



Laitepakkaamon kehitystyö  
Sandvik Mining and Construction Oy  
Opinnäytetyö

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone ja tuotantotekniikan  
koulutusohjelman opinnäytetyö  
Modernit tuotantojärjestelmät/  
Tuotantotalous  
Syksy 2006  
**Jani Petri Maunuksela**

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Modernit tuotantojärjestelmät

Jani Maunuksela     Laitepakkaamon toimintojen kehittäminen

Tutkintotyö            49 sivua + 49 liitesivua

Työn ohjaaja           Arto Jokihaara

Työn teettäjä         Sandvik Mining and Construction(Tampere, Laitepakkaamo),  
valvoja Petri Liljaranta.

Marraskuu 2006

Hakusanat            materiaalivirta, layout, tietojärjestelmä

## TIIVISTELMÄ

Tämä tutkintotyö on tehty Sandvik Mining and Construction Oy:n Tampereen tehtaan laitepakkaamoon. Laitepakkaamon kuormituskapasiteettia pyritään kasvattamaan ja parantamaan kasvaneen porauskaluston tuotannon myötä. Työni tavoitteena oli kehittää laitepakkaamon tiedon kulkua sekä parantaa materiaalivirtoja.

Työssä ideoitiin tiedon siirtoon ratkaisuja, jotka pohjautuivat nykyaikaisiin sähköisiin tietojärjestelmiin. Keskeisimpänä tarkoituksena oli lähetettävän paperimäärän minimointi ja arkistoinnin siirtyminen nykyaikaiseen sähköiseen muotoon. Työssä otetaan huomioon tietojärjestelmää koskevat vaatimukset sekä osapuolien väliset tarpeet. Tietojärjestelmän käyttöönoton myötä tavoitteena on pakkausprosessin yksinkertaistuminen ja nopeutuminen.

Lisäksi työssä käsitellään laitepakkaamon materiaalivirtojen uudelleen ohjausta ja toimenpiteiden avulla saavutettavia hyötyjä. Työssä pohdittiin kehityskohteita kolmen layout-vaihtoehdon avulla. Layout-vaihtoehdot ideoitiin pakkausprosessin joustavuutta ajatellen. Tarkoituksena oli pakkaustehokkuuden parantaminen sekä viihtyisän ja turvallisen työympäristön luominen.

Mechanical and production Engineering

Modern Production Systems

Jani Maunuksela                      Development of operations in packing department

Engineering thesis                      49 pages + 49 appendix pages

Thesis Supervisor                      Arto Jokihaara

Comissioning Company                      Sandvik Tamrock Oy (Tampere, Machine packing department), Supervisor: Petri Liljaranta.

November 2006

Keywords                                      Materials management, layout, data system

## **ABSTRACT**

This thesis has been carried out as a commission to Sandvik Mining and Construction Oy Tampere, Machine packing department. The load capacity of the machine packing department is aimed to be raised and improved along with the increased production of the drilling equipment. The aim of my work was to advance the flow of information in the machine packing department and to improve its material flows.

In this thesis there were new solutions composed related to the data transfer, which were based on modern electric data systems. The core idea was to minimize the amount of papers that are sent and modify the old archiving system into new electric files. The thesis has taken into consideration requirements of the data system and the needs that different parties had. Along with the launch of the new data system, the object was also to simplify and speed up the packing process.

In addition this work is dealing with the redirection of the machine packing department's material flows and the benefits of these measures. The targets for development were considered with the help of three alternative layouts. Alternative layouts were created with the flexibility of the packing process in mind. The aim was to improve the packing efficiency and create a comfortable and safe working environment.

## Alkusanat

Tämä insinöörityö on tehty Sandvik Mining and Contruction Oy:n Tampereen tehtaalle kevään 2005 ja syksyn 2006 välisenä aikana. Työ käsittelee laitepakkaamon kehitysprosessia.

Parhaat kiitokseni haluan esittää insinööri Petri Liljarannalle mielenkiintoisen tutkintotyön antamisesta sekä työn antamasta käytännönläheisestä kokemuksesta. Laitepakkaamon henkilöstöä haluan kiittää heidän antamastaan tuesta ja neuvoista.

Lisäksi haluan antaa kiitoksen koko Sandvik Mining and Contruction Oy:n henkilöstölle ja työni ohjaajalle Arto Jokihaaralle monipuolisesta tuesta työtäni kohtaan.

Tampereella lokakuussa 2006

# SISÄLLYSLUETTELO

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## ALKUSANAT

<b>SISÄLLYSLUETTELO</b> .....	<b>5</b>
<b>SANASTOA</b> .....	<b>7</b>
<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>8</b>
1.1 TIEDON KULKU .....	8
1.2 MATERIAALIVIRRAT.....	8
1.3 YRITYSKUVAUS .....	9
<b>2. TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET</b> .....	<b>10</b>
2.1 TIEDON KULKU .....	10
2.2 MATERIAALIVIRRAT .....	10
<b>3. LAITEPAKKAAMON NYKYTILANTEEN KUVAUS</b> .....	<b>11</b>
3.1 TIEDON KULKU .....	11
3.1.1 Pakkausprosessi.....	11
3.1.2 Tiedon siirto välineet .....	11
3.2 MATERIAALIVIRRAT .....	12
3.2.1 Laitepakkaamohallin rakenteellinen kuvaus.....	12
3.2.2 Laitepakkaamon hallin toimintojen kuvaus.....	13
3.2.3 Piha-alue.....	13
<b>4. LAITEPAKKAAMON ONGELMIEN KARTOITUS</b> .....	<b>14</b>
4.1 TIEDON KULKU .....	14
4.2 MATERIAALIVIRRAT .....	15
4.2.1 Pientavara.....	15
4.2.2 Työkalut ja koneet.....	15
4.2.3 Kevytrakenteet .....	16
4.2.4 Piha-alue.....	16
<b>5. TIEDON KULUN KEHITTÄMINEN</b> .....	<b>17</b>
5.1 KEHITYSKOHTEN VALINTA .....	17
5.2 TIETOKANTAJÄRJESTELMÄN VAATIMUSMÄÄRITTELY .....	17
<b>6. MATERIAALIVIRTOJEN KEHITTÄMINEN</b> .....	<b>18</b>
6.1 KEHITYSKOHTEN VALINTA .....	18
6.1.1 Materiaalivirtojen kehityskohteita laitepakkaamossa.....	18
6.2 LAYOUT-TEORIAA .....	19
6.3 LAYOUT-SUUNNITTELU .....	19
6.3.1 Rationalisointi.....	20
6.3.2 Tila-analyysi ja järjestelyt .....	20
6.4 LAYOUT-ANALYYSIMENETELMÄ .....	21
6.5 LAYOUT-VAIHTOEHDOT .....	22
6.5.1 Layout-vaihtoehto 1 .....	22
6.5.2 Layout-vaihtoehto 2 .....	25
6.5.3 Layout-vaihtoehto 3 .....	25
6.6 LAYOUT-KUSTANNUKSET .....	28
6.6.1 Layout-vaihtoehto 1 .....	28

6.6.2	Layout-vaihtoehto 2 .....	29
6.6.3	Layout-vaihtoehto 3 .....	31
6.7	PAKOKAASUNPOISTOJÄRJESTELMÄ .....	32
6.7.1	Nykytilanne ja ongelma.....	32
6.7.2	Parannusehdotus.....	33
6.7.3	Kustannuskohteita.....	33
<b>7.</b>	<b>TULOJSIEN ANALYSOINTI.....</b>	<b>34</b>
7.1	TIEDON KULKU .....	34
7.1.2	Vaatimusmäärittely.....	34
7.1.3	Informaatiovirrat .....	34
7.1.4	Informaation arkistointi.....	35
7.1.4	Informaatiotapojen määrä.....	35
7.1.5	Alihankkijat ja muut lähetykset.....	36
7.1.6	Käyttötapausesimerkit.....	36
7.2	MATERIAALIVIRRAT.....	36
7.2.1	Uudelleen organisointi.....	37
7.2.2	Apuvälineet .....	37
7.2.4	Purunpoisto.....	38
7.2.3	Layout-vaihtoehdot .....	38
<b>8.</b>	<b>PÄÄTELMÄT.....</b>	<b>40</b>
8.1	TIEDON KULKU .....	40
8.1.1	Jatkotoimenpiteet.....	40
8.2	MATERIAALIVIRRAT.....	41
8.2.1	Jatkotoimenpiteet.....	42
8.3	TAVOITTEET JA NIIDEN TOTEUTUMINEN .....	43
<b>9.</b>	<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>44</b>
<b>10.</b>	<b>LÄHDELUETTELO.....</b>	<b>45</b>
<b>11.</b>	<b>LIITTEET.....</b>	<b>46</b>

## SANASTOA

<b>Layout</b>	Lopputyössä käytetty nimike rakenteellisille pohjapiirroksille.
<b>Lean</b>	Toiminnanohjausjärjestelmä, joka on käytössä Sandvik Tamrock Oy:n Tampereen tehtaalla.
<b>JBA</b>	Sandvik SMC Distribution Ltd:n ja SMC Finland Ltd:n käyttämä maailmanlaajuinen tilausten hallintajärjestelmä. Varaosien hallintaan käytetään JBA-järjestelmää.
<b>Parts-rakennus</b>	Laitepakkaamohallin eteläpuolella sijaitseva rakennus, jossa työskentelee varaosahuollon henkilökunta.
<b>UG-huolinta</b>	Lyhenne UG tulee sanoista UnderGround eli maanalainen. UG-huolinta tarkoittaa tunnelilaitteiden eli maanalaisien porauslaitteiden huolintaa.
<b>SF-huolinta</b>	Lyhenne SF tulee sanoista Surface ja tarkoittaa pintaa. SF-huolinta tarkoittaa maanpäällisten porauslaitteiden huolintaa.

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tiedon kulku

Modernien automatisoitujen tehtaiden ja nykyaikaisen kehityksen myötä myös sähköinen tiedonsiirto on lisääntynyt huomattavasti. Informaation sähköinen dokumentointi, varastointi ja siirtäminen osapuolelta toiselle ovat tulleet helpommaksi ja nopeammaksi. Moderni teollisuus tarvitsee toimiakseen kehittyneet tiedonsiirtotavat ja tietojärjestelmät. Nykyaikaiset nopeat yhteydet mahdollistavat osapuolien välisen yhteydenpidon suurista välimatkoista huolimatta. Osapuolien tarpeiden mukaan rakennettavat tietokantajärjestelmät palvelevat eri toimintojen välityksellä käyttäjiään.

Jotta näihin haasteisiin pystyttäisiin vastaamaan nykypäivän liiketoimintamaailmassa, tulisi informaation olla sähköisessä muodossa ja tietojärjestelmien olla joustavia muiden järjestelmien suhteen. Se, mikä aikaisemmin oli oikea tapa dokumentoida asiakirjoja ja lähettää niitä osapuolelta toiselle, ei enää nykypäivän modernissa teollisuudessa välttämättä anna parasta mahdollista hyötyä. Nykyaikaisen ja joustavan tietojärjestelmän avulla tiedon siirto, arkistointi ja uudelleen etsintä on helppoa. /4/

## 1.2 Materiaalivirrat

Moderneissa tehtaissa materiaalivirtojen ohjaus on merkitsevässä asemassa nykytuotannossa. Tuotannon lisääntyessä yleensä myös tuotantotilojen tarve kasvaa. Sesonkiaikaisten pullonkaulatilanteiden myötä tuotantotilojen joustavuus on merkitsevässä asemassa. Tuotantotilojen rakenteiden, koneiden ja muiden kiinteää asennusta vaativien laitteiden sijoittelun suunnitteluun tulee varata riittävästi resursseja. Kiinteiden apuvälineiden korvaaminen liikkuvilla apuvälineillä lisää huomattavasti tuotantotilojen joustavuutta ja mahdollistaa pohjaratkaisujen muokkaamisen jälkeinpäin. Materiaalivirtojen suunnittelussa ja toimivien tuotantotilojen pohjaratkaisun löytämiseksi hyvänä apuvälineenä voidaan käyttää siihen tarkoitettuja mallintamis- ja visualisointiohjelmiä. /1/

### 1.3 Yrityskuvaus

Tamrock (entinen Tampella) on vuonna 1856 perustettu metalliteollisuuden konserni. Vuonna 1997 Sandvik AB hankki Tamrock Oy:n osakekannan ja Tamrock siirtyi ruotsalaisomistukseen. Nimeksi tuli Sandvik Tamrock Oy.

Vuonna 2006 Sandvik Tamrock Oy:n uudeksi nimeksi tuli Sandvik Mining and Construction Oy. /6/

**SMC Sandvik Mining and Construction** valmistaa laitteita mineraalien louhintaan, murskaukseen ja seulontaan. Suurin asiakaskunta on kaivoskonsernit ja rakennusteollisuus. /6/

**Sandvik Rock Processing** liiketoiminta-alueena on liikuteltavien murskaus- ja seulonta-asemien valmistaminen ja toimittaminen kaivos- ja urakointiteollisuudelle. Myös pienempien murskaus- ja seulontalaitteiden, sekä mineraalien syöttimien tuotanto kuuluu kyseiselle yritykselle. /6/

**Sandvik Tamrock** on johtavia maanpäälliseen ja maanalaiseen kallion poraukseen tarkoitettujen laitteiden valmistaja. Laajaan tuotevalikoimaan kuuluu poraukseen, rikotukseen, rakenteiden purkamiseen, sekä louhintamineraalien siirtoon tarkoitettuja Laitteita. Myös kallionporauskalusto, varaosien myynti ja huoltotoiminta kuuluvat yhtiön toimintaan. Sandvik Tamrock Oy:n tehtaat sijaitsevat Tampereella, Lahdessa ja Turussa. Insinööriyöni tein Tampereen tehtaalle. /6/

## 2. Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Tämä työ käsittelee Sandvik Tamrock Oy:n Tampereen tehtaan laitepakkaamon kehitysprosessia. Työn keskeisimpänä tarkoituksena on laitepakkaamoon suunniteltavan tietokantajärjestelmän vaatimuksien selvittäminen ja niiden dokumentoiminen. Lisäksi työn tarkoituksena on laitepakkaamon materiaalivirtojen kehittäminen. Kyseisten kehityskohteiden myötä kokonaistavoitteena on laitepakkaamon läpimenoajan lyhentäminen.

### 2.1 Tiedon kulku

Tietokantajärjestelmän perustarkoituksena on kehittää laitepakkaamon henkilökunnan ja muiden pakkausprosessin osapuolien välistä tiedon kulkua. Tietojärjestelmän tavoitteena on myös nopeuttaa ja helpottaa pakkausprosessia. Siirryttäessä käyttämään tietojärjestelmää saadaan muutettua myös mappiarkistointi nykyaikaiseen sähköiseen muotoon. Pakkausprosessissa käsiteltävän paperin määrä saadaan minimoitua siirryttäessä faksi-siirtotavasta sähköiseen tiedonsiirtoon. Tällöin myös manuaalisen tiedon syöttäminen vähenee. Tietokantajärjestelmän vaatimuksien löytäminen ja osapuolien vaatimat tarpeet selvitetään työssä ja tietokantajärjestelmä tekninen toteutus voidaan suunnitella opinnäytetyön avulla.

### 2.2 Materiaalivirrat

Tamrock Sandvik Oy:n laitepakkaamon materiaalivirtojen kehitysprosessissa paneudutaan laitepakkausta ja varaosien pakkausta hidastavien tekijöiden löytämiseen. Työ käsittelee laitepakkaamon koneiden ja apuvälineiden sijoittelun merkitystä pakkausprosessiin sekä varastoinnin järjestelmällisyyttä. Laitepakkaamon materiaalivirtojen kehityksen myötä tarkoituksena on löytää joustava pohjaratkaisu (layout) laitepakkaamoon sekä parantaa myös tehtaan piha-alueen materiaalivirtojen ohjausta. Myös lähetystä odottavien ja saapuvien tavaroiden sijoituspaikkoihin laitepakkaamossa kiinnitetään entistä enemmän huomiota. Tarkoituksena on löytää toimiva ja joustava pohjaratkaisu laitepakkaamoon sekä selvittää materiavirtoja haittaavat ulkopuoliset tekijät.

## 3. LAITEPAKKAAMON NYKYTILANTEEN KUVAUS

### 3.1 Tiedon kulku

#### 3.1.1 Pakkausprosessi

Laitepakkaamossa pakkausprosessi alkaa työtehtävälisan selauksella ja toimitus-sisältölistan tulostuksella. Toimitus-sisältölistasta selviävät tiedot pakattavista tavaroista. Erikoistapauksissa lähetyksen sisältö saattaa tulla suullisella ilmoituksella tai sähköpostin välityksellä. Tavaroiden tai laitteiden pakkauksen jälkeen niiden pakkaaja laatii pakkaustiedot ja lähettää ne faksilla huolintaan. Huolinnan henkilöstö laatii tarvittavat lähetyspaperit ja toimittaa ne niille varattuihin lokeroihin. Pakkaamon henkilökunta noutaa lähetyspaperit lokerosta ja laittaa ne kyseisien lähetyksien mukaan. Kuljetuksen haettua tavarat syöttävät pakkaajat kyseisien lähetyksien lähetystiedot Excel-tietokantaan. Excel-tietokannasta lähetyksien seuranta on mahdollista. Tuotannon esimiehet voivat laskea tietokannasta pakkaamon henkilöstölle kuuluvat palkkiopalkkaukset.

#### 3.1.2 Tiedon siirto välineet

Laitepakkaamossa tiedon kulku hoidetaan monella eri tavalla. Materiaalia siirretään paperilla faksimuodossa ja myös jalkaisin jossain tilanteissa. Informaation kulkua hoidetaan myös puhelimen ja sähköpostin välityksellä. Sähköinen Excel-tietokanta on rakennettu tuotannon ja laitepakkaamon välille lähetystietojen arkistointia varten.

## 3.2 Materiaalivirrat

### 3.2.1 Laitepakkaamohallin rakenteellinen kuvaus

Laitepakkaamohalli on yksi osa Sandvik Tamrock Oy:n Tampereen tehtaan tuotantotiloista. Pakkaamohallin pituus on 36 m, leveys 22 m ja korkeus 18 m. Väliseinä tuotannon puoleisella seinällä on peltiä, ja seinän yläosa vapaana tuotannon puolelle. Hallin yläosaan on rakennettu rakennekalkit, joiden päällä laitepakkaamossa käytössä kaksi siltanosturia. Siltanosturit ovat nostokapasiteetiltaan 30 tonnia kappale. Toimisto ja kahvitila kuuluvat samaan erilliseen kevytelementeistä valmistettuun tilayhdistelmään, joka on rakennettu metallisten rakennekalkkien päälle sahauspisteen yläpuolelle. Alakertaan pakkaajille on rakennettu pieni toimisto. Sahauspiste ja rullakuljetin on sijoitettu laitepakkaamohallin eteläpäätyyn lähelle ovea. Puutavaravarasto sijaitsee samassa päädyssä hallin ulkopuolella. Hallin rakenteellinen pohjapiirroskuva on havainnollistettu AutoCad-2D muodossa. (Liite 2.)

### 3.2.2 Laitepakkaamon hallin toimintojen kuvaus

Materiaalivirtojen nykytilanne laitepakkaamossa on melko sekava. Saapuville ja lähteille tavaroille ei ole tiettyjä paikkoja. Tavarat laitetaan odottamaan lähetystä keräilijöiden toimesta vapaaseen mahdolliseen paikkaan. Pienpakkaukselle on varattu erillinen alue, mutta tarkka aluerajaus puuttuu. Porauslaitteiden pakkauspaikka vaihtelee laitepakkaamon vapaan tilantarpeen mukaan. Joustavuuden laitteiden pakkausalueeseen tuo koko hallin pituudella liikkuva siltanostin, jonka avulla laitepakkaus yleensä suoritetaan. Tuotantohallista tuleva ovi on keskellä laitepakkaamon hallia. Tämän oven kautta pakkaamoon tulevat tuotannosta saapuvat tavarat. Laitepakkaamosta on suora käynti laitteiden viimeistelytilaan pakkaushallin pohjoispäädystä. Laitteiden ajo tätä reittiä viimeistelystä pakkaamoon on myös mahdollista, mutta melko harvinaista käytävän ahtauden vuoksi. Laitepakkaamon toisesta päädyssä on iso 5 m\*6 m nosto-ovi, josta sisään ajetaan laitteiden lisäksi puoliperäajoneuvot, joihin laitteet pakataan, sekä pakattavat porauskanget. Laitteiden pakkaus tapahtuu enimmäkseen sisätiloissa. Ulkotiloissa laitteiden pakkaus tapahtuu silloin, kun porauslaitteet ajetaan rampilta suoraan yhdistelmäajoneuvoihin.

### 3.2.3 Piha-alue

Tampereen tehtaan laitepakkaamon piha-alueen järjestys on melko sekava, ja piha-alueella säilytettävä tavara sijoitellaan yleensä vapaan tilan mukaan. Suojakatoksessa ja laitepakkaamolle varatulla piha-alueella säilytetään myös muiden osapuolien sekalaista tavaraa. Nykyinen puutavaravarasto sijaitsee piha-alueen katoksessa, pakkaamohallin eteläpäädyssä. Laitepakkaamohallin itäisen reunan katoksessa säilytetään sekalaisia kuljetuslaatikoita, sekä siellä on myös raskaan trukin suojapaikka. Piha-alueen itäisellä reunalla säilytetään valmiita lähetyksiä ja porakankia. Myös korkeudeltaan säädeltävä ajoramppi on rakennettu piha-alueen itäiselle reunalle.

(Liite 3.)

## 4. LAITEPAKKAAMON ONGELMIEN KARTOITUS

### 4.1 Tiedon kulku

Laitepakkaamossa tiedon kulkuun liittyviä ongelmia on monia. Tiedon kulkutapoja on erilaisia, ja siirrettävän informaation katoaminen matkalla on mahdollista. Tiedon päätyminen oikeaan kohteeseen vaatii varmistuksen henkilöltä, koska varsinaista tietojärjestelmää ei ole käytössä. Puhelimitse välitettävä tieto vaatii tiedon kirjaamisen laitepakkaamossa ja siihen kuluu huomattava määrä aikaa. Tiedon siirtäminen faksilla on hidasta, ja vastaanottajan ja lähettäjän välinen kommunikointi joudutaan hoitamaan puhelimen välityksellä. Faksia käytettäessä kuluu myös erittäin paljon paperia, ja arkistointi joudutaan hoitamaan kansioiden avulla, mikä vie varastointitilaa.

Tuotannon ja laitepakkaamon välinen informaation kulku hoidetaan nykypäivänä lähinnä puhelimella. Epäselvissä tilanteissa lisäinformaatiota käydään kysymässä myös jalkaisin tuotannon puolelta. Jossain tapauksissa tuotannosta tulevien laitteiden mukaan laitetaan erikoisohjeita pakkausta varten, jos kuljetustapa tai jokin muu syy sitä vaatii. Tietoa ei ole aina saatavilla, ja sen tarkistaminen vie aikaa ja pakkausresursseja huomattavasti.

Laitepakkaamon ja huolinnan välinen informaation kulku toimii puhelimen ja faksin välityksellä. Listojen lähetys faksien välityksellä vie aikaa ja paperin määrä kasvaa suureksi. Lisäinformaation tai erikoisohjeiden antamiseen käytetään puhelinta ja sähköpostia. Joissain tapauksissa joku henkilö käy laitepakkaamossa kertomassa pakattavat tavarat ja pakkausta koskevat erityisvaatimukset.. Tämä vie aikaa ja resursseja muilta työtehtäviltä. Tiedot kirjataan usein paperille, ja katoamisen mahdollisuus kasvaa huomattavasti. Huolinnan laatimat valmiit kollimerkit ja lähetyspaperit viedään lokeroon, josta laitepakkaamon henkilöt hakevat ne. Paperien saapumishetkeä lokeroon ei tiedetä, ja ylimääräisiin käynteihin lokerolla kuluu pakkaajien aikaa.

## 4.2 Materiaalivirrat

Laitepakkaamon yleisilme on sesonkiaikana melko sekava ja tavaroiden sijoittelu määräytyy vapaan tilan mukaan. Tavaroiden ja työkalujen tarkat varastointipaikat puuttuvat pakkaamohallista.

### 4.2.1 Pientavara

Tuotannosta saapuva pientavara tuodaan usein paljon aikaisemmin laitepakkaamoon kuin se lähetetään eteenpäin. Tämä lisää varastoitavan tavaran määrää laitepakkaamossa. Laitepakkaamon fyysisten mittojen ollessa nykytilanteeseen nähden liian pienet tekee ylimääräisten tavaroiden sijoittelu laitepakkaamosta erittäin ahtaan työskentelytilan. Tavaroiden välisijoituspaikka on yleensä lattialla, koska varsinaista hyllytilaa on vähän pakkaamohallissa. Lattialla lojuvat tavarat vievät työskentelytilaa pakkaajilta ja ovat siirreltävien porauslaitteiden tiellä. Pientavaran ja muun sekalaisen saapuvan tavaran määrä on laitepakkaamossa ajoittain runsasta, ja näin pienten pakettien katoaminen suureen tavaramäärään on mahdollista. Myös pientavaran etsimiseen kuluu aikaa silloin, kun se myöhäisemmässä vaiheessa tarvitaan pakattavaksi laitteen tai kokoonpanon mukaan.

### 4.2.2 Työkalut ja koneet

Työkaluja varten pakkaamohalliin on varattu työkaluteline. Työkalutelineessä ei ole pyöriä, mikä vaikeuttaa sen siirtämistä työskentelykohteen viereen. Työkalujen hakemiseen menee ylimääräistä aikaa. Nostoapuvälineiden varastointipaikat eivät ole tarkat, ja varastointipaikan puute näkyy myös tällä osa-alueella. Sahauspiste on pienpakkaustilan vieressä, ja sahauksesta tuleva ääni häiritsee pienpakkausalueella työskenteleviä henkilöitä. Valmistettaessa kuljetuslaatikoita porakangille tai pakattaessa pientavaroita tarvittaisiin nostopöytä helpottamaan pakkausta. Työskentelykorkeuden ollessa lattiatasossa tulee työstä epäergonominen ja selkäsairauksien mahdollisuus kasvaa.

### 4.2.3 Kevytrakenteet

Toimisto ja kahvittila eivät vie lattiapinta-alaa, koska ne on rakennettu metallisten tukirakenteiden päälle ”toiseen kerrokseen”. Toimenpide mahdollistaa alapuolella olevan työskentelytilan hyväksikäyttämisen. Pakkaamohallin pientoimisto on rakennettu keskiosaan hallin reunaan. Toimiston nykytilanteen mukaan se vie suuren osan pienpakkausalueen tilasta. Maalaustarvikehyllyn ollessa pienpakkausalueella tulee työskentelytilasta erittäin ahdas. Pesurakennus vie pakkaamohallin tuotantoseinän puoleiselta osalta erittäin suuren tilan, ja sen sijoittamista laitepakkaamoon tulisi välttää.

### 4.2.4 Piha-alue

Laitepakkaamon piha-alueelle sijoitettavan tavaran paikka määräytyy pakkaajien kokemuksen perusteella eli tarkat aluerajaukset puuttuvat. Piha-alueella lähetystä odottavilta porakangilta puuttuu sade- ja lumisuoja. Talviaikana lumen sulattamiseen menee huomattava määrä aikaa, ennen kuin porakanget voidaan pakata. Piha-alueen yleisilme on myös melko sekava, ja Parts-rakennuksen varastoimat tavarat sijoitetaan laitepakkaamolle varatulle alueelle. Porauslaitteille tarvittaisiin myös suojakatos, jossa niitä voitaisiin säilyttää suojassa viimeistelyn ja pakkaukseen saapumisen välisen ajan.

## 5. TIEDON KULUN KEHITTÄMINEN

### 5.1 Kehityskohteen valinta

Laitepakkaamon kehityskohteeksi tuli tietokantajärjestelmän rakentaminen. Opinnäytetyö käsittelee tietokantajärjestelmän vaatimuksien selvittämistä. Vaatimuksia ovat tietokantajärjestelmässä liikkuvien asioiden esilletuominen. Lisäksi vaatimusmäärittelyssä havainnoidaan käyttäjäryhmää sekä sen tehtäviä tietojärjestelmän suhteen. Tietokantajärjestelmän teknisessä toteutuksessa käytetään tekemääni vaatimusmäärittelyä apuna. Laitepakkaamon tietokantajärjestelmän tekninen toteutus tapahtuu opinnäytetyömuodossa tai tilaustyönä ohjelmistopuolen yrityksestä. Tietokantajärjestelmä tulisi palvelemaan laitepakkaamon henkilökuntaa sekä muita laitepakkaamon kanssa työskenteleviä osapuolia.

### 5.2 Tietokantajärjestelmän vaatimusmäärittely

Ohjelmistoprojektivalmistus voidaan jakaa viiteen eri osa-alueeseen: vaatimusmäärittely, suunnittelu, toteutus, testaus ja ylläpito. /3;8/

Vaatimusmäärittely on onnistuneen ohjelmistoprojektin tärkeimpiä työvaiheita. Ohjelmistoa koskevien vaatimuksien löytäminen on haastavaa, ja siihen kannattaa varata riittävästi työresursseja. Vaatimusmäärittelyssä määritellään järjestelmää koskevat rajoitukset ja saavutettavat tavoitteet. Tietojärjestelmää käyttävien osapuolien ja käyttäjien roolit ja työtehtävät käsitellään tarkasti. Henkilöiden vastuut ja tehtävät priorisoidaan ohjelmiston osalta. Vaatimusmäärittelyssä kuvataan myös työnkulkua ja ohjelmiston käyttötapoja. Lisäksi kuvataan tietojärjestelmässä kulkevan datan rakennetta. /3;8/

Opinnäytetyössä tehtiin pakkaustietokannasta vaatimusmäärittely(Liite 1.), jossa havainnoitiin tietojärjestelmää koskevat toiminnot.

## 6. MATERIAALIVIRTOJEN KEHITTÄMINEN

### 6.1 Kehityskohteen valinta

Kehityskohteeksi tuli laitepakkaamon materiaalivirtojen parantaminen eli nykyisen layout-pohjaratkaisun kehittäminen ja suunnittelu. Tarkoituksena on löytää toimiva ja joustava pohjaratkaisu laitepakkaamohalliin. Työssä käsitellään koneiden, laitteiden ja apuvälineiden sijoittelua pakkaamohalliin. Tuotannosta pakkaamohalliin saapuvan materiaalin ajoittamiseen ja sen välivarastointiin keskitytään myös. Lisäksi tarkoituksena on parantaa työntekijöiden työergonomiaa ja viihtyvyyttä pakkaamohallissa.

#### 6.1.1 Materiaalivirtojen kehityskohteita laitepakkaamossa

Laitepakkaamon henkilöstön kokemusten mukana tuomat havainnot kirjattiin muistiin, ja mielipiteitä pohdittiin työnjohtajien kanssa. Kehityskohteiksi saatiin seuraavat toimenpiteet: /7/

- \* Työergonomian parantaminen
  - Pienpakkauksen työergonomia
  - Työskentelymelun vähentäminen
- \* Laitepakkaamossa olevan tavaran välivarastoinnin uudelleenorganisointi
- \* Työskentelytapojen kehittäminen
  - Työapuvälineiden nykyaikaistaminen
- \* Pakokaasunpoiston parantaminen
- \* Piha-alueen ulkopuolisten tavaroiden poistaminen pakkaamon alueelta
- \* Työturvallisuuden parantaminen
  - Meluhaittojen minimointi
  - Sahauspölypoiston parantaminen

## 6.2 Layout-teoriaa

Nykyaikaisen ja modernin tehtaan tulee vastata nopein toimituksin tilauksiin. Kasvaneen kilpailun myötä yleensä nopein toimittaja on vahvoilla tarjouskilpailussa. Nopea toimitus vaatii tuotantotiloilta nopean valmistuksen ja toimituksen asiakkaalle. Tämä asettaa erittäin korkeat vaatimukset tuotantotilojen suhteen. Tuotannon läpäisyäikää voidaan pitää tehokkaimpana mittarina, jolla voidaan mitata yrityksen kykyä vastata asiakkaan tarpeisiin. /1/

Sandvik Tamrock Oy:n Tampereen tehtaan laitepakkaamon nykyisen layoutin kehitys on osa tätä työtä. Toimivan layoutin suunnittelu on tärkeä kokonaisuus. Kokonaisuuteen liittyy paljon esivalmistelutyötä ja eri vaihtoehtojen tutkimustyötä. Suunnitteluun kannattaa tehdä erityisen huolellisesti ja apuna käyttää siihen tarkoitettuja ohjelmia. Nykyisiä suunnitteluohjelmia käytettäessä 3D-mallintaminen helpottaa lopullisen päätöksen tekoa, koska ohjelman avulla voidaan mallintaa tuotantoesimerkki ja näin nähdä miten pohjaratkaisut toimivat kyseenomaisissa tilanteissa. Layoutia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon myös monia rakentamiseen vaikuttavia seikkoja. Suunnitteluun ja toteutukseen vaikuttavat monet lainsäädännölliset, lupamenettely, kustannukselliset sekä ympäröivän toiminnan asettamat reunaehdot. /1/

## 6.3 Layout-suunnittelu

Nykyteollisuudessa pyritään nostamaan tuotantokapasiteettia tuotantotilojen pysyessä entisellään. Sesonkiaikaiset ruuhkatilanteet vaativat joustavuutta tuotantotiloilta. Koneiden, laitteiden ja työapuvälineiden siirtomahdollisuus lisää joustavuutta. Toimivan ja joustavan layout-ratkaisun löytäminen vaatii paljon suunnittelutyötä. Suunnitteluun kannattaa varata riittävästi aikaa ja resursseja. Monimutkaisten ja kalliiden rakenteiden ja koneiden hankintaa kannattaa välttää. Työpisteiden, koneiden, apuvälineiden ja rakenteiden suunnitteluun ja sijoitteluun kannattaa käyttää analyysimenetelmiä. Analyysimenetelmien avulla voidaan havaita mahdollisia ongelmatilanteita, joiden korjaaminen suunnitteluvaiheessa on huomattavasti helpompaa ja halvempaa kuin valmiissa pohjaratkaisussa. /2/

### 6.3.1 Rationalisointi

Rationalisointi tarkoittaa kaiken toiminnan järkipäätämistä tehtaalla: luodaan kokonaiskuva normaalista työtilanteesta ja rakennetaan tarvittavat puitteet tehtävän läpiviemisen suhteen. /7/

Tuotannon kannalta tämä tarkoittaa seuraavia toimenpiteitä:

1. Luodaan työntekijöille viihtyisä ja turvallinen työympäristö
2. Luodaan joustavuutta ja muunneltavuutta työtiloihin (layout)
3. Eliminoidaan kaikki turha toiminta tuotantoalueilla

### 6.3.2 Tila-analyysi ja järjestelyt

Tuotantoa suunniteltaessa tai organisoitaessa uudelleen prosessi sopii usein kolmannekseen siitä tilasta, mikä sillä oli aikaisemmin. /7/

Suunnittelussa huomioidaan seuraavat asiat:

#### 1. Turvallisuus ja viihtyisyystekijät

\*Eri toimilaitteiden, koneiden ja apuvälineiden vaatima todellinen tila

\*Valaistus, siisteys ja järjestys

#### 2. Tarvittavien varastotilojen määrä eri

\*Varastointimenetelmillä

\*Tuoterakenteilla

\*Volyymeilla

#### 3. Tyhjän tilan määrä verrattaessa käytetyn tilan määrään

#### 4. Tilakustannukset

\*Rakenteelliset kustannukset

\*Hankintakustannukset

## 6.4 Layout-analyysimenetelmä

Tila-analyysimenetelmän avulla voidaan suunnitella ihanteellinen pohjaratkaisu tuotantotilaan ja löytää eri toimintojen toisilleen aiheuttamat haittatekijät. Näin voidaan suunnitteluvaiheessa jo eliminoida mahdolliset virhetekijät.

Analyysimenetelmän avulla etsitään laitteiden, koneiden ja rakenteiden paikat tuotantotiloissa. Jos työpisteeltä toiselle olevalla välimatkalla on haittavaikutuksia työn kannalta, merkitään se analyysitaulukkoon. Aluksi taulukkoon määritetään, mitkä työpisteet, toiminnot ja koneet saavat olla lähellä, ja missä läheisyydestä on haittaa. Tutkittaessa esim. tietokoneen ja puhelimen välistä läheisyystarvetta (taulukko 1.), merkitään se työtehtävien mukaan kirjaimella A eli läheisyys välttämätön. Taulukko täytetään kokonaan tehtävien, koneiden ja apuvälineiden osalta. Seuraavaksi luodaan layout-ehdotukset taulukon avulla. Jos tuotantotiloja organisoidaan uudestaan vanhoihin tiloihin, asettavat vanhat rakenteet omat vaatimuksensa suunnitteluun. /9/

Taulukko 1. Tila-analyysimenetelmä

		Läheisyys	
Tietokone	A <sub>1</sub>	Välttämätön	A
Puhelin	U <sub>1</sub>	Ehdottoman tärkeä	E
Puumateriaalivarasto	X <sub>1</sub> U <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	Tärkeä	R
Sahauspiste	E <sub>4</sub> H <sub>6</sub> H <sub>1</sub>	Eduksi	H
Laitepakkausalue	R <sub>2</sub> X <sub>1</sub> H <sub>1</sub> X <sub>5</sub>	Ei merkitystä	U
Pienpakkausalue	H <sub>2</sub> X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>5</sub>	Vältettävä läheisyyttä	X
Saksipöytä	H <sub>1</sub> H <sub>2</sub> X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>5</sub>		
Naulainkone	E <sub>1</sub> R <sub>5</sub> X <sub>2</sub> H <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>5</sub>		
Työkalut	E <sub>1</sub> E <sub>1</sub> E <sub>5</sub> H <sub>6</sub> U <sub>4</sub> U <sub>5</sub> X <sub>5</sub>		
Kevyt nostin	R <sub>6</sub> R <sub>6</sub> H <sub>6</sub> U <sub>2</sub> X <sub>1</sub> X <sub>5</sub> X <sub>5</sub>		
Raskas nostin	R <sub>1</sub> R <sub>6</sub> E <sub>6</sub> A <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> U <sub>1</sub>		
Nostoapuvälineet	U <sub>1</sub> U <sub>6</sub> H <sub>6</sub> X <sub>5</sub> X <sub>5</sub> X <sub>2</sub> E <sub>4</sub> A <sub>6</sub>		
Pien trukki	U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>6</sub> U <sub>2</sub> H <sub>5</sub> X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> X <sub>6</sub>		
Raskas trukki	U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>6</sub> U <sub>2</sub> H <sub>5</sub> X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> X <sub>6</sub>		
Nosto-ovi ulos/sisään	U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>6</sub> U <sub>2</sub> H <sub>5</sub> X <sub>2</sub> X <sub>4</sub> X <sub>6</sub>		
Toimisto	E <sub>6</sub> U <sub>1</sub> U <sub>5</sub> X <sub>1</sub> X <sub>5</sub>		
	U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>5</sub>		
	U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>1</sub> U <sub>5</sub>		
	H <sub>6</sub> X <sub>3</sub>		
	H <sub>3</sub>		

  

Peruste	
Henkilöstön mielipide	1
Materiaali liikenne	2
Henkilö liikenne	3
Melu	4
Turvallisuus	5
Työn kulku	6

## 6.5 Layout-vaihtoehdot

Seuraavassa luvussa käsitellään layout-vaihtoehtoja. Eri vaihtoehtojen valintaan vaikuttaa niiden toteutukseen vaadittavien kustannuksien suuruus. Nykyisiä laitepakkaamotiloja uudelleen organisoitaessa rajoittavina tekijöinä ovat rakennuksen fyysiset rajoitukset eli rakennekalkit ja tukirakenteet. Prioriteettijärjestyksessä seuraavana tulevat maalauskammiot, koska myös niiden siirtäminen on rahallisesti erittäin kallista. Muiden laitepakkaamon kiinteiden varusteiden siirtäminen on mahdollista kohtuullisin kustannuksin. Suunniteltaessa ja muutettaessa jonkin laitteen paikkaa tulee huomioida kiinnittää investoitujen kustannuksien määrän ja siitä saadun hyödyn suhteeseen.

### 6.5.1 Layout-vaihtoehto 1

#### 6.5.1.1 Laitepakkaamon sisäalue

Layout-vaihtoehto 1:ssä on huomio kiinnitetty keskeisimpiin asioihin, joiden avulla voidaan saavuttaa pienillä muutoksilla sujuvuutta ja järjestelmällisyyttä laitepakkaamoon

Tuotannonpuoleiselle seinälle rakennettaisiin varastohylly. Hyllystöä voitaisiin käyttää lähetyistä odottavien komponenttien välivarastona sekä nostoapuvälineiden ja muiden pakkaamossa käytettävien työkalujen varastopaikkana.

Varastohyllyyn määrättäisiin tietyt paikat varastoitaville osille. Tavaroiden lastaaminen ja etsiminen olisi nopeaa ja lattiapintatilaa tulisi nykyistä enemmän tavaroiden siirrettyä lattialta hyllyyn. Varastohylly tulisi jatkumaan maalauskamion päätyyn asti pesurakennuksen päälle. Päivittäiskäytössä olevat maalaustarvikkeet sijoitettaisiin maalausrakennukseen tehtävään hyllykköön, muut maalaustarvikkeet sijoitettaisiin kuormalavalle ja nostettaisiin trukilla laitepakkaamon varastohyllystään pesurikopin päälle.

Laitepakkaamon pienpakkausalueen ja sahauspisteen betonilattia tulisi päällystää vaalealla kulutusta kestäväällä päällysteellä. Toimenpide lisäisi valoisuutta ja näin työntekijöiden työergonomiaa. Lattia olisi myös helpompi pestä ja pitää pölypuhtaana.

Pientavarapakkausaste pysyisi aikaisemmalla paikalla, mutta sen pinta-ala kasvaisi ja työraajat selkeytyisivät. Lisäyksenä olisi paineilmakäyttöinen ja pyörillä varustettu saksinosturi. Saksinosturi helpottaisi pientavaroiden pakkausta ja parantaa työergonomiaa. Käsiteltävät kappaleet saataisiin nostettua oikeaan työkorkeuteen henkilön pituudesta riippumatta eikä paineilmatyökalujen aiheuttama pöly ei nousisi haittakorkeuteen asti.

Työkaluille investoitaisiin pyörillä varustettu työkalukärry, jota olisi helppo siirtää työpisteen mukaan tai tilan puutteen takia. Työkalut olisivat aina lähellä, ja ne olisi helppo siirtää sivuun työtehtävän päätyttyä. Työkalukärryille tulisi laitepakkaamossa tietty paikka. Työkalukärryt varustettaisiin lukoilla. Näin ennaltaehkäistäisiin työkalujen häviäminen muiden osastojen puolelle.

Pakkaushallin pieni toimisto siirrettäisiin 5 m kohti sahauspistettä. Toimiston siirto parantaisi pienpakkausalueen rajausta, ja pienpakkausalueesta tulisi isompi kokonaisuus. Lisäksi toimiston siirtyessä sahauspisteen ja pienpakkausalueen väliin pienentyisi myös sahauspisteeltä tuleva melu pienpakkausalueella.

Pientrukin vaihtoehtoisia lataus/säilytyspaikkoja tulisi layout-kuvan mukaan kaksi. Toinen paikka tulisi ulkoseinällä olevan nosto-oven viereen ja toinen toisen maalausammion päätyyn. Vaihtoehtoiset paikat lisäisivät joustavuutta laitepakkaamoon, ja trukin latauspaikat voisivat toimia tilapäisinä työtiloina tarvittaessa.

Layout-vaihtoehto 1:n sisäalueen pohjapiirroskuva on havainnollistettu AutoCad-2D-muodossa.

(Liite 4.)

### 6.5.1.2 Laitepakkaamon piha-alue

Luvussa käsitellään ja havainnoidaan layout-vaihtoehto 1:n piha-alueen tilaratkaisuja.

Raskaan trukin lämmitys- ja suojapaikka on siirretty nykyisen puutavaravarastoon.

Nykyiseen suojakatokseen tulisi ulkomaan lähetystä odottavien osien ja komponenttien säilytyspaikka. Osia säilytettäisiin varastohyllyssä, jolloin vapautunut maapinta-ala tulisi laitesuojan käyttöön. Katos toimisi mitoiltaan pienempien (Commando) porauslaitteiden suojana vedeltä ja lumelta. Katoksesta rajattaisiin alue myös alihankkijoilta saapuville ja lähteville tavaroille.

Maalaustarvikevarasto pysyisi ennallaan, samoin lastaus-sillan paikka. Uusi pesuritila rakennettaisiin maalaustarvikevaraston viereen pohjoispuolelle.

Uusi katosrakennus tulisi Parts-rakennuksen pohjois-seinälle. Katokseen tulisi laitesuoja raskaille porauslaitteille. Laitteet olisivat suojassa vedeltä ja lumelta. Katokseen sijoitettaisiin myös saapuva tavara sekä laitepakkaamoon saapuvat porakanget.

Puutavaralavojen säilytyspiste tulisi itäreunalle laitepakkaamohallin ja Parts-rakennuksen väliin. Viereen tulisi hiekkasepelipisteen sijoituspaikka.

Layout-vaihtoehto 1:n piha-alueen pohjapiirroskuva on havainnollistettu AutoCad-2D-muodossa. (Liite 5.)

## **6.5.2 Layout-vaihtoehto 2**

### **6.5.2.1 Laitepakkaamon sisäalue**

Layout-vaihtoehto 2:ssa tilaratkaisut ovat vastaavat kuin layout-vaihtoehto 1:ssä, mutta pesurirakennus siirtyisi ulkotilaan nykyisen maalaustarvikevaraston viereen. Pesurirakennuksen siirto mahdollistaisi isomman varastohyllystön rakentamisen laitepakkaamoon ja lisäisi työtilaa pakkaamossa

Layout-vaihtoehto 2:n sisä-alueen pohjapiirroskuva on havainnollistettu AutoCad-2D- muodossa. (Liite 6.)

### **6.5.2.2 Laitepakkaamon piha-alue**

Layout-vaihtoehto 2:ssa tilaratkaisut ovat vastaavat kuin layout-vaihto 1:ssä, mutta pesurirakennus on entisellä paikallaan. Piha-alueen osalta pesurirakennus sijoitettaisiin maalaustarvikevaraston viereen pohjoispuolelle.

Layout-vaihtoehto 2:n piha-alueen pohjapiirroskuva on havainnollistettu AutoCad-2D-muodossa. (Liite 7.)

## **6.5.3 Layout-vaihtoehto 3**

### **6.5.3.1 Laitepakkaamon sisäalue**

Layout-vaihtoehto 3:n tilaratkaisuissa on tehty rakenteellisia muutoksia. Laitepakkaamon yleisilme muuttuu radikaalisti ja työtehtävien mukaiset aluerajaukset ovat selvempiä.

Tuotannonpuoleiselle seinälle pientruikin nykyisen latauspaikan kohdalle tulisi uudet kevytrakenteiset tauko- ja toimistotilat. Tiloissa olisi myös saniteettitilat. Rakennus olisi kaksikerroksinen, jolloin tauko- ja toimistotilat olisivat yläkerrassa ja saniteettitilat alakerrassa. Toimiston siirtäminen tuotannonpuoleiselle seinälle parantaisi aluerajauksia työtehtävien mukaan. Vanha toimistorakennus purettaisiin. Pesurirakennus siirtyisi ulos maalausrakennuksen viereen.

Pienpakkausalue pysyisi nykyisellä kohdallaan. Pienpakkausalueen läheisyys puutavaravarastoon kohden parantaisi pakkausmateriaalien hakua.

Pienpakkausalueen lattia tulisi päällystää kulutusta kestäväällä vaalealla materiaalilla. Toimenpide lisäisi valoisuutta laitepakkaamossa.

Tuotannosta tulevien komponenttien sijoituspaikka tulisi tuotannon puoleiselle seinälle vanhan pesurirakennuksen tilalle. Pesurirakennus siirtyisi ulos maalausrakennuksen viereen. Toimistotilojen viereen jäävä alue tulisi lähetyistä odottavan tavaran käyttöön. Osat ja komponentit olisi mahdollista siirtää siihen varatuille hyllystöpaikoille, jolloin lattiapinta-ala tulisi lisää sesonkiaikaiselle laitepakkaukselle.

Varastohylly tilaa tulisi laitepakkaamohallin itäseinälle, tuotannon puoleiselle seinälle sekä puutavaravarastoon.

Pakkaamohalliin tulisi myös toinen 5-6 m levyinen nosto-ovi vanhan nosto-oven viereen. Ovi mahdollistaisi kahden kuljetusauton sisäänajon yhtä aikaa, jolloin pakkauskapasiteetti pystyittäisiin tuplaamaan.

Nykyisen ulkokatoksen tilalle rakennettaisiin puunkäsittelytila, joka toimisi myös laitesuojana. Hallissa tapahtuisi pakkauksessa käytettävän puun alkukäsittely, jolloin puun sahaus ja varastointi erotettaisiin nykyisestä pakkaamohallista. Toimenpiteen myötä laitepakkaamon melu pienentyisi sekä sahauspölyn määrä saataisiin pienenemään. Halliin tulisi nykyinen rullakuljetin ja vannesaha. Hallissa sahattaisiin puulaatikoiden materiaalit valmiiksi, ja laatikot koottaisiin vaihtoehtoisesti puutavarahallissa tai pakkaamohallin puolella. Lisäksi hallin itäseinälle tulisi hyllystö puutavaran varastointia varten. Tilaa olisi mahdollista käyttää myös laitesuojana. Halli varustettaisiin lämpöpuhaltimin, jolloin sitä olisi mahdollista käyttää myös pakkaustilana sekä muuna työtilana tarvittaessa. Peruskäytössä tilaa ei lämmitettäisi, vaan se toimisi kylmähallina.

Layout-vaihtoehto 3:n piha-alueen pohjapiirroskuva on havainnollistettu AutoCad-2D muodossa.

(Liite 8.)

### 6.5.3.2 Laitepakkaamon piha-alue

Layout-vaihtoehto 3:een tulee piha-alueen osalle pieniä muutoksia.

Nykyinen puutavaravarasto poistetaan ja laitepakkaamohalliin tulee toinen ovi kyseiselle paikalle.

Uuden puutavaravaraston toinen sisäänkäynti tulee myös nykyisen puutavaravaraston kohdalle. Vaihtoehtoinen sisäänkäynti puutavaravarastoon tulisi hallin pohjoispäätyyn.

Puutavaravaraston ja maalaustarvikevaraston väliin tulisi raskaan trukin lämmitys- ja suojapaikka.

Maalaustarvikevarasto pysyisi ennallaan, samoin ajorampin paikka. Uusi pesuritila rakennettaisiin maalaustarvikevaraston viereen pohjoispuolelle.

Uusi katosrakennus tulisi varasosarakennuksen pohjois-seinälle. Katokseen tulisi laitesuoja raskaille porauslaitteille. Laitteet olisivat suojassa vedeltä ja lumelta. Katokseen sijoitettaisiin myös saapuva tavara sekä laitepakkaamoon saapuvat porakanget.

Puutavaralavojen säilytyspiste tulisi itäreunalle laitepakkaamohallin ja varaosarakennuksen väliin. Viereen tulisi hiekkasepelipisteen sijoituspaikka.

Alihankkijoille menevien osien ja komponenttien säilytyspaikka tulisi myös puutavaravarastoon. Näin alihankkijoille menevät tavarat olisivat pois tieltä varsinaisessa pakkaushallissa. Lisäksi alihankkijoiden kuljetusten olisi helpompi hakea ne ennalta määritetystä paikasta.

Layout-vaihtoehto 3:n piha-alueen pohjapiirroskuva on havainnollistettu AutoCad-2D-muodossa. (Liite 9.)

## 6.6 Layout-kustannukset

Layout-suunnittelussa päähuomio keskittyy yleensä kehitysprojektissa käytettävien investointien määrään. Toimintaa organisoitaessa vanhoihin tiloihin, asettavat rakenteelliset mitat rajoituksia suunnitteluun ja toteutukseen. Tehdashallien uudisrakentamisen tuomat kustannukset ovat ratkaiseva tekijä päätöksen teossa. Uudelleen organisoitaessa tuotantoa jo olemassa olevaan tehtaaseen keskitytään yleensä pienillä muutoksilla saavutettuun hyötyyn. Näin pystytään minimoimaan myös investointikustannuksia. Seuraavissa luvuissa käsitellään kyseisien layouttien aiheuttamia kustannuskohteita. /1/

### 6.6.1 Layout-vaihtoehto 1

#### 6.6.1.1 Laitepakkaamon sisäalue

Layout-vaihtoehto 1:n toteutuksessa investoinnit kohdistuvat seuraaviin toimenpiteisiin.

Taulukko 2. Seuraavassa taulukossa on esitelty laitepakkaamon sisä-alueen investointikohteita.

Rakenteelliset kustannukset	<p><b>pikkutoimiston rakennus</b>  <i>*rakenteelliset</i>                      -toimistorungon rakennus  <i>*Järjestelmät</i>                      - lämpö,sähkö ja ilma                      - ATK</p> <p><b>vanhojen rakennuksien purkutyöt</b></p> <p><b>pesurikopin rakennus</b>  <i>*rakenteelliset</i>                      -pesurikopinrunгон rakennus  <i>*Järjestelmät</i>                      -lämpö, vesi, sähkö ja ilmastointi</p>
Hankintakustannukset	<p><b>saksipöytä</b>  <b>työkalukärry (lukittava)</b>  <b>pakokaasunpoisto</b>  <i>*jousikela (raanan päälle)</i>  <i>*poistoletku ja kertakäyttöiset pahviputket</i></p> <p><b>lattiapinnoite</b>  <b>varastohyllystö 8 m*3 m, 16 m*3 m</b>  <b>purunpoistomuri (uusi)</b></p>

### 6.6.1.2 Laitepakkaamon piha-alue

Laitepakkaamon piha-alueen investoinnit kohdistuvat seuraaviin toimenpiteisiin.

Taulukko 3. Seuraavassa taulukossa on esitelty laitepakkaamon piha-alueen investointikohteita.

Rakenteelliset kustannukset	<p><b>Parts-rakennuksen suojakatos(rakenteelliset kustannukset)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-<i>rungon rakennus</i></li> <li>-<i>kattomateriaalit</i></li> <li>-<i>pressuovet</i></li> <li>*järjestelmät</li> <li>-<i>valaistus</i></li> <li>-<i>ulkopistorasiat</i></li> <li>-<i>palojärjestelmät</i></li> </ul> <p><b>trukin lämmityspistokkeen siirto</b></p>
Hankintakustannukset	<p><b>porakankiteline katokseen</b></p> <p><b>hiekkasepelierotin</b></p>

### 6.6.2 Layout-vaihtoehto 2

#### 6.6.2.1 Laitepakkaamon sisäalue

Laitepakkaamon sisä-alueen investoinnit kohdistuvat seuraaviin toimenpiteisiin.

Taulukko 4. Seuraavassa taulukossa on esitelty laitepakkaamon piha-alueen investointikohteita.

Rakenteelliset kustannukset	<p><b>pikkutoimiston rakennus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*<i>rakenteelliset</i></li> <li>-<i>toimistorungon rakennus</i></li> <li>*<i>Järjestelmät</i></li> <li>- <i>lämpö, sähkö ja ilma</i></li> <li>- <i>ATK</i></li> </ul> <p><b>pikkutoimisto purku</b></p>
Hankintakustannukset	<p><b>saksipöytä</b></p> <p><b>työkälukärry (lukittava)</b></p> <p><b>pakokaasunpoisto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*<i>jousikela (raanan päälle)</i></li> <li>*<i>poistoletku ja kertakäyttöiset pahviputket</i></li> </ul> <p><b>lattiapinnoite</b></p> <p><b>varastohyllystö 1m*3m,3m*1m,16m*3m</b></p> <p><b>purunpoistomuri (uusi)</b></p>

### 6.6.2.2 Laitepakkaamon piha-alue

Laitepakkaamon piha-alueen investoinnit kohdistuvat seuraaviin toimenpiteisiin.  
 Laitepakkaamon piha-alueen vaihtoehto 2:n tilaratkaisut ovat samanlaiset kuin vaihtoehto 1:n.

Taulukko 5. Seuraavassa taulukossa on esitelty laitepakkaamon piha-alueen investointikohteita.

Rakenteelliset kustannukset	<b>Parts-rakennuksen suojakatos (rakenteelliset kustannukset)</b> - <i>rungon rakennus</i> - <i>kattomateriaalit</i> - <i>pressuovet</i> *järjestelmät - <i>valaistus</i> - <i>ulkopistorasiat</i> - <i>palojärjestelmät</i> <b>raskaan trukin lämmityspistokkeen siirto</b>
Hankintakustannukset	
	<b>porakankiteline katokseen</b> <b>hiekkasepelierotin</b>

### 6.6.3 Layout-vaihtoehto 3

#### 6.6.3.1 Laitepakkaamon sisäalue

Laitepakkaamon sisäalueen investoinnit kohdistuvat seuraaviin toimenpiteisiin.

Taulukko 6. Seuraavassa taulukossa on esitelty laitepakkaamon sisä-alueen investointikohteita.

<p>Rakenteelliset kustannukset</p>	<p><b>toimisto/taukotilan purku, pikkutoimiston purku</b>  <b>nykyisen pesurikonpin poisto</b>  <b>uuden pesurikonpin rakennus</b>  <i>*rakenteelliset</i>  <i>-pesurikonpinrunnon rakennus</i>  <i>*järjestelmät</i>  <i>-lämpö, vesi, sähkö ja ilmastointi</i>  <b>uuden toimiston rakennus</b>  <i>*rakenteelliset</i>  <i>-runkorakenne</i>  <i>-kevytrakenneseinät</i>  <i>*järjestelmät</i>  <i>- lämpö, vesi, sähkö ja ilma</i>  <i>- ATK</i>  <b>uuden oven rakennus laitepakkaamoon</b>  <i>*5 m x 5 m nosto-ovi</i>  <b>uuden puutavaravaraston/laitesuojan rakennus</b>  <i>*rakenteelliset</i>  <i>-runkorakenne</i>  <i>-kevytrakenteet</i>  <i>*järjestelmät</i>  <i>- lämpö, vesi ja sähkö</i>  <b>uuden oven rakennus puutavaravarastoon</b>  <i>*nosto-ovi 5 m x 5 m (eteläpääty, varustettu pikkuovella)</i>  <i>*nosto-ovi 5 m x 5 m (pohjoispääty, varustettu pikkuovella)</i>  <i>*nosto-ovi 4 m x 5 m (laitepakkaamo-puutavaravarasto)</i>  <b>henkilöoven rakennus pakkaamo-puutavaravarasto</b>  <b>lattiapinnoite pienpakkauksen osalta</b>  <b>raananostimen siirto pienpakkausalueelle</b>  <b>rullakuljettimen siirto puutavaravarastoon</b></p>
<p>Hankintakustannukset</p>	<p><b>pakokaasunpoisto</b>  <i>*jousikela (raanan päälle)</i>  <i>*poistoletku (raana-ulkoilma), kertakäyttöiset pahviputket</i>  <b>työkalukärry( lukittava )</b>  <b>laitepakkaamon varastohyllyt, työkalukärry</b>  <i>varastohyllyt 6 m*3 m, 8 m*3 m, 16 m *3 m</i>  <b>puutavaravaraston varastohyllyt</b>  <i>varastohyllyt 8 m*5 m, porakangille piikkihylly 8m*5m</i>  <b>purunpoistoimuri (uusi)</b></p>

### 6.6.3.2 Laitepakkaamon piha-alue

Laitepakkaamon piha-alueen investoinnit kohdistuvat seuraaviin toimenpiteisiin.

Taulukko 7. Seuraavassa taulukossa on esitelty laitepakkaamon piha-alueen investointikohteita.

Rakenteelliset kustannukset	<b>Parts-katoksen rakennus</b> (rakenteelliset) - <i>rungon rakennus</i> - <i>kattomateriaalit</i> - <i>pressuovet</i> *järjestelmät - <i>valaistus</i> - <i>ulkopistorasiat</i> - <i>palojärjestelmät</i> <b>raskaan trukin lämmityspistokkeen siirto</b>
Hankintakustannukset	<b>hiekkasepelierttimen hankinta</b>

## 6.7 Pakokaasunpoistojärjestelmä

### 6.7.1 Nykytilanne ja ongelma

Laitepakkaamon pakokaasunpoisto järjestelmän parannusehdotus sisältyy materiaalivirtojen kehitystyöhön. Nykyistä pakokaasunpoistojärjestelmää käytetään vain harvoin, koska pakokaasunpoistoletkun kiinnityspisteet ovat lattialla ja poistoputkisto on rakennettu lattian sisään. Kiinnityspisteiden ollessa lattialla on niiden käyttö ajon aikana vaikeaa. Lisäksi ajettaessa laitetta sisään konttiin täytyy pakkaajan käydä irrottamassa poistoletku manuaalisesti. Kontin ahtauden takia irrottaminen on todella työlästä, ja tästä syystä ei järjestelmää usein käytetä ollenkaan. Pakokaasua pääsee siis laitepakkaamohallin ilmaan. Poistoletku on lisäksi erittäin raskas, ja sen nostaminen porauslaitteen pakoputkeen vaatii yleensä vähintään kaksi henkilöä.

### 6.7.2 Parannusehdotus

Pakokaasunpoisto järjestelmän kiinnityspisteiden tulisi olla laitteiden pakoputkien korkeudella tai ylempänä. Parannusehdotuksena olisi jousikeventein pakokaasuletkukela, joka olisi kiinteästi asennettu puominosturin puomin päähän. Jousikelassa olisi letkua 5-10 metriä, ja kääntöpuomen pituus olisi 6 metriä. Nivelpuominosturi sijoitettaisiin laitepakkaamoon siten, että se ei olisi tiellä pakkausprosessissa. Toimintasäteeksi tulisi letkukelan pituudesta riippuen 22 -32 m. Toimintasäde riittäisi laitepakkaamon tarpeisiin. Puominosturilta rakennettaisiin poistoputkisto ulkoilmaan tai nykyiseen poistojärjestelmään, josta pakokaasu poistuisi. Pakokaasun poistokelan päähän olisi mahdollista kiinnittää konttiin ajossa pahvista tai muusta edullisesta materiaalista valmistettu kertakäyttöinen letku, joka voitaisiin jättää kontin sisään. Kertakäyttöletkua pystyisi myös hyväksikäyttämään laitetta ajettaessa pois kontista. Kertakäyttöletkun pituuden tulisi olla 5 metriä.

Pakokaasunpoistojärjestelmästä nivelpuominosturilla (joustava) on havainnollistettu piirustusmalli AutoCad-2D-muodossa. (Liite 10.)

Pakokaasunpoistojärjestelmästä kääntöpuominosturilla (jäykkä) on havainnollistettu piirustusmalli AutoCad-2D-muodossa. (Liite 11.)

### 6.7.3 Kustannuskohteita

Pakokaasun poistojärjestelmän rakentaminen vaatisi poistoputkiston rakentamisen puominosturilta ulos. Poistokela puominosturin päähän tulisi hankintakustannuksiin, samoin kertakäyttöiset poistoletkut.. Käytettäessä jo nykyistä puominosturia ei nosturia tarvitsisi hankkia. Tosin kiinteä ja täysmittainen puomi on melko jäykkä toiminta-säteen suhteen ja asettaa rajoituksia porauslaitteen ajolinjoille, kun poistoletku on kiinni.

## 7. TULOKSIEN ANALYSOINTI

### 7.1 Tiedon kulku

Tietokantajärjestelmän tuloksien analysointi keskittyy yleensä järjestelmää koskeviin testauksiin. Tietojärjestelmän testauksella tarkoitetaan erilaisten datan eli toiminnan liikkuvuutta järjestelmässä. Tietokantajärjestelmän avulla saatua hyötyä ja informaatiovirtojen liikkuvuutta järjestelmässä ei yksiselitteisesti voi perustella suunnitteluun ja toteutukseen investoidulla pääomalla. Tietojärjestelmän käyttöönoton myötä parantuneet työtehtävät, läpimenoajan lyhentymisen ja tiedon kulun nykyaikaistuminen on myös peruste tietojärjestelmän rakentamiselle.

#### 7.1.2 Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittelyssä käsiteltävien asioiden avulla suoritetaan tekninen suunnittelu ja toteutus. Vaatimusmäärittelyssä käsiteltävät asiat ovat tietokantajärjestelmän teknisen toteutuksen kannalta perusasioita. Tiedot toiminnoista perustuvat laitepakkaajien päivittäisessä työssä tekemiin havaintoihin, joten pakkausprosessia ajatellen tärkeimmät toiminnot vaatimusmäärittelystä löytyvät.

Mahdollisia muita toimintoja tietokantajärjestelmään tulee todennäköisesti jonkin verran, ja niiden toimintojen lisääminen tietokantaan vaatii tiivistä yhteistyötä tietojärjestelmän tekniseltä toteuttajalta ja laitepakkaamon henkilöstöltä.

#### 7.1.3 Informaatiovirrat

Informaation kulku parantuu tietokantajärjestelmän käyttöönoton myötä merkittävästi. Vertailtaessa informaation kulkua faksin ja tietokannan välillä tulee tiedon kulku nopeutumaan huomattavasti. Myös paperin määrä saadaan pienentymään nykyisestä, koska tieto syötetään suoraan tietokantaan. Osapuolten välinen kommunikointi siirtyy sähköiseen muotoon ja puhelimen käyttö vähenee. Kun informaatio kerran syötetään järjestelmään, se pysyy siellä kunnes joku sen sieltä poistaa. Informaation saapuminen perille on myös varmempaa, koska ns. unohduksia ei pääse syntymään niin helposti. Henkilökohtainen tiedonsiirto

henkilöltä toiselle on helppoa eikä viestin saapuminen perille ole riippuvainen henkilöiden paikallaolosta viestin lähetyshetkellä. Viesti tallentuu tietokantaan syöttövaiheessa, ja se voidaan lukea sieltä tarpeen vaatiessa. Myös kuvien ja muun lisäinformaation lisääminen on mahdollista tietokantaan. Eri tietojärjestelmien välinen informaation kulku vaatii yleensä ohjelmistolinkkejä. Toteutus- ja testausvaiheessa tulee testata mahdollisten linkkien toimivuus sekä datan siirtyminen eri tietojärjestelmien välillä.

### **7.1.4 Informaation arkistointi**

Tietokantajärjestelmässä tieto tallentuu kiintolevylle, ja näin arkistointi on helpompaa ja halvempaa kuin aikaisemmin käytetyssä mappiarkistoinnissa. Enää ei tarvita suuria arkistointivarastoja, vaan tieto löytyy kiintolevyltä sekä myös varmuuskopioista. Varmuuskopiot voidaan ottaa data-levyille, jotka vievät huomattavasti vähemmän tilaa kuin vanhanaikaiset mapit. Data-levyille mahtuu tietoa myös erittäin paljon. Tietojärjestelmästä tiedon haku jälkeenpäin on myös nopeampaa ja helpompaa kuin mapeista. Tiedon etsintää varten voidaan rakentaa ohjelmistoon hakupalvelimia, jotka nopeuttavat ja helpottavat tiedon hakua jälkeenpäin.

### **7.1.4 Informaatiotapojen määrä**

Saatujen havaintojen ja haastattelujen perusteella tietojärjestelmän käyttäjäryhmä on melko suuri. Nykyinen tiedon kulku osapuolien välillä on siis hoidettu monilla eri tavoilla, jolloin tiedon kulkuun liittyviä riskitekijöitä on myös paljon. Järjestelmien määrän kasvaessa myös riskit kasvavat. Laitepakkaajat joutuvat tällä hetkellä käyttämään monta eri järjestelmää pakkausprosessissa, sekä tietoa joudutaan kysymään puhelinten, faksien ja sähköpostien välityksellä. Tavoitteena olisi yhden tietokannan toteutus ja käyttöönotto. Riskien määrä saataisiin minimoitua, kun tiedonsiirtotapoja on vain yksi. Pakkausprosessi olisi myös uusille työntekijöille helpompia tietojärjestelmien pysyessä yhdessä. Yhden tietojärjestelmän ylläpito olisi myös helpompaa ja halvempaa.

### 7.1.5 Alihankkijat ja muut lähetykset

Laitepakkaamoon tulee paljon myös osia, joilla ei ole tilausnumeroa ollenkaan tai jotka ovat Lean-toiminnanohjausjärjestelmän ulkopuolella. Osien pakkaus ja lähetykset vaatii yleensä aina lisäinformaation, joka pakkaajien on selvitettävä ennen pakkausta. Myös kyseisten tavaroiden tiedot ovat paperilla, ja niistä ei joskus muuta tietoa jää arkistointiin. Tietokantajärjestelmässä tieto voitaisiin ohjata järjestelmän kautta, ja näin pakkausprosessi helpottuisi ja tulisi nykyaikaisemmaksi. Lähetyksien siirtyessä tietokantaan olisi valvonta ja mahdollinen liittäminen ohjelmistolinkin avulla Leaniin mahdollista. Tällöin myös tuotannonohjausohjelman ulkopuolelta tulevat osat tai komponentit näkyisivät Leanissa. Alihankkijoita varten tietojärjestelmä voitaisiin rakentaa toimimaan internet-selaimen avulla, jolloin lisäohjeita voitaisiin lähettää osapuolien välillä tietojärjestelmän avulla.

### 7.1.6 Käyttötapausesimerkit

Tietokantajärjestelmän sivujen käyttötapausesimerkeissä on havainnollistettu sivujen malliesimerkkejä. Tietokenttien yleisilmeen tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja syöttörivien selkeitä, jotta tietoa ei virheellisesti syötettäisi. Valmis tietokenttäpohja helpottaisi pakkausta, ja syöttöä varten voitaisiin tehdä ohjekirja esimerkkitapausten avulla. Tietojärjestelmään tulevaan tietokenttään tietojen syöttäminen tapahtuisi pakkaajan toimesta, ja tieto siirtyisi suoraan seuraavalle osapuolelle vaivattomasti. Toimenpide olisi varmempi kuin faksia käytettäessä. Myös informaation etsintä tietojärjestelmästä olisi helppoa ja nopeata. Etsittävän kohteen tilausnumero syötettäisiin tietokenttään, ja ohjelmiston hakutoiminto näyttäisi hakutulokset tietokentässä.

## 7.2 Materiaalivirrat

Materiaalivirtojen kehitysprosessissa parannusehdotukset perustuvat haastatteluihin ja niihin perustuviin mielipiteisiin. Parannusehdotuksia on analysoitu haastattelujen sekä omien havaintojen avulla. Layoutmallit on rakennettu analyysimenetelmän avulla saatujen havaintojen perusteella.

## 7.2.1 Uudelleen organisointi

Uudelleen organisoitaessa materiaalivirtoja tulee perustelujen pohjautua tehtävien muutoksien myötä saatuun hyötyyn pakkausprosessissa. Parannusehdotuksissa päähuomio keskittyy tavaroiden tarkkaan sijoituspaikkaan laitepakkaamossa sekä turhan tavaran eliminoimiseen pakkaamohallista. Lattialla lojuvalle tavaralle on varastohyllystö huomattavasti parempi vaihtoehto, koska siten saavutetaan työskentelypinta-alaa lisää. Kun varastohyllystöön merkitään tavaroille tarkat paikat ja ne lastataan ja puretaan ennalta määritetyllä tavalla, saavutetaan järjestelmällisyys pakkaamohallin. Lisäksi toimenpide lisää työturvallisuutta, koska tavarat eivät ole lattialla tiellä työtehtävien aikana. Järjestelmällisyyden avulla myös minimoidaan tavaroiden katoaminen. Tilaratkaisujen parannusehdotuksissa päähuomio on keskitetty pakkausprosessin ja pakkaajien työturvallisuuden parantamiseen.

## 7.2.2 Apuvälineet

Säädeltävän saksipöydän avulla työkorkeus olisi mahdollista saada työntekijän ergonomian mukaan oikeaksi. Paineilman lattialta aiheuttama pölynnousu saataisiin myös eliminoitua työkorkeuden noustessa. Siirreltävä saksipöytä olisi mahdollista tuoda työskentelypisteen viereen, ja tämä lisäisi työturvallisuutta ja työergonomiaa huomattavasti.

Pyörillä varustetun työkalukärryn avulla työkalut saataisiin siirrettyä työpisteen lähelle, ja tarvittaessa kärry olisi mahdollista siirtää hallin sivuseinälle, jolloin työkalujen varastointiin saataisiin lisää joustavuutta. Työkalukärry soveltuisi huomattavasti paremmin laitepakkaamoon kuin kiinteä työkaluteline.

## 7.2.4 Purunpoisto

Uuden purunpoistokoneen hankinta parantaisi huomattavasti purunpoiston tehokkuutta. Nykyinen kone on melko tehoton, ja puru jää työpisteen läheisyyteen. Sahanterän ympärille kerääntyvä puru vaarantaa työntekijän turvallisuutta sekä heikentää sahaustehoa. Uusi purunpoistokone parantaisiin työergonomiaa sekä työturvallisuutta.

## 7.2.3 Layout-vaihtoehdot

### 7.2.3.1 Layout 1

Laitepakkaamon layout-vaihtoehto 1:n parannusehdotuksien myötä lattialla odottavat tavarat siirtyisivät tuotannon puoleiselle seinälle tuleville varastohyllypaikoille. Varastohyllyn investointikustannukset eivät olisi suuret, eikä hyllystön rakennus vaatisi rakenteellisia muutoksia. Pienpakkaustavaroiden sijoituspaikan ollessa myös hyllyssä tulisi pakkaamoon järjestelmällisyyttä. Pienen toimiston siirtäminen parantaisi pienpakkausalueen ja sahausalueen rajausta. Toimisto toimisi turvaesteenä sahauspisteeltä pienpakkausalueelle lentävien sahausjätteiden osalta sekä hyvänä meluesteenä. Pienpakkausalueesta tulisi yhtenäinen ja isompi tila. Maalaustarvikevaraston tulevaan hyllystöön varastoitaisiin maalareiden tarvikkeet, jolloin ne siirtyisivät pois laitepakkaamosta. Pienpakkausalueen ja sahauspisteen lattiapinnoite parantaisi työergonomiaa huomattavasti. Työtiloihin tulisi valoisuutta lisää, ja lattia olisi helpompi pitää pölypuhtaana.

### 7.2.3.2 Layout 2

Laitepakkaamon layout-vaihtoehto 2:n parannusehdotukset ovat samat kuin layout 1:n, mutta pesurirakennus on siirretty ulkotilaan maalaustarvikevaraston viereen. Pesurirakennuksen siirto mahdollistaisi laitepakkaamohalliin enemmän työskentely- ja varastointitilaa. Pesurirakennuksen siirto myös omaksi kokonaisuudeksi parantaisi meluhaittoja. Myös laitepakkaamon työturvallisuus parantuisi pesurihuoltojen siirryttyä pois laitepakkaamohallista.

### 7.2.3.3 Layout 3

Layout-vaihtoehto 3:ssa on tehty suuria rakenteellisia muutoksia. Muutoksien avulla on pyritty saamaan laitepakkaamosta joustavampi, sekä työturvallisuutta parannettu. Laitepakkaamohallin itäpuolelle rakennetun kylmähallin tarkoituksena on parantaa työergonomiaa sekä toimia laitesuojana. Tarvittaessa halli saataisiin lämpöiseksi, jolloin sesonkiaikaisia pakkaustehtäviä olisi mahdollista tehdä kyseisessä hallissa. Hallissa olisi myös alihankkijoiden saapuvat/lähtevät tavarat, jolloin ne olisivat suojassa lumelta ja vedeltä. Säilytys sisätiloissa nopeuttaisi jatkokäsittelyä, koska tavaroiden puhdistamiseen ei kuluisi ylimääräistä aikaa.

Sahauspisteestä ja puutavaravarastosta on tehty erillinen toiminto siirtämällä ne pois laitepakkaamohallista. Toimenpiteen myötä työergonomisesti haitalliset toiminnot on poistettu laitepakkaamohallista. Sahauksesta tuleva puru ja melu saadaan näin eliminoitua laitepakkaamohallista.

Pienpakkausalueesta tulisi yhtenäinen ja isompi kokonaisuus. Pienpakkausaluetta olisi myös mahdollista käyttää laitepakkausalueena, kun tavaroiden varastointi omaan hyllyyn olisi mahdollista. Toimenpide lisäisi laitepakkaamon työkapasiteettia.

Uusi tauko- ja toimistorakennus täytyisi rakentaa tuotannon puoleiselle seinälle eteläpäätyyn. Toimistotilat tulisi rakentaa kaksikerroksiseksi, jolloin lattiapinta-alaa käytettäisiin mahdollisimman vähän, mutta pinta-ala saataisiin kahden kerroksen avulla. Yläkerrassa olisi toimistotilat, jolloin pakkaamo olisi mahdollista tarkkailla ylhäältä, ja näkyvyys olisi hyvä. Saniteettitilat tulisivat alakertaan, jolloin kosteat tilat erotettaisiin kuivista tiloista.

Tuotannosta tulevalle tavaralle tulisi oma alue. Toimenpiteen myötä keräilijät pystyivät jättämään tavaran suoraan oikealle paikalle. Tavara löytyisi myös helposti pakkausvaiheessa, kun se olisi ennalta määritetyssä paikassa. Etsimiseen kuluva aika saataisiin minimoitua.

## 8. PÄÄTELMÄT

### 8.1 Tiedon kulku

Sähköisen tietojärjestelmän käyttöönoton myötä tiedon kulku helpottuisi huomattavasti osapuolien välillä verrattaessa nykyiseen tilanteeseen. On huomattavasti helpompaa syöttää tietokantaan tietoa ja lähettää se toiseen tietojärjestelmään kuin kirjata manuaalisesti tiedot paperille ja lähettää ne faksilla tai paperilla toiselle osapuolelle. Lisäksi vastaanottaja joutuu kirjaamaan manuaalisesti tiedot, jotka faksilla on vastaanotettu. Tietojärjestelmän käyttöönoton myötä siis saadaan vähennettyä henkilöiden tekemää manuaalista työtä huomattavasti. Toimenpiteen myötä saavutettua hyötyä voidaan käyttää muihin pakkausprosessin työvaiheisiin, jolloin laitepakkaamon läpimenoaika saadaan pienennettyä. Arkistointi paranee myös tietojärjestelmän avulla mappimuodosta sähköiseen muotoon. Tiedon etsiminen on paljon nopeampaa sähköisestä järjestelmästä kuin etsittäessä mapeista. Tietojärjestelmä ei myöskään vaadi arkistohuoneita niin kuin mappiarkistointi. Sähköinen tietojärjestelmä muuttaa pakkausprosessia enemmän sähköiseen muotoon, mikä on tarkoituksena nykyaikaisessa modernissa teollisuudessa. Mitä enemmän tieto liikkuu sähköisessä muodossa, sitä helpompi sitä on eri osapuolien käsitellä ja tulkita.

#### 8.1.1 Jatkotoimenpiteet

Tietojärjestelmän käyttöönoton myötä käyttäjäryhmälle tulee järjestää käyttökoulutus. Käyttäjät opastetaan tekemään omat työtehtävänsä. Käyttäjien ei välttämättä tule osata käyttää koko järjestelmää, vaan perustoiminnot, joita päivittäiset työtehtävät vaativat. Lisäksi jokaisella järjestelmää käyttävällä osapuolella tulisi olla yksi tietojärjestelmästä vastaava henkilö, joka tuntisi järjestelmän toiminnan myös muiden osapuolien tehtävien osalta. Tällöin epäselvissä tilanteissa järjestelmän toimintavarmuus säilyisi. Tehtaan tekninen tuki vastaisi järjestelmän teknisestä toimivuudesta ja auttaisi ongelmatilanteissa. Järjestelmän käyttöä varten voitaisiin tehdä ohjekansio. Ohjekansio tehtäisiin järjestelmän testauksen ja käyttöönoton jälkeen, jolloin tietojärjestelmään ei tulisi enää suuria muutoksia. Ohjekansiossa olisi kuvailtu esimerkkien ja havaintokuvien

avulla työtehtävät eri osapuolien kannalta, ja se toimisi lisäapuna epäselvissä tilanteissa. Lisäksi ohjekansiota olisi mahdollista käyttää koulutusmateriaalina uusille työntekijöille.

## 8.2 Materiaalivirrat

Layoutsuunnittelussa lopullisen ratkaisun löytäminen ja sen toteuttaminen vaatii perusteelliset tutkimukset. Päätöksen tekemiseen tulee yleensä eniten vaikuttamaan tarvittavan investoinnin suuruus. Parannusehdotuksissa on pyritty saavuttamaan pienillä muutoksilla hyötyä nykyisestä laitepakkaamohallista. Tilan puutteen takia laitepakkaamohallin siirtäminen toisiin tiloihin olisi erittäin kallis projekti, eikä sillä mielestäni saavutettaisi merkittävää hyötyä. Pienillä muutoksilla, sekä ylimääräisen tavaran eliminoimisella laitepakkaamohallista saadaan pakkaamoon lisää työskentelytilaa. Parannusehdotuksia tein työni osalta kolme, ja niiden toteutuskustannukset vaihtelevat melko suuresti. Mielestäni varteenotettavin vaihtoehto on vaihtoehto 2, joka toteutetaan nykyisen laitepakkaamohallin rakenteellisten mittojen säilyessä samana, jolloin rakennuskustannukset pysyvät melko alhaisina. Toimistorakennusta tulisi siirtää 5 metriä sahauspistettä kohden. Toimenpide parantaisi hyvin pienpakkausalueen rajausta. Toimisto olisi myös meluesteenä sahauspisteeltä tulevalta ääneltä. Lisäksi parantuisi työturvallisuus, koska toimiston rakenteet suojaisivat mahdollisen sahausjätteen lentämisen pienpakkausta tekevien henkilöiden päälle. Tavaroiden välivarastointipaikkana toimisi parhaiten varastohylly, johon tavarat voitaisiin sijoittaa odottamaan lähetystä. Varastointia pyritään nykypäivänä vähentämään ja materiaalien ohjauksella tavaran saapumista ajoittamaan juuri oikeaan hetkeen. Materiaalin ohjaus laitepakkaamoon tulisikin mielestäni ajoittaa paremmin, jotta tavarat saapuisivat reaaliajassa ja välivarastointia olisi mahdollisimman vähän. Laitepakkaamo toimii kuitenkin työkapasiteetin mukaan ja välivarastointia tulee olemaan jonkin verran, jotta tavaroiden pakkaus ja lähetys tapahtuisi parhaalla mahdollisella tavalla. Mielestäni tavaran varastointi lattian asemasta hyllyssä parantaisi huomattavasti pakkaamon tilannetta. Tavaroiden ollessa hyllyssä tietyillä paikoilla olisi myös niiden etsintä jälkeempään helppoa, eikä tavara hukkuisi niin helpolla. Pakkaamohalli jakautuu mielestäni työtehtävien mukaan neljään osaan: puunkäsittely, pienpakkausalue,

laitepakkausalue sekä tavaran varastointi. Puun käsittely ja tavaran varastointi pysyy jäykkänä, ja niihin alueisiin ei joustavuutta ole juuri mahdollista soveltaa.

Liikuteltavien siltanosturien ansiosta laitepakkaus voidaan suorittaa oikeastaan missä vain, kunhan siihen löytyy vapaata lattiatilaa. Pienpakkausalueen tärkeimmät työkalut tulevat olemaan normaalit työkalut eli työkalukärri, saksipöytä sekä paineilmatyökalut. Edellä mainitut apuvälineet on tarvittaessa mahdollista siirtää vaihtoehtoiseen paikkaan, jolloin tilantarvetta saadaan lisää. Mielestäni pienpakkausalueella ei tulisikaan olla mitään kiinteästi asennettuja pöytiä tai rakenteita. Silloin tarpeen vaatiessa saataisiin pienellä työllä lisää tilaa laitepakkaukseen ja laitepakkaamosta olisi mahdollista puhua erittäin joustavana työskentelytilana.

### **8.2.1 Jatkotoimenpiteet**

Laitepakkaamon lopullisen layoutratkaisun löytämiseksi tulee analysoida ja ennustaa pakkaustilan tarve tulevaisuudessa. Suurten muutoksien ja pakkaustilojen uudelleen rakentaminen on ajankohtaista, jos pakkauskapasiteetti tarvitsee tuplata. Nykyisen laitepakkaamon kuormitus on ajoittain liian suurta, ja työn laatu kärsii väistämättä. Rakentamispäätöstä haettaessa tulee layout-vaihtoehdoista pyytää tarjousehdotukset ja näistä saatujen kustannuksien perusteella laskea sijoitettavan pääoman ja siitä saadun hyödyn perusteella tehtävien muutoksien kannattavuus. Kehitysprojektin jatkotoimenpiteet tulevat vaatimaan työtä ja asiaan paneutumista. Mielestäni hyvän projektin läpiviemiseksi tulisi työllä olla oma projektin hoitaja. Projektin hoitajan tehtävänä olisi projektin eteenpäin vieminen ja aikatauluista vastaaminen. Lisäksi projektin hoitajan tehtäviin kuuluisi kehityskohteiden toteuttajan ja kehityspäätöksien tekijöiden välikätenä toimiminen.

### 8.3 Tavoitteet ja niiden toteutuminen

Työni tavoitteina oli tietokantajärjestelmää koskevien vaatimusten selvittäminen sekä laitepakkaamon materiaalivirtojen kehittäminen. Tehtaan järjestelmiin tutustumiseen ja nykyisien toimintamenetelmien havainnoimiseen meni jonkin verran aikaa aloittaessani työtä. Työn alussa sain apua Tampereen tehtaan tietojärjestelmiin tutustumisesta laitepakkaamon henkilökunnalta, mutta pääasiallisesti tietoni jouduin kysymään ja etsimään itse. Tietojärjestelmää koskevien vaatimuksien etsimiseen kului alkuperäistä suunniteltua aikaa enemmän, koska tutkintoni ei varsinaisesti vastaa tietojärjestelmiä koskevia asioita. Mielestäni onnistuin löytämään tietojärjestelmää koskevat vaatimukset ja niiden perusteella tekemään vaatimusmäärittelyn. Tekemääni vaatimusmäärittelyä apuna käyttäen tietojärjestelmä olisi mahdollista rakentaa. Laitepakkaamon henkilökunnalta saamaani apuun olen tyytyväinen, ja heidän mieliteidensä sekä kehitysideoidensa perusteella vaatimusmäärittelyä luotiin. Laitepakkaamossa oli toki myös asioita, joita vain vanhimmat työntekijät tiesivät, ja heidän poissa ollessaan meni tiedon etsimiseen enemmän aikaa.

Materiaalivirtojen uudelleen ohjauksen kehitysideat olivat aluksi ongelmatilanteiden hakua ja niiden esille tuomista. Työni edetessä minulle selvenivät parannusehdotuksien kohteet ja niiden toteuttaminen. Haastatteluista ja palavereista saatujen muistiinpanojen avulla pyrin luomaan ihanteellisen työympäristön laitepakkaamoon sekä kehittämään materiaalivirtoja. Parannusehdotuksien luomiseen käytettiin apuna pakkaamon henkilökunnan mielipiteitä sekä työnjohtajien ehdotuksia tilaratkaisujen suhteen. Tekemieni havaintojen perusteella löysin toimivia ja joustavia vaihtoehtoja laitepakkaamohallin tilaratkaisuiksi. Niiden toteuttamispäätökseen tulee vaikuttamaan tulevaisuudessa käytettävän pakkaustilan tarve.

## 9. YHTEENVETO

Nykyaikaisen ja modernin tehtaan tiedon kulun tulisi olla mahdollisimman sähköisessä muodossa. Syitä sähköiseen tiedon siirtoon on monia. Tietojen siirtäminen sähköisessä muodossa on huomattavasti helpompaa kuin manuaalinen tiedon syöttäminen ja sen lähettäminen. Tietojärjestelmien avulla paranee myös tehtaiden sisäinen yhteydenpito osapuolien välillä ja tiedon kulku nykyaikaistuu. Myös tiedon arkistointi ja uudelleen etsintä helpottuu, eikä enää tarvita isoja arkistohuoneita. Tiedon käsittely paranee ja sen siirtäminen järjestelmästä toiseen on helpompaa, kun tieto on sähköisessä muodossa. Tiedon ollessa sähköisessä muodossa tuotannon alkuvaiheessa ja loppuvaiheessa ei sen tulisi vaihtua manuaaliseen syöttömuotoon välivaiheessakaan. Liiketoiminnan sähköistäminen on lisäksi positiivinen tapa parantaa yrityksen kilpailukykyä.

Materiaalivirtojen uudelleen ohjauksella pyritään parantamaan ja nopeuttamaan tuotantoa. Uudelleen organisoitaessa tulee huomio kiinnittää mahdollisimman pienellä työllä ja pienin muutoksin saavutettaviin parannuksiin. Vanhoja tiloja uudelleen organisoitaessa rajoituksia asettavat rakenteelliset mitat, koska niiden muuttaminen on yleensä todella kallista. Myös hyötysuhde muutoksia ja sijoitettavia investointeja ajatellen pienenee. Työtehtävät tulee organisoida tilojen mukaan ja työjärjestyksestä pitää erityistä huolta, jolloin järjestelmällisyys säilyy tuotantotiloissa. Työtehtävät tulee kuvata mahdollisimman tarkasti myös kehitysprosessissa, jolloin tarvittavat apuvälineet ja koneet on mahdollista hankkia työn nopeuttamiseksi ja helpottamiseksi. Nykyaikaisten tuotantotilojen tulisi olla mahdollisimman joustavia, jotta tuotantotiloja olisi mahdollista muuttaa muuttuvien työtehtävien mukaan.

## 10. Lähdeluettelo

### **Painetut lähteet**

1. Lapinleimu Ilkka, Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät, WSOY 1997
2. Uusi-Rauva Erkki, Haverila, Kouri, Miettinen, Teollisuustalous, Neljäs painos Tammer-Paino, Tampere 2003
3. Talentum Media Oy, Tietojärjestelmän hankinta, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 2005
4. Risto Pohjonen, Tietojärjestelmien kehittäminen, 2. painos heinäkuu 2002, Tummavuoren kirjapaino

### **Painamattomat lähteet**

5. Insinööriyö, Laitepakkaamon kehitystyö, Jouko Nygård, Sandvik Tamrock Oy, Tampereen tehdas, 2005
6. [www.sandviktamrock.fi](http://www.sandviktamrock.fi)
7. <http://www.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>
8. <http://www.cs.joensuu.fi/tSoft/vaatimusmaarittely.htm>
9. <http://www.uwasa.fi/itt/titu/tutaperus/osa5.pdf>

## 11. Liitteet

- 1 VAATIMUSMÄÄRITTELY
- 2 Laitepakkaamohallin nykytilanteen mukainen pohjapiirustus, autocad-2D muodossa.
- 3 Laitepakkaamohallin piha-alue nykytilanne, autocad-2D muodossa.
- 4 Layout-pohjapiirustus, sisätilojen vaihtoehto 1.
- 5 Layout-pohjapiirustus, piha-alueen vaihtoehto 1.
- 6 Layout-pohjapiirustus, sisätilojen vaihtoehto 2.
- 7 Layout-pohjapiirustus, piha-alueen vaihtoehto 2.
- 8 Layout-pohjapiirustus, sisätilojen vaihtoehto 3.
- 9 Layout-pohjapiirustus, piha-alueen vaihtoehto 3.
- 10 Pakokaasunpoistojärjestelmän parannusehdotus, vaihtoehto 1.
- 11 Pakokaasunpoistojärjestelmän parannusehdotus, vaihtoehto 2.