

# **Rummakko Oy:n uuden hallin layout- suunnitelma**

Tuomas Paananen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2018  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), paperikoneteknologian tutkinto-ohjelma  
Kunnossapito

Tekijä(t) Paananen, Tuomas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Huhtikuu 2018
	Sivumäärä 45	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Rummakko Oy:n uuden hallin layout-suunnitelma		
Tutkinto-ohjelma Paperikoneteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Harri, Tuukkanen Hannu, Kivistö		
Toimeksiantaja(t) Rummakko Oy Tauno, Ala-Lahti		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö saatiin toimeksiantona Rummakko Oy:n tuotantopäälliköltä Tauno Ala-Lahdelta. Tehtävä oli suunnitella uuden tuotantotilan layout. Layout -suunnitelman teko oli ajankohtainen, koska Rummakko Oy:n uuden hallin rakennustyöt olivat käynnissä opinnäytetyötä tehdessä. Nykyinen toiminta siirtyisi kokonaisuudessaan uuteen halliin sen valmistuttua.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella toimeksiantajalle nykyistä toimivampi ja materiaa- livirroiltaan selkeämpi layout-suunnitelma. Suunnitelma tehtiin tuotannon ehdoilla, mutta siinä otettiin huomioon siisteyden ylläpito, koneiden turvallisuus ja kunnossapito sekä valmiiden kappaleiden varastointi.</p> <p>Tavoitteena oli toteuttaa koko nykyisen konekannan siirto uuteen tuotantotilaan. Nykyisten Jyväskylän Savelan kaupunginosassa sijaitsevien osastojen siirto suoritettaisiin ensimmäisenä ja Jyväskylän Palokan kaupunginosassa sijaitseva osasto siirretään edellä mainittujen jälkeen.</p> <p>Työ toteutettiin kartoittamalla toimeksiantajan tuotantotilat ja niistä tehtiin samalla layout-mallit. Henkilökuntaa haastateltiin lähtötietojen hankkimiseksi.</p> <p>Työn tuloksena oli layout-suunnitelma, joka toteutettiin henkilökunnan näkemykset huomioiden. Layout-suunnitelmaa tehdessä nykyisten tuotantotilojen pinta-aloja verrattiin osastoittain uuteen tuotantotilaan. Samalla toimeksiantaja sai päivitettyt koneluettelot ja koneiden merkitsemisen. Opinnäytetyössä keskityttiin myös 5S työympäristön ohjausjärjestelmään, josta saataisiin yhtenäinen malli muuttoa edeltävään inventaarioon sekä työympäristön järjestyksen ylläpitoon. Uuden hallin valmistumisen ajankohdan vuoksi käyttöönoton jälkeiset huomioidut jätettiin opinnäytetyön ulkopuolelle.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Layout-suunnitelma, konepajan muutto, konekanta, Rummakko Oy, 5S		

Author(s) Paananen, Tuomas	Type of publication Bachelor's thesis  45	Date April 2018 Language of publication: Finnish Permission for web publication: x
Title of publication New management layout plan for Rummakko Oy		
Degree programme Degree Programme in Paper Machine Technology		
Supervisor(s) Tuukkanen, Harri Kivistö, Hannu		
Assigned by Rummakko Oy Ala-Lahti, Tauno		
Abstract  <p>The assignor was the production manager Tauno Ala-Lahti for Rummakko Oy. The task was to design a layout for the new production space. Making a layout plan became current because the construction work of a new hall started during this assignment. The production would move to the new hall after it was ready.</p> <p>The aim of the thesis was to design a more operative layout plan with and a clearer from material streams than the present one was. Terms of production would guide making the plan while still considering the safety and maintenance of the machines, maintaining cleanliness and storing the finished pieces.</p> <p>The goal was to relocate all the present machines into the new production space. The present units that are located in Savela in Jyväskylä would be relocated first. The unit in Palokka in Jyväskylä would be relocated after Savela units.</p> <p>The work was done by outlining the production spaces of the assignor and the layout models for the production spaces were created. The staff was interviewed for getting initial data.</p> <p>The result of this work was a layout plan which was implemented considering the visions of the staff. When creating the layout plan, the areas of the present production spaces were compared unit by unit with the new production space. At the same time, the assignor got updated machine lists and markings for the machines. The thesis also focused on the control system of 5S working environment which would provide a solid model would for the inventory which was done before the relocation and for maintaining control in the working environment. Because of the completing time of the new hall, the results were not discussed in the thesis.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Layout plan, machine shop relocation, machinery, Rummakko Oy, 5S		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Rummakko Oy</b> .....	<b>4</b>
2.1	Yrityksen esittely .....	4
2.2	CNC- ja manuaalityöstökoneet.....	6
2.3	Autonomisen tuotannon käyttöönotto.....	7
<b>3</b>	<b>Layout-mallit</b> .....	<b>8</b>
3.1	Funktionaalinen järjestelmä.....	8
3.2	Solulayout.....	9
3.3	Tuotantolinjalayout .....	10
3.4	Joustava valmistusmenetelmä .....	11
3.5	Hyvän layoutin piirteet .....	12
3.6	Varastointi .....	12
3.7	Materiaalivirrat.....	13
<b>4</b>	<b>Tekninen piirtäminen ja Autocad</b> .....	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>5S</b> .....	<b>15</b>
5.1	5S-menetelmän perusajatus .....	15
5.2	5S-menetelmän vaiheet .....	16
	Vaihe 5 Sitoutuminen .....	18
<b>6</b>	<b>Koneturvallisuus</b> .....	<b>19</b>
6.1	Koneturvallisuuden vaaratekijöitä .....	19
6.2	Automaattikoneiden suojaus .....	20
6.3	Lainsäädäntö vaatii riskien hallintaa .....	20
<b>7</b>	<b>Opinnäytetyön toteuttaminen</b> .....	<b>21</b>
7.1	Tutkimusmenetelmät .....	21

	2
7.2 Tiedonkeruu .....	21
7.3 Nykyiset hallien layout-kuvat .....	21
7.4 Selvitystyö.....	22
7.5 Visuaalinen layout-luonnos .....	23
7.6 Nykyinen konekanta ja koneluettelot .....	25
7.7 Konekannan muutokset tulevaisuudessa.....	25
<b>8 Pinta-alan tarkistuslaskenta.....</b>	<b>26</b>
8.1 Savelan tehdas: koneistusosasto.....	26
8.2 Savelan tehdas: pyöröteräosasto .....	27
8.3 Palokan osasto.....	27
8.4 Seppälänkankaan uusi tehdas .....	28
<b>9 Pohdinta.....</b>	<b>30</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>33</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>34</b>
Liite 1. Pinta-alavertailu .....	34
Liite 2. Koneistusosaston koneluettelo .....	38
Liite 3. Pyöröteräosaston koneluettelo.....	39
Liite 4. Palokan osaston koneluettelo .....	40
Liite 5. Savelan koneistusosaston yläkerran vanha layout.....	41
Liite 6. Savelan koneistusosaston alakerran vanha layout .....	42
Liite 7. Pyöröteräosaston yläkerran vanha layout .....	43
Liite 8. Pyöröteräosaston alakerran vanha layout .....	44
Liite 9. Palokan osaston vanha layout.....	45

**Kuviot**

Kuvio 1. ER-VE-tuotemerkki .....	5
Kuvio 2. Rummakko Oy-tuotemerkki .....	6
Kuvio 3. Funktionaalinen layout.....	8
Kuvio 4. Solulayout.....	9
Kuvio 5. Tuotantolinjalayout .....	11
Kuvio 6. Punainen lappu.....	17
Kuvio 7. Ensimmäisen layout-mallin hahmottelua .....	23
Kuvio 8. Seppälänkankaan uuden tehtaan layout.....	29

# 1 Johdanto

Yritystoiminnan kannalta investoinnit ovat välttämättömyys. Investointi voi olla yritystoiminnan alkuvaiheessa koneiden, laitteiden ja toimitilojen hankinta. Pidempään toimineessa yrityksessä investoidaan, jotta yritys pysyy ajanmukaisena ja kilpailukykyisenä.

Opinnäytetyön toimeksiantajalla Rummakko Oy:llä, on ollut pitkään suunnitteilla toiminnan siirtäminen uusiin tiloihin. Nykyiset toimitilat ovat vanhanaikaisia, sokkeloisia ja niiden sijainti ei ole enää otollisin toiminnan kannalta. Yrityksen kannalta sopivaa tilaa ei löytynyt, joten se päädyttiin teettämään uudishankkeena.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella toimeksiantajalle uuden hallin tuotantotilan layout. Yrityksellä on ollut käytössään kolme hallia ennen, kuin toiminta siirretään uuteen halliin sen valmistuttua keväällä 2018. Layoutia varten oli kartoitettava yrityksen konekanta ja nykyisten tuotantotilojen layoutit. Layoutia suunnitellessa oli selvitettävä siirrettävien koneiden ulkoiset mitat. Koneiden työliikkeiden, kunnossapidon, työkappaleiden ja turvallisen käytön vuoksi koneiden käyttäjiä haastateltiin työtä tehdessä.

Työstökoneiden käyttöön liittyvät monenlaiset vaaratekijät, joita pyritään vähentämään erilaisin keinoin. Opinnäytetyössä keskitytään mekaanisiin vaaroihin, jotka joutuivat huonosta layout-suunnittelusta.

Yrityksen kokiessa suuren muutoksen, oli myös tarpeellista kehittää nykyisiä käytäntömalleja siisteyden, työviihtyvyyden ja hukan suhteen. Muuton jälkeen myös kolmen eri tuotantotilan työntekijät työskentelevät samassa työtilassa.

## 2 Rummakko Oy

### 2.1 Yrityksen esittely

Rummakko Oy aloitti toimintansa vuonna 1957 valmistamalla teriä ja teränpitimiä puunjalostusteollisuudelle. Rummakon veljekset olivat havainneet, että sotien jäl-

keen Suomessa puunjalostusterien kysyntä kasvoi. Rummakon veljesten asiakkaat olivat alkuun puusepäntuotteita ja suuria tehtaita, joille tarjottiin työkalujen valmistusta ja terähuoltoa. Yrityksen pitkän iän on mahdollistanut osaava ja motivoitunut henkilöstö, jonka vaihtuvuus on ollut pientä. (Kokki 2018.)

Yrityksen seuraava vaihe oli laajentaa tuotevalikoimaa, jolloin päätettiin aloittaa pyörö- ja sahalaitosten valmistus ja huoltaminen. Sen seurauksena rakennettiin toinen halli pyörö- ja sahalaitosten valmistusta varten 1960-luvun puolivälissä. Samalla alkoi myös vienti Ruotsiin ja Neuvostoliittoon. Neuvostoliiton tilaukset kasvoivat nopeasti niin suuriksi, että muiden tilausten toimitusten kanssa oli välillä vaikeuksia. (Kokki 2018.)

Nokia-konsernista tuli 1980-luvun alussa Rummakko Oy:n omistaja. Silloin tehtiin työkaluja ja laitteita, sekä erikoiskoneita Nokian omistamille yrityksille. Nokia luopui omistamistaan pienyrityksistään ja vuonna 1986 myös Rummakko Oy palasi yksityishenkilöiden omistukseen. Lisääntyneen tilantarpeen vuoksi hankittiin kolmas halli Palokasta, silloisen Jyväskylän maalaiskunnan puolelta. Seuraavana vuonna Palokan osastolla aloitettiin paperileikkurinterien valmistus tunnetuimpiin paperinleikkuskoneisiin sekä koneistuspalvelu keskiraskaille kappaleille. (Kokki 2018.)

Rummakko Oy:n ERVE-tuotemerkki on ollut käytössä 1950-luvulta lähtien (Ks. Kuvio 1.). Tuotemerkin kirjaimet tulevat Rummakon veljesten nimikirjaimista. Pyöröterän logolla varastettu Rummakko Oy tuotemerkki on ollut käytössä vuodesta 1981 lähtien (Ks. Kuvio 2.). Logoilla on merkitty Rummakko Oy:n omia tuotteita, joita on ollut pitkään saatavilla paperi- ja puuteollisuuden puolelle. (Kokki 2018.)



Kuvio 1. ER-VE-tuotemerkki (ER-VE-pyöröterät n.d.)





Kuvio 2. Rummakko Oy-tuotemerkki (Rummakko Oy n.d.)

Nykyään Rummakko Oy valmistaa ja huoltaa kaikkia edellä mainittuja työkaluja ja laitteita sekä muita yrityksen konekantaan soveltuvia koneenosia. Uusia tuotteita ovat energia- ja biopuolen työkalut ja esimerkiksi kovapinnoitetut kulutusosat, joita on käytössä Suomen lisäksi eri puolilla maailmaa. Rummakko Oy työllistää tällä hetkellä noin 30 tämän alan ammattilaista. Noin puolet yrityksen tuotteista menee vientiin joko suoraan tai konevalmistajien kautta. (Kokki 2018.)

Rummakko Oy osti keväällä 2017 teollisuustontin Jyväskylän kaupungilta ja teki Keski-Suomen Yrityskiinteistöt Oy:n kanssa sopimuksen uusien tilojen rakentamisesta. Rakennustyöt alkoivat syksyllä 2017 ja muutto uusiin tiloihin tapahtuu keväällä 2018. Muuton jälkeen Rummakko Oy keskittää toimintansa yhteen toimipisteeseen. Uudet ajanmukaiset tilat mahdollistavat entistä suurempien työkalujen ja laitteiden valmistuksen, sekä parantavat yrityksen sisäistä logistiikkaa ja tuotantotehokkuutta. Tilojen rakentamisen lisäksi Yrityskiinteistöt Oy toimittaa kokonaisvaltaisen paketin Rummakko Oy:lle, joka sisältää muun muassa kalusteita, ilmastoinnin ja lattiapinnoitteet. Kaupungin ja Keski-Suomen yritysikiinteistöt Oy:n kanssa sopimukset etenivät nopeasti ja nyt henkilöstö odottaa innolla muuttoa uusiin tiloihin. (Kokki 2018.)

## 2.2 CNC- ja manuaalityöstökoneet

NC-lyhenne tulee englannin kielen sanoista numerical control, jolla tarkoitetaan numeerisesti ohjattua. CNC-lyhenne tulee englannin kielen sanoista computerized numerical control. CNC on vakiintunut konepajakieleen ja sillä tarkoitetaan koneita, joilla on oma pientietokone ja ohjelmointimuisti. Manuaalisilla työstökoneilla tarkoi-

tetaan koneita, joiden ohjausliikkeitä suoritetaan ilman numeraalista ohjausta. Manuaalisissa työstökoneissa voi olla laitteita, kuten numeronäyttö, joten nykyaikaisen manuaalikoneen ja vanhan numeraalisesti ohjatun koneen tunnistaminen voi olla vaikeaa. (Pikkarainen 1999, 8, 17.)

### **Konekannan muutokset Rummakko Oy:llä**

Yrityksen aloittaessa toimintansa vuonna 1957, konekanta käsitti vain manuaalityöstökoneita ja käsityökaluja (Ala-Lahti 2018). Samaan aikaan maailmalla numeraalinen ohjaus otti ensiaskeleita. Suomessa 1980- ja 1990-luvuilla NC-tekniikka oli ottamassa jalansijaa, mutta Suomen talous koki 1990-luvun laman, joka hidasti yritysten investointeja ja vaikutti NC-tekniikan käyttöönottoon. (Kauppinen 2013, 9.) NC-tekniikkaa käyttävistä työstökoneista oli saatu maailmalla olevista koetehtaista myönteisiä kokemuksia. NC-tekniikka mahdollisti myös autonomisen tuotannon kehittymisen. (Pikkarainen 1999, 8, 12.) Rummakko Oy:llä oli otettu käyttöön muutamia NC-koneita jo 1990-luvun puoliväliin mennessä. (Kokki 2018.)

## **2.3 Autonomisen tuotannon käyttöönotto**

Ensimmäinen osin miehittämätöntä tuotantoa hyödyntävä kone otettiin käyttöön vuonna 1989 pyöröteräosastolla. Vuonna 2001 pyöröteräosastolle investoitiin lisää autonomiseen tuotantoon, jolloin pystyttiin kasvattamaan tuotantotehokkuutta. Pyöröteräosasto otti käyttöön CNC-hiomakoneen, joka toimi yhteydessä teollisuusrobotin ja kappaleenvaihtoaseman kanssa. Myöhemmin tähän järjestelmään lisättiin vielä toinen CNC-hiomakone, jotta pystyttiin nostamaan miehittämättömän tuotannon astetta ja lyhentämään läpimenoaikaa pyöröterien osalta. (Niemi 2017.)

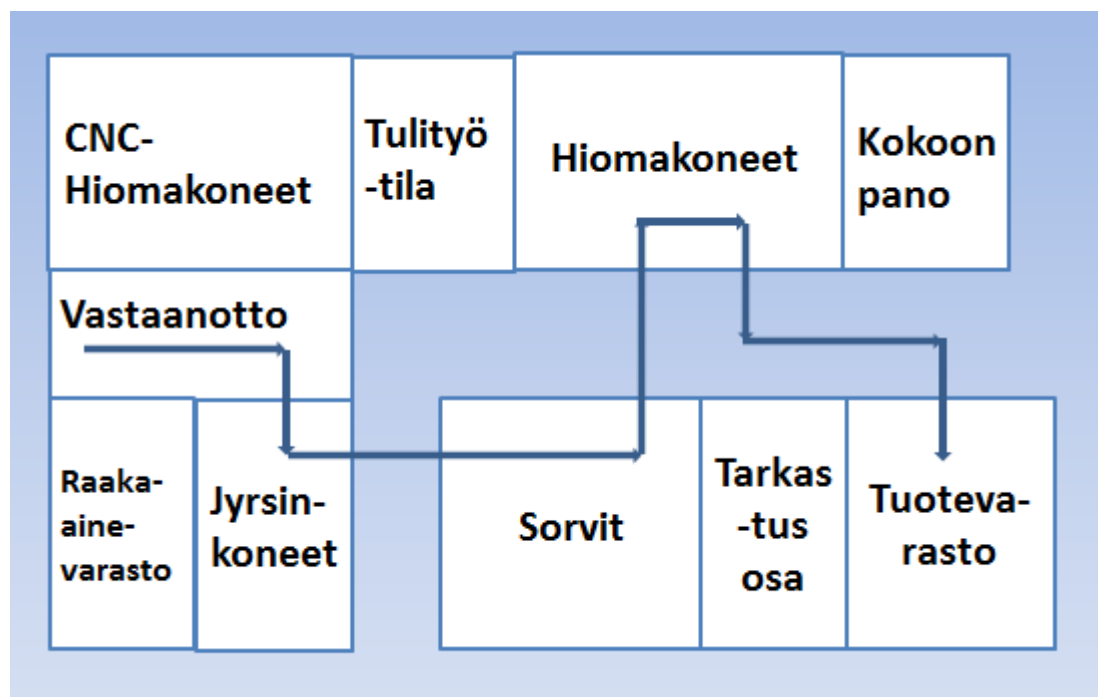
Vuoden 2001 jälkeen hiomalinjaan on tehty päivityksiä, joissa toinen hiomakone on korvattu CNC-hiomakoneella vuonna 2015. Päivityksellä saavutettiin kehittyneempi mittaustekniikka ja mahdollistettiin suurempien kappaleiden valmistus. Vuonna 2013 hiomalinjan yhteyteen investoitiin juotoskoneeseen. Kone pystyi myös miehittämät-

tömaan tuotantoon ja sen avulla pyöröteräosaston tuotannon kapasiteettia ja laatua pystyttiin kasvattamaan. (Niemi 2017.)

### 3 Layout-mallit

#### 3.1 Funktionaalinen järjestelmä

Funktionaalinen layout perustuu koneiden lokerointiin samankaltaisuuksien perusteella (Ks. kuvio 3.). Kaikki lastuavat manuaalikoneet voidaan laittaa samalle alueelle ja umpinaiset CNC-koneet omalle alueelleen. Funktionaalista layoutia kutsutaan myös teknologiseksi layoutiksi, koska koneet ryhmitellään tuotantoteknologian mallin mukaan. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 476.)



Kuvio 3. Funktionaalinen layout (Haverila ym. 2009, 477, muokattu)

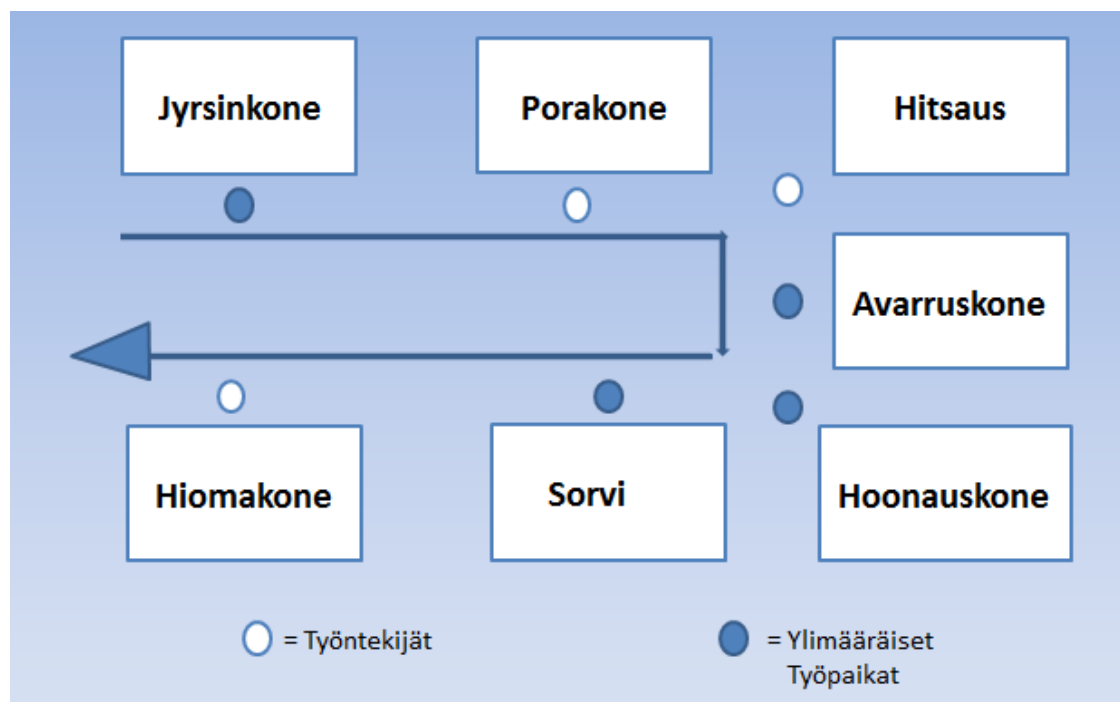
Tuotannonohjaus toimii eri koneille jonottavien töiden järjestelyn perustana. Töiden oikea-aikainen ohjaus eri työpisteiden välillä on haastavaa. Töitä voidaan ohjata työpisteille esimerkiksi toimitusaikojen perusteella. Työjonojen kasvaessa keskeneräisen tuotannon määrä suurenee ja läpäisy aika pidentyy. Työpisteiden välinen lyhyt etä-

syys ja välivarastojen hyvä toimivuus vaikuttavat positiivisesti läpimenoaikaan. Laadunhallinta eri työpisteiden välillä on monimutkaista toteuttaa, siksi työpistekohtainen laadunhallinta tulee toteuttaa tarkasti. (Haverila ym. 2009, 476.)

Funktionaalinen layout on edullisempi toteuttaa verrattuna tuotantolinjaan, ja se on joustavampi laiteinvestointeja silmällä pitäen. Funktionaalinen layout sopii pienten sarjojen tai yksittäiskappaleiden valmistukseen. Kuitenkin tuottavuus tuotantolinjaan verrattuna on huonompi. (Haverila ym. 2009, 476.)

### 3.2 Solulayout

Itsenäistä, eri koneista ja työpisteistä koostuvaa ryhmää kutsutaan solulayoutiksi (Ks. Kuvio 4.), joka on erikoistunut vain tietyn tyyppisten tuotteiden valmistukseen. Solulayoutia voidaan pitää välimuotona tuotantolinjasta ja funktionaalisesta layoutista. (Haverila ym. 2009, 477.)



Kuvio 4. Solulayout (Haverila ym. 2009, 478, muokattu)

Solulayoutissa läpimenoajat ovat lyhemmät funktionaaliseen layoutiin verrattuna, mutta ne eivät kuitenkaan vastaa tuotantolinjan tehokkuutta. Materiaalivirrat ovat

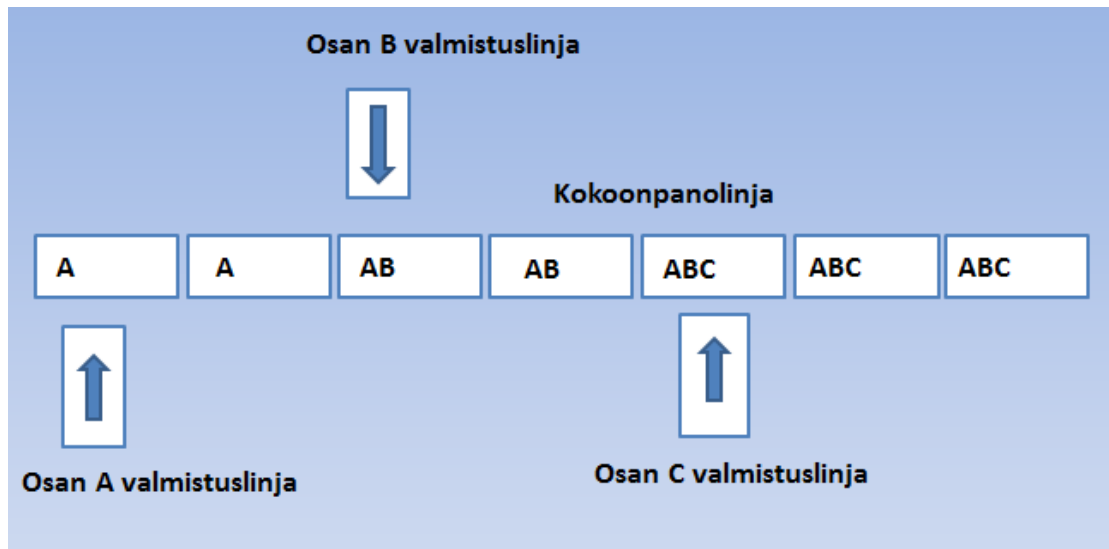
suunnitelmallisia, eikä niissä normaalisti esiinny välivarastoja. Solulayout on huomattavasti tuotantolinjaa joustavampi ja sen päivitettävyyttä investointeja tehdessä on helpompaa. (Haverila ym. 2009, 477–478.)

Solulayoutissa tuotteita voidaan valmistaa yksittäiskappaleina tai samankaltaisina tuotesarjoina. Se ei ole niin mukautuva tuotteiden vaihteluille kuin funktionaalinen layout. Soluissa eri koneiden kuormitusajat vaihtelevat valmistettavan tuotteen mukaan, mutta keskimääräiset valmistusajat ovat alhaisemmat verrattuna tuotantolinjaan. (Haverila ym. 2009, 478.)

Solulayoutissa työskentelee oma työryhmänsä, joka suunnittelee tuotantojärjestyksen ja tekee työsuoritteet itsenäisesti. Työntekijät voivat vaihtaa työtehtäviä solun sisällä, jolloin se lisää työntekijöiden työmotivaatiota tehtävien vaihtuvuuden ansiosta. (Haverila ym. 2009, 478.)

### 3.3 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayout (Ks. kuvio 5.) perustuu tuotteen valmistustavan mukaiseen järjestykseen, jossa koneet ja laitteet on tarkkaan määritetyillä työpisteillä. Tuotantolinja pystyy valmistamaan vaan tiettyä tuotetta ja sen muunneltavuus on heikko. Valmistuksessa voidaan hyödyntää automaatiota ja erilaisia kuljettimia. Työnkulku on selkeää, mutta ongelmatilanteissa koko tuotantolinja voi pysähtyä. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)



Kuvio 5. Tuotantolinjalayout (Haverila ym. 2009, 476, muokattu)

Tuotantolinja voidaan rakentaa tilanteissa, joissa on riittävän suuri tuotantomäärä ja pitkä tilauskanta. Tuotantolinjalla pyritään parantamaan valmistustehokkuutta yksikköhinnan alentamiseksi. (Haverila ym. 2009, 475.)

Tuotantolinja on altis erilaisille häiriöille, joten laadunvalvonta on keskeisessä roolissa koko prosessin ajan. Kapasiteettia on hankalaa kasvattaa jälkikäteen. Tuotantolinjan selkeys mahdollistaa tuotannonohjauksen yhtenä kokonaisuutena. (Haverila ym. 2009, 475–476.)

### 3.4 Joustava valmistusmenetelmä

Joustava valmistusmenetelmä tulee englannin kielen sanoista flexible manufacturing system (FMS). Se koostuu numeraalisesti ohjatuista työstökoneista, joita ohjataan keskusohjausjärjestelmän kautta. Työstökoneet on myös liitetty toisiinsa erilaisten kuljettimien avulla. Järjestelmä sopii erikokoisten valmistuserien tuotantoon. Järjestelmä voi olla kokoonpanojärjestelmä, jolla komponenteista valmistetaan lopputuote. Se voi olla myös työasemien sarja, joka suorittaa jyrsintää, porausta, sorvausta tai hiontaa. (Inman n.d.)

### 3.5 Hyvän layoutin piirteet

Layout-suunnittelussa pyritään lähtökohtaisesti materiaalivirtojen selkeyteen ja tehokkuuteen. Tavoitteena on myös, että siirtomatkat työpistetasoilta tuotantokoneeseen olisivat mahdollisimman lyhyet. Materiaalin varastoinnin ja vastaanoton tulisi olla mahdollisimman sujuvaa ja suunnitelmallista, jotta pitkiltä kuljetusmatkoilta ja turhilta siirroilta vältyttäisiin. (Haverila ym. 2009, 482.)

Layoutin pitäisi olla muunneltavissa tulevaisuudessa tuotannon tarpeita mukaillen. Laajennusta tai myöhempiä laiteinvestointeja silmällä pitäen, on tärkeää huomioida raskaat ja vaikeasti siirrettävät tuotantokoneet erityisesti layoutin suunnitteluvaiheessa. Kaikkien kiinteiden varastorakennusten, tuotantolinjojen ja vaikeasti siirrettävien kohteiden sijoittamisessa täytyy ottaa huomioon mahdolliset haitat layoutin myöhemmälle kehitykselle. (Haverila ym. 2009, 482.)

Erytisoamista vaativa valmistus tulisi rajata tiettyyn alueeseen ja sen erityistarpeet huomioida. Sisäinen kommunikointi, työturvallisuus ja tyytyväisyys tulee huomioida layoutia suunnitellessa. Tehtaan sisäisten palveluiden tulisi sijoittua keskeiselle paikalle. Kaikki tila tulisi käyttää tehokkaasti hukkatilan minimoimiseksi. (Haverila ym. 2009, 482.)

### 3.6 Varastointi

Tuote- ja materiaalivarastot ovat kustannuserä yritykselle, mutta välttämätön sen toimivuuden ja toimitusprosessin kannalta. Varastojen minimointi aiheuttaa puute- ja hankintakustannusten nousua. Raaka-aine- ja puolivalmisvarastojen puutteellisuus vaikuttaa toimitusaikoihin ja aiheuttaa erilaisia tuotantohäiriöitä. Raaka-aineen toimituksien viive heijastuu tuotantoon, josta syntyy erilaisia tuotantohäiriöitä. Viivästykset voivat johtaa ylitöihin tai alihankinnan käyttöön. Tämä vaikuttaa heikentyneeseen katteeseen. Katteeseen vaikuttavat myös mahdolliset myöhästymissakot tai hyvitykset. Yrityksen maine voi kärsiä epävakaaan toimitusvarmuuden seurauksena. (Haverila ym. 2009, 447–448.)

Yritys turvautuu puskurivarastoihin tilanteissa, joissa materiaalin hankintaan ja valmistukseen menevä aika ylittää asiakkaiden vaativat toimitusajat. Materiaalihallinnon kannalta on tärkeää tietää, mihin tuotantoprosessin vaiheeseen puskurivarastot sopivat. Puskurivarastot voidaan sijoittaa raaka-aineen, puolivalmisteiden tai loppu-tuotteen valmistukseen. (Haverila ym. 2009, 447–448.)

Layoutin kannalta Rummakko Oy:n nykytilanteen taltiointi antoi hyvät lähtökohdat varastotarpeen arviointiin. Raaka-aine- ja valmisvarastojen kohdalla nykyinen varastointitarve selviää pinta-alalaskentaan perustuen. Uusien varastotilojen tehokkuus kasvaa, kun osa varastohyllyistä päivitetään muuton yhteydessä kuormalavahyllyiksi. Lavahyllyt sopivat parhaiten alle 1200 millimetrin pitkän materiaalin varastointiin. Osalle varastossa pidettävistä 1200 millimetrin pitkistä valmistustuotteista varataan erillistä hyllytilaa terien ja terävasteiden varastointiin.

Raaka-aineet sijoitetaan hallirakennuksen päädyssä olevaan kylmäkatokseen, jonne tulevat myös kierrätyspisteet metalleille ja muulle materiaalille. Osa erikoisteräksistä säilytetään saharastossa laadun turvaamiseksi ja tuotannon määräämistä syistä.

### 3.7 Materiaalivirrat

Raaka-aineiden kulkuun vaikuttavat toteutuneet tilaukset, joiden mukaan raaka-aineet tilataan toimittajilta. Määrällisesti suurin osa raaka-aineista tilataan jo katkotuna terästankoina, jolloin sahaaminen jää pois. Katkotut terästangot toimitetaan kuormalavoilla, jolloin niiden käsittely ja varastointi ovat myös helpompaa. Uudessa layoutissa on sijoitettu sahat lähelle kylmäkatosta, jonne jatkossa voidaan varastoida myös pitkää tankorautaa. Sisälle saharastoon varastoidaan lähinnä erikoisteräksiä, joiden käyttö on satunnaisempaa ja määrällisesti pientä.

Määrämittaan sahattu materiaali siirtyy useassa tapauksessa manuaalijyrsimelle tai sorvaukseen. Jos kyseessä on hakkurinterä, työkierto käsittää joissain tapauksissa jopa kuusi konetta ja kahdeksan siirtoa. Hakkurinterän tapauksessa vaiheet olisivat sahaus, manuaalijyrsintä, pinnoitushitsaus, hionta, tarkastus, leimaus ja pakkaus. Sisäisiä siirtoja syntyy noin 140 metriä, jotka suoritetaan kuormalavalla ja pumppukärryllä. Rummakko Oy:n tuotannosta merkittävä osa on erityyppisten kursojen val-



mistusta. Kursoilla tarkoitetaan pyöriviä höylä- ja jyrsinkoneen terärunkoja. Kursojen ja kursonterien valmistuksessa työkierto sisältää samankaltaisia työvaiheita kuin hakkurinterien valmistuksessa. Kursojen valmistus lähtee materiaalivarastosta, josta sauhauksen jälkeen seuraa useita koneistusvaiheita. Kursojen valmistus keskittyy tuotantotilan koneistus- ja hioma-alueelle. Sarjat ovat pieniä, mutta työvaiheita on 8-16, jotka vaihtelevat kurson tyypistä riippuen.

Sisäisen logistiikan helpottamiseksi kursojen ja muiden vastaavien tuotteiden käsittelyyn käytetään teräkärriä. Teräkärri soveltuvat parhaiten pienille sarjoille, joissa paino ei nouse yli 150 kilogramman. Teräkärriä voidaan käyttää myös väliaikaisena työtasona, ja se vie puolet lattiapinta-alasta kuormalavaan verrattuna.

Layoutissa on huomioitu materiaalin siirtotarpeet jättämällä hallin keskelle pääkäytävä, joka on vähintään neljä metriä leveä koko tuotantotilan matkalta. Pääkäytävän varteen on sijoitettu koneet, joille ohjautuu suurin materiaalivirta. Perimmäisille koneille on myös pääsy kuormalavalla, mutta konekohtaisia lavapaikkoja ei ole. Koneille, joilla on suurin materiaalivirta, on varattu lavapaikat materiaalin välivarastointia ja käsittelyä varten. Keskeisillä työstökoneilla materiaalin käsittelyn helpottamiseksi on varattu kaksi lavapaikkaa, jolloin koneistetut kappaleet saadaan työvaiheen jälkeen omalle lavalle.

Koneistus perustuu materiaalin poistoon ja siitä syntyy koneistuslastuja. Suurimman materiaalivirran koneille on varattu paikat konekohtaisille lastukärriille tai kippilavalle, jolloin lastujen poisto helpottuu. Lastut kuljetetaan pääkäytävää pitkin kylmävarastoon, jossa sijaitsee metallinkeräykseen tarkoitettu siirtolava.

### **Kuljetusvälineet ja sisäinen logistiikka**

Kuormalavoja käytetään sisäisiin kuljetuksiin, varastointiin ja tuotteiden toimituksiin. Lavojen siirto tapahtuu hallin sisällä pumppukärriillä ja pinontavaunuilla. Kuormien käsittelyyn on käytössä myös kaasukäyttöinen trukki. Layoutissa trukin käyttö on huomioitu jättämällä oviaukoille riittävästi tilaa tavaran käsittelyä varten. Trukilla ei ole tarkoitus ajaa hallin läpi, vaikka siihen olisikin tilan puolesta mahdollisuus. Trukin käytön vuoksi joitain kohteita ja työstökoneita on suojattava törmäyssuojilla ovien

läheisyydessä. Törmäyssuojia ei vielä tässä vaiheessa lisätä layout-suunnitelmaan, koska niiden paikoituksen voi tehdä vasta, kun koneet on sijoitettu uuteen halliin.

## 4 Tekninen piirtäminen ja Autocad

Tekninen piirtäminen on asian esittämistä piirtäen noudattaen mittakaavoja, merkintöjä ja graafisia symboleita. Teknisen piirtämisen perustan muodostavat standardit, jotka mahdollistavat merkkien ja symboloiden tulkinnan. (Vatanen 2013, 444–445.)

AutoCAD on yleisesti käytetty tietokoneavusteinen suunnitteluohjelma. Kirjaimet CAD tulevat englannin kielen sanoista computer-aided design. AutoCAD on Autodeskin kehittämä ohjelma, joka tuotiin markkinoille ensimmäistä kertaa vuonna 1982. Ohjelmalla tehdään kaksi- tai kolmiulotteisia malleja. Ohjelman avulla käyttäjä pystyy suunnittelemaan malleja teknisen piirtämisen vaatimalla tarkkuudella, ja tarvittaessa tekemään mittauksia ja laskutoimituksia. (Kennedy 2014.)

## 5 5S

### 5.1 5S-menetelmän perusajatus

5S on viisiportainen työympäristön organisointijärjestelmä, jonka on kehittänyt japanilainen Hiroyuki Hirano. Viisiportaisen toimintamallin S-kirjaimet tulevat japanin kielisistä sanoista Seiri (lajittelu), Seiton (järjestäminen), Seiso (puhdistaminen), Seiketsu (standardointi) ja Shitsuke (sitoutuminen). 5S ei ole vain siivousohjelma, vaan kehitystyökalu, jonka avulla turha poistetaan ja luodaan toimiva työympäristö. Tarkoitus on päästä eroon turhasta ja rikkonaisesta materiaalista, sekä ylläpitää työympäristön järjestystä. Tarkoitus ei ole pitää yksittäistä siivouskampanjaa, vaan siitä pitäisi saada jokapäiväinen toimintamalli. Toimintamalli standardisoidaan yrityskoh- taiseksi ja siihen tulisi tarttua koko yrityksen voimin. (Karjalainen 2013.)

Tilan puute hankaloittaa yrityksen toimintaa ja osa tiloista saattaa olla vajaalla käytöl- lä erilaisina varastoina. Alkuperäiset varastointipaikat ovat täyttyneet tuotannossa

rikkoontuneilla työkaluilla, osilla ja tuotannon kannalta arvottomilla tavaroilla. Varastoimalla sattumanvaraisiin paikkoihin kasvatetaan epäjärjestystä. Tästä johtuen tuotannossa kulutetaan päivittäin turhaa aikaa työohjeiden ja työkalujen etsimiseen. Menetelmän avulla saadaan hukka näkyväksi, jotta siihen pystytään puuttumaan. (Karjalainen 2013.)

5S sopii yritykseen, jolla on tarve poistaa hukkaa, nopeuttaa läpimenoaikoja ja tavaravirtausta. Yritys voi tavoitella sen käyttöönotolla tuottavuuden kasvua, järjestelmällisyyttä, työturvallisuutta, laatua, toimitusvarmuutta, taloudellista hyötyä tai työntekijöiden sitoutumista. (Karjalainen 2013.)

## 5.2 5S-menetelmän vaiheet

### **Vaihe 1 Lajitteleminen**

Lajittelun tarkoituksena on luopua kaikesta, jota ei tarvita kyseisessä työssä. Tavoitteena on erotella kaikki välttämätön materiaali, jotta voidaan poistaa turhat asiat, kuten raaka-aineet, puolivalmiit tuotteet, työkalut, kansiot ja työohjeet. (Karjalainen 2013.)

”Punaisten lappujen menetelmällä” tarkoitetaan toimenpidettä, jossa lappu kiinnitetään kohteeseen ja lappuun merkitään kohteen tiedot. Konepajoilla ja tuotannossa erotteluvaiheen voi toteuttaa punaisten lappujen kampanjalla, jossa käydään läpi perusteellisesti työpisteen tai solun tavarat (Ks. kuvio 6). Tavaroiden merkitsemisen hoitaa kunkin työpisteen työntekijäporras, jonka jälkeen yrityksen tai valmistuksen johto tulee päättämään mitä tavaroille tehdään. Johdon osallistuminen antaa myös positiivisen signaalin 5S-toiminnan tärkeydelle. (5S 2001, 9.)

5S Tarkistuskortti		
<p><b>Käyttötarve</b></p> <p><input type="checkbox"/> Kerran kuussa</p> <p><input type="checkbox"/> Kerran 2-6kk</p> <p><input type="checkbox"/> Kerran vuodessa</p>	<p><b>Miten varastoida</b></p> <p><input type="checkbox"/> Varastoi työpisteessä</p> <p><input type="checkbox"/> Laita varastoon</p> <p><input type="checkbox"/> Hävitä</p> <p><input type="checkbox"/> Korvaa uudella</p>	<p>_____</p> <p>Tekijä</p> <p>_____</p> <p>pvm</p> <p>_____</p> <p>Kohde</p>

Kuvio 6. Punainen lappu (5S 2001, 34, muokattu)

### Vaihe 2 Järjestäminen

Kaikelle säilytettävälle materiaalille on järjestettävä paikka, jossa on asianmukainen tunniste. Tämä toteutetaan tuotantotiloissa varjotaululla tai tekstillä. Korkean käyttöasteen omaavat kohteet pitäisi olla helposti saatavilla, jotta niiden käyttöönotto ja palauttaminen olisi mahdollisimman vaivatonta. Materiaalin sijoittaminen tulisi yksinkertaistaa mahdollisimman käyttäjäystävälliseksi. Samalla pitää muistaa huomioida tehokkuus, turvallisuus ja työergonomia. Käyttöjärjestystä pitäisi myös ylläpitää työn ja tuotannon muutoksien mukaan. (Karjalainen 2013.)

### Vaihe 3 Puhdistaminen

Vaiheessa 3 puhdistetaan työalue liasta, pölystä ja sinne kuulumattomista materiaaleista. Siisteys koskee ympäristön lisäksi suojaimia ja työvaatteita. Puhtauden ylläpitämiseksi on syytä luoda järjestelmä pysyvän siisteyden ja järjestyksen takaamiseksi.

Säännöllinen siistiminen edesauttaa materiaalin ja työkalujen kunnossapitoa. (Karjalainen 2013.)

#### **Vaihe 4 Standardointi**

Vaiheessa 4 standardoidaan siisteystaso, jota ylläpidetään edellä mainittujen vaiheiden mukaan. Siisteystaso pitäisi standardoida ja ohjeistaa työpistekohtaisesti visuaalisesti, mutta yksinkertaisesti. Visuaalisilla ohjeilla helpotetaan käyttäjiä ylläpitämään saavutettua järjestystä ja siisteyttä. Työalueet ja käytävät voidaan tarvittaessa rajata väreillä, kylteillä ja infotauluilla. (Karjalainen 2013.)

Standardointi helpottaa puuttumista epäkohtiin ja mahdollistaa, että kuka tahansa voi arvioida työpisteen tilan. Uudenkin työntekijän on nopeampi löytää tarvittava työkalu ja palauttaa se takaisin omaan paikkaansa. Standardin apuvälineeksi soveltuu 5S-standardityölehti, josta voidaan tarkastaa 5S:n aikaisemmissa vaiheissa sovitut siisteyden ja järjestyksen käytännöt. Tähän lehteen kirjataan työpisteen tai solun tehtävät, kuten lattian lakaisu, roskakorin tyhjennys, työkalujen ja mittavälineiden palautus, tyhjien kuormalavojen poisvienti sekä ruuvivaraston tarkastus. (5S 2001, 9.)

#### **Vaihe 5 Sitoutuminen**

Sitoutumisen tarkoituksena on ylläpitää edellä mainittuja toimintatapoja. Tämä edellyttää jatkuvaa valvontaa ja ripeää puuttumista epäkohtiin. Tämä on haastavin osa viidestä ”ässästä” ja ilman sitoutumista saavutetut hyödyt menettävät arvonsa. (Karjalainen 2013.)

## 6 Koneturvallisuus

### 6.1 Koneturvallisuuden vaaratekijöitä

Koneturvallisuuden standardissa (SFS-EN 349+A1 2008, 14.) käydään läpi koneturvallisuuteen vaikuttavia vaaratekijöitä. Kaikki Standardissa käsiteltävät vaarat ovat mahdollisia konepajaympäristössä. Tässä opinnäytetyössä on keskitytty mekaanisiin vaaroihin, jotka johtuvat huonosta layout-suunnittelusta. Layoutia tehdessä tulee huomioida koneiden liikeradan vaatima tila erityisellä tarkkuudella, ja siihen tulee lisätä vaadittavat turvaetäisyydet.

Alla on taulukko konepajaympäristön mahdollisista vaaratekijöistä.

- Mekaaniset vaarat
- Sähköstä ja lämmöstä johtuvat vaarat
- Melun ja värinän aiheuttamat vaarat
- Materiaalien ja aineiden aiheuttamat vaarat
- Ergonomisen suunnittelun puutteet
- Liukastumis-, kompastumis- ja putoamisvaarat
- Vaarojen yhdistelmät (SFS-EN 349+A1 2008, 14.)

Layoutia suunnitellessa on huomioitava koneiden liikeradat tarkkaan. Väärin sijoitetut koneet voivat aiheuttaa kehon osien puristumisvaaran, jos koneet sijoitetaan liian lähelle kiinteitä esteitä. Standardissa käydään läpi vähimmäisetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi. Standardissa määritetään vähimmäisetäisyydeksi vartalolle 500 millimetriä, päälle 300 millimetriä ja jalalle 180 millimetriä. (SFS-EN 349+A1 2008, 38.)

## 6.2 Automaattikoneiden suojaus

Automaattityöstökoneet voivat tehdä tuotantoa ilman koneistajan välitöntä valvontaa tai koneen käyttöä. Uudet automaattikoneet tulee koteloida kokonaan tai erottaa suojalaittein vaarakohteisiin pääseminen. Suojauksen avaaminen tai turvalaitteen kytkeytyminen pysäyttää toiminnan, ennen kuin vaarakohteeseen on mahdollista koskea. Rajattaessa työstökone aidoilla, tulee aidan korkeuden olla vähintään kaksi metriä. Aidan alareuna ei saa olla yli 180 millimetriä irti lattiasta ja verkon silmäkoko voi olla enintään 40 millimetriä. (Siirilä 2008, 49–50.)

## 6.3 Lainsäädäntö vaatii riskien hallintaa

Standardeissa ja lainsäädännössä riskeillä tarkoitetaan ajateltavissa olevia seurauksia ja niiden todennäköisyyttä. Riski muodostuu kohtalaiseksi, kun seuraukset ovat erityyppisiä haitallisia ja tapauksissa, joissa riskin toteutuminen on hyvin todennäköistä. (Siirilä 2008, 77.)

Lainsäädännössä määrätään koneiden sijoittelusta niin että, koneen liikkuvat osat ovat sijoitettu mahdollisimman turvallisesti. Tapauksissa, joissa näin ei voida toimia, liikkuvat osat on peitettävä, aidattava tai esimerkiksi turvalaitteella varustettava riskin minimoimiseksi. (Siirilä 2008, 58.)

Työstökoneiden liikkuvat osat voivat aiheuttaa käyttäjälleen tai välittömässä koneen läheisyydessä olevalle henkilölle erityyppisiä vaaratekijöitä. Mekaanisia vaaratekijöitä voivat olla leikkautuminen, puristuminen, isku ja kiertyminen. Koneista sinkoutuvat kappaleet, nesteet, koneistuslastut tai kipinäsuihkut voivat aiheuttaa vaaraa koneen käyttäjälle tai sen läheisyydessä oleville. (Siirilä 2008, 86.)

## 7 Opinnäytetyön toteuttaminen

### 7.1 Tutkimusmenetelmät

Kyselytutkimuksella kerätään tietoa kyselylomakkeelle, josta saadaan tietoa palautemittauksiin, katukyselyihin ja mielipidetiedusteluihin. Haastattelututkimuksessa kysymys esitetään suoraan vastaajalle, jolloin haastattelija voi kontrolloida tilannetta esittämällä lisäkysymyksiä. Kysely- ja haastattelututkimuksen apuna on lomake, jossa on ennalta kirjatut kysymykset. (Vehkalahti 2008, 11.)

### 7.2 Tiedonkeruu

Layout-suunnittelussa keskeistä ovat tuotantojärjestelmän koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien suunnittelu (Haverila ym. 2009, 475). Selvitystyö aloitettiin palaverilla, jossa käytiin läpi yrityksen sulakeluettelot. Sulakeluetteloista löytyivät tiedot koneen mallista, sulakekoosta ja sulakkeen sijainnista. Koneiden tunnistaminen tuotantotiloissa oli vaikeaa, koska koneluettelossa oleva konekohtainen numerointi kattoi vain kolmanneksen yrityksen koneista.

Sulakeluetteloiden pohjalta tehtiin uudet koneluettelot (Liitteet 2,3 & 4). Niihin lisättiin konekohtainen numerointi kaikista koneista, josta selvisi lisäksi koneen nykyinen toimintapaikka. Koneiden kylkiin teipattiin numerotunniste, joka vastasi luettelon tunnistetta.

### 7.3 Nykyiset hallien layout-kuvat

Halleista ei myöskään löytynyt layout-kuvia, joten seuraavaksi toteutettiin niiden piirtäminen. Vaihtoehtoina oli piirtää nykyiset layoutit käsin, AutoCAD-ohjelmalla tai muulla tietokoneavusteisella ohjelmalla. Layout-kuvat päädyttiin piirtämään käsin, koska se havaittiin tehokkaimmaksi ja yksinkertaisimmaksi tavaksi. Tietokoneen käyttö tuotantotiloissa olisi ollut haastavaa ja hidasta, mutta toisaalta koneet ja yksityis-



kohdat olisi ollut huomattavasti helpompaa siirtää uudelle layout-pohjalle sähköisesti.

Toteutus päätettiin tehdä käsin piirtämällä ja mittakaavaksi valittiin 1/50. Toleranssiksi tulisi ( $\pm 50\text{mm}$ ) koneiden osalta ja rakennusten/rakenteiden osalta ( $\pm 100\text{mm}$ ). Piirtäminen toteutettiin konseptipaperille, jonka ruudut ovat  $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ , joten yksi ruutu vastaisi todellisuudessa  $0,5\text{m} \times 0,5\text{m}$ . Ruudukko helpotti näin piirtämistä tuotantotiloissa, jossa fasilitetit piirtämisen onnistumiselle olivat haasteelliset. Vaihtoehtona olisi ollut yleisesti teknisessä piirtämisessä käytetty millimetripaperi, mutta se osoittautui liian tummaksi skannattaessa ja tulostettaessa.

Piirtäminen aloitettiin hallien pohjapiirroksilla, joihin lisättiin yksityiskohdat väliseinistä, varastotiloista, sosiaalityloista ja portaikoista. Yksityiskohtainen piirtäminen keskitettiin tuotantotiloihin, jonne paikoitettiin koneet, laitteet ja työpöydät nykyisiin positioihin. Mittakaavan lisäksi piirustuksiin lisättiin tärkeimmät mitat jatkotarkastelua varten. Koneistajilta saadut huomiot koneen käyttöön, turvallisuuteen tai kunnossapitoon liittyen kirjattiin myös layout-pohjaan ylös.

## 7.4 Selvitystyö

Uusi tuotantotila oli jo rakenteilla, joten tässä vaiheessa toimeksiantaja halusi selvityksen nykyisestä tuotantotilan pinta-alasta. Laskenta suoritettiin tehtyjen layout-piirustuksien pohjalta. Lisäksi piti suorittaa useampi haastattelu, jossa määritettiin tuotantotiloissa olevat hukkatila, varastotilat ja rakenteet, jotka jätetään pois tuotantotilojen pinta-alasta. Rakenteilla oleva halli osoittautui riittävän suureksi koko konekannan siirrolle.

Keski-Suomen Yrityskiinteistöt Oy oli aloittanut syksyllä 2017 hallin rakennustyöt, joten heiltä saatiin käyttöön rakennuksen pohjapiirros. Keski-Suomen Yrityskiinteistöt Oy toimittivat kokonaisvaltaisen paketin Rummakko Oy:lle, joka käsittää ilmastoinnin, ilmavaihdon, pölynpoiston, paineilma-verkon, wc-tilat, vesipisteet, sähköistämisen ja väliseinät. Edellä mainittujen yksityiskohtien vuoksi Keski-Suomen Yrityskiinteistöt Oy tarvitsee layoutin käyttöönsä viimeistään rakennustyön loppuvaihees-

sa. Koneiden positioiden pitäisi olla loppuun asti harkittuja, jotta pölynpoistoputkia ei jouduttaisi muokkaamaan jälkikäteen.

## 7.5 Visuaalinen layout-luonnos

Layoutin-luonnoksesta (Ks. Kuvio 7.) haluttiin mahdollisimman visuaalinen ja helposti muokattava, jotta yritysjohto, henkilöstö ja Keski-Suomen Yrityskiinteistö Oy:n edustajat pääsevät arvioimaan sitä työn edetessä. Pohjapiirros muokattiin mittakaavaan 1/25 ja siihen lisättiin ruudukko, jonka jälkeen se tulostettiin Kirjapaino Ässässä. Lähes nelimetrinen tuloste tuotiin yrityksen tiloihin ja kiinnitettiin polyuretaanilevyyn. Aiemmin tehdyistä tuotantotilojen layouteista otettiin tulosteet mittakaavassa 1/25. Näistä tulosteista leikattiin irti koneet ja laitteet, joita pystyttiin nyt siirtämään pohjapiirroksen päällä.



Kuvio 7. Ensimmäisen layout-mallin hahmottelua

Kuviossa 7 tehtiin layout-mallin ensimmäistä hahmotelmaa. Taustalla ovat aiemmin tehdyt nykyisten hallien layoutien hahmotelmat. Nykyisten hallien hahmotelmista pystyi päättämään vähimmäisetäisyyksiä työstökoneiden ja työtasojen välillä.

Koneiden ja laitteiden positiot nykyisissä tiloissa noudattavat pääsääntöisesti funktionaalista layoutia. Uusiin tiloihin haluttiin myös alustavasti funktionaalinen layout. Pyöröteräpuoli teki kuitenkin poikkeuksen, koska tuotanto koostuu vain pyörösahanteristä. Lisäksi pyöröteräosaston koneet sopivat konetyypin ja asetteen vuoksi vain pyöröterien valmistukseen. Näin ollen pyöröteräosaston kohdalla toimii myös solu-layout.

Tuotantotila haluttiin läpikuljettavaksi, joten hallin pituussuunnassa varattiin tilaa noin neljä metriä leveälle pääkäytävälle. Koneet osastoitiin pääsääntöisesti tuotantotavan perusteella. Varastoille, puusepän verstaalle, pakkaamolle, tarkastamolle, lastuavalle työstölle, sahoille, pitkille hiomakoneille, tulityötiloille, hiomolle ja pyöröteräosastolle osastoitiin omat tilansa, joihin koneet ja laitteet sijoitetaan. Hallin päädyssä olevaan kylmäkatokseen sijoitetaan kompressorihuone, pölynpoistoimurit ja kierrätysastiat.

Koneet sijoitettiin pohjapiirroksen tuotannon ehdoilla. Tätä varten tarvittiin tuotannon henkilöiden ja yritysjohdon haastatteluita sekä katselmuksia. Tuotantotiloissa käytiin läpi yksityiskohtia, jotka vaikuttavat koneiden turvalliseen käyttöön, työkapaleisiin, kunnossapitoon ja materiaalivirtoihin. Miehittämätöntä tuotantoa suorittavat koneet tarvitsevat huolellista yksityiskohtien huomioimista. Osa koneista oli sijoitettava niin, että yksi koneistaja pystyy valvomaan myös käyttämiään miehittämättömiä koneitaan.

Layoutin paperisen luonnoksen jälkeen layout piirrettiin AutoCAD-ohjelmalla. Samalla koneiden tarkat positiot pystyttiin mittaamaan ohjelmaa apuna käyttäen. Lattialaatan värinää rajoitetaan liikuntasaumoilla, jotka lisättiin layoutiin tässä vaiheessa. Suunnitteluohjelmalla piirtämisessä oli etuna selkeys ja tarvittaessa muokattavuus. Keski-Suomen Yrityskiinteistöt Oy sai myös layoutin käyttöönsä suunnittelun avuksi. Sähkösuunnittelua helpottamaan kirjoitettiin koneisiin koneluettelon tunniste, sulakekoko ja nykyinen liitântätapa. Layoutin valmistuttua siitä otettiin tulosteet 1/50 mittakaavassa, jotta yritysjohdo ja asiaan kuuluvat henkilöt pääsevät tarkastelemaan sitä ennen koneiden siirtoa. Layoutista otettiin toteutuvat tuotantotilojen pinta-alat, joita verrattiin nykyisiin tuotantotilojen pinta-aloihin.

## 7.6 Nykyinen konekanta ja koneluettelot

Savelan tehtaan koneistusosaston koneluettelo (Liite 2.) on tehty vanhan sulakeluettelon pohjalta. Koneet oli ryhmitelty ja merkitty koneistus-, paloitus- ja hiomaosaston sekä puuverstaan koneisiin. Koneita oli yhteensä 43 kappaletta, jotka otettiin mukaan koneluetteloon. Luettelo koostui kolmivaihevirtaa käyttävistä koneista. Luettelon ulkopuolelle jätettiin kaksivaihevirtaa käyttävät koneet, kuten käsityökalut. Näitä koneita käytetään lähinnä työpöydillä ja väliaikaisilla työtasoilla. Sen vuoksi ne voitiin jättää toimeksiantajan suostumuksella layoutin ulkopuolelle.

Sulakeluettelon pohjalta tehty pyöröteräosaston koneluettelo sisältää koneita, poistoilmapuhaltimia, valoja ja vastaavia keskukseen kytkettyjä laitteita, joita on yhteensä 41 (Liite 3.). Layoutiin ei otettu huomioon vanhoja konekohtaisia poistopuhaltimia ja imureita, koska ne tullaan korvaamaan uudella järjestelmällä. Layoutiin otettiin tältä osastolta 26 konetta, jotka merkittiin erikseen koneluetteloon. Lisäksi koneisiin liimattiin tunnistet helpottamaan siirtoa. Koneen kyljestä löytyvä tunniste löytyy myös layoutista.

Sulakeluettelon pohjalta tehty nykyisen Palokan osaston koneluettelo koostuu 14 koneesta, jotka on merkitty tunnistella luetteloon ja koneisiin (Liite 4.). Palokan osasto poikkeaa koneiden koon puolesta muista osastoista. Osa koneista vaatii huomattavan paljon tilaa, joten koneluettelo on myös suppeampi.

## 7.7 Konekannan muutokset tulevaisuudessa

Rummakko Oy on investoinut säännöllisesti, jotta konekannalla pystytään täyttämään asiakkaiden vaativimmatkin pyynnöt. Uusia koneita hankitaan osastoittain, vuonna 2018 investoidaan kaksipöytäiseen segmenttihiomakoneeseen. Muuton jälkeen on suunniteltu pakkauksien osittaista uudistamista valmiisiin standardimittaisiin laatikoihin. Pakkaukset ja tuotteet tullaan jatkossa leimaamaan uudella laserleimauslaitteella, joka on tällä hetkellä hankinnassa. (Kokki 2018.)

Vuoden 2018 suurimpana investointina on kuitenkin uusi tuotantorakennus, ja siihen liittyvät pienemmät investoinnit. Rummakko Oy aikoo palkata osaavia koneistajia tuotantoon vuoden 2018 aikana. (Kokki 2018.)

## 8 Pinta-alan tarkistuslaskenta

### 8.1 Savelan tehdas: koneistusosasto

Koneistusosasto koostuu kahdessa kerroksessa olevasta hallista, jonka kokonaispinta-ala on 740 neliometriä (Liite 5 & 6). Sokkeloisessa rakennuksessa neliömetrejä jää pois tuotannon käytöstä väliseiniin, tukirakenteisiin, portaisiin, lämpökeskukseen, sosiaalituloihin ja vanhaan hitsaamoon. Tuotantotilaa on 484 neliometriä nykyisissä tiloissa, josta osa on vajaalla käytöllä. Uuden koneistusosaston layoutissa koneistusosaston pinta-ala pienenee 11 prosenttia. Koneistusosaston tuotantotila kokee muutoksia muussakin kuin layoutissa, jolloin tilan käytettävyys paranee. Osa puisista työpöydistä ja työkalukaapeista ovat kymmeniä vuosia vanhoja. Nämä tullaan uusimaan muuton yhteydessä. Lisäksi osastolla on koneita, joiden käytöstäpoisto on ajankoh- taista tai koneen käyttöaste on vähäistä. Pienempiä samankaltaisia koneita on aikoi- naan kahdennettu tai niitä on jopa useita kappaleita. Layout mukautuu jatkossa ko- neiden uusintatarpeeseen ja vajaalla käytöllä olevien koneiden poistoon. Opinnäyte- työtä tehdessä toimeksiantaja ei vielä osannut sanoa, mitkä koneet eivät siirry uusiin tiloihin, joten kaikki koneet otettiin mukaan layoutiin.

Layoutissa koneet sijoitettiin tuotantotilan puoleenväliin molemmille puolille keski- käytävää. Sijoitellessa tuli ottaa huomioon koneet, joille materiaalivirta olisi suurinta. Työstökoneilta syntyy myös merkittävästi metallilastua, jota kuljetetaan kierrätyk- seen. Lastujen kuljetukseen tarvitaan joillain työstökoneilla päivän aikana useampi kuljetuskerta. Koneistuslastujen kuljetuksella on siis merkitystä materiaalivirtaan ja tuottavaan työaikaan.

## 8.2 Savelan tehdas: pyöröteräosasto

Savelan tehtaan pyöröteräosasto on kahdesta kerroksesta koostuva tiilirakenteinen halli (Liite 7 & 8). Kokonaispinta-ala on 640 neliometriä, joista tehokasta pyöröteräosaston tuotantotilaa yläkerroksessa on 201 neliometriä ja alakerroksessa 137 neliometriä. Ala-kerroksesta löytyy sahat ja saharasto, jotka ovat myös muiden osastojen käytössä. Tulevassa hallissa pyöröteräosaston pinta-ala tulee 350 neliometriä, joka on neljä prosenttia nykyistä suurempi. Työntekoa helpottaa yhtenäinen työtila, joka rajoittuu pääkäytävään. Koneet, joilla suoritetaan autonomista tuotantoa, on sijoitettu lähelle konttoria ja sosiaalitylöitä. Pyöröteräosaston sijoitus on toteutettu tähän osaan lähinnä tuotannollisista syistä, koska materiaalivirta kylmäkatokseen, sahoille ja saharastoon ei ole niin suurta kuin muilla osastoilla. Lisäksi pyöröterien valmistuksesta ei synny niin paljon lastuja, kuin muussa tehtaan tuotannossa. Pyöröteräosaston layoutia ja sijoitusta on mietitty myös melutason ja imagon puolesta sopivaksi tähän osaan tuotantotilaa. CNC-hiomakoneiden, juotoskoneiden ja hiomakeskuksen äänitaso on alhaisempi työstökoneisiin verrattuna, jolloin konttoriin ja sosiaalitylöihin ei kohdistu niin paljon melua.

## 8.3 Palokan osasto

Palokan osaston kokonaispinta-ala on 473,4 neliometriä, josta tuotantotilan osuus on 343 neliometriä (Liite 9). Uudessa layoutissa Palokan osastolle on varattu 400 neliometriä tuotantotilaa, joka on 17 prosenttia aikaisempaa enemmän.

Koneiden sijoittelussa painotettiin materiaalivirtoja sekä äänitason ja värähtelyn kulua tuotantotilassa. Suurista hiomakoneista lähtevää ääntä rajoitettiin sijoittamalla koneet perimmäiseen nurkkaan ja laittamalla samalle seinustalle hitsaamo sekä juotshuone. Yksi keino vaimentaa värähtelyä on rajata alueita liikuntasauvoilla. Tämä oli myös yksi syy suurien koneiden sijoitteluissa.

## 8.4 Seppälänkankaan uusi tehdas

Uuden tuotantotilan layoutin suunnittelussa jouduttiin ottamaan huomioon monia yksityiskohtia. Koneiden sijoittelussa päädyttiin funktionaaliseen layoutiin, jossa koneet sijoitetaan samankaltaisuuden perusteella. Pyöröteräosasto haluttiin pitää jatkossa omana osastonaan, joka keskittyy vain pyöröterien valmistukseen. Pyöröteräosaston layoutiksi tuli näistä syistä solulayout.

Funktionaalisen layoutin painopisteenä olivat tuotannolliset syyt, joista yksi oli koneistajien erikoistuminen työskentelemään tietyillä konetyypeillä ja koneilla. Koneistajien haastatteluista ja nykyisistä layouteista selvitettiin, kuinka koneet tulisi ryhmitellä. Ryhmittelyllä haettiin selkeitä reittejä keskeisille työstökoneille, jonne ohjautuu suurin materiaalivirta. Koneet, joille tulee suuria tai pitkiä kappaleita, oli saatava ryhmiteltyä nostureiden vuoksi samalle alueelle ja käytävien läheisyyteen.

Koneiden siirrossa oli myös huomioitava koneiden siirtojärjestys, joka alkaisi pyöröterä- ja koneistusosaston koneiden siirrolla. Tämä siirtojärjestys ei onneksi aiheuta suuria muutoksia layoutiin, mutta tämä oli yksi peruste jättää Palokan osastolta siirrettäville koneille enemmän tilaa. Koneiden siirron loppuvaiheessa olisi työläämpää tehdä muutoksia layoutiin. Palokan osaston siirrolla ei ole niin tarkka aikataulu, joten nykyisessä tilassa tuotanto voi jatkua vielä Savelan osastojen muuton aikana.

Seppälänkankaan uuden tehtaan layout-kuvassa (Ks. Kuvio 8.) on rajattu tuotantotila alueisiin. Alue 1 on kylmäkatos, jonka ylälaidassa on varatut tilat kompressoreille ja pölynpoistoimureille. Kylmäkatokseen tulee myös varastotilaa ja kierrätyspisteet. Näiden layout selviää vasta muuton jälkeen.



Kuvio 8. Seppälänkankaan uuden tehtaan layout

Alue 2 on sijoitettu tuotantotilan uloimpaan nurkkaan konttorista ja sosiaali-tiloista nähdessä. Alueen kaksi suurinta konetta ovat äänekkäitä. Koneiden melu oli suurimpana syynä koko osaston sijoituksessa. Toinen merkittävä syy oli materiaalivirta alueilta 3, 4 ja 7. Pienimmällä alueella sijaitsevat koneet kuuluvat alueen 4 tuotantoon. Oikeassa ylä laidassa sijaitseva hehkutusuuni kuuluu alueen 3 tuotantoon. Uunia lukuun ottamatta kaikki koneet ovat emulsionestettä käyttäviä hiomakoneita.

Alue 3 on hitsaamo, jossa voi työskennellä samanaikaisesti kaksi hitsaajaa. Hitsaamon materiaalivirta tulee alueilta 8 ja 9. Umpinaisen hitsaamon on tarkoitus myös rajoittaa alueelta 2 lähtevää melua.

Alue 4 on juotoshuone, jonne materiaalivirta tulee alueelta 5. Sieltä se palaa alueelle 5 tai 2. Juotoshuone on hitsaamon ohella tulityötila, joten se haluttiin laittaa hitsaamon jatkoksi.

Alueen 5 koneet ovat hiekkapuhalluskaappia lukuun ottamatta kaikki hiomakoneita. Tämän alueen materiaalivirrat vaihtelevat suuresti, koska alueen koneilla tehdään merkittävästi terähuoltoon liittyviä töitä.

Alue 6 on pyöröteräosasto, joka toimii siis itsenäisenä omana osastonaan. Pyöröteräosaston toimintaan liittyy alueet 10, 11 ja 12, eli tarkastamo, pakkaamo ja valmis-tuotevarasto.

Alue 7 on saharasto, jossa on kolme metallivannesaha ja yksi pyörösaha. Alueelta lähtee suurin materiaalivirta alueelle 9.



Alue 8 on koneistusosaston osa, jossa pystytään koneistamaan suurimpia kappaleita. Alueen keskeinen kone on Aarpora, joka vie suuren osan alueen pinta-alasta.

Alue 9 on koneistuksen toinen osa, jossa on vasemmassa laidassa kaksi koneistuskeskusta, joilla käsitellään suuri osa alueen materiaalivirrasta. Oikeassa ylälaidassa sijaitsee manuaalijyrsin, jolla tehdään paljon karkeaa jyrsintää. Jyrsin ei ole materiaalivirtojen kannalta otollisessa paikassa, mutta sitä ei voinut laittaa turvallisuussyistä muualle.

Alueella 10 on tarkastamo ja leimaus, jotka ovat sijoitettu keskeiselle paikalle. Alueella 11 on pakkaamo ja puutyötila, jossa tehdään terien koekäyttöjä ja pakkauksia. Pakkaamo on myös tuotantotilan konttorin puoleisessa päässä, josta tilauksiin lisätään mittauspöytäkirjat, dokumentit ja lähetyslistat. Alue 12 on valmiiden tuotteiden varasto, joka on yhteydessä pakkaamon ja tarkastamon kanssa.

## 9 Pohdinta

Tärkein tavoite tässä opinnäytetyössä oli suunnitella Rummakko Oy:n uuden tuotantotilan layout, joka olisi nykyistä toimivampi ja materiaalivirroiltaan selkeämpi.

Layout-suunnitelma otetaan käyttöön vasta opinnäytetyön valmistuttua, joten käyttöönoton jälkeisiä havaintoja ei voitu liittää tähän opinnäytetyöhön. Toimeksiantajan kannalta olikin merkittävämpää saada layout-suunnitelma käyttöön riittävän aikaisin ennen muuttoa. Toimeksiantajan pyynnöstä tehtiin myös nykyisten tuotantotilojen layout-mallit, pinta-alavertailut ja koneluetteloiden päivittäminen. Koneluetteloiden päivittämisellä ja koneiden merkitsemisellä helpotetaan siirtovaiheessa ulkopuolisen urakoitsijan työtä. Pinta-alojen vertailulla todettiin uuden tuotantotilan olevan riittävän kokoinen nykyiselle konekannalle ja tulevaisuuden koneinvestoinneille.

Layout-suunnitelma toimitettiin hallin rakentajalle ennen opinnäytetyön valmistamista. Hallin tuotantotilan väliseinien, lattiavalun liikuntasaumojen sekä putki- ja sähkösuunnittelun kannalta, oli tarve saada layout-suunnitelma rakentajalle ennen edellä mainittujen töiden alkamista.

Opinnäytetyö suoritettiin suurimmalta osin toimeksiantajan tiloissa. Työn edetessä työntekijät ja johtoporras olivat valmiita antamaan palautetta ja ratkaisuehdotuksia ilmenneisiin haasteisiin. Työntekijäportaalta saatiin arvokasta tietoa, jota hyödynnettiin suunnitteluvaiheessa. Johdolta saatiin myös päivittäin neuvoja suunnitteluvaiheessa ilmenneihin kysymyksiin. Työn alkuvaiheessa oli merkittävää saada paperinen muunneltavissa oleva layout-malli työntekijöiden ja johdon tarkasteltavaksi.

Työn alkuvaiheessa kävi selväksi, että layout-suunnitelma tulee olemaan kompromissi. Funktionaalista layoutia ei pystytty toteuttamaan koko tuotantotilaan. Funktionaalisen layoutin toteuttamien koko tuotantotilaan olisi hankaloittanut pyöröteräosaston materiaalivirtoja ja toimintaa.

Pohdintaa ja eriäviä näkemyksiä tuli myös paineilma-aseman sijainnista. Opinnäytetyön ulkopuolelle jätettiin tarkastelu paineilma-aseman lämmön talteenoton edusta, joten paineilma-asema sijoitettiin varastotilaan tuotantotilan ulkopuolelle. Jos myöhemmin nestevälitteisen lämmön talteenotto otetaan käyttöön, siihen tulevat suuremmat käyttöönottokustannukset nykyisestä sijainnista johtuen.

Layout-suunnitelmaan ei määritelty kaikkien työpöytien tarkkaa sijaintia. Merkittävä osa työpöydistä on käytettävyyden ja tilankäytön puolesta vuoksi korvattava uusilla. Toimeksiantaja tekee työpöytäpäivitykset muuton yhteydessä, jolloin työpöydät päästään mitoittamaan työpisteessä.

Jatkossa layout muuttuu laiteinvestointien mukaan. Opinnäytetyötä tehdessä haasteltiin yritysjohtoa, jolla oli selkeitä suunnitelmia tulevien vuosien laiteinvestointeja varten. Layout-suunnitelmaa tehdessä suunniteltiin koneinvestoinnin edeltä poistettavien koneiden paikat lähelle käytäviä.

Opinnäytetyössä käsiteltiin myös 5S järjestelmää, koska muuton yhteydessä toteutetaan menetelmää jo osittain. Siisteyskäytäntöjen yhtenäistäminen olisi syytä aloittaa heti muuton yhteydessä. Lisäksi uudessa layoutissa huomioitiin ja rajoitettiin lian leviämistä erilaisin keinoin. Varastojen selkeyttäminen, leveät käytävät ja pinnoitettu lattiat helpottavat jatkossa puhtaanapitoa. Suurimpina haasteina ovat valvonta ja järjestyksessä pidettävien alueiden rajaaminen työntekijätasolla.

Opinnäytetyössä onnistuttiin hyvin ja tulokset saatiin toimeksiantajan käyttöön aikataulussaan. Toimeksiantajan edustaja olisi itse tehnyt layout-suunnittelun, jos työtä ei olisi tehty opinnäytetyönä. Layout-suunnitelma tehtiin opinnäytetyönä, jolloin resurssit olivat paremmat laajempaan tarkasteluun ja lähtötietojen keräämiseen.

## Lähteet

Ala-Lahti, T. 2018 Tuotantopäällikkö. Rummakko Oy. Haastattelu 26.1.2018.

ER-VE-pyöröterät. N.d. Rummakko Oy. Mainoseseite.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6.p. Tampere: Infacs.

Hämäläinen, A. 2017 Koneistaja. Rummakko Oy. Haastattelu 7.11.2017

Inman, R. N.d. Flexible Manufacturing. Artikkelin Reference for Business-sivustolta. Viitattu 4.3.2018. <http://www.referenceforbusiness.com/management/Ex-Gov/Flexible-Manufacturing.html>.

Karjalainen, E. 2013. Viiden ässän kehitystyökalu. Www-dokumentti. Viitattu 1.2.2018. <http://www.gk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/5s/>.

Kauppinen, V. 2013. Utopiasta tuli totta. Teoksessa Fastems FMS. Täydellä teholla. Helsinki: Libris.

Kennedy, L. 2014. A Brief History of AutoCAD. Artikkelin Scan2CAD-sivustolla. Viitattu 27.2.2018. <https://www.scan2cad.com/tips/autocad-brief-history/>.

Kokki, J. 2018 Toimitusjohtaja. Rummakko Oy. Haastattelu 5.3.2018.

Koneturvallisuuden standardit 2017. Esite Suomen standardisoimisliiton sivuilla. Viitattu 21.2.2018. [https://www.sfs.fi/files/1478/koneturvallisuusstandardit2016\\_web.pdf](https://www.sfs.fi/files/1478/koneturvallisuusstandardit2016_web.pdf).

Niemi, J. 2017 Tuotepäällikkö. Rummakko Oy. Haastattelu 7.11.2017

Pikkarainen, E. 1999. Nc-tekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

Rummakko Oy. N.d. Viitattu 5.3.2018. <http://rummakko.fi/>.

SFS-EN 349 + A1. 2008. Koneturvallisuus. Vähimmäisetäisyydet kehonosien puristumisvaaran välttämiseksi. 2.p. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto. Vahvistettu 24.11.2008. Viitattu 25.2.2018. <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus EU:n direktiivien ja standardien soveltaminen käytännössä. Keuruu: Otava.

SS. 2001. Metalliteollisuuden keskusliitto 2001. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus.

Vatanen, E. 2013 Tekniikan Taulokkirja. Genesis-Kirjat.

Vehkalahti, K. 2008. Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. Helsinki: Tammi.

## Liitteet

Liite 1. Pinta-alavertailu

### Pyöröteräosasto

- Kokonaispinta-ala  $32\text{m} \times 10\text{m} \times 2 = 640\text{m}^2$
- Yläkerran pinta-ala  $32\text{m} \times 10\text{m} = 320\text{m}^2$
- Alakerran pinta-ala  $32\text{m} \times 10\text{m} = 320\text{m}^2$

#### Pyöröteräpuoli yläkerta

- -Terävarasto  $8\text{m} \times 7,7\text{m} = 61,6\text{m}^2$
- -Konttori  $3\text{m} \times 2,3\text{m} = 6,9\text{m}^2$
- -Pakkaamo  $6\text{m} \times 3\text{m} = 18\text{m}^2$
- -Portaat  $4,6\text{m} \times 1,5\text{m} = 6,9\text{m}^2$
- -Ulkoseinä  $(32\text{m} \times 2 + 10 \times 2) \times 0,3\text{m} = 25,3\text{m}^2$
- +Tuotantotilaa  $320\text{m}^2 - 61,6\text{m}^2 - 6,9\text{m}^2 - 18\text{m}^2 - 6,9\text{m}^2 - 25,3\text{m}^2 \approx 201\text{m}^2$

#### Pyöröteräpuoli alakerta

- -Sahavarasto  $8 \times 4 + 1,5 \times 4 + 4 \times 1,5\text{m} = 43,5\text{m}^2$
- +Sahat  $12\text{m} \times 6\text{m} = 72\text{m}^2$
- +Tasohiomakone  $5\text{m} \times 2\text{m} = 10\text{m}^2$
- +Tuotantotilaa  $9,5\text{m} \times 5,8 = 55,1\text{m}^2$
- -Sähkökaappi/wc-tilat  $5\text{m} \times 4,6\text{m} = 23\text{m}^2$
- -Ulkoseinää  $(32\text{m} \times 2 + 10 \times 2) \times 0,3\text{m} = 25,3\text{m}^2$
- -Kompressori  $3 \times 2,5 = 7,5\text{m}^2$
- +Pyöröteräpuolen tuotantotila  $55,1\text{m}^2 + 10\text{m}^2 \approx 65\text{m}^2$
- +Tuotantotilaa yhteensä  $72\text{m}^2 + 10\text{m}^2 + 55,1\text{m}^2 \approx 137\text{m}^2$

## Koneistusosasto

- Kokonaispinta-ala  $(20\text{m}+17\text{m})\times 10\text{m}\times 2=740\text{m}^2$
- Yläkerran pinta-ala  $20\text{m}+17\text{m}\times 10\text{m}=370\text{m}^2$
- Alakerran pinta-ala  $20\text{m}+17\text{m}\times 10\text{m}=370\text{m}^2$

### Koneistusosasto yläkerta

- -Portaat  $4\text{m}\times 1,4\text{m}=5,6\text{m}^2$
- -Portaat  $3,3\text{m}\times 1,4\text{m}=4,6\text{m}^2$
- -Tarkastamo  $1,5\text{m}\times 3,3\text{m}+3\text{m}\times 4,5\text{m}=18,5\text{m}^2$
- -Lavavarasto  $2,5\text{m}\times 3\text{m}=7,5\text{m}^2$
- -Pakkauspöytä  $7,5\text{m}\times 1\text{m}=7,5\text{m}^2$
- -Ulkoseinää  $(20\text{m}+17\text{m})\times 2+10\text{m}\times 2+7\times 2\times 0,3\text{m}=32,4\text{m}^2$
- +Tuotantotilaa  $370\text{m}^2-5,6\text{m}^2-4,6\text{m}^2-18,5\text{m}^2-7,5\text{m}^2-7,5\text{m}^2-32,4\text{m}^2\approx 294\text{m}^2$

### Koneistusosasto alakerta

- -Portaat  $7\text{m}\times 1,3\text{m}=9,1\text{m}^2$
- -Kompressori  $6\text{m}\times 2,3\text{m}=13,8\text{m}^2$
- -Varastoa  $2,5\text{m}\times 0,5\text{m}=1,3\text{m}^2$
- -Kahvihuone  $9,5\text{m}\times 3,7\text{m}=35\text{m}^2$
- -Varasto/maalaamo  $4,7\text{m}\times 3,5\text{m}/2=8,2\text{m}^2$
- -Puusepänverstas  $4,7\text{m}\times 7,5\text{m}=35\text{m}^2$
- +Tulityötila/juotoshuone  $5\text{m}\times 4,5\text{m}=22,5\text{m}^2$
- -Sosiaalitila/lämpökeskus  $10\text{m}\times 8\text{m}=80\text{m}^2$
- -Ulkoseinää  $(20\text{m}+17\text{m})\times 2+10\text{m}\times 2+7\times 2\times 0,3\text{m}=32,4\text{m}^2$
- +Koneistusosaston tuotantotilaa  $370\text{m}^2-9,1\text{m}^2-13,8\text{m}^2-1,3\text{m}^2-35\text{m}^2-8,2\text{m}^2-35\text{m}^2-80\text{m}^2-32,4\text{m}^2\approx 155\text{m}^2$
- +Tuotantotilaa  $370\text{m}^2-9,1\text{m}^2-13,8\text{m}^2-1,3\text{m}^2-35\text{m}^2-8,2\text{m}^2-80\text{m}^2-32,4\text{m}^2\approx 190\text{m}^2$

## Palokantehdas

- Kokonaispinta-ala  $39\text{m} \times 12,6\text{m} - 5\text{m} \times 3,6\text{m} = 473,4 \text{ m}^2$
- -Sosiaalitulat  $5\text{m} \times 9\text{m} = 45 \text{ m}^2$
- -Tarkastamo  $2,5\text{m} \times 2,6\text{m} = 6,5 \text{ m}^2$
- -Tarkastamon viereinen varasto  $3\text{m} \times 4\text{m} = 12\text{m}^2$
- -Varasto/lavahylly/kompressori  $12\text{m} \times 5\text{m} = 60\text{m}^2$
- -Tynnyri/hitsauslankavarasto  $7\text{m} \times 1\text{m} = 7 \text{ m}^2$
- +Tuotantotilaa  $473,4 \text{ m}^2 - 45 \text{ m}^2 - 6,5 \text{ m}^2 - 12 \text{ m}^2 - 60 \text{ m}^2 - 7 \text{ m}^2 \approx 343 \text{ m}^2$

## Uusi tuotantotila

- Tuotantotilalle varattu pinta-ala  $24,7\text{m} \times 63\text{m} - 5,25\text{m} \times 5\text{m} = 1529,85 \text{ m}^2$
- Väestönsuojan  $5,25\text{m} \times 5\text{m} = 26,25 \text{ m}^2$
- Lavahyllyt/varasto  $5\text{m} \times 7,5\text{m} = 37,5 \text{ m}^2$
- Tarkastamo/puusepänverstas/2×wc/kemikaalivarasto  $15\text{m} \times 8,5\text{m} = 127,5 \text{ m}^2$
- Koneistusosaston sorvit ja jyrsinkoneet  $11,5\text{m} \times 17\text{m} - 5\text{m} \times 5\text{m} = 170,5 \text{ m}^2$
- Palokan osaston jyrsin  $5\text{m} \times 5\text{m} = 25 \text{ m}^2$
- Palokan osaston koneistuskeskukset  $11,5\text{m} \times 6\text{m} = 69 \text{ m}^2$
- Palokan osaston sorvit ja Aarpora  $11,5\text{m} \times 13,25\text{m} - 2\text{m} \times 2\text{m} = 148,375 \text{ m}^2$
- Koneistusosaston pesukone  $2\text{m} \times 2\text{m} = 4 \text{ m}^2$
- Sahat/ saharasto  $11,5\text{m} \times 5,75\text{m} - 2,5\text{m} \times 4\text{m} = 56,125 \text{ m}^2$
- 2×wc  $2,5\text{m} \times 4\text{m} = 10 \text{ m}^2$
- Palokan osaston hiomakoneet  $11,5\text{m} \times 15\text{m} - 2\text{m} \times 7,5\text{m} - 2,5\text{m} \times 6\text{m} - 7\text{m} \times 1,4\text{m} = 132,7\text{m}^2$
- Koneistusosaston hiomakoneet  $2\text{m} \times 7,5\text{m} + 2,5\text{m} \times 6\text{m} = 30 \text{ m}^2$
- Koneistusosaston materiaalivarasto  $7\text{m} \times 1,4\text{m} = 9,8\text{m}^2$
- Palokan osaston hitsaamo  $4,5\text{m} \times 5,5\text{m} = 24,75\text{m}^2$
- Koneistusosaston tulityötila/juotoshuone  $5\text{m} \times 4,5\text{m} = 22,5\text{m}^2$
- Koneistusosaston hiomo  $11,5\text{m} \times 16\text{m} - 2,5\text{m} \times 4\text{m} = 174\text{m}^2$
- Pyöröteräosaston tasohiomakone  $2,5\text{m} \times 4\text{m} = 10\text{m}^2$
- Pyöröteräosasto  $11,5\text{m} \times 10\text{m} + 13\text{m} \times 6\text{m} + 14,5\text{m} \times 11,75\text{m} - 5\text{m} \times 4\text{m} = 343,375\text{m}^2$
- Käytävät/wc:t/hukkatila  $1529,85\text{m}^2 - 37,5 \text{ m}^2 - 127,5 \text{ m}^2 - 170,5 \text{ m}^2 - 25 \text{ m}^2 - 69 \text{ m}^2 - 148,375 \text{ m}^2 - 56,125 \text{ m}^2 - 132,7 \text{ m}^2 - 30 \text{ m}^2 - 9,8 \text{ m}^2 - 24,75 \text{ m}^2 - 22,5 \text{ m}^2 - 174 \text{ m}^2 - 10 \text{ m}^2 - 343,375 \text{ m}^2 = 148,725 \text{ m}^2 \approx 150 \text{ m}^2$
- Tuotantotila  $170,5 \text{ m}^2 + 25 \text{ m}^2 + 69 \text{ m}^2 + 148,375 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 56,125 \text{ m}^2 + 132,7\text{m}^2 + 30 \text{ m}^2 + 24,75\text{m}^2 + 22,5\text{m}^2 + 174\text{m}^2 + 10\text{m}^2 + 343,375\text{m}^2 = 1210,325 \text{ m}^2 \approx 1200 \text{ m}^2$

- Koneistusosasto  $170,5 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 30 \text{ m}^2 + 22,5 \text{ m}^2 + 174 \text{ m}^2 = 431 \text{ m}^2 \approx 430 \text{ m}^2$
- Pyöröteräosasto  $343,375 \text{ m}^2 + 10 \text{ m}^2 = 353,375 \text{ m}^2 \approx 350 \text{ m}^2$
- Palokan osasto  $25 \text{ m}^2 + 69 \text{ m}^2 + 148,375 \text{ m}^2 + 132,7 \text{ m}^2 + 24,75 \text{ m}^2 = 399,825 \text{ m}^2 \approx 400 \text{ m}^2$
- Kylmäkatos  $193 \text{ m}^2$
- Pölynpoistomurit  $2 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$
- Kompressorihuone  $2,8 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 14 \text{ m}^2$

### **Pinta-alat prosentteina**

- Tuotantotilaa  $1200 \text{ m}^2 / (201 \text{ m}^2 + 137 \text{ m}^2 + 294 \text{ m}^2 + 190 \text{ m}^2 + 343 \text{ m}^2) \times 100 = 103,004 \approx 103\%$
- Koneistusosaston tuotantotilaa  $430 \text{ m}^2 / (294 \text{ m}^2 + 190 \text{ m}^2) \times 100 = 88,843 \approx 89\%$
- Palokan osaston tuotantotilaa  $400 \text{ m}^2 / 343 \text{ m}^2 \times 100 = 116,618 \approx 117\%$
- Pyöröteräosaston tuotantotilaa  $350 \text{ m}^2 / (201 \text{ m}^2 + 137 \text{ m}^2) \times 100 = 103,55 \approx 104\%$
- Hallien kokonaispinta-alat  
 $25,370 \text{ m} \times 81,9 \text{ m} / (640 \text{ m}^2 + 720 \text{ m}^2 + 473 \text{ m}^2) \times 100 = 113,355 \approx 113\%$



## Liite 2. Koneistusosaston koneluettelo

## KONELUETTELO / SAVELAN TEHDAS

No.	Konetyyppi	Merkki	Sulakkeen paikka	
<b>KONEISTUSOSASTO</b>				
1/1	CNC-sorvi	VARIANT II	kahvio	3x63A
1/2	sorvi	Jessey Major	juotoshuone II	3x25A
1/3	sorvi	16 B 16 P	juotoshuone II	3x25A
1/4	jyrsinkone	TOS FGH 32	juotoshuone II	-
1/5	lastunkuljetin		juotoshuone II	3x25A
1/6	pyöröhiomakone	NYBERG	koneistusosasto	3x25A
1/7	CNC-sorvi	HYUNDAI 20M	kahvio	3x63A
1/8	porakone	EF	juotoshuone I	*)
1/9	porakone	NAPAKKA	juotoshuone I	*)
1/10	jyrsinkone	TOS FA 3 AU	juotoshuone I	3x20A
1/11	jyrsinkone	NIIGATA	siivouskomo	3x25A
1/12	jyrsinkone	6T12-1	juotoshuone I	3x25A
1/13	CNC-hiomakone	Göckel R85	pääkeskus	3x32A
<b>PALOITUSOSASTO</b>				
2/1	smirgeli	GREIF	paloitusosasto	3x10A
2/2	palankatkaisukone	GOTHA	kahvio	3x16A
2/3	palankatkaisukone	AIMA	paloitusosasto	3x10A
2/4	jyrsinkone	TOS FA 3 AV	kahvio	-
2/5	teräsharja	VEM	kahvio	3x10A
2/6	palanpuhdistuskone	VEM	kahvio	3x10A
2/7	saumaushiomakone	WMW	paloitusosasto	3x10A
2/8	hiomakone	Göckel 950 RSeI	kahvio	3x20A
2/9	suurjaksojuotin	EH	juotoshuone II	3x25A + 3x50A
2/10	smirgeli muuntaja	KT ESAB	juotoshuone II	3x10A
2/11	porakone	Arboga	kahvio	*)
<b>HIOMAOSASTO</b>				
3/1	teroituskone	SCHNEEBERGER	kahvio	3x10A
3/2	hiomakone	MAKINO	kahvio	3x10A
3/3	hiomakone	KAO-MING	kahvio	3x10A
3/4	tasohiomakone	NYBERG	kahvio	3x25A
3/5	tasohiomakone	MALCUS	kahvio	3x25A
3/6	hiomakone	REINECKEN	kahvio	3x10A
3/7	hiomakone	HEMBRUG	kahvio	3x10A
3/8	porakone	RONG FU 40	kahvio	*)
3/9	porakone	YOSHIDA	kahvio	*)
3/10	hiomakone	LA PRORA	paloitusosasto	3x10A
3/11	hiomakone	ELITE	paloitusosasto	3x10A
3/12	hoonaukone	SUNNEN	paloitusosasto	3x16A
3/13	smirgeli	KT	paloitusosasto	3x10A
3/14	puhalluskone	KAPU 13	juotoshuone II	3x16A
3/15	tasapainoituskone	SCHENCK	kahvio	-
3/16	CNC-hiomakone	WALTER	pääkeskus	3x50A
PUUVERSTAS				3x35A
IMURIT 2 kpl				3x20A
*) 3-vaihepistorasiat				3x25A
Muotojyrsin				3x16A pistoke 16A
Sirkkeli				3x16A pistoke 32A
Imuri				Pistoke 16A

## Liite 3. Pyöröteräosaston koneluettelo

8		Kompressori kurso-osasto	3x63A
12	3.14	Teijo pesukone	3x35A
13		Työpöytäkeskus, varasto	3x63A
14		Hiomon nousu	3x63A
15		Ilmastointikeskus	3x20A
16	4.5	Hiomakone Churchill #26	hidas 3x25A
17		Pieni nosturi	3x10A
18	4.15	Alak, hiomak, August van der Ley	3x10A
19	4.12	Epäkeskopuristin Kattilakoski	3x20A
20	4.11	Epäkeskopuristin autom.	3x20A
21	4.9	Porakone Tos	3x20A
22	3.2	Vollmer CHD250R2	3x16A
23	3.17	Hiekkapuhalluskone	3x10A
24		Sivuhionta Schreyer	3x10A
26	3.4	Kiillotuskone Petschauer	3x16A
27	3.5	Vollmer CEF350	3x16A
28	24.3	Konesaha Rusch	3x10A
30	3.8	Saturnus #14	3x10A
32		Sivuhionta Schreyer #15	3x10A
33	3.9	Smirgeli yläk., rungon hionta #16	3x10A
34	3.11	Harjakone (pistorasia) #10	3x10A
36	3.13	Vollmer CHC21H #3	3x10A
37	3.12	Vollmer CHCB20H #6	3x10A
38	4.16	Vollmer Cana (alak.)	3x10A
39		Vollmer CHD270	3x16A
40	3.1	Vollmer ND	3x16A
41	4.18	Porakone Yosida (alak.)	3x10A
44	4.13	Mankeli (alakerta)	3x16A
45		Työp. keskus	3x25A
46		Vollmer CEF270, DES300, N174	3x25A
47		Työp. keskus	3x25A
48	3.3	Juotoskone Kähny SLM-K07	3x25A
49		Nosturi (iso) #29	3x20A
50	4.6	Sorvi Tos #21	3x25A
51	4.10	Palantila-automaatti Vollmer #24	3x10A
52		Poistopuhallin #24 (Eto alak.)	3x10A
53		Oikomapöytä (yläk.)	3x10A
54	4.17	Smirgeli/katkaisukone Elite #18	3x10A
55	4.4	Kompressori Kaeser	3x16A
56	3.16	Juotoskone Kähny	3x16A
57		Vollmer CHC21H #8	3x10A

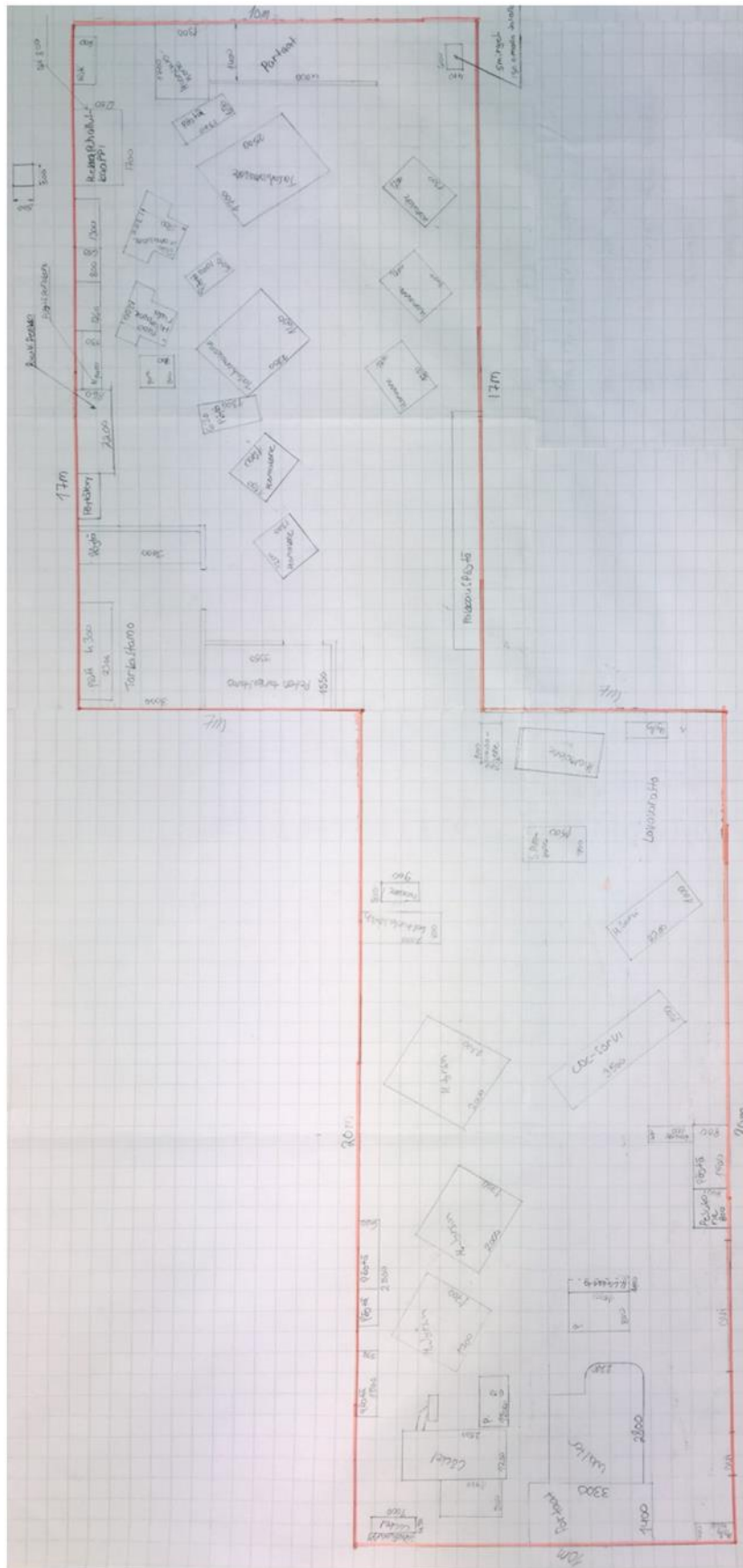
## Liite 4. Palokan osaston koneluettelo

## KONELUETTELO / PALOKAN TEHDAS

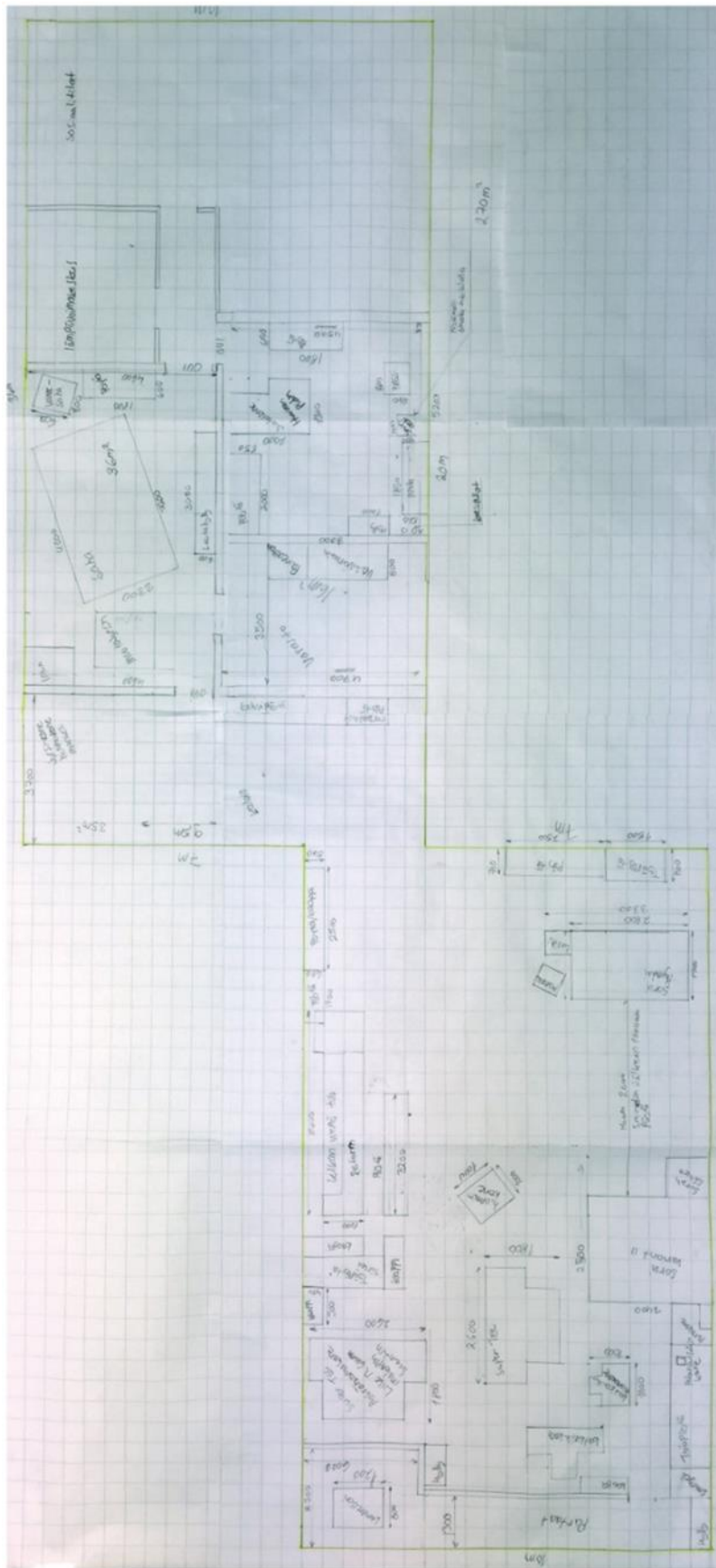
25.10.2017

<i>No.</i>	<i>Kone / merkki</i>	<i>Max. liikekapasiteetti</i>	<i>Luku- määrä</i>	<i>Sulake- koko</i>
5.2	Segmenttihakone	4100 x 200 mm	1	3x80A
5.1	Segmenttihakone	5500 x 200 mm	1	3x80A
5.4	Tasohihakone	1300 x 950 mm; max. 700 kg	1	3x25A
5.11	Kärkisorvi	Ø1000 x 3000 mm; max. 1500 kg	1	3x63A
5.5	Kärkisorvi	Ø500 x 1000 mm	1	3x25A
5.6	Jyrsinkone	1500 x 530 x 530 mm; max. 1000 kg	1	3x25A
5.9	Aarpora	900 x 1250 x 1300 mm; max. 1500 kg	1	3x63A
5.7	Haas VF8	1600 x 800 mm	1	3x50A
5.8	Haas VF6	1600 x 500 mm	1	3x50A
5.16	Hitsauskone MIG		2	3x25A
5.14	Hehkutusuuni	1000 x 1000 x 1000 mm	1	3x63A
5.3	Säteisporakone		1	3x25A

Liite 5. Savelan koneistusosaston yläkerran vanha layout



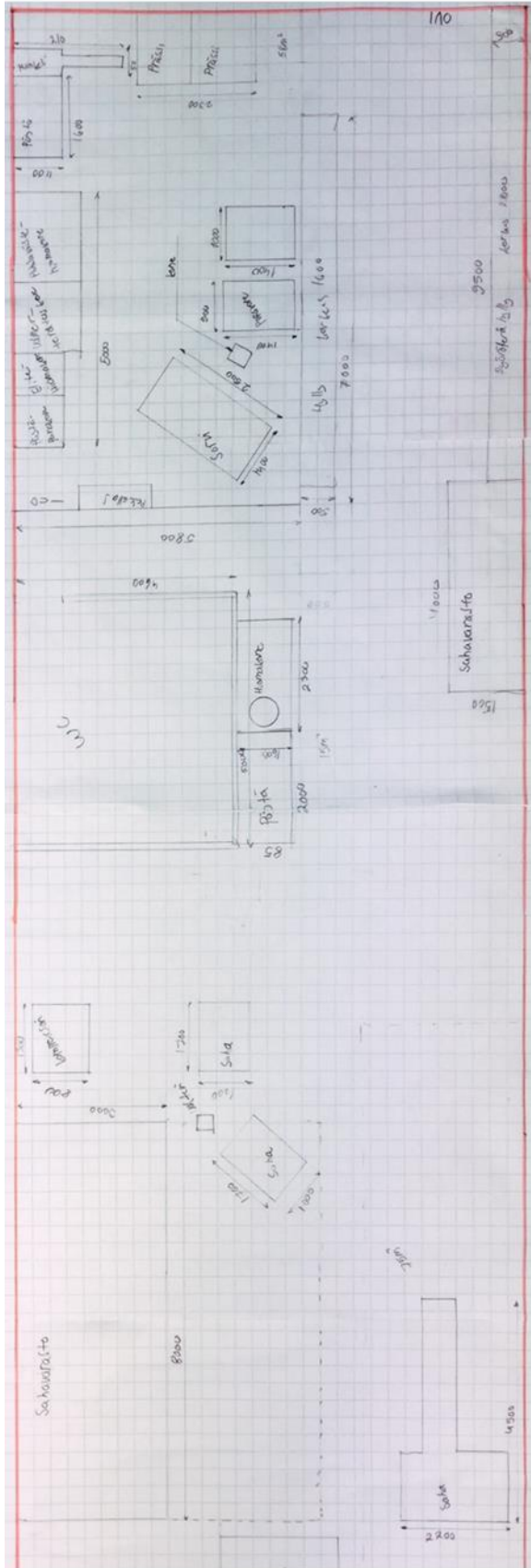
Liite 6. Savelan koneistusosaston alakerran vanha layout







Liite 8. Pyöröteräosaston alakerran vanha layout



Liite 9. Palokan osaston vanha layout

