

Sami Katajamäki

## **Yrityksen tuotantotilojen layoutsuunnittelu**

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Sami Katajamäki

Työn nimi: Yrityksen tuotantotilojen layoutsuunnittelu

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä:0

---

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Alavuden Säletakomo KY, jonka toiminta on keskittynyt ohutlevyosien valmistukseen teollisuuden aloilla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella yrityksen tuotantotiloille uusi layout, jotta nykyisten tuotteiden valmistusprosessi saataisiin sujuvammaksi. Lisäksi tavoitteena oli tuotannon kehittäminen uuden layoutin avulla. Materiaalinhallinta, varastotyypit, tuotannon kehitys sekä läpäisyajojen teorian otettiin tueksi uuden layoutin suunnitteluun. Uusia layoutsuunnitelmia tehtiin yhteensä kolme kappaletta, joiden lähtökohtana oli saada yrityksen tuotantotilat tehokkaampaan käyttöön. Myös materiaalivirtojen sekä valmistusprosessin selkeytys, ja läpäisyajojen pienentäminen olivat uusien layoutsuunnitelmien tavoitteita. Uusissa layoutsuunnitelmissa poistettiin vanhan layoutin ongelmakohtia, jotta tuotannon kulku saataisiin toimivammaksi ja läpäisyajoja pienennettyä. Tärkeimpiä parannuskohtia olivat käsivaraston muuntaminen sekä työpisteiden välimatkojen pienentäminen.

Avainsanat: layout, läpimenoaika

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Sami Katajamäki

Title of thesis: Layout design of the company production area

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2012

Number of pages:44

Number of appendices:0

---

This thesis was commissioned by Alavuden Säletakomo KY. The operations of Alavuden Säletakomo KY are focused on sheet metal manufacturing at the various industry areas.

The objective of this thesis was to design a new layout of the production areas of the company, so that the manufacturing process would be more flowing. In addition, the aim of the thesis was to develop the manufacture. The material management, warehouse types, development of manufacturing and the lead time of manufacturing were supporting a new layout design.

There were three new layout designs, and the starting point was to get the manufacturing areas more effective at the company. Also the material flow and manufacturing process clarification and reduction of the lead time in manufacturing were the bases of the new layouts.

The problems of the old layout were removed so that manufacturing would be more practical and the lead time shorter. The most important improvements were the warehouse modification and distances between the working places.

Keywords: layout, lead-time

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja Taulukkoluetelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn tausta .....	8
1.2 Työn tavoite .....	8
1.3 Työn rakenne .....	8
2 YRITYS.....	9
3 LAYOUTSUUNNITTELUN TEORIAA.....	11
3.1 Layoutsuunnittelu .....	11
3.2 Layoutin tavoitteet.....	11
3.3 Layouttyypit.....	12
3.3.1 Tuotantolinjalayout.....	13
3.3.2 Funktionaalinen layout .....	13
3.3.3 Solulayout .....	14
3.3.4 Tuotetehtaat ja verstaat .....	15
3.3.5 Layouttien simulointi .....	15
4 MATERIAALINHALLINTA .....	17
4.1 Välivarastot .....	17
4.1.1 Työnkulkuvarastot.....	18
4.1.2 Puolivalmisteverastot .....	18
5 TUOTANNON KEHITYS .....	19
5.1 Lämpäisy aika .....	19
6 TUOTTEIDEN VALMISTUSPROSESSI YRITYKSESSÄ .....	21
6.1 Käsivarasto .....	21
6.2 Materiaalin leikkaus.....	21
6.3 Särmäys.....	22

6.4	Lävistys .....	22
6.5	Pintakäsittely .....	23
6.6	Viimeistely .....	24
7	LAYOUTSUUNNITELMA .....	25
7.1	Lähtökohta .....	25
7.2	Nykyisen layoutin analysointi .....	25
7.3	Uuden layoutin tavoitteet.....	29
7.4	Uuden layoutin vaihtoehdot.....	30
7.4.1	Ensimmäinen layoutsuunnitelma .....	30
7.4.2	Toinen layoutsuunnitelma .....	34
7.4.3	Kolmas layoutsuunnitelma .....	36
7.5	Uuden layoutin analysointi .....	38
7.6	Uuden layoutin käytännön toteutus, kustannukset ja aikataulu .....	39
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	41
	LÄHTEET .....	44

## Kuvio- ja Taulukkoluetelo

Kuvio 1. Tuotantotilojen sijoittelu Alavuden Säletakomo KY:ssa. ....	10
Kuvio 2. Yrityksen ensimmäisen tuotantotilan nykyinen layout. ....	27
Kuvio 3. Yrityksen toisen tuotantotilan nykyinen layout.....	29
Kuvio 4. Ensimmäisen tuotantotilan uusi layoutversio 1. ....	32
Kuvio 5. Toisen tuotantotilan uusi layoutversio 1. ....	33
Kuvio 6. Ensimmäisen tuotantotilan uusi layoutversio 2. ....	35
Kuvio 7. Toisen tuotantotilan uusi layoutversio 2. ....	36
Kuvio 8. Uusi tuotantorakennus. ....	37
Kuvio 9. Uuden layoutin kustannus- ja aikatauluarvio.....	40

## Käytetyt termit ja lyhenteet

### **Layout**

Layout on termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua. (Uusi-Rauva 1999, 439.)

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Hyvällä layoutsuunnittelulla voidaan tehostaa tuotannon läpivientiä merkittävästi. Toimiva tuotantoketju parantaa yrityksen tehokkuutta ja toimivuutta sekä helpottaa työntekijöiden työntekoa. Paperilla hyvin suunniteltu layout ei välttämättä toimi heti, mutta hyvin suunniteltuna sitä on helpompi lähteä muokkaamaan käytännön kokemusten perusteella. Työssä on tehty kolme erilaista layoutia, kaksi niistä on vanhojen tuotantotilojen päivityksiä ja kolmas on tulevaisuutta ajatellen täysin uusi tuotantotila.

## 1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena oli kehittää Alavuden Säletakomo KY:n tuotantotiloja layoutsuunnittelulla sekä nykyisten tuotteiden valmistusprosessin analysointi. Myös tuotannon kehittämistä pyrittiin edistämään uusien layoutien avulla. Tuotantotiloista tehtiin pohjapiirustukset ja niiden sekä työntekijöiden kommenttien perusteella tutkittiin työn kulkua vaikeuttavia ongelmakohtia. Ongelmakohtiin etsittiin ratkaisuja, joiden avulla valmistusprosessia saataisiin toimivammaksi.

## 1.3 Työn rakenne

Työn aluksi kerrotaan opinnäytetyön kohdeyrityksestä, sen päätuotteista sekä laitekannasta. Lisäksi kerrotaan layoutsuunnittelun teoriasta ja erilaisista layoutryhmistä. Luvussa neljä kerrotaan yrityksen nykyisten tuotteiden valmistusprosesseista. Lopuksi kerrotaan uudesta layoutsuunnitelmasta ja arvioidaan eri mallien toimivuutta.



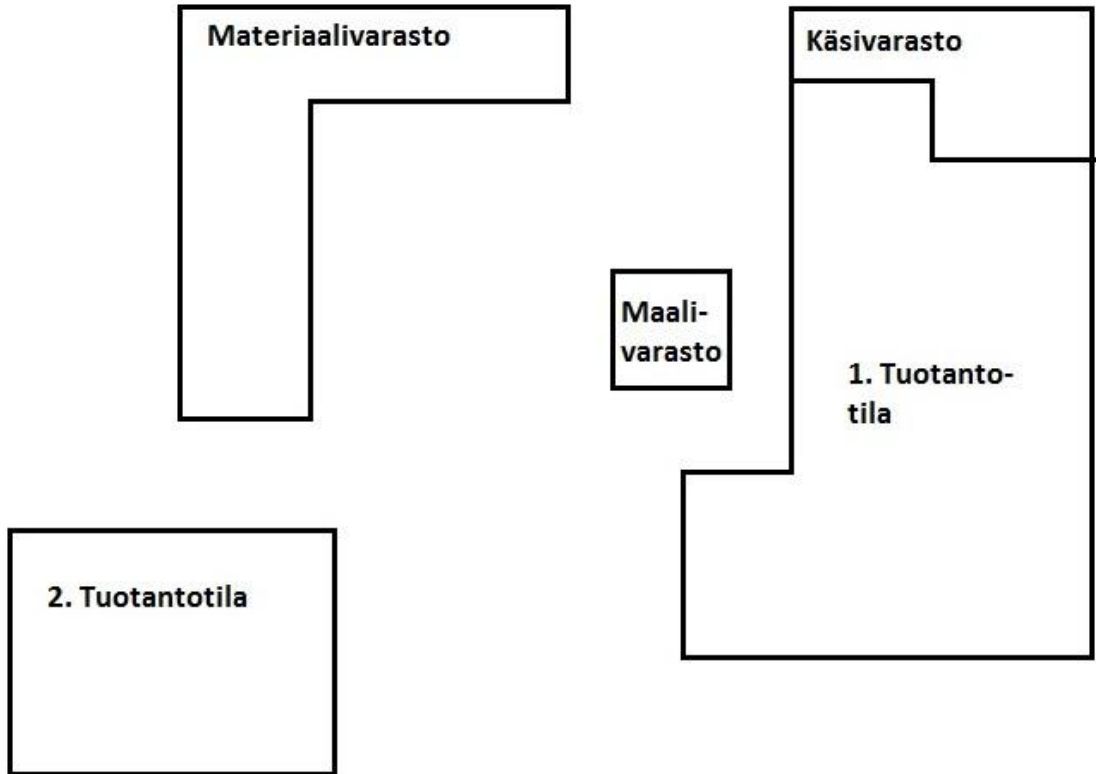
## 2 YRITYS

Alavuden Säletakomo KY on ohutlevyosia valmistava yritys, jonka Rauno Katajamäki perusti 1970-luvulla samalle paikalle, missä nykyiset tilat sijaitsevat. Yritys sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla Alavudella, noin 50 km päässä Seinäjoelta itään päin. Yritys on koko olemassaolon ajan keskittynyt ohutlevytuotantoon ja alkuvuosina päätuotteina olivat saunan kiukaat ja ovien palo-ovet, mutta niistä on tähän päivään mennessä päätuotteina luovuttu. Omistajanvaihdos tapahtui vuonna 1995, kun Raunon poika Markku Katajamäki siirtyi yrityksen johtoon ja on siitä lähtien vastannut yrityksen toiminnasta.

Yritys työllistää tällä hetkellä omistajan lisäksi 3 vakituista työntekijää ja yrityksellä on kaksi tuotantotilaa, joiden kokonaistilat ovat yhteensä noin 350 neliometriä. Tuotantotilat sijaitsevat samalla piha-alueella noin 50 metrin päästä toisistaan, ja lisäksi käytössä on noin 200 neliometrin kokoinen kylmä varasto (KUVIO 1).

Nykyään yrityksen päätuotteita ovat ikkunoiden tuuletussäleiköt, ovien potkupellit sekä ovien karminsuojat alihankintana. Lisäksi yritys valmistaa myös yksityisille asiakkaille erilaisia ohutlevytuotteita, esimerkiksi sadevesipeltejä, piipunhattuja, kiukaita, palo-ovia ja niin edespäin. Käytettäviä materiaaleja ovat musta teräs, ruostumaton teräs, galvanoitu teräs, alumiini, kupari, messinki sekä sähkösinkitty teräs, josta pääasiassa valmistetaan ikkunoiden tuuletussäleiköt.

Yrityksestä löytyy kaksi levyleikkuria, yksi kummassakin tuotantotilassa. Toisella leikkurilla leikataan pääasiassa mustaa terästä ja toisella muut materiaalit. Lisäksi yrityksestä löytyy kolme särmäyspuristinta, kanttikoneita, useita epäkesko-koneita tuuletussäleiköiden lävistykseen, manuaalijyrsin, manuaalisorveja, porakoneita, metallisahoja, mankeli sekä hitsauslaitteisto. Lisäksi käytössä on maalauslaitteisto, ja useat tuotteet maalataankin itse märkämaalauksella. Maalauslaitteiston yhteydessä on myös uuni. (Katajamäki 2012.)



Kuvio 1. Tuotantotilojen sijoittelu Alavuden Säletakomo KY:ssa.

## **3 LAYOUTSUUNNITTELUN TEORIAA**

### **3.1 Layoutsuunnittelu**

Layout- suunnittelulla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän koneiden, laitteiden, varas-  
topaikkojen ja kulkureittien sijoittelua. Layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin  
niiden tuotantolaitteiden ja työnkulun perusteella: tuotantolinjalayout, funktionaali-  
nen layout sekä solulayout. (Uusi-Rauva 1999, 439.)

Layout-suunnittelulla on yleisesti kaksi eri merkitystä, suppea merkitys ja laaja  
merkitys. Jos kyseessä on pelkästään sijoittelu, kyseessä on suppea merkitys, kun  
taas laaja merkitys sisältää kaiken sijoittelun perustana olevan järjestelmän suun-  
nittelun. (Lapinleimu 1997, 309.)

Suuret määrät eri tekijöitä vaikuttavat monivaiheiseen layout-prosessiin, jossa on  
aina tehtävä kompromisseja, sillä optimaalista ratkaisua kaikkien tekijöiden suh-  
teen on harvoin löydettävissä. Vertaillessa erilaisia layout vaihtoehtoja voidaan  
hyödyntää hyötyarvomatriisia. Hyötyarvomatriisissa kullekin vertailukohteelle an-  
netaan painoarvo, ja ratkaisuvaihtoehdot pisteytetään, jonka jälkeen painoarvolla  
kerrotaan pisteytetty arvo. Tämän avulla saadaan laskettua vertailun perusteella  
paras vaihtoehto. (Haverila 2009, 480–481.)

### **3.2 Layoutin tavoitteet**

Materiaalivirtojen tehokas suunnittelu on layoutsuunnittelun keskeinen tavoite.  
Työpisteiden ja osastojen sijoittelua suunniteltaessa pyritään minimoimaan mate-  
riaalien kuljetuskerrat ja kuljetusmatkat. Toisiaan seuraavat työvaiheet on kannat-  
tavaa sijoittaa siten, että materiaalivirrat ovat mahdollisimman selkeät. Mahdollis-  
ten laajennus- ja muutostarpeiden huomioiminen layoutsuunnittelussa on tärkeää.  
Layoutia on pystyttävä joustavasti muuttamaan, mikäli tuotantomäärät ja tuotetyy-  
pit muuttuvat. Erityisesti vaikeasti siirrettävät koneet ja laitteet on huomioitava si-  
joittelussa. Layoutissa on sijoitettava varastorakennukset, maalauslinjat, raskaat  
koneet ja tuotantolinjat siten että ne eivät haittaa layoutin myöhempää kehittämis-

tä. Seuraavat ominaisuudet ovat merkkejä hyvästä layoutista: (Haverila 2009, 482.)

- Layoutissa on huomioitu kaikki vaikuttavat tekijät.
- Materiaalivirrat ovat selkeitä.
- Materiaalien liikkuminen paikasta toiseen on mahdollisimman vähäistä.
- Tuotteet kulkevat niin, ettei tuotteita tarvitse kuljetella edestakaisin.
- Erityisosaamista vaativa valmistus on keskitetty yhteen ja samaan paikkaan ja eri valmistusvaiheiden erityistarpeet huomioitu.
- Käyttöpaikkojen lähelle sijoitetut palvelut.
- Materiaalien jakeleminen ja vastaanottaminen on tehokasta.
- Tehtaan sisäinen kommunikaation tehokkuus ja helppous.
- Kaikki tila on käytetty tehokkaasti hyväksi.
- Layoutissa on huomioitu myös työturvallisuus ja tyytyväisyys.
- Layoutia voidaan joustavasti ja helposti muuttaa mikäli tarve vaatii.

### 3.3 Layouttyypit

Layouttyypin valintaan vaikuttavat tuotevalikoiman laatu sekä tuotettavien kappaleiden määrä. Suuria määriä samantyyppisiä tuotteita valmistettaessa sovelletaan tuotantolinjalayoutia. Mikäli tuotetyyppien määrä on suuri, mutta tuotantomäärät pienet, funktionaalinen layout on parhaimmillaan. Jos valmistetaan eri tuotteita toistuvasti, muttei kuitenkaan niin paljon, että tuotelinja olisi kannattavaa, käytetään solulayoutia.

Erilaiset osalayoutit muodostavat tehtaan layoutin. Layouttyyppi voi vaihdella tuotantoprosessin eri vaiheiden mukaan, esimerkiksi osien valmistus voi tapahtua soluissa tai funktionaalisesti ja kokoonpano tapahtuu linjassa. Osa tuotannosta voi tapahtua solussa, vaikka esimerkiksi konepaja olisikin funktionaalisesti järjestetty. Erityyppisten layoutien valintaa voidaankin käyttää eri tuotteiden valmistuksessa ja niitä voidaan soveltaa, jos määrät ja tuotteiden tyyppi poikkeavat toisistaan. (Haverila 2009, 479–480.)

### 3.3.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa tuotteen työkulun perusteella asetellaan laitteet ja koneet järjestykseen. Suunnittelussa pyritään huomioimaan materiaalivirtojen tarkoituksenmukainen järjestely, koska tuotantomäärät ovat suuret. Tämä on tehokas tapa silloin, kun ollaan erikoistuttu tietyn tuotteen valmistamiseen. Tehokas ja automatisoitu linja helpottaa kappaleen käsittelyä ja valmistusta. Tuotantolinjalayoutissa voidaan käyttää apuna mekaanisia kuljettimia eri työvaiheiden välillä ja tehdä prosessista suoraviivaista. Tuotantolinjalayoutissa on olennaista korkea kuormitusaste sekä suuri volyyymi työpisteille. Tuotantolinjojen valmistuskustannukset ovat korkeat, mutta suurten valmistusmäärien ansiosta tuotteiden yksikköhinnat muodostuvat alhaisiksi. Heikkoutena on altistumiset pienillekin häiriöille, koska ne vaikuttavat nopeasti koko tuotantolinjan tuottavuuteen. Tärkeä tekijä tuotantolinjoissa on laadunvalvonta, sillä linja kykenee tuottamaan tehokkaasti myös virheellisiä tuotteita, jolloin myös kustannukset kasvavat. Olennaista on tehdä kerralla tarpeeksi iso tuotelinja, sillä myöhemmin kapasiteetin kasvattaminen on hankalaa. Tuotteen vaihtaminen linjastolla kestää usein kauan, minkä takia tehtävät sarjat ovat usein pitkiä ja se helpottaa tuotannonohjausta. (Haverila 2009, 475–476.)

### 3.3.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layout-suunnittelussa koneet ja työpaikat pyritään ryhmittelemään samankaltaisten työtehtävien perusteella. Esimerkiksi hitsauslaitteet ovat hitsauspisteessä ja sorvit sorvaamossa. Koneiden tuotantoteknologian ryhmittelyn vuoksi funktionaalista layoutia kutsutaan myös teknologiseksi layoutiksi. Etuna funktionaalisisessa layoutissa on se, että tuotemääriä ja -tyyppjä voidaan muuttaa joustavasti. Joustavuutta erityyppisten tehtävien suorittamiseen haetaan kone- ja laitevalinnoilla, jotta tuotteita voidaan valmistaa niin yksittäin kuin sarjoinakin. Materiaalinkäsittelyn automatisointi on rajoituksena funktionaalisisessa layoutissa, koska toisistaan poikkeavat työkulut eivät usein automatisointia salli. Tuotannonohjaus on funktionaalisisessa layoutissa tärkeämpää kuin esimerkiksi tuotantolinjaisessa, koska automatisoinnin puuttuessa joudutaan enemmän paneutumaan koneille jonottavien töiden järjestelyyn, ja oikea-aikainen työn ohjaus työvaiheesta

on hankalaa. Tuotannon läpäisy aika kasvaa, koska keskeneräinen tuotanto lisääntyy jonojen kasvaessa. Myös materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannukset kasvavat eri työpisteiden suurten etäisyyksien vuoksi. Keskeinen suunnittelutehtävä onkin pyrkiä minimoimaan osastojen väliset siirtomatkat ja siirtokerrat. Laadunohjaus on vaikeasti toteutettavissa työvaiheiden välisten työpisteiden ja välivarastojen vuoksi. Tuotantolinjaan verrattuna funktionaalisen layoutin toteutus on halpa ja helppo. Joustavuuden avulla erilaisten tuotteiden valmistus ja kapasiteetin kasvattaminen on helpompaa. (Haverila 2009, 476–477,482.)

### **3.3.3 Solulayout**

Solulayoutia voidaan kutsua ryhmäksi, joka koostuu eri koneista ja työpaikoista. Solut ovat erikoistuneet erilaisten työvaiheiden suorittamiseen sekä tiettyjen osien valmistukseen. Solulayoutia voidaan kutsua tietynlaiseksi välimuodoksi tuotantolinjalayoutista ja funktionaalista layoutista. Solulayoutissa ei ole välivarastoja ja materiaalivirta on selkeä. Funktionaaliseen layoutiin verrattuna läpäisyajat ovat huomattavasti lyhyemmät. Ne tuotteet, jotka on suunniteltu valmistukseen, pystytään joustavasti solulayoutissa valmistamaan. Toisin kuin tuotantolinjalayoutissa, tuotteesta toiseen siirryttäessä asetusajat ovat lyhyet. Tehokkuudeltaan solulayout on tehokkaampi omassa tuoteryhmässään kuin funktionaalinen layout, ja joustavampi kuin tuotantolinjalayout. Solulayoutissa voi olla paljonkin vaihtelua tuotteiden tuotantomäärissä ja eräkoossa. Tuotteet valmistetaan yleensä pieninä sarjoina tai yksittäiskappaleina. Koska soluissa on vain yksi kuormituspiste, se helpottaa tuotannonohjausta, ja samalla alueella tapahtuvat eri valmistusvaiheet helpottavat laadunvalvontaa. Pienten tuotantomäärien ansiosta virheiden löytämien ja korjaus on myös helppoa. Koneiden ja laitteiden kuormitusasteet ovat keskimäärin alhaisempia kuin tuotantolinjalla, ja niissä voi olla suurtakin vaihtelua. Solulayout onkin herkempi tuotevalikoiman voimakkaille muutoksille ja kuormitusten vaihteluille. Työntekijöitä hyödyntäviä asioita ovat mahdollisuus vaikuttaa tehtävien kierrättämiseen ja keskinäiseen työnjakoon ja he myös vastaavat itsenäisesti tehtäviensä suorittamisesta ja suunnittelusta. (Haverila 2009, 477–478.)

### 3.3.4 Tuotetehtaat ja verstaat

Tuotantolaitoksen, jonka toiminta on suurta, toiminta voidaan jakaa pienempiin erikoistuneisiin yksiköihin, tuotetehtaisiin tai verstaisiin. Käsité verstaas ja verstaatus ovat termejä, joita on käytetty aikaisemmin kuvaamaan tuotannon jakamista pienempiin itsenäisiin yksiköihin. Nykyään termi tuotetehtas on yleisempi, varsinkin, kun kyse on suuremmista sisäisistä toimittajista. Tuotetehtas on itsenäisesti toimiva organisaatioyksikkö ja se vastaa oman osan tai tuotteen valmistamisesta. Tuotetehtaat ja tuotanto tapahtuvat valmistusteknologian tai tuotteen mukaan. Oma johto sekä materiaalitoimintojen ja tuotannon suunnittelu kuuluvat usein tuotetehtaaseen. Tavallisesti henkilömäärät tuotetehtaassa ovat noin 30–100 henkeä. Tuottavuuden nosto ja toiminnanohjauksen yksinkertaistaminen ovat tuotetehtaiden pyrkimyksenä. Tuotetehtaiden erikoistuminen sekä selkeät tuottavuus-, talous- ja laatuvastuut perustuvat tuottavuuden nousuun. Tuotantoprosessia voidaan kehittää ja automatisoida, kun valmistustehtävien toistuvuus kasvaa. Ohjaus tuotetehtaassa on helppoa, tuotetehtas on sisäinen toimittaja yritykselle, josta tilataan komponentit ja tarvittavat tuotteet. (Haverila 2009, 478–479.)

### 3.3.5 Layouttien simulointi

Termi simulointi tarkoittaa tutkimusmenetelmää, jossa matemaattisesti mallinnetaan tutkittava ilmiö. Matemaattisella mallilla voidaan analysoida systeemin toimintaa ja kokeilla eri muutoksien ja parametrien vaikutusta suorituskykyyn. Tämä tapa on hyvä esimerkiksi silloin, kun halutaan saada selville tehtaan suorituskykyä kun uutta tehdasta ja sen teknologiavalintoja suunnitellaan. Kun tutkittava ongelma on vaikeaselkoinen tai niin laaja, että analyyttisen yhtälön laatiminen siitä on vaikeaa tai mahdotonta, käytetään yleensä simulointia. Tehdasympäristössä on monimutkaisia erilaisten tapahtumien välisiä syy-seuraussuhteita ja runsaasti satunnaistapahtumia, ja simulointi on usein ainoa käyttökelpoinen tutkimusmenetelmä dynamiikan ja systeemin toiminnan hahmottamiseksi. Simulointitutkimukset suoritetaan tuotantolaitoksien mallintamiseen suunnitelluilla ohjelmistoilla. Erilaisia ohjelmistoja tehtaiden logistiikka- ja palveluprosessien sekä tuotannon mallintamiseen on lukuisia, ja ne eivät edellytä erityisiä matemaattisia tai ohjelmistoteknisiä valmiuk-

sia. Hyvinkin monimutkaisten mallien rakentaminen on helppoa nykyaikaisilla ohjelmistoilla, sillä niissä on graafiset käyttöliittymät sekä valmiiksi kuvatut peruselementit. Simulointia voidaan käyttää myös yksittäisten tuotantoprosessien tai automaatiojärjestelmien suunnitteluun, työstörajojen tutkimiseen sekä liikeratatarkasteluun. Muun muassa seuraavissa suunnittelutehtävissä käytetään tuotannon simulointia: (Haverila 2009, 486–488.)

- tehtaan layoutsuunnittelussa
- työjärjestyksen, läpäisyajojen ja tuottavuuden analysoinnissa.
- varastotasojen suunnittelussa
- eri laitteiden ja koneiden määrä ja suorituskyvyn määrittely.
- suunnittelusääntöjen ja ohjausperiaatteiden kehittäminen.
- ongelmien ratkaisu.
- henkilöstön koulutus.



## 4 MATERIAALINHALLINTA

Yrityksen materiaalihallinnalla tarkoitetaan raaka-aineiden, puoli-valmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, jakelun sekä varastoinnin hallintaa. Sen perusteella ohjataan kaikkia yrityksen materiaalivirtoja toimittajilta asiakkaille saakka. Materiaalin hankinnan ja hankintatoimen merkitys on korostunut viime vuosina. Materiaalihankintojen osuus on selvästi kasvanut yritysten kustannusrakenteessa viimeisten vuosikymmenten aikana. Samalla on kuitenkin pyritty pienentämään varastojen kokoa samalla kun tilaus-toimintaprosessien aikajänteet ovat lyhentyneet huomattavasti. Materiaalitoimintojen tehokas hallinta ja organisointi ovat edellytyksenä näiden toteutumisille. Yleisesti ottaen materiaalihallinnalla on kaksi keskeistä perustavoitetta. Ensimmäinen on halutun palvelutason ylläpito, jolloin puolivalmiste-, materiaali- ja lopputuotevarastojen palvelutaso muodostuu toimitusajan pituudesta sekä tuotteiden saatavuudesta. Toinen perustavoite on materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimointi. Kokonaiskustannukset koostuvat muun muassa ostettavien materiaalien hinnasta, oston kustannuksista, kuljetuksista, vastaanotosta ja tarkastuskustannuksista. (Haverila 2009, 443.)

### 4.1 Välivarastot

Kaikki välivarastot, jotka sijaitsevat yrityksessä, merkitsevät pääomakuluja sekä epäkuranttiriskiä. Täten yrityksessä ei saisi olla lainkaan varastoja. Toisaalta se johtaa tiukkatahtisuuteen, mikäli yrityksessä on käytössä täysin varastoton valmistus, jonka seurauksena siitä syntyvä jäykkyys vaikuttaa kapasiteettiin, koneiden rajoittaessa toistensa käyntiä. Välivarastot tulisi siis pitää mahdollisimman pieninä, sillä ne ovat välttämättömiä. Välivarastoja on kolmea erilaista tyyppiä, työnkulkuvarastot, jotka toimivat työvaiheiden välissä. Puolivalmistevarastot eli käsilläolo tai puskuri-varastot sekä prosessivarastot, esimerkiksi kuivumis- ja jäähtymisaikojen saamiseksi valmistusprosessiin. (Lapinleimu 1997, 101.)

#### **4.1.1 Työnkulkuvarastot**

Työnkulkuvarastot toimivat valmistuksen osana suunnitellusti, useimmiten tavoitteena olevan asiakkaan tilauksen perusteella. Tämän seurauksen työnkulkuvarastot eivät ole alttiita epäkuranttiusriskeille. Työnkulkuvarastojen olemassaoloon voidaan suhtautua kevyemmin kuin puolivalmisteverastojen. Ainoa tavoite työnkulkuvarastoilla on virtauksen tekeminen joustavaksi poistamalla tiukka tahtisuus. Tällöin koneet, solut tai työasemat pystyvät toimimaan omissa ryhmissään. (Lapinleimu 1997, 101.)

Työnkulkuvarastot näkyvät selkeimmin linjatyypisessä valmistuksessa työasemien välisinä puskureina, kuten esimerkiksi solujärjestelmässä, jossa solut tarvitsevat logistiikka-asemia siirtojen vapauttamiseksi solujen rytmistä. Vastaavasti funktionaalisessa järjestelmässä vastaamat odotusasemat saattavat muodostaa jonoja koneille, jotka voivat kasvaa suuriksikin. (Lapinleimu 1997, 101.)

#### **4.1.2 Puolivalmisteverastot**

Markkinoiden toimitusajan ollessa lyhyempi kuin läpäisy aika valmistuksessa, joudutaan turvautumaan puolivalmisteverastoihin järjestelmässä. Ne sijoittuvat kohtiin, jossa ohjausperiaate vaihtuu tuotannossa. Puolivalmisteverastot sijoittuvat siihen valmistusyksikköön luontevimmin toimintansa vuoksi, joka niitä käyttää. Silloin ne ovat todellisia käsilläolo varastoja. (Lapinleimu 1997, 104–105.)

Puolivalmisteverastot eli puskurivarastot varmistavat toimituskyvyn asiakkaalle. Ne toimivat toimituskyvyn sekä palvelutason ylläpidossa, sekä myös satunnaisen menekin tasoittamiseen. Hyvällä suunnittelulla sekä menekkitietojen hallinnalla voidaan pienentää näitä varastoja. Varastoinnin tarvetta vähentää myös prosessin joustavuuden kasvattaminen sekä tuotannon läpäisyajan lyhentäminen. (Haverila 2009, 446.)

## 5 TUOTANNON KEHITYS

Tuotannon keskeisimpiä tavoitteita ovat kustannustehokkuus, laatu, aika sekä joustavuus. Kokonaiskustannukset tuotannossa pyritään minimoimaan tehokkaalla resurssien käytöllä sekä pitämällä toimintaan sitoutuneen pääoman määrää mahdollisimman pienenä. Materiaalihankintojen edullisuus riippuu merkittävin osin kustannustehokkuudesta. Työ- ja pääomakustannukset ovat monesti pienemmät kuin materiaalikustannukset. Kustannustehokkuuden seurauksena yritys on kannattavampi ja sillä on parempi hintakilpailukyky.

Aikavaatimukset, jotka on asetettu tuotannolle, näkyvät kahtiajakoisesti. Edellytyksenä nopealle toimitusnopeudelle tarvitaan nopeaa tilaus-toimitusprosessia. Asiakasohjautuvassa tuotannossa nopeus on ensiarvoisen tärkeää, koska tuote valmistetaan asiakkaan tilauksen perusteella. Läpäisyajojen lyhentäminen tuotantoprosessissa on pyrkimyksenä, koska kokemuksesta on havaittu, että lyhentynyt läpäisy aika tehostaa prosesseja, pienentää kustannuksia sekä parantaa toiminnan laatua. (Haverila 2009, 357.)

### 5.1 Läpäisy aika

Tuotantojärjestelmän tehokkuuden ja mittareiden tärkeimpiä käsitteitä on läpäisy aika. Läpäisy aika koostuu jonkun toimintakokonaisuuden alkamisesta sen valmiiksi tulemiseen. Läpäisyajoja voidaan määritellä erilaisille osakokonaisuuksille, kuten esimerkiksi osavalmistukselle, valmistukselle, kokoonpanolle tai koko tilaukselle. Tilauksen läpäisyajan määrittävät oman valmistuksen läpäisy aika sekä materiaalihankintojen vaatima aika. Suunnittelun ollessa huonoa tilauksen saataessa, suunnitteluun menevä aika saattaa olla merkittävä ja näkyä läpäisyajoissa. Työvaiheiden lukumäärä vaikuttaa läpäisy aikaan. Itse työvaiheet muodostavat usein pienen osuuden läpäisy ajasta, mutta vaiheen alkamiseen liittyvät odotukset ovat merkittäviä valmistuksen kokonaisläpäisy ajassa.

Merkki joustavasta, tehokkaasta ja hyvin toimivasta tuotantojärjestelmästä on lyhyt läpäisy aika. Kun läpäisy aika on lyhyt, se antaa resurssit toimittaa tuotteita lyhyellä toimitus ajalla. Myös ohjattavuus ja tuotannon ajoitus helpottuu lyhyellä läpäisy ajal-

la. Tuotteiden valmistus asiakastilausten perusteella vaatii valmistuksen läpäisyajan saamista toimitusaikaa pienemmäksi. Mikäli oma läpäisy aika ja vaadittava toimitusaika ovat yhtä suuret, tehtaan kuormitus vaihtelee myynnin tahdissa, mikä ei anna tietenkään hyvää tulosta. Tosin asiakasohjautuvassa valmistuksessa pysytään pitämään pieniä puolivalmisteverastoja, ja tuotevarastoja ei tarvita ollenkaan. Tilauksia tehdään peräkkäin ja vähemmän rinnakkain lyhyen läpäisyajan valmistuksessa, toisin kuin pitkän läpäisyajan valmistuksessa. Tällöin työnjärjestely on helpompaa ja lisäksi keskeneräiseen tuotantoon sitoutuva pääoma saadaan pienemmäksi. Läpäisyajasta suurin osa on odotuksia ja muuta työtä, joten työkuksannukset eivät riipu suoraan läpäisyajasta. Kustannukset vaihtopääomasta riippuvat sen sijaan voimakkaasti varastotarpeiden läpäisyajasta sekä keskeneräisen työn määrästä.

Läpäisyajan lyhentämistä tuotannossa voidaan toteuttaa esimerkiksi monitoimisin konein, yhdistämällä vaiheita soluperusteisella valmistusjärjestelmällä sekä konstruktiomuutoksilla. (Lapinleimu 1997, 53–56.)

Lyhentymällä läpäisyajaa saadaan tehokkaampi asiakasjousto. Sivutuotteena saadaan lisäksi parempaa laatua, sekä parempi toimintavarmuus, mutta samalla myös kustannukset putoavat. Läpäisyajalla ei ole niin suurta merkitystä funktionaalisesti järjestetyssä tuotannossa, koska työvaiheiden kesto on vakio (esimerkiksi viikko/vaihe). Tämä järjestelmä kehitettiin aikana, jolloin asiakasjouston merkitys ei ollut samaa luokkaa kuin nykyisin. (Peltonen, [viitattu 6.4.2012])

## 6 TUOTTEIDEN VALMISTUSPROSESSI YRITYKSESSÄ

Tässä kappaleessa kerrotaan ikkunoiden tuuletussäleiköiden sekä ovien karminsuojien nykyisestä valmistusprosessista. Niiden valmistuksessa on eniten työvaiheita ja niiden työvaiheilla on suurin pääarvo uuden layoutin suunnittelussa. Tuotteet valmistetaan tilausten perusteella eli niitä ei tehdä varastoon. Tuotteiden toimitusajat vaihtelevat eri asiakkaiden perusteella yhdestä viikosta kolmeen viikkoon ja myös eräkoot vaikuttavat toimitusaikoihin.

### 6.1 Käsivarasto

Yrityksessä suurin osa materiaaleista sijaitsee käsivarastossa. Käsivarastoa täydennetään tarpeen mukaan, ja suurimmat materiaalihankinnat sijoitetaan ulkova-  
rastoon, josta saadaan tarpeen mukaan käsivarastoa täydennettyä. Käsivaraston perusmateriaaleihin kuuluvat musta teräs, ruostumaton teräs, alumiini, kupari, messinki levyarkkeina. Lisäksi sähkösinkitty teräs 0,5 mm löytyy kelalta levyleikkurin vierestä. Sähkösinkitystä teräksestä valmistetaan pääasiassa ikkunoiden tuuletussäleiköitä. Tarvittava materiaali kannetaan käsin käsivarastosta ensimmäiseen työvaiheeseen, joka yleensä on materiaalin leikkaus. (Katajamäki 2012.)

### 6.2 Materiaalin leikkaus

Niin ikkunoiden tuuletussäleikköjen kuin ovien karminsuojienkin ensimmäinen työvaihe on materiaalin leikkaus. Tuuletussäleikköjen aihiot leikataan teräskelasta, materiaalina yleisimmin sähkösinkitty teräs 0,5 mm tai vaihtoehtoisesti 0,5 mm alumiini, joita säilytetään levyarkkeina käsivarastossa, levykokona 2000 x 1000 mm tai vaihtoehtoisesti 2500 x 1250 mm. Karminsuojien materiaalina on 0,8 mm hiottu ruostumaton teräs, ja niiden aihiot leikataan levyarkeista, karminsuojien koosta riippuen joko 2000 x 1000 mm tai jos isommista karminsuojista on kyse, levykoko on 2500 x 1250 mm. isompia levyjä leikattaessa tarvitaan yleensä kaksi työntekijää, jotta levyjen käsittely on helpompaa. Aihioiden valmistuttua ne siirre-

tään käsin seuraavaan työvaiheeseen, joka on tuuletussäleikoillä särmäys ja karminsuojilla lävistys. (Katajamäki 2012.)

### 6.3 Särmäys

Tuuletussäleikköaihioiden siirryttyä särmäyspuristimelle niiden pitkät sivut käännetään jyrkkään kulmaan, jotta loppuvaiheen verkotus on helpompaa. Tuuletussäleiköiden särmäykseen tarvitaan yksi työntekijä. Tämä työvaihe on yleensä nopea, sillä koosta riippumatta kaikkien tuuletussäleiköiden reunat ovat samanlaiset, joten särmäyspuristimen takavasteita ei tarvitse siirrellä. Lisäksi tuuletussäleiköiden päät joudutaan kääntämään lävistyksen jälkeen manuaalisella kanttikoneella.

Ovien karminsuojien särmäysvaihe on monimutkaisempi prosessi. Karminsuojia ollessa kahdenlaisia, yksiosaisia sekä kaksiosaisia, joudutaan niiden särmäys suorittamaan eri tuotantotiloissa. Mikäli joudutaan tekemään yli kaksi metriä pitkiä karminsuojia, särmäyksessä tarvitaan yleensä kaksi työntekijää. Koska yrityksellä ei ole NC-ohjattuja särmäyspuristimia, kaksiosaisien särmäyksessä joudutaan takavastetta siirtämään muutaman kerran ennen kuin kappale on valmis. Yksiosaisien karminsuojien särmäykseen on valmistettu erilaisia apulaitteita, jotta kappale saadaan kerralla valmiiksi ilman särmäyspuristimen takavasteiden siirtelyä. (Katajamäki 2012.)

### 6.4 Lävistys

Tuuletussäleiköiden lävistys tapahtuu epäkeskopuristimilla, joita yrityksestä löytyy useita. Jokaisessa koneessa on eri levyinen työkalu, jotta työkalun vaihtojen määrä saataisiin minimoitua. Erikoislevyisissä säleikoissä joudutaan joskus vaihtelemaan työkaluja, mikä vie aikaa. Vakiolevyisten tuuletussäleiköiden lävistystyövaihe on kohtalaisen ripeää, koska vasteet ovat useimmiten heti oikeilla paikoilla.

Karminsuojilla on kolme eri lävistystyövaihetta, jotka ovat peräkkäin työnkulussa. Ensimmäisessä lävistysvaiheessa karminsuojien reunaan lyödään 3 mm naulanreikiä karminpituudesta riippuen 7–14 kappaletta molemmille puolille epäkeskolä-

vistimellä. Tämän jälkeen aihiot joudutaan siirtämään toiseen tuotantotilaan määrästä riippuen joko käsin kantamalla, kippikärryllä tai trukilla. Toisessa lävistysvaiheessa aihioihin koneistetaan saranan tai lukon tila. Laite jolla nämä valmistetaan on pääasiassa keskittynyt näiden tuotteiden valmistamiseen, joten useimmiten laitteessa on oikeanlaiset työkalut. Sarana- ja lukkotyökalujen vaihto on kuitenkin työläs ja aikaa vievä operaatio ja sen takia pyritäänkin tekemään kaikki mahdolliset lävistykset samalla kertaa, jotta työkalujen vaihto saadaan minimoitua. Tämän jälkeen aihiot särmätään oikeaan muotoon. Kaksiosaiset karminsuojat joudutaan taas siirtämään takaisin ensimmäiseen tuotantotilaan ja katkaisemaan ne oikean kokoiseksi levyleikkurilla ja särmäämään. Viimeinen työvaihe karminsuojissa on ruuvinreikien lävistäminen valmiiseen karminsuojaan. Ruuvinreikiä tulee pituudesta riippuen 2–4 kappaletta halkaisijaltaan 14 mm, ja niitä varten on yksi epäkeskolävistin valjastettu vain ja ainoastaan tähän työvaiheeseen. Tämän jälkeen karminsuojat ovat valmiita pakattavaksi lavalle kohti asiakasta. (Katajamäki 2012.)

## 6.5 Pintakäsittely

Tuuletussäleiköiden tultua lävistyksestä ne siirtyvät maalaukseen. Suurin osa tuuletussäleiköistä maalataan yrityksen omassa maalaamossa märkämaalauksella. Kun tuotteet on maalattu, ne siirtyvät uuniin ja ovat siellä noin tunnin ajan noin 100°C:n lämpötilassa. Kun tuotteet ovat olleet uunissa vaaditun ajan, ne otetaan pois uunista ja annetaan jäähtyä. Jäähtyminen tapahtuu maalauskopissa, joten kuivumisen ja jäähtymisen ajan maalaustilat eivät ole käytössä, mikä hidastaa tuotteiden käsittelyä. Kuivumisen jälkeen tuuletussäleiköt ovat valmiita seuraavaan työvaiheeseen. Osa asiakkaista haluavat tuotteensa jauhemaalattuna, ja jauhemalaus tapahtuu vanhan yhteistyökumppanin valmistamana. Etäisyys jauhemaalauksen suorittavaan yritykseen on noin 70 km ja se tietysti aiheuttaa ajan menetyksiä, sillä useimmiten tuotteet viedään ja haetaan itse sieltä. (Katajamäki 2012.)

## 6.6 Viimeistely

Tuuletussäleiköiden viimeinen vaihe on verkotus, joka tapahtuu sille varatulla pöydällä. Verkko asetetaan säleikön taakse ja puristetaan pihdeillä reunoista kiinni, minkä jälkeen reunat puristetaan kiinni särmäyspuristimella siten, että verkko jää kokonaan reunan alle varmistaen sen, että verkko pysyy siellä varmasti kiinni. Särmäyspuristin, jolla puristusliitos tehdään, on valjastettu vain ja ainoastaan tähän tarkoitukseen, jolloin vältetään terien vaihdoilta. Joissain tapauksissa asiakas haluaa vielä ruuvien kiinnitysreiät tuuletussäleiköihin, jolloin verkotuksen jälkeen tuuletussäleiköiden reunoihin lävistetään pienet reiät epäkeskolävistimellä. (Katajamäki 2012.)



## 7 LAYOUTSUUNNITELMA

### 7.1 Lähtökohta

Lähtökohtana suunnitelmassa oli saada aikaiseksi toimiva layoutsuunnitelma, jonka avulla saataisiin kaikki molemmissa tuotantotiloissa olevat tilat tehokkaasti hyödynnettyä. Kappaleiden käsittely sekä työpisteeltä toiselle siirtyminen pyrittiin saamaan mahdollisimman helpoksi. Myös materiaalivirtoja haluttiin selkeyttää, ja tavoitteena oli pyrkiä minimoimaan kappaleiden liikuttaminen edestakaisin työpisteiltä toiselle, jolloin nykyinen valmistusprosessi selkeytyisi. Läpäisyajkojen pienentäminen oli myös tavoitteena, jonka avulla kustannustehokkuutta saataisiin tehostettua.

Suunnitelmia tehtiin kolme erilaista, joista kaksi on nykyisten tuotantotilojen päivityksiä, ja yksi on kokonaan uusi layout mahdollisesti tulevaisuutta ajatellen. Lisäksi layouteissa on tavoitteena saada kehitettyä tila levyrullatelineelle, jotta sen leikkaaminen olisi mahdollisimman helppoa ja sille olisi varattu oma vakituinen tila.

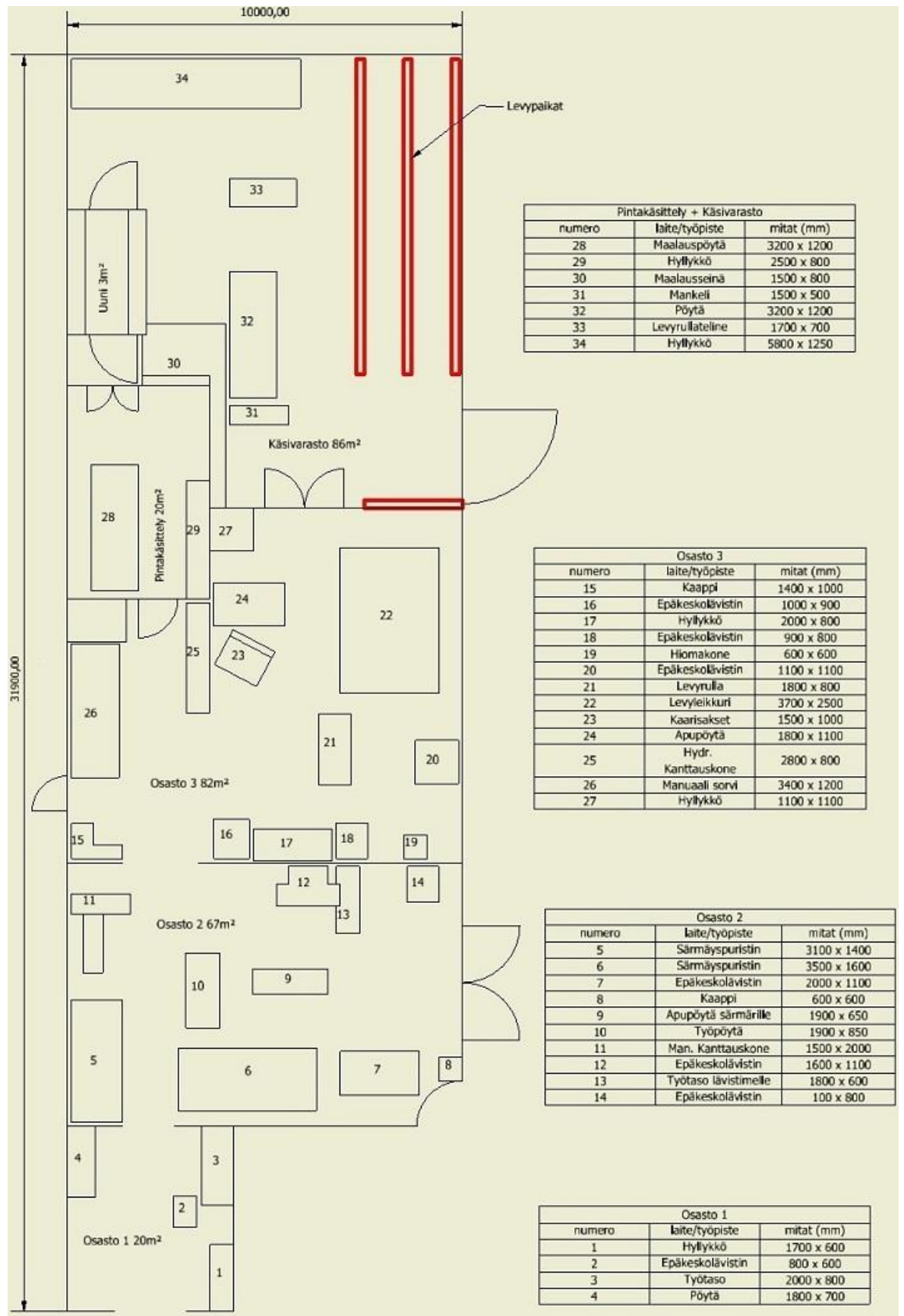
### 7.2 Nykyisen layoutin analysointi

Nykyisessä layoutissa on paljon kehitettäviä asioita. Suurin on varmasti karminsuojien valmistuksessa aiheutuva aihoiden siirtely edestakaisin tuotantotiloista toiseen pahimmillaan jopa kolme kertaa. Myös tuuletussäleiköiden valmistuksessa aihioita liikutellaan edestakaisin, toki lyhyitä matkoja mutta sen johdosta tuotteen valmistusprosessi ei ole sujuvaa. Lisäksi nykyinen käsivarasto kaipaa kehittelyä ja mahdollisesti muunnoksen lämpimäksi varastoksi nykyisestä kylmästä, jolloin sähkösinkitty teräskela saataisiin sijoitettua sinne, mikä helpottaisi aihion leikkaamista, sillä sitä joudutaan nykyisin leikkaamaan lattialla huonossa työergonomiassa. Turhia laitteita, joita ei käytetä löytyy myös yrityksestä ja niistä olisi päästävä eroon, ja ne onkin uusissa layouteissa jätetty kokonaan pois (KUVIO 2).

Nykyistä layoutia haittaa myös rakennusten ikä, joka näkyy varsinkin siinä, että katot ovat hyvinkin matalia, mikä vaikeuttaa koneiden ja laitteiden sijoittamista,

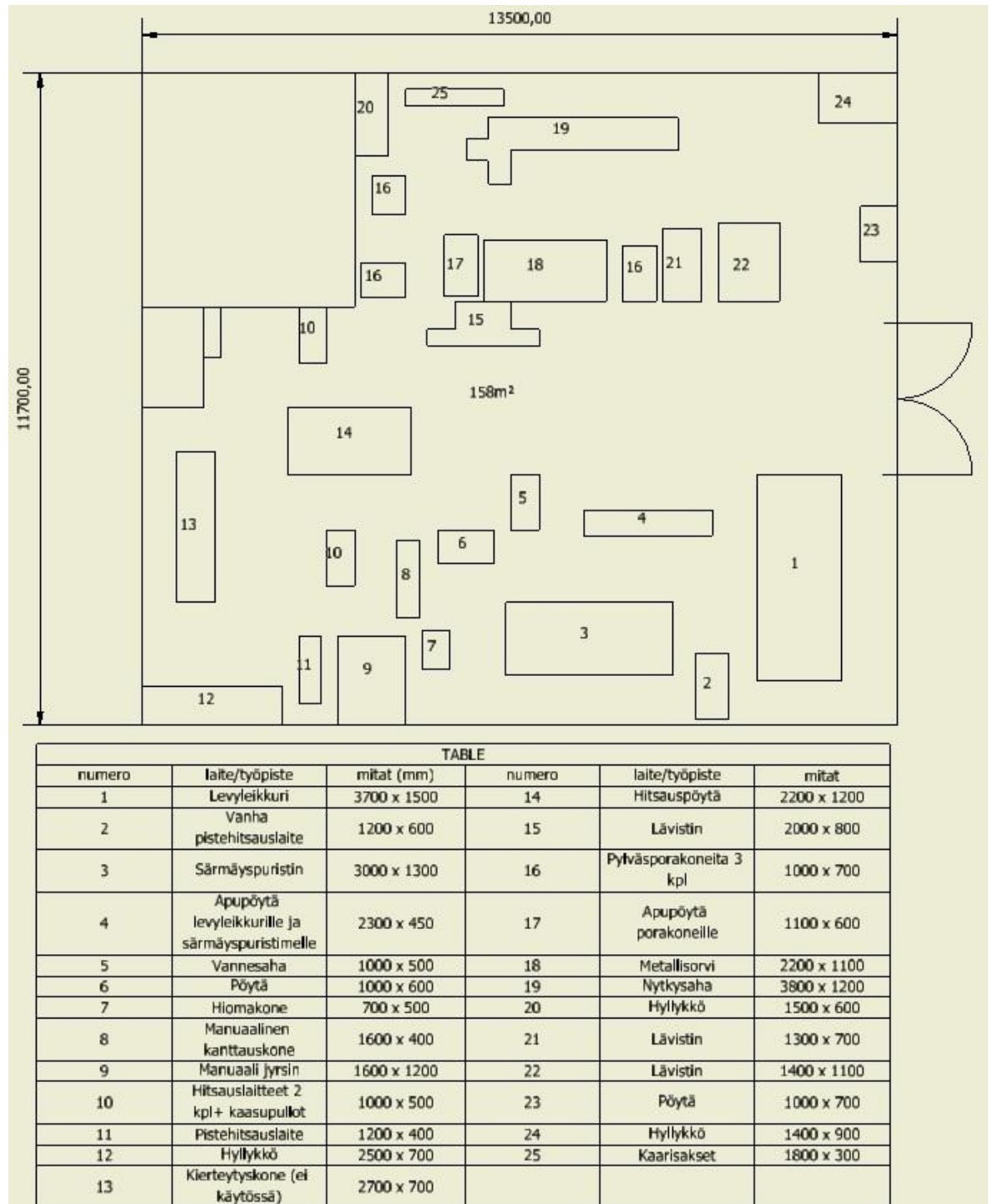
sillä niiden korkeus tulee vastaan esimerkiksi särmäyspuristimissa. Pintakäsittelyssä lisäksi joudutaan odottamaan tuotteiden jäähtymistä ennen kuin uusia tuotteita voidaan ruveta maalaamaan, mikä hidastaa valmistusprosesseja. Näitä asioita onkin otettu huomioon uusissa layouteissa suuremmalla painoarvolla.

Käsivaraston ulko-ovi, josta tuodaan materiaalit sisään, on myös liian kapea, sillä siitä ei mahdu kuin kaksi metriä leveä lava, minkä seurauksena tuotteet joudutaan kantamaan käsin sisälle käsivarastoon. Uudessa layoutissa onkin ovi piirretty leveämmäksi, ja käsivarastoon on sijoitettu hyllykköjä, joihin täysimittaiset lavat saadaan sijoitettua. Nykyisessä layoutissa on mahdollisuus maalauslinjaston muuntaminen läpimeneväksi, sillä nykyisen uunin molemmissa päissä on ovet, jolloin linjaston saisi yhdensuuntaiseksi, mikä nopeuttaisi läpivientiaikaa, koska silloin ei tarvitsi odotella tuotteiden jäähtymistä ja maalaus ei keskeytyisi. Tämä linjasto kulkee kuitenkin käsivaraston läpi, joten siinä joudutaan varmasti tekemään joitakin kompromisseja.



Kuvio 2. Yrityksen ensimmäisen tuotantotilan nykyinen layout.

Toisessa tuotantotilassa on muutamia turhia laitteita, kuten esimerkiksi kierteytyskone sekä ylimääräinen pistehitsauslaite, joilla ei ole mitään käyttöä (KUVIO 3). Ne poistamalla saataisiin kaivattua lisätilaa, jolloin toisen tuotantotilan toiminta voitaisiin keskittää enemmän raskaampaan tuotantoon, kuten esimerkiksi hitsauspis- teiden kehittämiseen, koneistamisiin sekä putkien ja putkipalkkien sahauksiin. Ny- kysisessä layoutissa laitteet ovat myös sijoitettu siten, että kulkeminen tiloissa on haasteellista, varsinkin jos jokin suurempi tuote täytyy saada esimerkiksi poratta- vaksi. tai sahattavaksi.



Kuvio 3. Yrityksen toisen tuotantotilan nykyinen layout.

### 7.3 Uuden layoutin tavoitteet

Uuden layoutin tavoitteena oli saada yrityksen valmistusprosessi sujuvammaksi, varsinkin nykyisten päätuotteiden, ikkunoiden tuuletussäleiköiden sekä ovien karminsuojien valmistuksen kannalta, sillä niiden valmistuksessa on eniten työvaihei-

ta ja ongelmakohtia. Lisäksi tuotantotilojen tilankäytön maksimointi oli yhtenä tavoitteena, sekä tuotannon kehittäminen, kuten esimerkiksi käsivaraston muuntaminen lämpimäksi käsivarastoksi, jossa pystytään hyödyntämään teräslevykeleiden leikkaus sille tarkoitetulla pöydällä. Uusien layouttien avulla haluttiin lyhentää tuotannon läpivientiaikaa, jolloin kustannustehokkuutta saadaan tehostettua.

## **7.4 Uuden layoutin vaihtoehdot**

Uusia layout-suunnitelmia tehtiin kolme kappaletta, joista kaksi ensimmäistä ovat nykyisen layoutin päivityksiä ja kolmas on kokonaan uusi tuotantorakennus, jonne yrityksen nykyinen konekanta on aseteltu mahdollisesti tulevaisuutta ajatellen, mikäli uusi tuotantotila tulevaisuudessa tulee tarpeeseen.

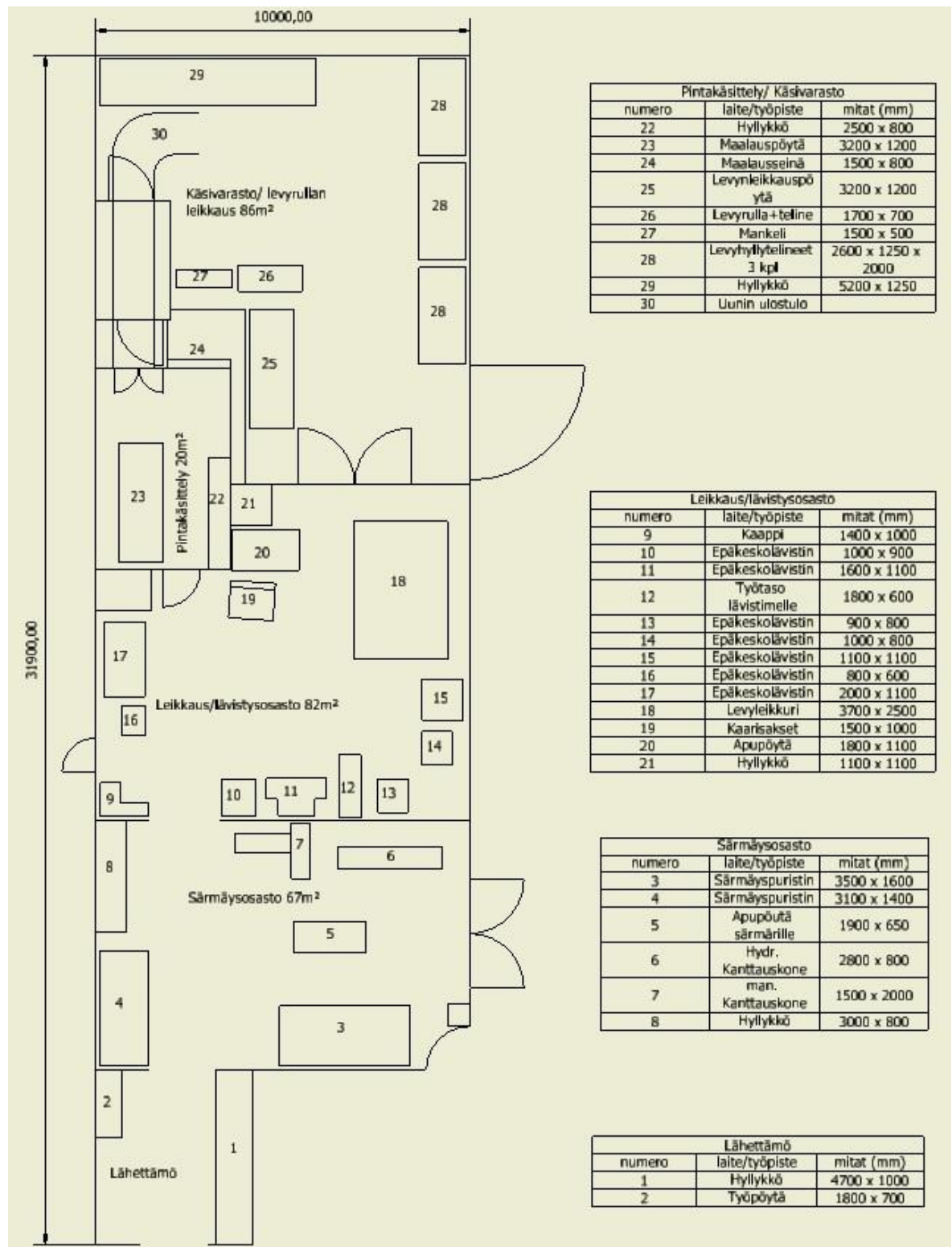
### **7.4.1 Ensimmäinen layoutsuunnitelma**

Uuden layoutin ensimmäisessä suunnitelmassa koneet ja laitteet on aseteltu funktionaaliseen layoutiin, eli esimerkiksi ensimmäisessä tuotantotilassa on lävistimet lävistysosastolla, sekä särmäyspuristimet ja kanttauskoneet särmäysosastolla (KUVIO 4). Molempien tuotantotilojen tilakapasiteetit on otettu huomioon tässä suunnitelmassa niin, että tuotteiden valmistusprosessi olisi jouhevaa, vaikkakin työpisteiden välimatkat olisivatkin suuria. Suunnitelmassa on otettu huomioon laitteiden koko, joten suurimpia laitteita, kuten levyleikkureita ja suurimpia särmäyspuristimia ei lähdetty suunnitelmassa siirtämään, sillä niiden nykyinen sijainti sopi ensimmäiseen suunnitelmaan.

Käsivarasto on muunnettu suunnitelmassa lämpimäksi, jotta levyrullan käsittely ja leikkaus olisi paremmin mahdollistettu. Uudessa suunnitelmassa käsivarastoon on asetettu kolme levyhyllypaikka, joka mahdollistaisi jopa 9 täysikokoisen lavan varastoinnin, minkä seurauksenerillisestä materiaalivarastosta voitaisiin luopua, ja siirtyä käyttämään vain yhtä varastoa, jossa kaikki materiaali sijaitsisi. Uudessa layoutissa maalauslinjasto ja uuni on muunnettu läpivietäväksi, jotta uunista olleet tuotteet voisivat jäähtyä käsivaraston puolella, jolloin uuni ja maalauslinjasto vapautuisi uusien maalattavien osien käytettäväksi ilman odottelua. Pintakäsittely-

työvaihe vie ajallisesti eniten aikaa, joten uuden suunnitelman avulla läpäisyaikaa tuotteiden valmistuksessa saadaan pienennettyä huomattavasti, sillä useimmiten odotteluvaiheet ovat läpäisyajan suurin ajan viejä. Uusista suunnitelmista on poistettu kaikki ne laitteet, joille ei ole käyttöä, jotta saadaan parempi tilansäästö.

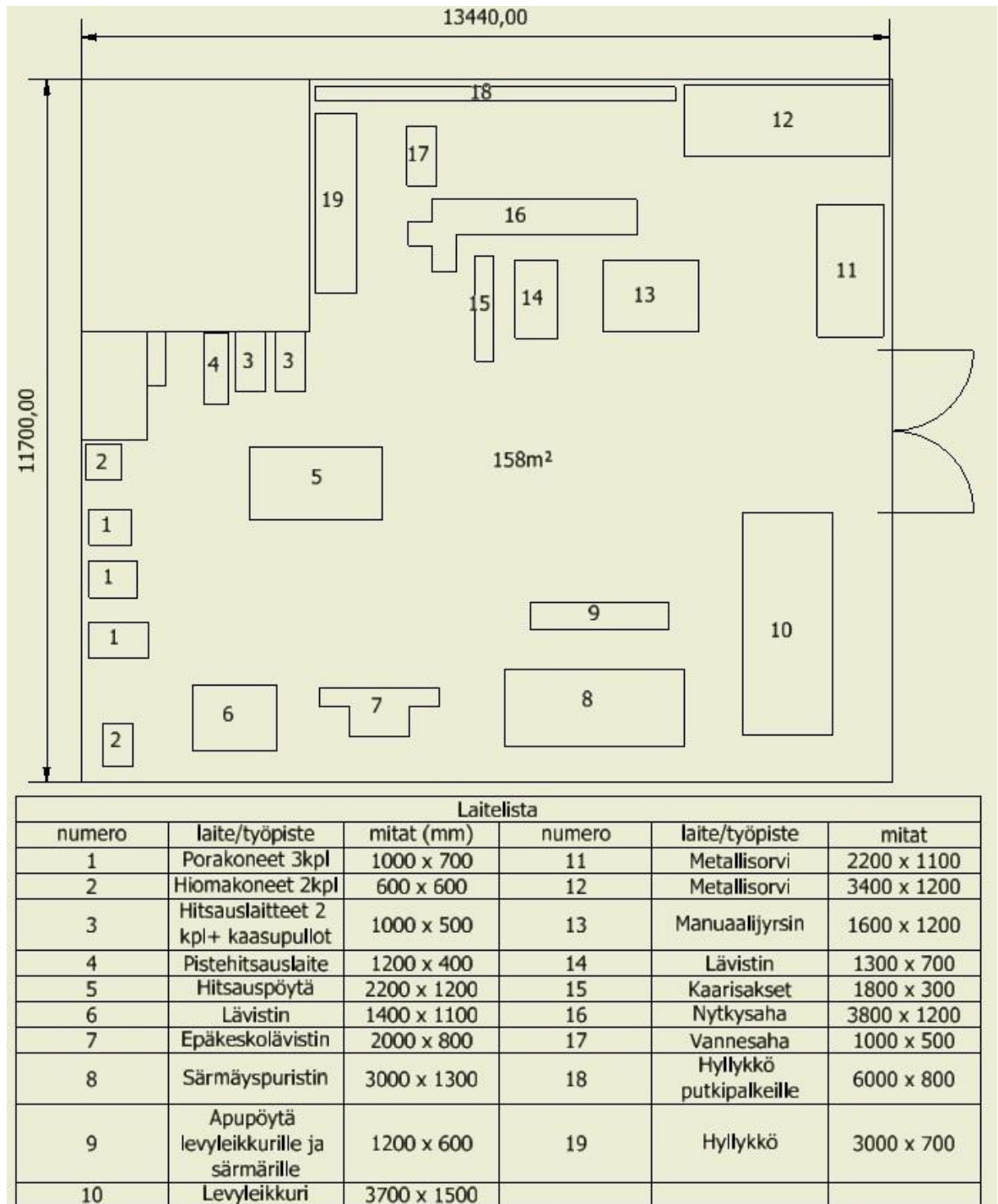
Ensimmäisessä layout-suunnitelmassa välimatkojen ollessa kohtalaisen pitkiä työpisteeltä toiselle myös läpäisyajat kasvavat, mutta sitä pystytään kompensoimaan hyvällä ja tehokkaalla tuotannonohjauksella, kun siirtomatkat ja kerrat pyritään minimoimaan.



Kuvio 4. Ensimmäisen tuotantotilan uusi layoutversio 1.



Toiseen tuotantotilaan on suunnitelmassa aseteltu pienempiä osastoja kuin ensimmäiseen, kuten esimerkiksi sahausosasto, sorvaamo, hitsauspiste sekä po-rauspiste (KUVIO 5).

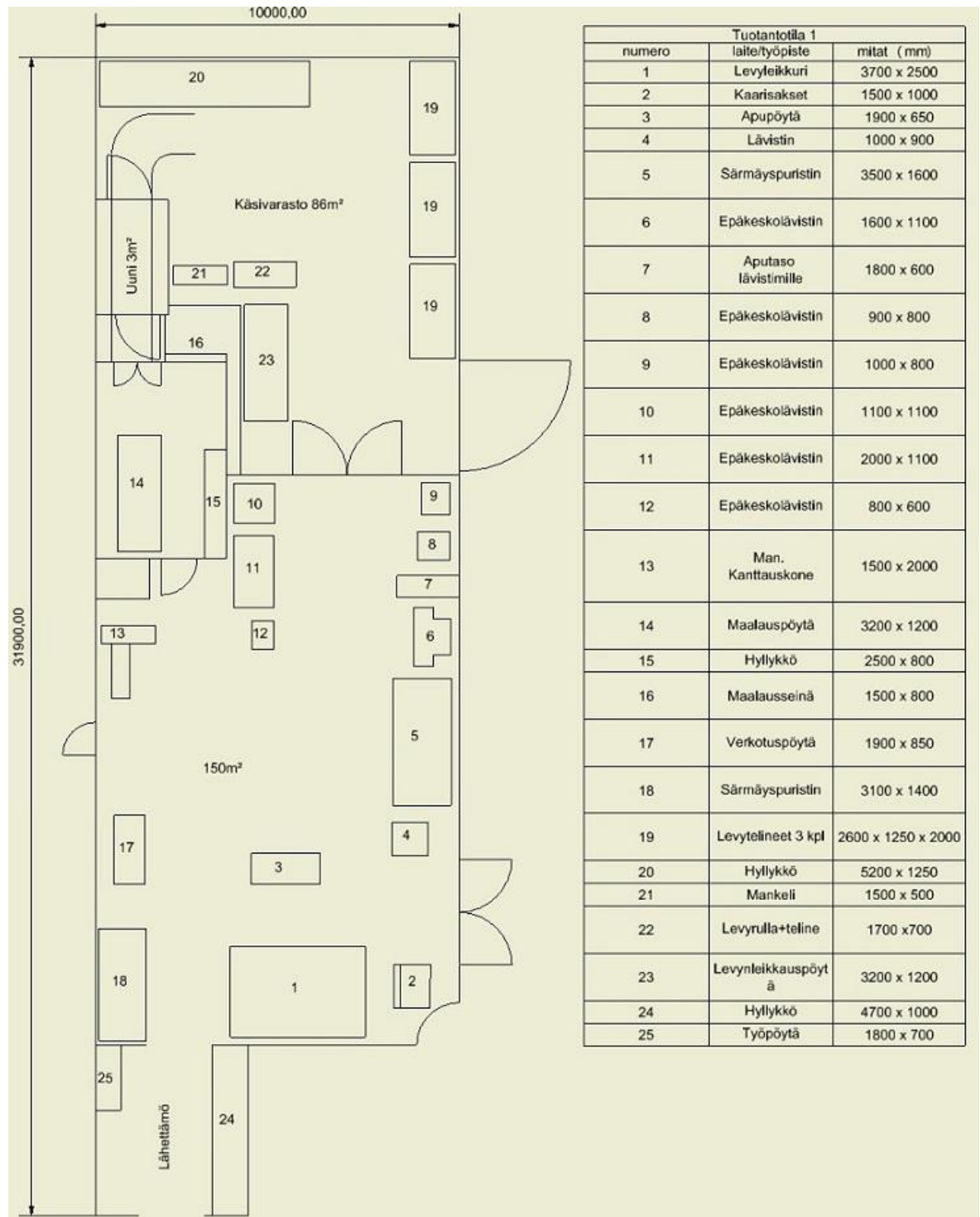


Kuvio 5. Toisen tuotantotilan uusi layoutversio 1.

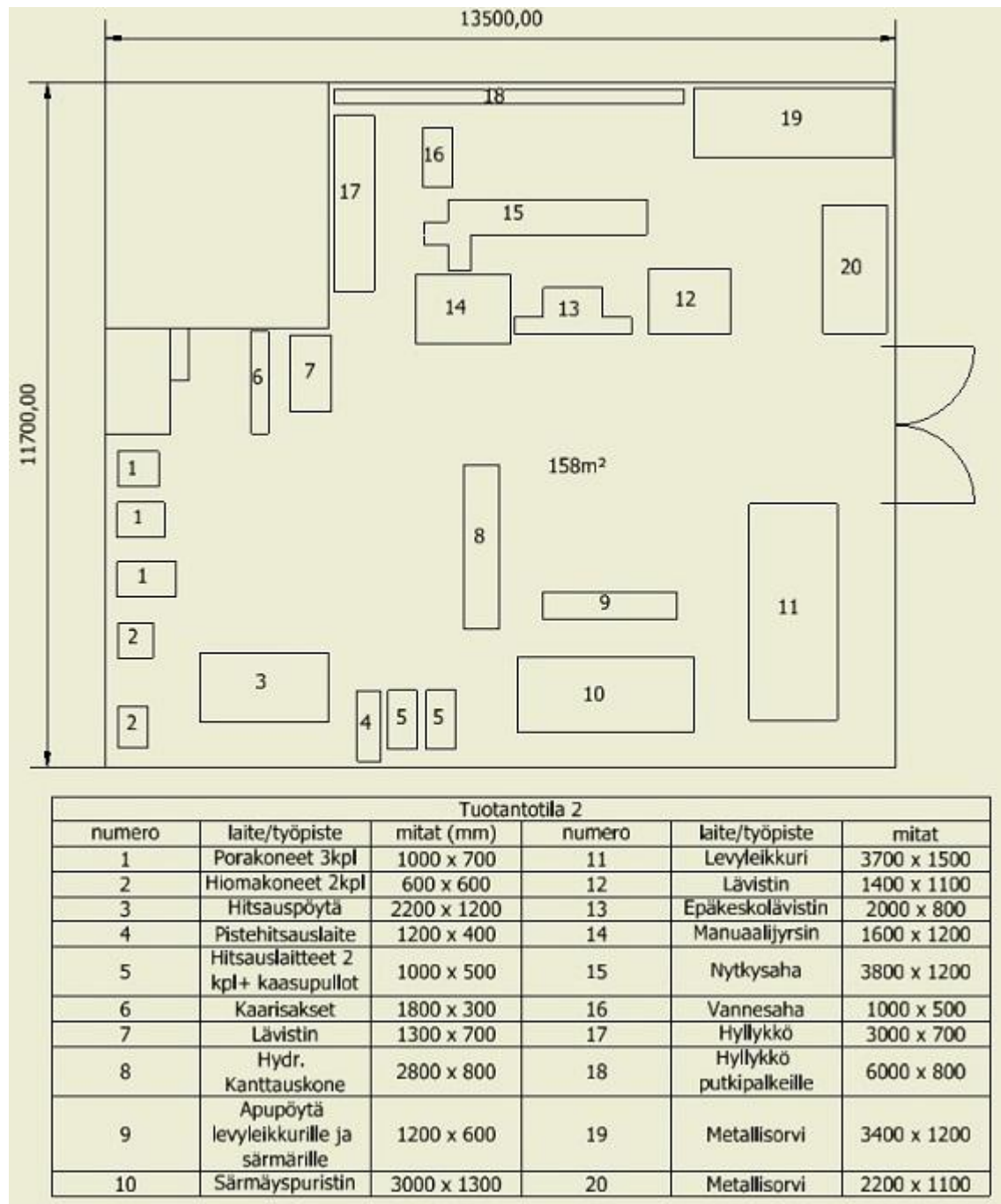
#### 7.4.2 Toinen layoutsuunnitelma

Toinen layout-suunnitelma on tyypiltään tuotantolinjalayout. Tuotantolinjalayoutissa laitteet ja koneet on aseteltu tuotteen työnkulun perusteilla. Toisessa layout-suunnitelmassa on otettu enemmän vapauksia koneiden siirtelyssä. Lisäksi useita oviaukkoja on suurennettu, ja ensimmäisestä tuotantotilasta on yksi väliseinä poistettu kokonaan (KUVIO 6). Suunnitelmassa on pyritty siihen, että ensimmäisessä tuotantotilassa valmistetaan ikkunoiden tuuletussäleiköitä tuotantolinja-mallisesti. Ensimmäisessä tuotantotilassa ikkunoiden tuuletussäleiköiden aihoiden leikkaus tapahtuu käsivarastossa teräskelalta sille tarkoitettulla pöydällä, mikä helpottaa ja nopeuttaa työntekijän työtä. Lyhyet välimatkat työpisteiden väleillä nopeuttavat kappaleen valmistumista ja läpäisyaikaa valmistusprosessissa. Toinen tuotantotila on keskittynyt ovien karminsuojien valmistukseen (KUVIO 7). Tarvittava määrä levyarkkeja noudetaan joko käsivarastosta tai ulkovarastosta trukilla toiseen tuotantotilaan, jossa voidaan suorittaa kaikki työvaiheet leikkauksesta aina viimeiseenkin työvaiheeseen ja turhien aihoiden liikuttamisen johdosta tuotantoprosessi aihioista valmiiseen kappaleeseen nopeutuu huomattavasti. Tässä layout-suunnitelmassa on pyritty siihen, että välimatkat tuotantoprosessin eri työvaiheissa ovat lyhyet, jolloin tuotantoprosessi on sujuvaa. Lyhentyneet läpäisyajat tehostavat tuotantoprosesseja, pienentävät kustannuksia, parantavat toiminnan laatua sekä nostavat kustannustehokkuutta.

Toisen layout-suunnitelman käsivarasto ja maalauslinjasto on lähes identtinen ensimmäisen kanssa, sillä se todettiin parhaaksi vaihtoehdoksi. Lisäksi turhat hyllyköt ovat poistettu, ja tilalle on rakennettu muutama isompi hyllykkö ja kaapisto, joissa voidaan säilyttää työkaluja sekä valmiita tuotteita. Toisessa tuotantotilassa sijaitsee erilaisia soluja, joissa voidaan suorittaa erityisten töiden ja osien valmistusta, kuten esimerkiksi hitsausta ja koneistuksia, porauksia sekä sahaamista, mutta pääpaino tässä layoutissa on tuuletussäleiköiden ja karminsuojien valmistuksessa.



Kuvio 6. Ensimmäisen tuotantotilan uusi layoutversio 2.

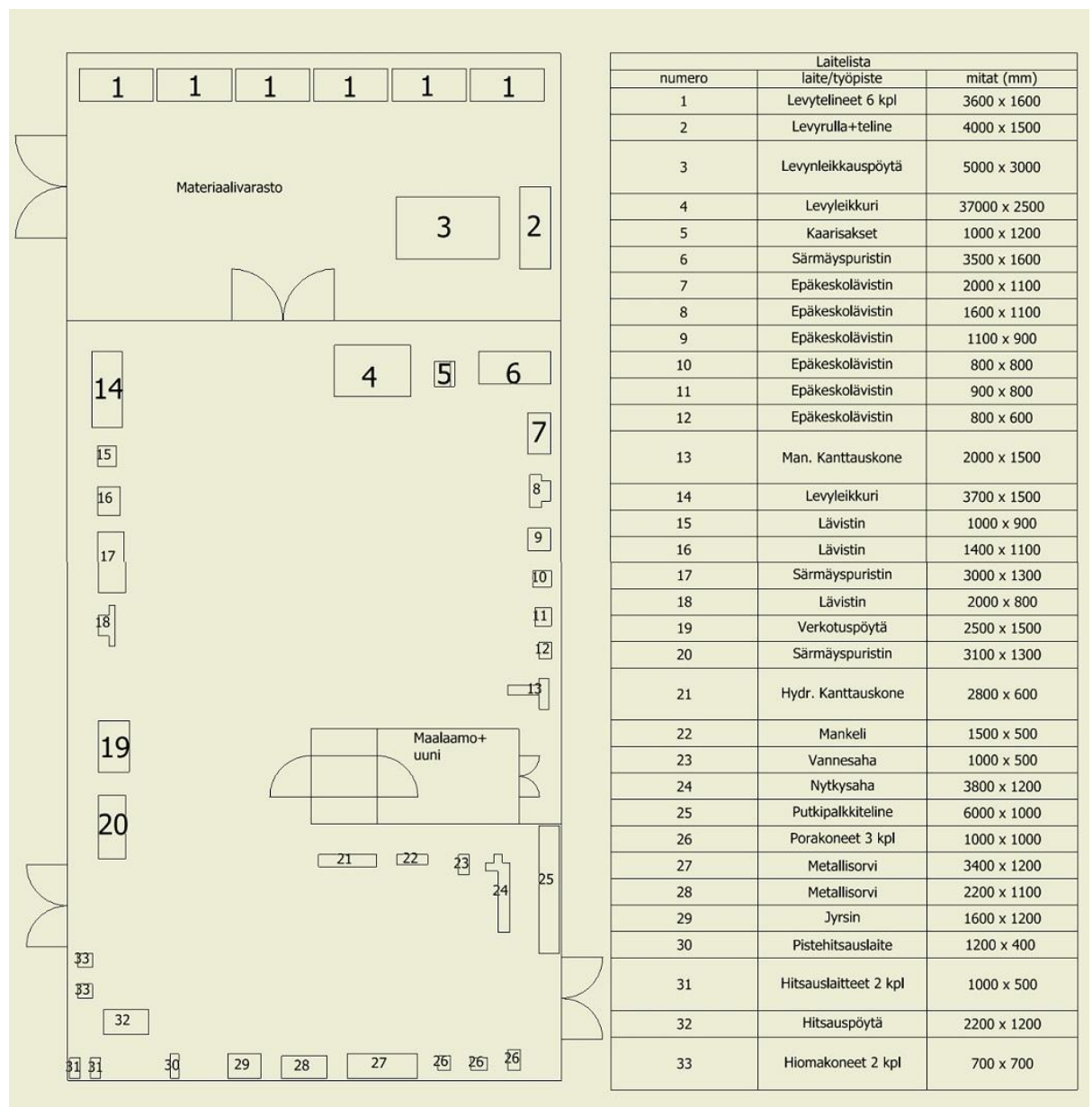


Kuvio 7. Toisen tuotantotilan uusi layoutversio 2.

### 7.4.3 Kolmas layoutsuunnitelma

Viimeinen layout-suunnitelma on kokonaan uusi mahdollinen tuotantorakennus tulevaisuutta ajatellen (KUVIO 8). Layout-suunnitelma on rakennettu nykyisten tuotteiden ja laitteiden mukaan siten, että kaikki laitteet ovat yhdessä tuotantotilassa ja tuotantoprosessit ovat sujuvia. Layoutissa on yksi suuri materiaalivarasto heti

tuotantotilojen yhteydessä, jossa voidaan säilyttää useita levynippuja levyhyllyköissä. Materiaalivarastossa tapahtuu myös teräslevykelan leikkaus sille tarkoitulla pöydällä. Tuotantotilan puolella layout on rakennettu funktionaalisen layoutin perusteella. Materiaalivarastosta tulleen materiaalin valmistus sujuu linjassa joko vasemman puoleista linjastoa pitkin, jossa valmistuvat ovien karminsuojat, tai vaihtoehtoisesti oikeanpuoleista linjastoa pitkin, jossa valmistuvat ikkunoiden tuuletussäleiköt. Tuotantotilan perälle on aseteltu soluja, joissa voidaan valmistaa erityisiä työvaiheita sisältävien tuotteiden valmistusta.



Kuvio 8. Uusi tuotantorakennus.

## 7.5 Uuden layoutin analysointi

Ensimmäinen layout- suunnitelma on tehty sillä perusteella, millä nykyisten laitteiden siirtäminen on mahdollista. Kaikkein suurimpia koneita ei tässä layoutissa ole lähdetty siirtelemään, vaan ajatuksena on ollut pienimpien ja helpommin siirrettävien laitteiden avulla saada layout sujuvammaksi. Eräitä oviaukkoja on suunnitelmassa piirretty suuremmaksi kuin ne nykyisellään ovat, mutta tilojen välissä olevia väliseiniä ei olla tässä suunnitelmassa lähdetty poistamaan. Käsivaraston layout on suunniteltu siten, että levyrullan leikkaus saadaan siirrettyä sinne, sekä maalauslinjasto/uuni on muutettu läpivietäväksi, jolloin uunista tulleet osat saadaan jäähdytymään käsivaraston puolelle. Tällöin uuni vapautuu heti uusien osien käyttöön, toisin kuin vanhassa layoutissa, kun osat kuivuivat maalaamon puolella. Koneet ja laitteet on pyritty asettelemaan funktionaaliseen layoutiin, jotta nykyisten tuotteiden valmistus olisi jouhevaa, vaikka työpisteiden välimatkat olisivatkin suuria. Tämä layout-suunnitelma olisi helpoiten suoritettavissa yrityksessä, sekä edullisin, sillä suurimmat investoinnit olisivat nykyisen käsivaraston muuntaminen lämpimäksi tilaksi sekä oviaukkojen suurennot. Lisäksi layout-suunnitelmaan tehdyt hyllyköt voitaisiin valmistaa itse, jolloin niistä saataisiin juuri tarpeisiin sopivat.

Toisessa layout-suunnitelmassa on otettu enemmän vapauksia tilojen suhteen, sillä siinä on esimerkiksi ensimmäisestä tuotantotilasta poistettu yksi väliseinien välistä ja laitteiden kokoa ei olla otettu huomioon siirtämisissä. Tässä layoutissa on laitteet ja koneet pyritty asettelemaan tuotantolinjalayoutiin tuotteiden työkulkujen perusteella. Layout on rakennettu sillä perusteella, että ensimmäisessä tuotantotilassa valmistetaan ikkunoiden tuuletussäleiköitä ja toinen tuotantotila on keskittynyt ovien karminsuojien valmistukseen. Näin saataisiin tuotantoprosessin eri työvaiheiden välimatkat mahdollisimman lyhyiksi, jolloin tuotantoprosessi olisi mahdollisimman sujuvaa. Käsivarasto sekä maalauslinjasto/uuni ovat samanlaiset kuin ensimmäisessä layout-suunnitelmassa, sillä se todettiin parhaaksi ratkaisuksi, ja käsivarasto tullaankin muuttamaan ensimmäisenä uuden suunnitelman mukaiseksi. Kokonaisuudessaan tämä layout-suunnitelma on vähän vaikeammin toteuttavissa kuin ensimmäinen suunnitelma, sillä suurien laitteiden siirtämisessä on omat vaikeutensa. Taloudellisesti tämä layout-suunnitelma ei olisi kovinkaan paljon kalliimpi kuin ensimmäinen, sillä samanlaiset hyllyköt ovat tässä suunnitelmas-

sa kuin ensimmäisessä. Lisäksi käsivaraston muuntaminen ja oviaukot ovat samanlaisia kuin ensimmäisessä layout-suunnitelmassa. Lisäkustannuksia aiheuttavat ainoastaan väliseinän poistaminen ensimmäisestä tuotantotilasta.

Kolmas ja viimeinen layout-suunnitelma on kokonaan uusi tuotantorakennus, mahdollisesti tulevaisuutta ajatellen, jos jossakin vaiheessa yrityksellä tulee eteen siirtyminen uusiin tuotantotiloihin. Layout on suunniteltu tuotantolinjalayoutiin, jossa tuotteiden tuotantoprosessit alkavat materiaalivarastosta ja ne etenevät tuotantolinjaa pitkin loogisessa järjestyksessä, jolloin välimatkat työpisteiden välillä saadaan minimoitua. Lisäksi layoutiin on aseteltu pieniä soluja ja ryhmiä, jossa voidaan valmistaa erityisiä toimenpiteitä vaativia tuotteita, kuten hitsauspiste sekä porauspiste. Tämä layout olisi ihanteellinen, sillä siinä kaikki laitteet saataisiin samaan tuotantotilaan eikä niitä tarvitsisi siirrellä eri rakennusten välillä. Valmistuskustannukset tälle layoutille ovat tietenkin suurimmat, mutta tulevaisuutta ajatellen tämänlainen layout-suunnitelma on hyvä olla olemassa.

## **7.6 Uuden layoutin käytännön toteutus, kustannukset ja aikataulu**

Uuden layoutin käytännön toteutus aloitetaan käsivaraston muuntamisesta uuden layoutin muotoon. Varaston nurkkiin kertyneet rautaromut siirretään romumetallien joukkoon, ja muitakin paikkoja varastossa siivotaan ja siirretään siten, että pystytään aloittamaan seinien ja katon eristäminen sekä ulko-oven leventäminen. Eristämisen ohessa tarkastetaan ikkunoiden tiiviys, jotta tilat saataisiin varmasti halutun laisiksi. Eristämisen jälkeen asennetaan seiniin paneelit, jotka myös eristävät ilman kulkua ulkoa sisälle. Tämän jälkeen aloitetaan hyllyköiden valmistus, joihin varastossa olevat levyarkit saadaan sijoitettua uudessa suunnitelmassa. Hyllyköiden valmistuttua käsivarastossa olevat levyarkit siirretään tilapäisesti tuotantotiloihin, jotta hyllyköt saadaan asennettua käsivarastoon. Hyllyköiden asennuksen jälkeen levyt pinotaan niille kuuluville paikoille ja levyrulla asennetaan sille kuuluvalle telineelleen.

Kun käsivarasto on saatu uuden layoutin muotoon, aloitetaan muiden laitteiden siirtäminen. Siirtäminen aloitetaan ensimmäisestä tuotantotilasta ja sen suoriuduttua siirrytään toiseen tuotantotilaan. Koneiden pienen koon vuoksi layoutin muun-

taminen ei pitäisi viedä kovin kauaa aikaa laitteiden siirtämisen osalta, vaan suurin aika menee käsivaraston muuntamisessa. Muutostyöt tehdään itse yrityksen omien työntekijöiden voimin työtilanteen sen salliessa. Muutostyöt pyritään ajoittamaan siten, että ne eivät keskeyttäisi tuotantoa, jotta tuotannon menetykset saataisiin minimoitua. Laitteiden siirtämisen arvio on 2–3 työpäivää, jolloin pieniä kustannuksia saattaa tulla tuotantoon. Tavoitteena on että uusi layout olisi toiminnassa kesä-heinäkuussa 2012 (KUVIO 9).

Kustannuskohde	Hinta €					
Käsivaraston materiaalit	15000					
Ulko-ovi käsivarastoon	2000					
Työt	3000					
Yht.	20000					
Aikataulu		Viikko				
Kohde	20	21	22	23	24	
Käsivaraston siivous	■					
Eristäminen		■	■	■		
Oven muunnostyö			■			
Hyllyköiden valmistus			■	■		
Hyllyköiden asennus				■		
Käsivaraston viimeistelytyöt					■	
Laitteiden siirtäminen tuotantotiloissa					■	

Kuvio 9. Uuden layoutin kustannus- ja aikatauluarvio.



## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella uusi layout Alavuden Säletakomo KY:lle, jotta nykyisten tuotteiden valmistusprosessit saataisiin sujuvammiksi. Lisäksi tavoitteena oli kehittää tuotantoa, kuten läpäisyajan lyhentämistä. Lyhentyneet läpäisyajat tehostavat tuotantoprosesseja, pienentävät kustannuksia, parantavat toiminnan laatua sekä nostavat kustannustehokkuutta.

Tämän opinnäytetyön alku koostui layout-suunnittelun teoriasta, sen tavoitteista ja eri layout-tyypeistä. Sen jälkeen kerrottiin materiaalihallinnan teoriasta, sekä erilaisista varastotyypeistä. Tuotannon kehityksen ja läpäisyajojen teoria kuului myös tämän opinnäytetyönteoria osuuteen. Tuotteiden valmistusprosesseista yrityksessä kerrottiin päätuotteiden, ikkunoiden tuuletussäleiköiden ja ovien karminsuojien valmistuksen perusteella, sillä niissä on eniten työvaiheita ja niiden läpäisyajat ovat suurimpia.

Uusia layout-suunnitelmia tehtiin kaiken kaikkiaan kolme kappaletta. Lähtökohtana suunnitelmissa oli saada aikaiseksi toimiva layout-suunnitelma, jonka avulla saataisiin kaikki tilat yrityksessä tehokkaasti hyödynnettyä. Myös materiaalivirtojen sekä valmistusprosessin selkeytys ja läpäisyajojen pienentäminen olivat uusien layoutien perustana. Kaikissa uusissa layout-suunnitelmissa oli hyvät ja huonot puolensa. Ensimmäisen layout-suunnitelman etuja olivat toteuttamisen helppous, tuotantoprosessin joustavuuden parantuminen sekä layoutin investoimisen edullisuus. Ongelmakohtia ovat samat kuin alkuperäisessä layoutissa, eli työpisteiden välimatkat ovat edelleen suuria, koska tuotteita joudutaan siirtelemään tuotantorakennuksesta toiseen, jolloin läpäisyajat valmistuksessa kasvavat. Layoutissa saadaan kuitenkin vähennettyä siirtelyä huomattavasti, koska siirtokerrat tuotantotilojen välillä vähenevät, kun peräkkäisiä työvaiheita karminsuojien valmistuksessa pystytään suorittamaan samassa tuotantotilassa useampia peräkkäin. Läpäisyajoja saatiin myös lyhennettyä ikkunoiden tuuletussäleiköiden valmistusprosessissa, koska pintakäsittelyn työvaiheessa aiemmin ongelmana ollut tuotteiden jäähtyminen ja kuivuminen maalaustiloissa saatiin layoutin avulla muutettua siten, että tuotteet kuivuvatkin käsivaraston puolella, jolloin maalaustilat vapautuvat välittömästi uuteen käyttöön.

Toisen layout-suunnitelman etuja ovat tuotantoprosessin selkeys sekä läpäisyajojen pientyminen, layoutin investoinnin edullisuus ja toimintojen keskittyminen yhteen paikkaan. Ongelmakohtia tässä layoutissa on layoutin toteuttamisen vaikeus. Suurten laitteiden siirtelyyn täytyy varata aikaa, mikä keskeyttäisi tuotannon joiltakin osin. Lisäksi väliseinän poistamisen takia osa laitteista pitäisi saada sijoitetuksi poistotyön ajaksi. Toisessa layout-suunnitelmassa läpäisyajat ovat pienemmät kuin ensimmäisessä suunnitelmassa, koska tuotteiden valmistus saadaan suoritettua yhdessä ja samassa tuotantotilassa alusta loppuun, ikkunoiden tuulettussäleiköiden valmistus tapahtuu ensimmäisessä tuotantotilassa ja ovien karminsuojien valmistus toisessa tuotantotilassa. Työpisteiden välit ovat minimoitu, jolloin aihoiden siirtely on saatu mahdollisimman pieneksi, jotta siirtelyyn ja odottamiseen menevä aika on mahdollisimman pieni.

Kokonaan uusi tuotantorakennus olisi paras vaihtoehto, mutta tässä vaiheessa se ei tule kysymykseen. Nykyiset tuotantotilat sekä konekanta riittävät nykyisten asiakkaiden tilaustarpeiden täyttämiseen. Lisäksi uudet tuotantotilat olisivat investoinniltaan liian suuret, mutta tulevaisuutta ajatellen, mikäli tilausmäärät suurenisivat huomattavasti, se voisi tulla kysymykseen.

Ensimmäisen layout-suunnitelman toteutuksen helppouden takia se valitaankin pohjaksi uudeksi layoutiksi. Käsivaraston muutos on prioriteettina ensimmäisenä ja sen jälkeen muita laitteita ruvetaan siirtelemään. Käsivaraston toteutus aloitetaan varaston siivouksella sinne kertyneistä romumetalleista, minkä jälkeen voidaan aloittaa varaston eristäminen ja oven suurennos. Eristyksen jälkeen asennetaan uudet hyllyköt levyarkeille, jotta käsivaraston tilat saataisiin tehokkaampaan käyttöön. Laitteiden siirtäminen aloitetaan sen jälkeen kun käsivarasto on saatu valmiiksi. Kustannusarvio layoutin muuntamiselle töineen ja materiaaleineen on noin 20 000 €, ja aikatauluarvio uuden layoutin valmistumiselle on noin viisi viikkoa.

Muutoksen avulla pintakäsittelytyövaiheen läpäisyaikaa saadaan lyhennettyä huomattavasti, kun uunista tulleet tuotteet saadaan jäähtymään ja kuivumaan käsivaraston puolelle. Joitakin kompromisseja joudutaan varmasti tekemään kun laitteita aloitetaan uudelleen sijoittamaan, mutta nämä layout-suunnitelmat antavat varmasti hyvän pohjan uudelle layoutille.

Uuden layout-suunnitelman kustannussäästöjä on vaikea arvioida. Siihen vaikuttaa erityisesti tilausten ja työn määrä. Suurin säästö tulee säästetyissä työtunneissa, koska esimerkiksi ikkunoiden tuuletussäleiköiden valmistuksessa valmistus ei enää katkea pintakäsittelyvaiheeseen, koska käsitellyt tuotteet saadaan jäähtymään ja kuivumaan käsivarastoon, toisin kuin vanhassa layoutissa, jossa tuotteet jäähtyivät maalauskopissa, mikä esti uusien tuotteiden pintakäsittelyn. Lisäksi lyhentyneistä välimatkoista työpisteiden väleillä aiheuttavat pientä ajan säästöä. Karminsuojien valmistuksessa kustannussäästö koostuu ajansäästöstä lyhentyneiden työpisteiden välillä. Lyhentyneiden välimatkojen johdosta tuotteita ei tarvitse odotella niin kauaa, jolloin syntyy pieniä säästöjä, ja pienistä säästöistä kasvaa iso puro.

## LÄHTEET

Alavuden Säletakomo KY. 2012. Layoutpiirustukset. Laatiija: Sami Katajamäki

Haverila M., Uusi- Rauva E., Kouri I. & Miettinen A. 2009 Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacts Oy

Katajamäki, M. 2012, Toimitusjohtaja. Alavuden Säletakomo KY. Haastattelu 2.3.2012.

Lapinleimu I., Kauppinen, V., & Torvinen, S. 1997 Konepajan tuotantotekniikka. 1. painos. Porvoo: WSOY

Peltonen, A. 1998. Tuottava tehdas [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 6.4.2012] Saatavana: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>

Uusi- Rauva E., Haverila M. & Kouri I. 1999 Teollisuustalous. 3. painos. Tampere: Infacts Oy