaa haasteita valtavien odotusalueiden luomiselle. Trukkipurkualueella samaa ongelmaa ei ole, sillä sen edustalle on mahdollista toteuttaa tarvittaessa pitkäkin jono.

Tulevassa Speedline 2 –tuotantolinjassa pyritään myös panostamaan enemmän imuohjaukseen. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotannonohjauksessa siirrytään vaihekohtaiseen liputukseen SAP-järjestelmässä. Imuohjauksesta johtuen, tuotantolinjalle täytyy tämän takia perustaa tuotantolinjalle saapuvalle materiaalille mitoitettu imualue. Jos tehtaalla päädytään tulevaisuudessa samanlaisiin ratkaisuihin myös muissa tuotantolinjoissa, tarkoittaa tämä myös paljon imualueisiin liittyvää suunnittelutyötä myös varaston näkökulmasta. Speedline 2 –tuotantolinja mahdollistaa kuitenkin loistavan demokokeilun, jolloin imualueiden mahdolliset vahvuudet ja heikkoukset tulee tunnistettua. Tämä helpottaa tulevaisuudessa muiden tuotantolinjojen imualueiden suunnittelua ja toteutusta, jos kyseiseen ratkaisuun päädytään.

6 YHTEENVETO

Diplomityössä tutkittiin murskain- ja seulontalaitteita valmistavan tehtaan varaston toimintaa. Työssä oli isossa roolissa varaston toimintojen siirtäminen uusiin tiloihin, uuden Speedline 2 –tuotantolinjan tieltä. Työn tavoitteena oli tehtaan varaston nykytilanteen kartoitus, uusien tilojen layout-suunnitelma, uusiin tiloihin siirtymisen suunnitelma ja päivittäisen toiminnan turvaaminen uusissa tiloissa. Työn tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuustutkimusta, toimintatutkimusta ja tapaustutkimusta. Tutkimustyössä nousi erityisen hyödylliseksi työntekijöiden haastattelut, päivittäisen toiminnan tarkkailu, raportit sekä suunnittelupalaverit. Lisäksi työn kirjallisuustutkimus toi vahvan pohjan työn tulosten muodostamiselle. Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin työn käytännön osuuden kannalta oleellisia aihealueita. Nämä aihealueet olivat materiaalin hallinta, lean-filosofia ja layoutin suunnittelu.

Tehtaan varaston nykytilanteen kartoituksessa oli tavoitteena löytää ja tunnistaa mahdollisia kehityskohteita sekä ongelmia. Nykytilakartoituksessa löydettiin lopulta seitsemän ongelmaa. Nämä ongelmat pyrittiin ratkaisemaan työn tuloksissa. Löydetyt ongelmat painottuivat paljon tilaongelmiin, sekä työalueiden haasteellisiin sijainteihin. Lisäksi konttien purkutöiden suorittamiseen löydettiin kehittämistarvetta. Myös kuorma-autojen ohjaamista tehdasalueella tulisi kehittää. Kaikkiin löydettyihin ongelmiin löydettiin lopulta ratkaisut työn tuloksissa.

Varaston uusien tilojen layout-suunnittelussa pyrittiin luomaan mahdollisimman optimaalinen ympäristö varaston päivittäisten toimintojen suorittamiselle. Erityisesti nosturipurkutyöt, saapuvan materiaalin tuloutusalue sekä toimitettavien osien hyllykapasiteetti oli tärkeässä asemassa layoutin suunnittelussa. Uusiin tiloihin siirtymiselle luotiin myös suunnitelmat. Nämä suunnitelmat sisältävät tarkat aikataulutukset muuttoon liittyville toimenpiteille. Lisäksi aikatauluissa on huomioitu toimenpiteisiin vaadittavat aika- ja työresurssit.

Työssä laadittiin myös etukäteen suunnitelmat, joiden avulla päivittäinen varaston toiminta varmistetaan uusissa tiloissa. Nämä suunnitelmat pitivät sisällään muun muassa uuden saapuvan materiaalin prosessikaavion, vartijaportin ohjeistuksen kuorma-autojen ohjaamiseen sekä uuden purkuhallin 6S-seurantalomakkeen laatimisen.

Työn tuloksia tutkittaessa voidaan todeta, että työ täyttää sille annetut tavoitteet. Lisäksi nykytilakartoituksessa löytyneet kehityskohteet on saatu ratkaistua työn tuloksissa. Työn tuloksia voidaan pitää onnistuneena myös siinä mielessä, että työn suunnitelmille

on saatu jo konkreettisia näyttöjä toteutuksesta. Tämä johtuu siitä, että diplomityön viimeistelyn vaiheessa, varaston uudet tilat on jo otettu käyttöön suunnitelmien mukaan. Muutosprojekti on pysynyt pääosin aikataulussa ja varaston päivittäinen toiminta on toiminut hyvin uusissa tiloissa. Myös palaute kohdeyritykseltä on ollut erittäin positiivista.

LÄHTEET

De Koster, R, Johnson, A & Roy, D. (2017). Warehouse design and management. *International Journal of Production Research*. Vol. 55, No. 21, pp. 6327-6330.

Durana, P. (2016). 5S – Tool of eliminating waste in company processes. *The International Journal of Transport & Logistics*. Vol. 16, pp. 19-24.

Genielift. (2018). Genie GS-2032 electric scissorlift overview. Genielift-tuotteiden kotisivut. Saatavissa (viitattu 28.3.2018): <http://www.genielift.co.uk/en/products/scissor-lifts/electric-scissor-lifts/g2032/index.htm>.

Gu, J. Goetschalckx, M. & McGinnis L. (2010). Research on Warehouse Design and Performance Evaluation: A Comprehensive review. *European Journal of Operational Research*. Volume 203, Issue 3, 2010, pp. 539-549

Gudehus, T. & Kotzab, H. (2009). *Comprehensive Logistics*. Springer, Berlin, Heidelberg, 891 p.

Haapanen, M. & Valta, E. (1990). *Logistiikka*. Länsi-Savo Oy, Mikkeli, Suomi, 206 s.

Horta, M., Coelho, F. & Relvas, S. (2016). Layout design modelling for a real world just-in-time warehouse. *Computers & Industrial Engineering*. Volume 101, pp. 1-9

Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen – A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. McGraw-Hill Company, 448 p.

Immer, J. (1950). *Layout Planning Techniques*. McGraw-Hill Book Company, Inc. 430 p.

Intolog. (2018). Intologin verkkosivut. Suomalaista sisälogistiikkaa. Trukkiväylien ja työkäytävien suunnittelu ja mitoitus. Saatavissa (viitattu 6.5.2018): <https://www.intolog.fi/fi/ohjeet/suunnitteluohjeet/trukkikaytavan+mitoitus/>

JLG. (2018). T10E Toucan mastopuomituotteen esittely. JLG-tuotteiden kotisivut. Saatavissa (viitattu 28.3.2018): <https://www.jlg.com/sv-fi/laitteet/s%C3%A4hk%C3%B6-sekak%C3%A4ytt%C3%B6iset-puominostimet/toucan-mastopuominostinsarja/t10e>.

- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmä, kalusto ja toimintaperiaatteet. Suomen Logistiikkayhdistys ry, Helsinki, Suomi, 437 s.
- Karrus, K. (2001). Logistiikka. WS Bookwell Oy, Juva, 419 s.
- Konecranes. 2018. Konecranesin verkkosivut. Nosturin käyttäjäkoulutus. Saatavissa (viitattu 9.5.2018): <http://www.konecranes.fi/huolto/konsultointipalvelut/nosturin-kayttajakoulutus>
- Kouri, I. (2009). Lean taskukirja. Teknologiateollisuus ry, Helsinki, Suomi, 38 s.
- Lapinleimu, I. (2001). Ideaalitehdas. Tehtaan suunnittelun teorian kiteytys. Tampere, Suomi, 197 s.
- Liker, J. (2004). The Toyota Way. 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. Mc-Graw-Hill, 330 p.
- Logistiikan maailma. (2018). Logistiikan tietolähde – verkkosivut. Saatavissa (viitattu 1.3.2018): <http://www.logistiikanmaailma.fi/>
- Mallick, R. & Gaudreau, A. (1951). Plant Layout. Planning and Practice. John Wiley & Sons Inc, 391 p.
- Metso. (2018). Metson kotisivut. Lokotrack LT106 tuote-esittely. Saatavissa (viitattu 1.3.2018): <https://www.metso.com/products/lokotrack-mobile-plants/mobile-jaw-crusher-lokotrack-lt106/>
- Metson Tampereen toimintojen yleiskatsaus. (2018). Metson intranet. Rajoitettu saatavuus. (viitattu 1.3.2018).
- Miettinen, P. (1993). Tuotannonohjaus ja logistiikka. Painatuskeskus Oy, Helsinki, Suomi, 102 s.
- Modig, N. & Åhlström, P. (2013). Tätä on lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Rheologia publishing, Tukholma, Ruotsi, 167 s.
- Moore, M. (1962). Plant Layout And Design. The Macmillan Company, New York, 566 p.
- Muther, R. (1955). Practical Plant Layout. McGraw-Hill Book Company, Inc. 363 p.
- Mäkinen, I., Saarialho, A. & Timmerbacka E. (1992). Kuljetusjärjestelmät. MH-Konsultit Oy, s. 434.

Pirjetä, M., Mäkinen, V., Poltto, E., Salonen, K. & Hurskainen, J. (1981). Tuotantolaitoksen suunnittelu. Insinöörijärjestön koulutuskeskus, Insko, Insinööritieto Oy.

Reimi, V. & Saarela, J. Logistiikan perusteita ammattikuljettajakoulutukseen. Suomen yliopistopaino Oy. Tampere. s. 175.

Sakki, J. (1999). Logistinen prosessi. Jouni Sakki Oy, Espoo, Suomi, 238 s.

Sakki, J. (2009). Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – Vähemmällä enemmän. Jouni Sakki Oy, Helsinki, 221 s.

Sartjärvi, T. (1988). Jakelutoiminta kilpailutekijänä. Länsi-Savo Oy, Mikkeli, Suomi, 208 s.

Sartjärvi, T (1992). Logistiikka kilpailutekijänä. Tavaroiden varastoinnista ohjautuvaan logistiikkaan. Otava Oy, Keuruu, Suomi. 256 s.

Schenk M., Wirth S. & Müller E. (2010). Factory Planning Manual. Springer, Berlin, Heidelberg. 410 p.

Suomen kuljetusopas. (2018). Kuljetusalan valtakunnallinen tietopalvelu. Varastoverkon suunnittelu. Saatavissa (viitattu 6.5.2018): <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/suunnittelu/>

Tuominen, K. (2010). Lean käytännössä. Yritysesimerkkejä tehokkaista lean-periaatteista ja –käytännöistä. WS Bookwell Oy, Juva, Suomi, 303 s.

Työsuojelu. 2018. Työsuojeluhallinnon verkkosivut. Työsuojeluhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Työympäristö. Saatavissa (viitattu 9.5.2018): <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/tyoymparisto>

Työsuojeluhallinto. (2010). Nostoapuvälineet – Turvallisuus. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12. Tampere. Saatavissa (viitattu 9.5.2018): http://www.nostokonepalvelu.fi/sites/nostokonepalvelu.fi/files/Nostoapuvälineet_turvallisuus.pdf

Työterveyslaitos. 2018. Työterveyslaitoksen verkkosivut. Työhyvinvoinnin asiantuntija. Henkilösuojaimet. Saatavissa (viitattu 9.5.2018): <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/henkilonsuojaimet>

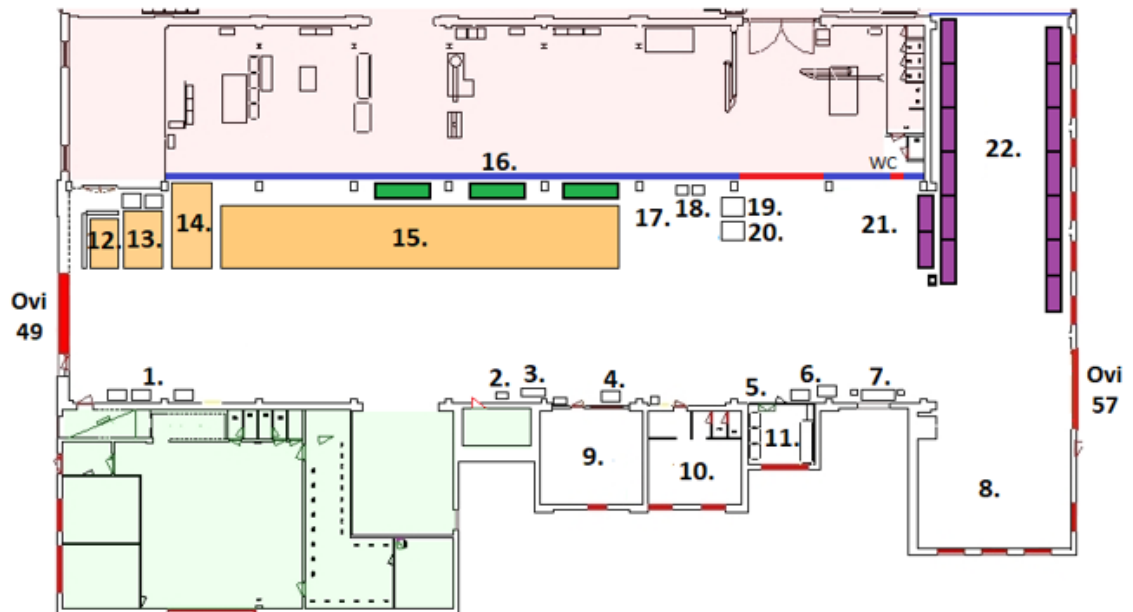
Työturvallisuuskeskus. 2018. Työturvallisuuskeskuksen verkkosivut. Turvallinen ja terveellinen työympäristö. Saatavissa (viitattu 9.5.2018): https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyoturvallisuuden_perusteet/tyoymparisto

Työturvallisuuslaki 738/2002. (2002). Finlex-verkkosivut. Oikeusministeriön omistama oikeudellisen aineiston julkinen ja maksuton Internet-palvelu. Saatavissa (viitattu 9.5.2018): <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P12>

Työvälineasetus 403/2008. (2008). Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Finlex-verkkosivut. Oikeusministeriön omistama oikeudellisen aineiston julkinen ja maksuton Internet-palvelu. Saatavissa (viitattu 9.5.2018): <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080403#Pidp450837104>

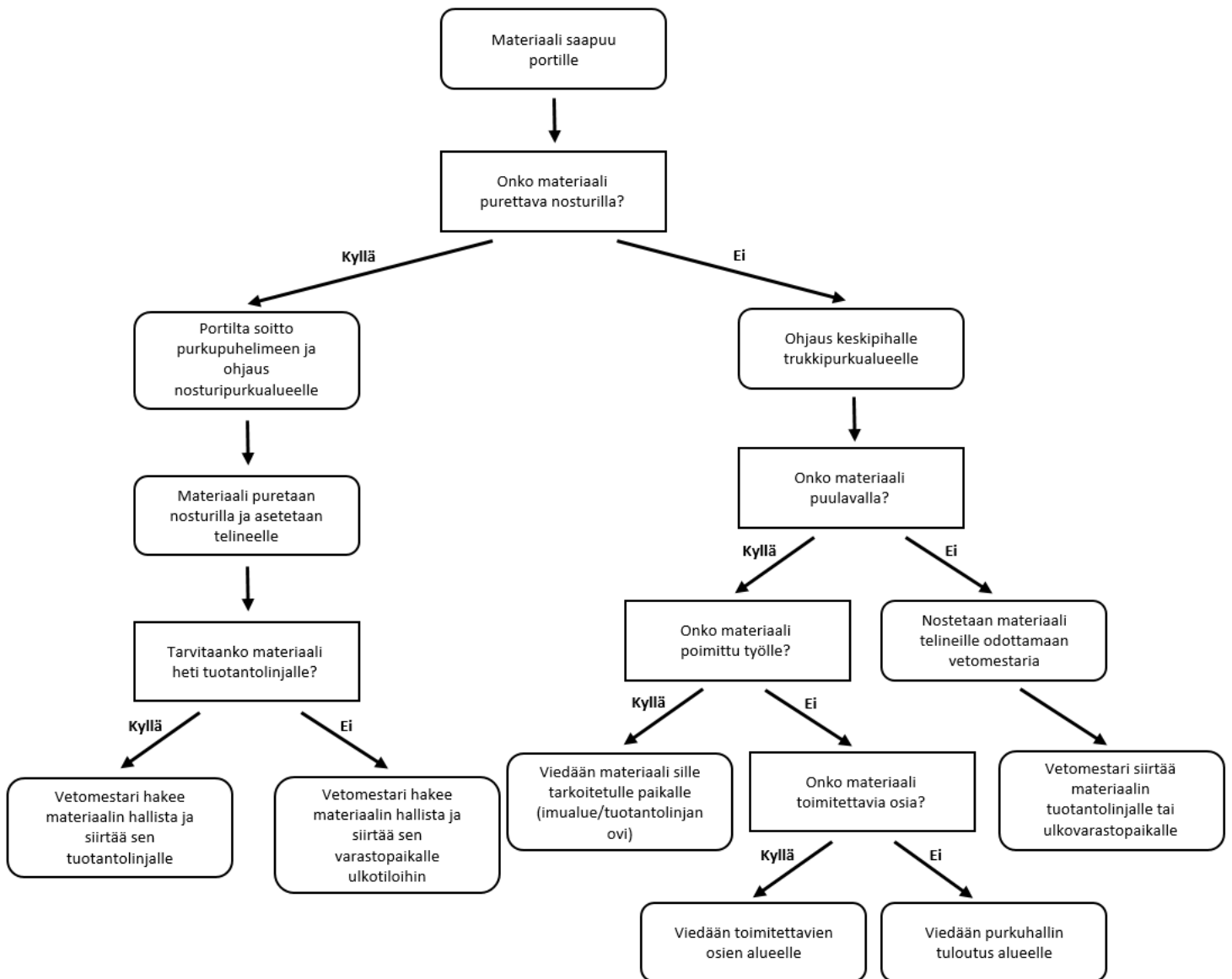
Womack, P. & Jones, T. (2003). Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Free press, New York, 400 p.

LIITE A: UUDEN PURKUHALLIN LAYOUT-SUUNNITELMA




1. Kierrätyspiste nro. 1 (energiajäte, sekajäte, tuhottava paperi)
2. Siltanosturien lähettimien säilytyspaikka
3. Nostotyökalut
4. Tarvikekaappi (suojaimet, tarvikkeet, kemikaalit)
5. Työkaluseinä
6. Kierrätyspiste nro. 2 (imeytysaine, keräyspahvi, energiajäte)
7. Saapuva / Lähtevä posti
8. Materiaalin tuloutus- / hyllytysalue
9. Aamupalaveritila / taukotila
10. Toimistotila
11. Toimistotila
12. DC:n ostotilausten varasäilytyspaikka
13. Epäselvät / selvittelyä vaativat materiaalit
14. Jälkitoimitukset / Messukylästä saapuvat toimitettavat osat
15. Nosturilla purettavien materiaalien väliaikainen säilytysalue
16. Yleishyllyt 3 kpl (ei SAP-järjestelmässä)
17. Henkilönostinten säilytysalue
18. Trukkien latauspiste
19. Puujätelava
20. Metallijätelava
21. Toimitettavien osien käsittelyalue
22. Toimitettavien osien varastointialue

LIITE C: UUDISTUNUT SAAPUVAN MATERIAALIN PROSESSIKAAVIO



LIITE D: UUDEN PURKUHALLIN 6S-SEURANTALOMAKE

6S -seurantataulukko

 Alue: Tehtaan varaston purkuhalli

Auditoidijat: _____

Viikkonumero: _____

	Kunnossa	Ei kunnossa	Toimenpide (jos ei kunnossa)	Vastuuhenkilö	Deadline
1			Edellisen viikon kirjatut huomiot korjattu suunnitelman mukaan		
2			Nostoapuvälineille olemassa merkityt paikat ja tavarat säilytetty niissä		
3			Nostoapuvälineet ehjiä/kunnossa		
4			Työkaluille olemassa merkityt paikat ja tavarat säilytetty niissä		
5			Työkalut ehjiä/kunnossa		
6			Henkilönostimille olemassa merkityt paikat ja ovat niille merkityillä paikoilla		
7			Henkilönostimet ehjiä/kunnossa		
8			Tyhjiä lavoja, pahveja ja roskia ei lattialla		
9			Kulkureitit ovat vapaina		
10			Alueelle tuodut ja pois vietävät materiaalit ovat niille määrättyillä paikoilla		
11			Roska-astioille olemassa merkityt paikat ja astiat säilytetty niissä		
12			Tikkaat ehjiä/kunnossa		
13			Lavatavarahyllyt ehjiä/kolhimmattomia		
14			Materiaalit asetettu oikeaoppisesti/turvallisesti hyllyihin		
15			Toimistojen työpisteet järjestyksessä		