

Lasse Petäjämäki

Konepajan layoutin ja logistiikan suunnittelu

Opinnäytetyö
Kevät 2010
Tekniikan yksikkö
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja tuotantotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Petäjämäki Lasse

Työn nimi: Konepajan layoutin ja logistiikan suunnittelu

Ohjaaja: Kitinoja Kimmo

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 55

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämä työ tehtiin eräälle yritykselle, joka on keskittynyt metalliteollisuuteen ja valmistaa osia pääasiassa liikkuviin työkoneisiin.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella uusi tehokkaampi tuotannon layoutmalli uuteen halliin. Pää tavoitteena oli suunnitella paras mahdollinen uuden hallin muoto, mitat ja optimoida hallitila jo toiminnassa oleville tuotantokoneille ja kasvavalle konepajatoiminnalle. Tavoitteena oli saada materiaalivirta mahdollisimman selkeäksi ja suoraviivaiseksi ja tätä kautta lyhentää läpimenoaikaa.

Teoriaosuudessa käsitellään materiaalihallintaa ja teräslevyjen varastointia. Tässä osuudessa selvitetään myös läpimenoajan muodostumista ja sen merkitystä sekä lyhentämistä. Teoriaosuudessa käsitellään myös layoutsuunnittelun teoriaa ja erilaisia layout tyyppejä.

Työssä suunniteltiin kolme erilaista hallin layoutmallia, joista valittiin paras vaihtoehto. Pienin muutoksin valittiin lopulliseksi layoutmalliksi vaihtoehto, joka on pinta-alaltaan 30 % isompi kuin vanhat hallit yhteensä. Uusi layout malli on toimintatavaltaan funktionaalinen layout, jossa kaikki koneet ja työpisteet on sijoitettu samaan lohkoon samankaltaisuuden mukaan. Lopulliseen layoutmalliin sijoitettiin myös ovaalin muotoinen kuljetusrata maalaustelineille. Tekstin loppuosassa on perusteltu miksi jokainen työpiste ja kone on sijoitettu layoutin mukaiseen järjestykseen.

Avainsanat: Layout, varastointi, metalliteollisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Technical unit

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Petäjämäki Lasse

Title of thesis: Desings of the layout and the logistics of a workshop

Supervisor: Kitinoja Kimmo

Year: 2010 Number of pages: 55 Number of appendices: 2

This thesis was made for the company which is focuses on the metal industry and produces parts mainly for mobile machines.

The main purpose of this thesis was to design a new and more efficient production layout of a new hall. The main objective was to design the best possible layout with a new shape and dimensions. The space given had to be optimized to the existing production machines and also for the future growing engineering activities. The aim was to get the material flow as clear and straightforward as possible and also to shorten the turnaround time.

The theoretical part deals with the material flow and storage of steel plates. This part also explains the formation of a turnaround time and its importance as well as its shortening. The theory part also deals with the theory and designing different layout.

Three different layout models were designed and out of which the best option was chosen. With the minor modifications the final layout was selected to be the model option number 1. It has an area of approximately 30% bigger than that of the old halls. New layout design works like a functional layout where all the machines and workstations must be in the same area according to their similarity. In the final layout design of investment an oval shaped transport path for painting racks also existed. In the text of the final section it is told why each work station and machine is placed in the layout as it is.

Keywords: Layout, storage, metal industry

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	7
1 JOHDANTO	9
2 YRITYKSEN ESITTELY	10
3 MATERIAALINHALLINNAN TEORIAA.....	11
3.1 Lämpöaika ja sen muodostuminen	11
3.2 Lämpöajan merkitys.....	12
3.3 Lämpöajan lyhentäminen.....	12
3.4 Tuotannon työaika.....	13
3.5 Tuotannon työajan jakaantuminen	13
3.6 Tuotannon valmistusaika	14
4 MATERIAALIEN VARASTOINTI JA KÄSITTELY	16
4.1 Välivarastot	17
4.2 Työnkulkuvarastot.....	17
4.3 Puolivalmisteverastot	17
4.4 Erä koko.....	18
5 VALMISTUSPROSESSI YRITYKSESSÄ.....	19
5.1 Raaka-aine varasto	20
5.2 Materiaalin leikkaus.....	21
5.3 Lävistys	22
5.4 Särmäys.....	23
5.5 Sahaaminen	24
5.6 MIG/MAG-hitsaus.....	25
5.7 Poraaminen.....	26
5.8 Valmiiden kappaleiden säilytys	27
6 LAYOUTSUUNNITTELUN TEORIAA.....	28

6.1	Layout-tyypit.....	30
6.1.1	Tuotantolinjalayout.....	30
6.1.2	Funktionaalinen layout.....	30
6.1.3	Solulayout.....	31
7	UUDEN HALLIN LAYOUTSUUNNITTELU.....	33
7.1	Lähtökohdat.....	33
7.2	Nykyisten hallien ongelmakohtien määrittäminen.....	33
7.3	Uuden layoutin tavoitteet.....	35
7.3.1	Uuden layoutin vaihtoehdot.....	36
7.3.2	Layoutin lopullinen valinta.....	41
8	KONEIDEN JA TYÖPISTEIDEN SIJOITUS HALLIIN.....	45
8.1	Varastopaikka.....	45
8.2	Sahauspisteet.....	45
8.3	Levyleikkurit.....	46
8.4	Pylväsporakoneet ja lävistyskoneet.....	46
8.5	Särmäyskoneet.....	47
8.6	Hitsauspisteet.....	47
8.7	Pitkäjyrsinkone ja karusellisorvi.....	48
8.8	Hiekkapuhallus ja maalaus.....	48
9	YHTEENVETO.....	51
10	POHDINTAA.....	53
	LÄHTEET.....	54
	LIITTEET.....	55

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Termi JOT kuvaa juuri ajallaan tapahtuvaa asiaa

Toinen termi CAD tietokoneavusteinen suunnittelu

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Teräslevyihoiden varastointipaikka.....	20
Kuvio 2. Kärry, jolla teräslevyt tuodaan sisälle.....	21
Kuvio 3. Durma-leikkauskone	22
Kuvio 4. Geka-lävistyskone.....	23
Kuvio 5. Durma-särmäyskone.....	24
Kuvio 6. Kaarisaha 6 metrin kappaleille	25
Kuvio 7. Robottisolun hitsausvaihe	26
Kuvio 8. Pylväsporakoneita.....	27
Kuvio 9. Isompi toimipiste.	34
Kuvio 10. Pienempi toimipiste.....	34
Kuvio 11. Layoutvaihtoehto 1.....	37
Kuvio 12. Layoutvaihtoehto 2.....	39
Kuvio 13. Layoutvaihtoehto 3.....	40
Kuvio 14. Lopullinen layoutvalinta.....	41
Kuvio 15. Maalattuja kappaleita	50

Kuvio 16. Lopullinen layoutvalinta.....	52
Taulukko 1. Taulukossa numeroiden tarkoitukset.....	34
Taulukko 2. Numeroiden tarkoitukset.....	37
Taulukko 3. Numeroiden tarkoitukset.....	39
Taulukko 4. Numeroiden tarkoitukset.....	40
Taulukko 5. Numeroiden tarkoitukset.....	41
Taulukko 6. Numeroiden tarkoitukset.....	52

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli eräs yritys, joka on keskittynyt metalliteollisuuteen ja valmistaa tuotteita pääasiassa työkoneisiin. Nykyiset tuotantotilat ovat jäämässä pieneksi uusille tuleville koneille sekä tuotantoprosesseille. Tuotantotiloina käytettävien hallien etäisyys on noin 12 kilometriä, mikä aiheuttaa monenlaisia ongelmia. Sen takia yhden uuden isomman hallin tarve oli välttämätön. Työssä oli päätavoitteena suunnitella tuleva hallin muoto ja optimoida hallin tarvittava tilavuus sekä tilankäyttö. Uudessa layoutmallissa oli huomioitava myös uudet koneet ja prosessit. Tämän työn yhtenä päätarkoituksena oli tarkoitus tuoda ulkopuolista näkökulmaa uuteen halliin sijoitettaville tuotantokoneille sekä prosesseille. Työtä rajattiin niin, että isojen koneiden vaatimia petejä ei suunniteltu, eikä työssä perehdytty rakennusteknisiin asioihin. Työssä jouduttiin salaamaan toimeksiantajan nimi ja sijainti.

2 YRITYKSEN ESITTELY

Yritys on metalliteollisuuden alalla toimiva konepaja, joka toimii pääasiassa raskaan terästeollisuuden alihankkijana. Valmistus on erikoistunut teräslevyn mekaaniseen muokkaukseen, kuten leikkaukseen, särmäykseen ja lävistyksen. Yrityksen tuotteita ovat teräslevyosat, särmätyt tuotteet, täydentävät hitsaukset, komponentit, osakokonaisuudet ja myös valmiit tuotteet pintakäsiteltynä. Markkinointi tapahtuu jälleenmyyjien kautta heidän omilla tuotemerkeillään.

Yritys on perustettu vuonna 1988 ja toimii teräsrakenteiden osa- ja kokonaisuustoimittajana. Osaamisalueina ovat levytyöt, leikkaukset ja taivutukset jopa erikoislujissa teräksissä sekä täydentävät hitsaukset. Yhtiöllä on vakiintunut asiakaskunta ja pitkäaikainen kokemus verkostoyrityksenä toimimisesta. Yhtiö on tunnettu luotettavista, laadukkaista ja nopeista toimituksistaan, jotka perustuvat henkilökunnan ammattitaitoon sekä hyvään raaka-ainelogistiikkaan ja asianmukaiseen konekantaan. Yritys toimii tällä hetkellä kokonaisuudessaan 2000 m²:n tiloissa. Toimipisteet ovat jakautuneet kahteen eri toimipisteeseen niin, että toinen toimipiste on pinta-alaltaan noin 1500 m² ja toinen on 500 m².

Kone- ja laitekanta mahdollistaa noin 5000 levyosatonnin vuosituotannonkäsittelyn. Koneiden kokoluokka on suuri ja maksimi kappaleen koko voi siten olla jopa viisi tonnia. Konekanta on nykyiseen toimintaan nähden tarkoituksenmukainen ja laitteistoja on jatkuvasti myös omatoimisesti kehitetty pitkän kokemuksen perusteella.

Toimitusten nopeus ja varmuus perustuu paljolti monipuoliseen raaka-ainevarastoon. Levyjen, lattarautojen, muototerästen, ainesputkien ja erikoislujien terästen laadut ovat toimintaan sopivia, leveydet erilaisia ja ahiomitat tarkoituksenmukaisia. Kaikesta materiaalista on olemassa tarvittavat laatutodistukset. Viimeisten parin vuoden aikana yhtiön jalostusastetta on pyritty systemaattisesti nostamaan kasvattamalla kokonaistoimitusten osuutta liikevaihdosta.

3 MATERIAALINHALLINNAN TEORIAA

Toimivan konepajan edellytyksenä ovat selkeät materiaalivirrat sekä hyvät layoutratkaisut. Materiaalinhallinnalla tarkoitetaan varastoinnin, raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan sekä jakelun hallintaa, joiden avulla ohjataan yrityksen kaikkia materiaalivirtoja toimittajilta aina asiakkaalle asti. Toimitusaikojen lyhentäminen ja varastojen pienentäminen vaativat yritykseltä hyvää materiaalihallintaa. Materiaalienhallinnalla on nykyään yhä suurempi merkitys yrityksissä. Materiaalivirtojen tehokas hallinta perustuu pääasiassa yritysten väliseen yhteistyöhön ja toiminnanohjaukseen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 51.)

Materiaalien saapuminen juuri oikeaan aikaan työpisteelle on tärkeää yrityksen tuottavuuden kannalta. Materiaalien toimittaminen työpaikalle ja niiden pitäminen järjestyksessä ovat myös olennainen osa materiaalihallintaa. Siksi liian suurien varastojen välttämiseksi on pyrittävä toimimaan **JOT**-periaatteen mukaisesti. Mikä tarkoittaa tuotteiden tarkkaa ajoitusta ja toimituksia vain tarpeen mukaan. Materiaalinhallinnalle suurimmat ongelmat saattavat ajoituksen lisäksi olla liian suuret nimikemäärät ja volyymit. Tilan tarve esimerkiksi kokoonpanopaikoilla kasvaa, johtaa kokoonpanoalueen pinta-alan kasvuun ja sen takia etäisyyksien pitenemiseen. (Lapinleimu ym. 1997, 52.)

3.1 Läpäisy aika ja sen muodostuminen

Läpäisy aika tarkoittaa tuotantojärjestelmän tehokkuuden tärkeimpiä käsitteitä ja mittareita. Läpäisy aika tarkoittaa tuotteen läpimenoaikaa jonkin työvaiheiden alkamisesta ja niiden valmiiksi tulemisesta ja se voidaan määrittellä erilaisille kokonaisuuksille, kuten koko tilaukselle, osavalmistukselle tai kokoonpanolle. Tilauksen läpäisyajan määrittävät materiaalihankintojen vaatima aika ja oman valmistuksen läpäisy aika. Jos suunnittelu ei ole kunnossa silloin kun tilaus saadaan, siihen menevä aika saattaa näkyä läpäisyajassa. Valmistuksen

läpäisyäikää dominoi vaiheen alkamiseen liittyvät odotukset. Työvaiheet itse muodostavat usein vain pienen osuuden läpäisyajasta. Odotusajan määrä kasvaa vaiheiden lukumäärän mukana. (Lapinleimu ym. 1997, 53.)

3.2 Läpäisyajan merkitys

Nopea läpimenoaika kuvaa hyvin toimivaa, joustavaa ja tehokasta tuotantojärjestelmää. Läpimenoaikaa ei saa lyhyeksi toimimalla huonosti. Lyhyt läpimenoaika antaa mahdollisuuden lyhyisiin toimitusaikoihin, jolloin saadaan pelivaraa tuotannon ajoitukseen ja parannetaan siten ohjattavuutta. Lyhyen läpimenoajan valmistuksessa tilauksia tehdään peräkkäin ja vähemmän rinnakkain kuin pitkään läpäisy aikaan verrattuna. Tämä merkitsee sitä, että töitä on vähemmän samaan aikaan tekeillä ja hoidettavana, työjärjestely on helpompaa ja keskeneräiseen tuotantoon sitoutuva pääoma on pienempi. Keskeneräisen työn määrä on lähes suoraan verrannollinen läpimenoaikaan. Silti lyhyt läpimenoaika ei anna mitään perustetta aines- ja aihiovarastojen vähentämiseen. Päinvastoin häiriöitä lähtövarastojen palvelutasossa ei pystytä nopeassa valmistuksessa korjaamaan. Pitkän läpäisyn valmistus antaa mahdollisuuksia poikkeusjärjestelyjen tekemiseen. Jos aihoiden toimitusajat pitenevät, saattaa alkuvarastojen liian pieni taso saattaa katkaista oman tuotannon kokonaan. (Lapinleimu ym. 1997, 55.)

3.3 Läpäisyajan lyhentäminen

Valmistuksen läpimenoaika kevyessä ja keskiraskaassa tuotannossa riippuu ensisijaisesti vaiheketjujen pituudesta ja jossain määrin eräkoosta. Osavalmistuksen läpimenoaikaa voidaan lyhentää vaiheketjuja lyhentämällä, konstruktio muutoksilla, monipuolisten koneiden avulla ja yhdistämällä vaiheita soluperusteisella valmistusjärjestelmällä. Koko tuotannon läpimenoaikaan vaikuttavat tilauskohtaisten materiaalien hankinnat oman tuotannon läpäisyn

lisäksi. Materiaalien osuus läpäisyajasta saattaa muodostua ratkaisevaksi. (Lapinleimu ym. 1997, 58.)

3.4 Tuotannon työaika

Työvaiheiden väliin tulee muita toimenpiteitä, kuten siirtoja mahdollisesti tarkastuksia sekä odotuksia. Työvaihe vaatii pääsääntöisesti oman ohjausimpulssin, joka puolestaan riittää vaiheiden kaikkien osien käynnistämiseen. Tuotannossa suoritettavat työvaiheet muodostavat päätuotantoprosessit, jotka pitää huomioida layoutsuunnittelussa. (Lapinleimu ym. 1997, 47–48.)

3.5 Tuotannon työajan jakaantuminen

Jokaisen työvaiheen työaika jakautuu asetusajaan, kappaleajaan, apuajaan ja häiriöajaan. Häiriöt ovat aina ennakoimattomia, kuten sähkökatkoksia, konerikkoja tai lakkoja. (Lapinleimu ym. 1997, 49.)

Asetusaika koostuu tuotteen vaihtoon liittyvistä toimenpiteistä. Erätuotannossa eränvaihto liittyy valmistettavan tuotteen vaihtoon. Asetusaika esiintyy kerran erää kohti. Pääaikana tapahtuu varsinainen jalostava työ, esim. lastu lentää ja hitsauksen valokaari palaa. Sivuaika koostuu pääasiassa työkappaleiden tuomisesta koneelle ja kiinnittämisestä, työkalujen vaihdosta koneen karaan ja pois, koneen paikoitusliikkeestä, mittauksista sekä työkappaleiden irrotuksesta ja siirrosta pois koneelta. (Lapinleimu ym. 1997, 50.)

Menetelmähäiriöaika ei ole vielä kovin yleinen käsite. Menetelmään sidotut häiriöt tuotannossa ovat kuitenkin toisin paikoin väistämättömiä ja toisaalta ne ovat kriittisiä tehokkuudelle ja automaation soveltamiselle. Sen takia niitä on seurattava silloin kun niillä on tuotannossa merkitystä. Esimerkiksi raskaat tuotteet vaativat raskaat työstökoneet. Ne yhdistelmänä pienten porausten ja porien kanssa

aiheuttavat porien katkeamista ja siten häiriötä. Menetelmähäiriöaika voidaan tarkastella tuotteesta ja menetelmästä riippuvana tilastollisena suureena. Näin se eroaa varsinaisesta häiriöajasta, jonka esiintyminen on niin satunnaista, että tilastollinen käsittely on mahdollista korkeintaan vuositasolla. (Lapinleimu ym. 1997, 51.)

Apu aika on nykyaikaisessa tuotannossa tuotantoedellytysten ylläpitoon kuluva aika. Tyypillisiä syitä apuajan tarpeeseen ovat terien kulumisesta johtuva terien vaihtaminen koneisiin. Koneen puhdistukset, voitelut ja muut vastaavat ylläpitoluonteiset toimenpiteet ovat apuaikaa, jos ne joudutaan erikseen tekemään. Operaattorien käyttämä aika kuluu muuhun kuin varsinaiseen työhön. Osa henkilökunnan käyttämästä ajasta on henkilökohtaista apuaikaa. Sitä tarvitaan mm. elpymiseen, ruokailuun ja WC:ssä käyntiin. Automaation avulla henkilökohtainen apu aika pyritään limittämään ohjelma-aikaan. (Lapinleimu ym. 1997, 51–52.)

Ohjelma-ajaksi kutsutaan sitä aikaa, jonka kone käy ohjauksensa ohjaamana, eli toteuttaa työstöohjelmaa. Tämän vastakohtana on käsiaika, jolloin toiminnot tapahtuvat manuaalisesti ohjattuina. Konetyössä pääaika on säännöllisesti ohjelma-aikaa. Käsitöissä, kuten hitsauksessa ja kokoonpanotöissä pääaika on käsiaikaa. Kappaleaika koostuu pääajasta, sivuajasta ja menetelmähäiriöistä. (Lapinleimu ym. 1997, 49–52.)

3.6 Tuotannon valmistusaika

Kaikki edellä mainitut työajat kuluttavat tuotantoyksikön tuottavaa aikaa, mutta vain pääaikana tuote jalostuu. Valmistusyksikössä voi olla useampia koneita, joista toiset käyvät vain ajoittain ja osa niiden käyntiajasta limittyy muiden työaikojen kanssa. Tämä tekee työaikojen suoraviivaisen yhteenlaskemisen merkityksettömäksi. Tuotantoyksikölle on määritettävä se aika, jota lasketaan, eli yksikön valmistusaika. Tätä samaa valmistusaikaa käytetään laskettaessa valmistusyksikön kapasiteettia, tuotteen kuormittavuutta, valmistusyksikön

kuormaa, valmistusyksikön kustannusvirtaa ja tuotteen kustannuksia. Funktionaalisella yksiköllä ei ole yksikön aikaa vaan pääasiassa yksittäisten koneiden, henkilöiden tai työasemien aikoja. (Lapinleimu ym. 1997, 52.)

4 MATERIAALIEN VARASTOINTI JA KÄSITTELY

Konepajan toiminnan ja kustannusrakenteen kannalta on hyvin tärkeää oikeanlainen materiaalien varastointi ja käsittely. Varastointi jakautuu tavallisesti raaka-aineiden varastointiin ja tuotannon aikaiseen käsittelyyn sekä välivarastointiin. Varastomäärien on oltava optimoidut, mikä tarkoittaa hallittua varastoa ja sen nopeaa kiertoa sekä pientä kuranttiutta. Kuljetusten on sujuttava tuotantoon ja tuotannossa, sillä tehokas tuotanto ei salli materiaalipuutteita. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen, 1997, 12.)

Materiaalien varastointi on tavallisesti tapahtunut ulkona, sopivassa paikassa. Tämä tapa on talviaikaan hankala materiaalien löytämisen ja kuljetusten kannalta lumen ja jään takia. Korroosio on myös ulkosäilytyksen ongelma. Näihin ongelmiin olisi parempi ratkaisu katettu kylmävarasto. Teräslevyt varastoidaan yleensä sopivissa pinoissa ja käsitellään erilaisilla nostureilla tai trukeilla. Teräslevyjen varastointiin on tavallisesti kaksi perusratkaisua: pystyvarastointi ja vaakavarastointi. Teräslevyt varastoidaan, joko aluspalkkien päällä olevissa hyllyissä tai lokeroissa, joiden muoto riippuu niiden käsittelytavasta. (Aaltonen ym. 1997, 12.)

Teräslevyjen käsittely tapahtuu yleensä nostureilla, trukeilla sekä erilaisilla kuljetusvaunuilla. Profiilit ja teräslevyt kuljetetaan yleensä ensin sinkoradalle raepuhallukseen ja sieltä tuotantotiloihin. Tuotantotiloissa levyjä ja profiileja käsitellään nostureilla, trukeilla tai vaunuilla. Teräslevyjen käsittely voi tapahtua myös silta-, imukuppi- tai magneettinosturien avulla. Koneilla olevat puolivalmistevarastot ovat yleensä lavoille lastattuja pinoja tai hyllyvarastoja. (Aaltonen ym. 1997, 13.)

4.1 Välivarastot

Kaikki varastot merkitsevät aina pääomakuluja ja epäkuranttiusriskiä. Varastoja ei saisi olla teoriassa ollenkaan. Toisaalta täysin varastoton valmistus johtaa niukkatahtisuuteen. Tästä syntyvä jäykkyys voi vaikuttaa jopa kapasiteettiin, koneiden rajoittaessa toistensa käyntiä. Tullaan siis siihen johtopäätökseen, että välivarastot ovat välttämättömiä, mutta ne on pidettävä mahdollisimman pieninä. Välivarastoja on kolmea tyyppiä: vaiheiden väliset työnkulkuvarastot, puolivalmisteverastot sekä prosessivarastot, esimerkiksi jäähtymis- ja kuivumisaikojen saamiseksi valmiusprosessiin. (Lapinleimu ym. 1997, 101.)

4.2 Työnkulkuvarastot

Työnkulkuvarastot toimivat suunnitellun valmistuksen osana, usein tavoitteena olevan asiakastilauksen perusteella. Näin ne eivät ole alttiita epäkuranttiusriskille. Niiden olemassaoloon voidaan suhtautua kevyemmin kuin puolivalmisteverastojen. Työnkulkuvarastojen ainoa tavoite on tehdä virtaus joustavaksi poistamalla tiukka pakkotahtisuus. Tällöin solut, koneet tai työasemat pysyvät toimissaan omassa rytmisään. (Lapinleimu ym. 1997, 101.)

Selkeimmin työnkulkuvarastot näkyvät linjoissa tai linjatyypillisessä valmistuksessa työasemien välisinä puskureina. Solujärjestelmässä solut tarvitsevat logistiikka-asemia siirtojen vapauttamiseksi solujen rytmistä. Funktionaalisessa järjestelmässä vastaavat odotusasemat koneilla saattavat jonomuodostuksen vuoksi kasvaa liian suuriksikin. (Lapinleimu ym. 1997, 101.)

4.3 Puolivalmisteverastot

Kun markkinoiden vaatima toimitusaika on lyhyempi kuin tuotannon läpäisy aika, joudutaan järjestelmässä turvautumaan puolivalmisteverastoihin.

Puolivalmistevarastot sijoittuvat kohtiin, joissa tuotannon ohjausperiaate vaihtuu. Puolivalmistevarastot sijoittuvat sekä sijoituksensa, että toimintansa vuoksi luontevammin siihen valmistusyksikköön, joka niitä käyttää. Silloin ne ovat todellisia käsilläolo varastoja. (Lapinleimu ym. 1997, 104–105.)

4.4 Eräköko

Eräkoon pienentämistä puoltaa tavoite pitää varastot, tässä tapauksessa erityisesti tuote- ja puolivalmistevarastot pieninä. Tuotteet pitää mieluiten valmistaa varastottomasti. Erityisesti tuotevarastoissa on pääomakustannuksen ohella merkittävänä riskinä epäkurantin varaston syntyminen, ellei jokaista valmistettua tuotetta vastaa tilaus. Asiakastilauksiin perustuva tuotanto johtaa pieniin eriin, koska tilauksia ei voida toimitusaikojen vuoksi kerätä kovin pitkältä ajalta. Eräkoon pienentäminen merkitsee useampia eriä vuodessa, koska jokaisella erällä on eräkohtaisia kustannuksia, jolloin kokonaiskustannukset pyrkivät kasvamaan. Eräkohtaiset kustannukset johtavat helposti eräkokojen kasvamiseen. Eräkohtaisia kustannuksia syntyy asetusajoista, ohjustoiminnoista sekä tuotannon sisäisistä ja ulkoisista kuljetuksista. (Lapinleimu ym. 1997, 59.)

5 VALMISTUSPROSESSI YRITYKSESSÄ

Valmistettavaan tuotteeseen kuuluu yleensä monia erilaisia työvaiheita, ennen kuin se on valmis lähetettäväksi asiakkaalle. Tavallisesti metalliteollisuudessa se tarkoittaa sitä, että tuotteen valmistukseen kuuluu esimerkiksi leikkausta, särmäystä, koneistusta sekä hitsausta. Monesti yritys, joka valmistaa jotain tiettyä komponenttia, ei välttämättä tee itse kaikkea työvaiheita, vaan teettää ne alihankintana. Hyvin usein se johtuu siitä, että tietyille työvaiheille ei ole tarpeeksi volyyymiä, jotta yrityksen kannattaisi tehdä se itse. Hyvin usein se tarkoittaa myös sitä, että yrityksen pitäisi investoida kalliisiin koneisiin, jotka käytännössä olisivat toimettomana suurimman osan työpäivästä.

Tavallisesti tuotantohenkilökunta on erikoistunut tiettyihin työvaiheisiin. Käytännössä osa henkilökunnasta tekee esimerkiksi vain särmäystyövaihetta ja osa hitsausta tai osa voi olla polttoleikkaajia. Olisi erittäin hyvä yrityksen toiminnan ja tuottavuuden kannalta, jos jokainen työntekijä pystyisi tekemään jokaista työvaihetta tarvittaessa. Käytännössä se on kumminkin lähes mahdotonta. Mitä enemmän työvaiheita yrityksessä tehdään ja mitä isompi yritys on kyseessä, sitä yleisempää on, että työntekijät ovat jakaantuneet juuri tällä tavalla.

Monesti yrityksillä on käytössä jonkinlainen toiminnanohjausjärjestelmä, joka selkeyttää tämän prosessin kulkua. Valmistusprosessin kulkua voidaan kutsua myös vaiheistukseksi. Valmistusprosessia voidaan havainnollistaa myös erilaisilla työvaihe- ja kulkukaavioilla. Valmistusprosessi on valmistusjärjestelmän suunnittelun perusta. (Lapinleimu ym. 1997, 48.)

Tämä yritys ostaa tällä hetkellä tuotteiden maalauksen toiselta yritykseltä. Yrityksellä on visio, että tulevaisuudessa heillä olisi hallissa oma hiekkapuhallus, maalaamo sekä kuivaustila. Yrityksellä on tuotannossa noin kymmenen työntekijää. Työtehtävät ovat jakaantuneet pääasiassa niin, että osa heistä suorittaa särmäys-, sahaus ja leikkausvaiheita. Osa tekee lävistysvaihetta,

porausta ja erilaisia hitsausvaiheita. Periaatteessa jokainen työntekijä voi tehdä kaikkea työvaiheita, mutta käsihitsausvaihetta eivät voi tehdä kaikki, koska se vaatii luokkahitsauspätevyyden. Särmästyövaihe on niin ammattitaitoa vaativaa työtä, että siinä on pakko olla samat henkilöt koko ajan töissä, että tuotteille saadaan nopea läpäisy aika ja laatuvaatimukset täyttävät muodot.

5.1 Raaka-aine varasto

Tällä hetkellä yrityksen teräslevyaihioiden varastointi on noin 2500 m²:n kokoisella alueella (Kuvio 1). Tankotavaran varastointi on sijoitettu osittain ulos, samalle alueelle levyaihioiden varaston kanssa. Osa on sijoitettu jo valmiiksi sahauspisteen viereen. Levyjen ainevahvuudet ovat 3 mm–15 mm paksuja. Levyaihioiden koko vaihtelee 1250 mm x 3000 – 6000 mm:iin. Varastopaikka on pinta-alaltaan iso, koska siinä pitää ajoneuvoyhdistelmän pystyä kääntymään ympäri ja myös tyhjäykselle ja täytölle pitää jäädä tilaa. Nykyinen varastointijärjestelmä on talviaikaan huono, koska lumi kertyy levyaihioiden päälle ja haittaa levyjen noutamista. Kun levyniput ovat ilman katosta, levyt voivat päästä ruostumaan, jos ne ovat kauan varastossa.



Kuvio 1. Teräslevyaihioiden varastointipaikka

Materiaalin liikuttaminen sisätiloihin sekä valmiiden kappaleiden siirto tapahtuu traktorilla, jossa on perävaunu (Kuvio 2.). Perävaunussa on hydraulinen nosturi, joka nostaa kerralla koko levynipun kyytiin. Yrityksellä on käytössään myös kaksi trukkia, joilla valmistettavat kappaleet yleensä siirretään seuraavalle työpisteelle tai koneelle.



Kuvio 2. Kärry, jolla teräslevyt tuodaan sisälle

5.2 Materiaalin leikkaus

Levytyöissä ensimmäinen työvaihe on yleensä levyaihion irrotus standardiarkista tai kelalta purettavasta ja oikaistusta levynauhasta. Siksi valmistusvaiheissa tarvittava materiaali on paloitteltava työn kannalta tarkoituksenmukaisiksi osiksi. Levyjen tavanomainen paloittelumenetelmä on menetelmiltään monimuotoinen leikkaaminen. Terästehtaan arkkeina tai keloina toimittama levy materiaali on mitoiltaan niin epätarkkaa, että siitä on ennen tuotantovaiheita tavallisesti leikattava mitoiltaan ja muodoiltaan tarkempia aihioita. Levy- ja teräsrakennetöiden kannattavuuden keskeisempiä tekijöitä on optimoitu materiaalin käyttö, jonka kannalta leikkaaminen on avainasemassa. (Aaltonen 1997, 13.)

Yrityksessä levyjen leikkausvaihe on mahdollista tehdä kahdella leikkauskoneella Durmalla (Kuvio 3.) ja Hacolla. Durmalla leikataan vahvemmat 10 mm – 15 mm levyt ja Hacolla pääasiassa ohuemmat 3 mm – 10 mm levyt. Kummallakin

koneella on apuna oma leikkauspöytä, joka helpottaa isojen levyjen käsittelyä ja leikkausta. Leikattavat levyaihiot ovat ulkomitoiltaan yleensä 1250 mm x 3000 mm:n kokoisia, joten näistä saadaan leikattua juuri sen kokoisia aihioita, mitä asiakas vaatii. Levyjen käsittely tapahtuu tavallisesti trukilla, nosturilla tai käsin, riippuen levyn koosta. Jos tämä työvaihe suoritetaan, se tarkoittaa yleensä aina sitä, että levy on peräisin yrityksen omasta varastosta. Hyvin usein asiakkaalta tulee valmiiksi oikean kokoisia levyjä ja sen takia tätä työvaihetta ei tarvitse tehdä.



Kuvio 3. Durma-leikkauskone

5.3 Lävistys

Lävistys tehdään tavallisesti leikkauksen jälkeen. Yrityksellä on käytössä kaksi lävistyskonetta (Kuvio 4.) ja yksi mekaaninen viisteytyskone. Valmistettaviin tuotteisiin tehdään tavallisesti pyöreitä tai soikeita reikiä. Lävistettävät levyt ovat paksuudeltaan 2–15 mm ja pituudeltaan 50–6000 mm. Tässä samassa työvaiheessa tehdään yleensä tarvittavat viisteet mekaanisella viistelytyskoneella. Viisteytyskoneella tehtävät viisteet tehdään samankokoisille kappaleille, kuin lävistyskoneella. Viisteiden kulman suuruus on yleensä 30-astetta ja leveys 5mm – 20mm:iin.



Kuvio 4. Geka-lävistyskone

5.4 Särmäys

Särmäys tehdään tavallisesti koneilla, joista käytetyimpiä ovat erilaiset särmäyspuristimet, mutta myös taivutus- ja pyöristyskoneiden käyttö on yleistä. Työn järjestelyyn ja koneiden tehokkaaseen käyttöön on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska nykyaikaiset levytyökoneet edustavat usein suurehkoja rahallisia investointeja. Seisonta-aikojen on jäätävä mahdollisimman pieniksi ja koneiden tarjoamat mahdollisuudet on käytettävä tehokkaasti hyväksi. Särmäyspuristimissa käytettävät työkalut ovat yleensä 1 m – 10 m pitkiä ja särmäyspuristinta käytetäänkin pääasiassa levyjen suoraviivaisiin taivutuksiin, joissa taivutusakseli on suora ja joissa levy muovautuu vain yhdessä suunnassa. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen, 2003, 268.)

Yleensä lävistämisen jälkeen suoritetaan särmäysvaihe. Särmäysvaihetta tehdään kolmella koneella: Alikolla, Durmalla (Kuvio 5.) ja Teseralla. Aliko on noista koneista suurin, jolla särmätään paksuimmat ja pisimmät kappaleet. Teseralla ja durmalla särmätään pienemmät kappaleet. Särmättävien kappaleiden ainevahvuus on 3 mm – 15 mm ja pituus vaihtelee 100 mm:stä 6000 mm:iin. Taitoksia tehdään enintään kymmenen per työkappale. Aliko särmäyskone vaatii kaksi isoa siltanosturia kappaleiden käsittelyyn ja yleensä kaksi työmiestä kerralla.



Kuvio 5. Durma-särmäyskone

5.5 Sahaaminen

Sahaamista käytetään tankoaihioiden katkaisuun, kiristysurien työstöön ja kappaleiden muotojen irrottamiseen. Sahaus on aihiovalmistusmenetelmä, jota seuraa mittojen ja muotojen viimeistely muilla lastuavilla työstömenetelmällä. Katkaisusahaus on helppo tarvittaessa automatisoida kytkemällä sahaan tangonsyöttölaitteisto ja voimatoimiset kiinnittimet. Nykyaikaiset tehokkaat NC-ohjatut sahat voivat työskennellä tarvittaessa ilman miehitystä taukojen ja jopa yön ajan. (Ihalainen ym. 2003, 194)

Yrityksellä on käytössä kolme sahaa tankojen katkaisemiseen. Sahoista kaksi sijaitsee isommassa toimipisteessä ja niistä toinen on tarkoitettu 12 m pitkien aihoiden katkaisemiseen. Toinen ja kolmas saha (Kuvio 6.) on tarkoitettu 6 m pituisten aihoiden katkaisemiseen. Sahatut kappaleet kokoonpano hitsataan hitsauspisteissä valmiiksi kokonaisuuksiksi. Sahauspisteet vievät tällä hetkellä aika paljon tilaa hallista, koska pitkien tankojen syöttämiseen koneille on varattu tilaa hallista.



Kuvio 6. Kaarisaha 6 metrin kappaleille

5.6 MIG/MAG-hitsaus

MIG/MAG-hitsauksessa ohutta lisälankaa syötetään langansyöttölaitteen avulla kelalta tasaisesti hitsisulaan. Lisälanka ja perusaine sulavat valokaaren vaikutuksesta, joka palaa lisälangan ja perusaineen välillä. Hitsisula ja valokaari suojataan hitsauskohtaan johdettavalla suojakaasulla. Suojakaasu voi olla luonteeltaan aktiivinen (esim. CO_2), jolloin suojakaasu reagoi hitsisulan kanssa. Tällöin menetelmästä käytetään nimitystä MAG-hitsaus. Puhtaalla CO_2 -kaasulla hitsattaessa käytetään MAG- hitsauksen ohella usein myös nimitystä CO_2 -hitsaus. (Ihalainen ym. 2003, 297)

Yrityksessä on erilaisia hitsauspisteitä yhteensä yhdeksän ja jokaisella työpisteellä on käytössä MAG- hitsauskone. Kolmella työpisteellä on käytössä suora hitsauskone. Särmäyskoneilta tulee U-profiilin muotoisia, särmättyjä kappaleita, jotka kokoonpannaan hitsaamalla aina kaksi kappaletta yhteen. Esimerkiksi suora hitsauskoneella tehdään tukkipankan tolppien ja runkojen suorat hitsausseamit, jotka ovat tavallisesti noin 3 metriä pitkiä. Yhdessä hitsauspisteessä on käytössä pyörityslaitte (Kuvio 7.), jossa tehdään pienempien kappaleiden hitsaukset. Pyörityslaitteella hitsaustyön tekee robotti. Kappaleet heftataan yhteen aluksi käsin pienillä hitsausseamoilla niin, että ne eivät pääse liikkumaan pyörityslaitteessa. Isojen kappaleiden hitsauspisteessä hitsataan kaikki isot kappaleet, kuten esimerkiksi sora-auton kuormalava. Muissa hitsauspisteissä

suoritetaan pienempiä hitsaustöitä, kuten erilaisten kauhojen kokoonpanohitsausta.



Kuvio 7. Robottisolun hitsausvaihe

5.7 Poraaminen

Porauksessa työkalu pyörii akselinsa ympäri ja syöttöliike on akselin suuntainen. Reikiä voidaan tehdä myös sorveissa, jolloin pora on paikoillaan kärkipylkässä tai työkalurevolverissa ja työkappale pyörii istukassa. Poraus on tärkeä ja yleinen lastuamismenetelmä. (Ihalainen ym. 2003, 174.)

Tällä hetkellä yrityksellä on käytössä viisi pylväsporakoneita. Porakoneet on tarkoitettu paksuimmille materiaaleille joihin lävistyskone ei pysty. Porakoneilla saadaan tehtyä myös isompia reikiä kuin lävistyskoneella. Tavallisesti 3–15 mm paksuihin levyihin tehtävät reiät ovat halkaisijaltaan 8–60 mm. Normaalisti reiät porataan kappaleisiin ennen hitsausta, koska hitsatun kappaleen kiinnittäminen pylväsporakoneeseen on erittäin vaikeaa ja joissain tapauksissa jopa mahdotonta. Pylväsporakoneet on sijoitettu yrityksessä niin, että neljä niistä on rinnakkain hallin päässä ja yksi on lävistyskoneiden luona.



Kuvio 8. Pylväsporakoneita

5.8 Valmiiden kappaleiden säilytys

Yritys ei tee varastoon valmiita kappaleita. Poikkeuksena tähän ovat tukkipankan tolpat ja rungot. Tavallisesti näitä kumpiakin tuotteita on varastossa 10 – 50 kappaletta. Kaikki työt tehdään tilauksen perusteella, koska mitat, muodot ym. muuttuvat lähes koko ajan. Jokainen tuotos on enemmän tai vähemmän ainutlaatuinen. Valmiille kappaleille on varattu pieni ulkokatos, jossa on yleensä noin 3–5 tuotetta valmiina.

6 LAYOUTSUUNNITTELUN TEORIAA

Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa. Työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin tuotantolinja layoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solu layoutiin. (Uusi-Rauva, 1993, 45.)

Layoutsuunnittelun keskeisempänä tavoitteena on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Materiaalien kuljetuskerrat ja -etäisyydet pyritään minimoimaan osastojen ja työpisteiden sijoittelua suunniteltaessa. Tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta on myös järkevää sijoittaa ne toisistaan siten, että materiaalivirrat ovat mahdollisemman selkeät. (Uusi-Rauva 1993, 45.)

Layoutsuunnittelussa on huomioitava myös mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet. Tuotantomäärien ja tuotetyyppien muuttuessa layoutia on pystyttävä muuttamaan joustavasti. Mahdolliset muutostarpeet pitää ottaa huomioon erityisesti vaikeasti siirrettävien koneiden ja prosessien sijoittelussa. Tuotantolinjat, Maalauslinjat, raskaat koneet ja kiinteät varastorakennelmat on sijoitettava siten, että ne eivät haittaa layoutin myöhempää kehittämistä. (Koponen, 1988, 38.)

Layout-suunnittelu on prosessi, joka koostuu monesta erilaisesta vaiheesta, joihin vaikuttaa paljon erilaisia tekijöitä. Konepajan layout sisältää yleensä aina jonkinlaisia kompromissi ratkaisuja, koska kaikkien tekijöiden suhteen ei ole optimaalista ratkaisua olemassa. (Uusi-Rauva, 1993, 46.)

Layout-suunnittelun peruslähtökohtana ovat seuraavat tekijät: (Uusi-Rauva, 1993, 46.)

- Tuotteiden perustiedot määrittelevät lopputuotteiden rakenteen, käytettävät puolivalmisteet, komponentit sekä raaka-aineet.
- Kuormitusasteen perusteella mitoitetaan tarvittava tuotantokoneisto ja määritellään tuotantomuoto sekä tekniikka.
- Työnvaiheketju kertoo tuotteelle tehtävät työvaiheet ja niiden järjestyksen.
- Tukitoiminnot tarkoittavat, että mitä valmistuksessa tukevia toimintoja tarvitaan. Näitä tukitoimintoja ovat esimerkiksi sosiaalililat, työkaluhuolto, jätteiden käsittely ja paineilmankehityslaitteisto.
- Tuotannon aikajänne kertoo, että kuinka pitkän ajan tuotanto tulee säilymään suunnittelun mukaisena. Aikajänteen pituus vaikuttaa investointien kannattavuuteen.

Hyvän layoutin ominaisuudet ovat erityisesti seuraavat: (Uusi-Rauva, 1993, 46.)

- Materiaalia liikutetaan mahdollisemman vähän työpisteeltä toiselle.
- Valmistus etenee yhdensuuntaisena virtana niin, että sitä ei tarvitse liikuttaa edestakaisin missään vaiheessa,.
- Kaikki layoutiin vaikuttavat tekijät on otettu huomioon suunnittelussa
- Työturvallisuus ja – tyytyväisyys on otettu huomioon suunnittelussa.
- Layout on helposti ja joustavasti muutettavissa sekä laajennettavissa niin, että materiaalivirta säilyy silti suoraviivaisena.

- Kaikki tila on käytetty tehokkaasti hyväksi

6.1 Layout-tyypit

6.1.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjassa koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työnkulun mukaisessa järjestyksessä. Tuotantolinja on erikoistunut tietyn tuotteen valmistamiseen. Valmistus ja kappaleenkäsittely on automatisoitua ja tehokasta. Työnkulku on suoraviivaista ja eri työvaiheiden välillä käytetään usein mekaanisia kuljettimia. (Uusi-Rauva, 1993, 47.)

Suuri volyyymi ja korkea kuormitusaste ovat keskeisiä edellytyksiä tuotantolinjan rakentamiselle. Suurien valmistusmäärien ansiosta tuotteen yksikköhinta muodostuu alhaiseksi, vaikka tuotantolinjan rakentamisen kustannukset ovat suuret. Tuotantolinja sietää huonosti häiriöitä, koska pienikin häiriö vaikuttaa nopeasti koko linjan tuottavuuteen. (Uusi-Rauva, 1993, 47.)

Laadunvalvonta on tärkeätä, koska häiriöiden aiheuttamat kustannukset ovat suuret ja linja kykenee tuottamaan tehokkaasti myös virheellisiä tuotteita. Kapasiteetin kasvattaminen on vaikeata linjan toteutuksen jälkeen. Tuotantosarjat ovat pitkiä, koska tuotteen vaihtaminen toiseen kestää usein kauan. Selkeä työnkulku tekee tuotannonohjauksen helpoksi. (Uusi-Rauva, 1993, 47.)

6.1.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisessa layoutissa koneet ja työpisteet on ryhmitelty työtehtävän samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi kaikki sorvit ovat sorvaamossa ja hitsauspaikat hitsaamossa. Funktionaalista layoutia nimitetään myös

teknologiseksi layoutiksi koneiden tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn vuoksi. (Uusi-Rauva, 1993, 48.)

Funktionaalissa layoutissa tuotantomääriä ja tuotetyyppejä voi joustavasti vaihdella. Kone- ja laitevalinnoilla pyritään siihen, että erityyppisten tehtävien suorittaminen olisi joustavaa. Tuotteet valmistetaan yksittäiskappaleina tai sarjoina. Toisistaan poikkeavien työnkulkujen vuoksi materiaalin käsittelyyn voidaan soveltaa automaatiota hyvin rajoitetusti. Tuotannonohjaus perustuu eri koneille jonottavien töiden järjestelyyn. Töiden ohjaus oikea-aikaisesti työpisteestä toiseen on hankalaa. Työjonot kasvattavat keskeneräisen tuotannon määrää ja pidentävät tuotannon läpäisyäikää. Työpisteiden välisen suuren etäisyyden vuoksi materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannukset muodostuvat suuriksi. Työvaiheiden välillä olevien välivarastojen ja työpisteiden etäisyyden vuoksi laadunohjaus on vaikeasti toteutettavissa. (Uusi-Rauva, 1993, 48.)

Funktionaalisen layoutin toteutus on helppo ja halpa tuotantolinjaan verrattuna. Kapasiteetin kasvattaminen on joustavaa samoin kuin erilaisten tuotteiden valmistaminen, mutta funktionaalisen layoutin tuottavuus on tuotantolinjaan verrattuna heikompi ja kuormitusasteet jäävät keskimäärin matalaksi. (Uusi-Rauva, 1993, 48.)

6.1.3 Solulayout

Solulayout muodostaa itsenäisen, eri koneista ja työpaikoista kootun ryhmän, joka on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solulayout on eräänlainen välimuoto funktionaalisesta ja tuotantolinjalayoutista. Materiaalivirta on selkeä, eikä siinä esiinny välivarastoja. Solujen läpäisyajat ovat huomattavan lyhyet funktionaaliseen layoutiin verrattuna. Solu pystyy valmistamaan joustavasti niitä tuotteita, joiden valmistukseen se on suunniteltu. Asetusajat siirryttäessä tuotteesta toiseen ovat lyhyet. Solu on joustavampi kuin tuotantolinja ja tehokkaampi kuin funktionaalinen järjestelmä omassa tuoteryhmässä. (Uusi-Rauva, 1993, 49.)

Eri tuotteiden tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella paljonkin. Valmistus tapahtuu yksittäiskappaleina tai pieninä sarjoina. Solun tuotannonohjaus on helppoa, koska se muodostaa vain yhden kuormituspisteen. Eri valmistusvaiheiden suorittaminen peräkkäin samalla alueella helpottaa laadunvalvontaa. Virheiden löytäminen ja korjaaminen on myös helppoa. Soluissa eri koneiden ja laitteiden kuormitusasteet voivat vaihdella huomattavasti, keskimäärin ne ovat alhaisemmat kuin tuotantolinjalla. Solu layout on funktionaalista layoutia herkempi kuormituksen vaihteluille ja tuotevalikoiman voimakkaille muutoksille. (Uusi-Rauva, 1993, 49.)

Soluvalmistusta on perusteltu työntekijöiden motivaation ja tuottavuuden nousulla. Solussa työskentelevä ryhmä vastaa tehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta itsenäisesti. Työntekijät voivat itse vaikuttaa keskinäiseen työnjakoon ja tehtävien kierrättämiseen. (Uusi-Rauva, 1993, 49.)

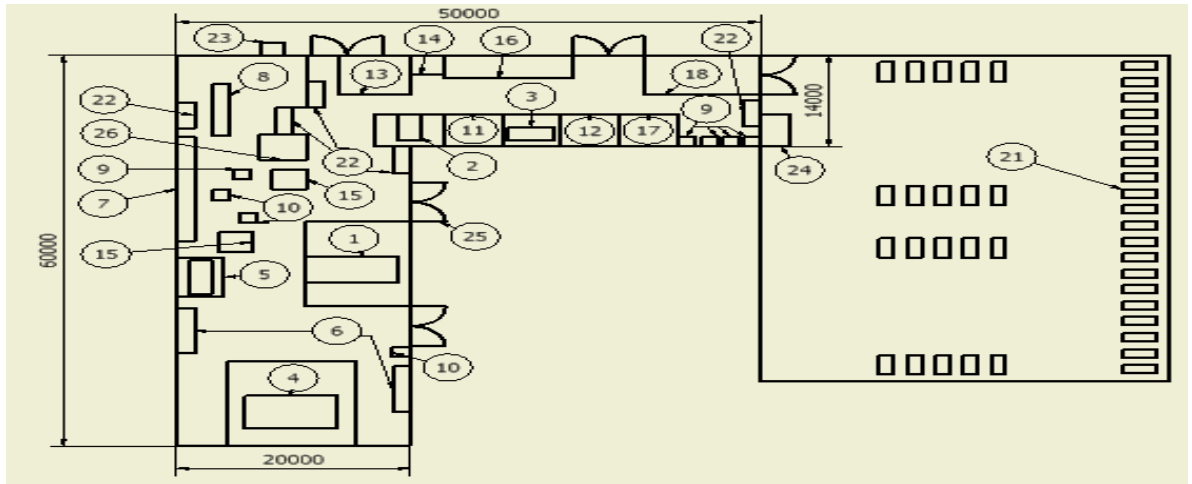
7 UUDEN HALLIN LAYOUTSUUNNITTELU

7.1 Lähtökohdat

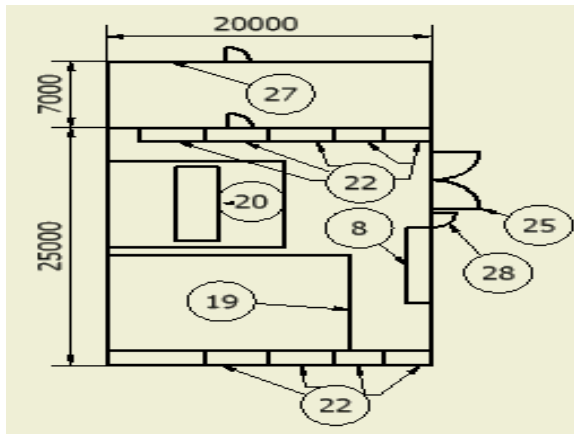
Yrityksen nykyiset toimitilat sijaitsevat kahdessa eri osoitteessa. Toisessa toimipisteessä on 2000 neliön kokoinen halli ja toisessa 500 neliön halli. Toisessa toimipisteessä sijaitsevat toimistotilat, robottihitsausasema sekä yksi hitsauspiste. Toiseen on keskittynyt kaikki muu toiminta, kuten isot koneet ja levyvarastot. Nykyisten hallien vapaa korkeus on 8 metriä.

7.2 Nykyisten hallien ongelmakohtien määrittäminen

Nykyiset tuotantotilat ovat ongelmalliset monestakin syystä. Ensinnäkin toimipisteet sijaitsevat kilomerien päässä toisistaan. Tämä vaikeuttaa muun muassa konepajan kokonaisvaltaista johtamista sekä hallintaa. Jos esimerkiksi toisesta toimipisteestä pitää viedä tuotteita maalattavaksi, siirrettävä matka ja aika muodostuvat kohtuuttoman pitkiksi. Tämä huonontaa tuottavuutta sekä pidentää tuotteen valmistusaikaa. Toinen toimipisteistä on alun perin tehty navetaksi, eikä konepajatoimintaa varten. Rakennus on myös erittäin vanha, mikä vaikuttaa merkittävästi lämmityskustannuksiin. Kumpaakaan rakennusta ei voida laajentaa, pienen tontin vuoksi. Materiaalivirtauksessa on myös kehitettävää. Materiaali etenee hallissa ilman suurempia turhia siirtelyjä, mutta siitä puuttuu suoraviivaisuutta, joka lisää yleensä kuljetusmatkaa ja sitä kautta vaikuttaa läpimenoaikaan ja tuottavuuteen negatiivisesti. Tuotantokoneet ovat hallissa ilman suurempaa johdonmukaisuutta. Esimerkiksi särmäyspisteet ja hitsauspisteet ovat monessa paikassa halleissa. Yritys harkitsee investointeja isoon karusellisorviin ja isoon pitkäjyrsinkoneeseen. Jo nämä kaksi isoa konetta aiheuttavat ongelman, jossa nykyiset tuotantotilat jäävät yksinkertaisesti liian ahtaiksi ja epäkäytännölliseksi. Yrityksellä ei ole tällä hetkellä omaa maalaamoja mikä lisää tuotteen valmistusaikaa ja aiheuttaa turhia kuljetuskustannuksia.



Kuvio 9. Isompi toimipiste.



Kuvio 10. Pienempi toimipiste.

Taulukko 1. Taulukossa numeroiden tarkoitukset.

numero	työpiste	tilantarve	numero	työpiste	tilantarve
1	Durma leikkuri	9 x 13 m	15	käsihitsauspiste 2 kpl	3 x 3m
2	Haco leikkuri	6 x 5 m	16	suorahitsauskone	11 x 3,5 m
3	Tesera särmäyskone	5 x 5 m	17	hitsauspiste tukkipankan rungolle	5 x 5 m
4	Aliko särmäyskone	13 x 11 m	18	puomistojen jigit ja kasauspiste	6 x 10 m
5	Durma särmäyskone	6 x 4 m	19	isojen kappaleiden hitsauspiste	15 x 10 m
6	särmäystyökälyt	7 x 1,5 m	20	robottihitsaus grilli	11 x 9 m
7	sahauspiste 12 metrin tavaralle	16 x 1,5 m	21	raaka-aine varastopaikka	50 x 50 m
8	sahauspiste 6 metrin tavaralle 2kpl	8 x 1,5 m	22	hyllypaikka	4 x 1,5 m
9	pylväsporakoneet 5 kpl	12 x 4 m	23	mylly	2 x 2 m
10	Geka lävistyskoneet 2 kpl + pullmax	8 x 4 m	24	Valmiiden kappaleiden säilytyspaikka	5 x 7 m
11	hitsauspiste suorakone puomille	5 x 5 m	25	ulko-ovet	6 m
12	hitsauspiste tukkipankan tolपालle	5 x 5 m	26	työnjohto toimisto	6 x 6 m
13	hitsauspiste tukkipankan kasaukselle	6 x 6m	27	sosiaalitulat	7 x 20 m
14	kaasupullot	3x 3 m	28	ulko-ovet	1,5 m

7.3 Uuden layoutin tavoitteet

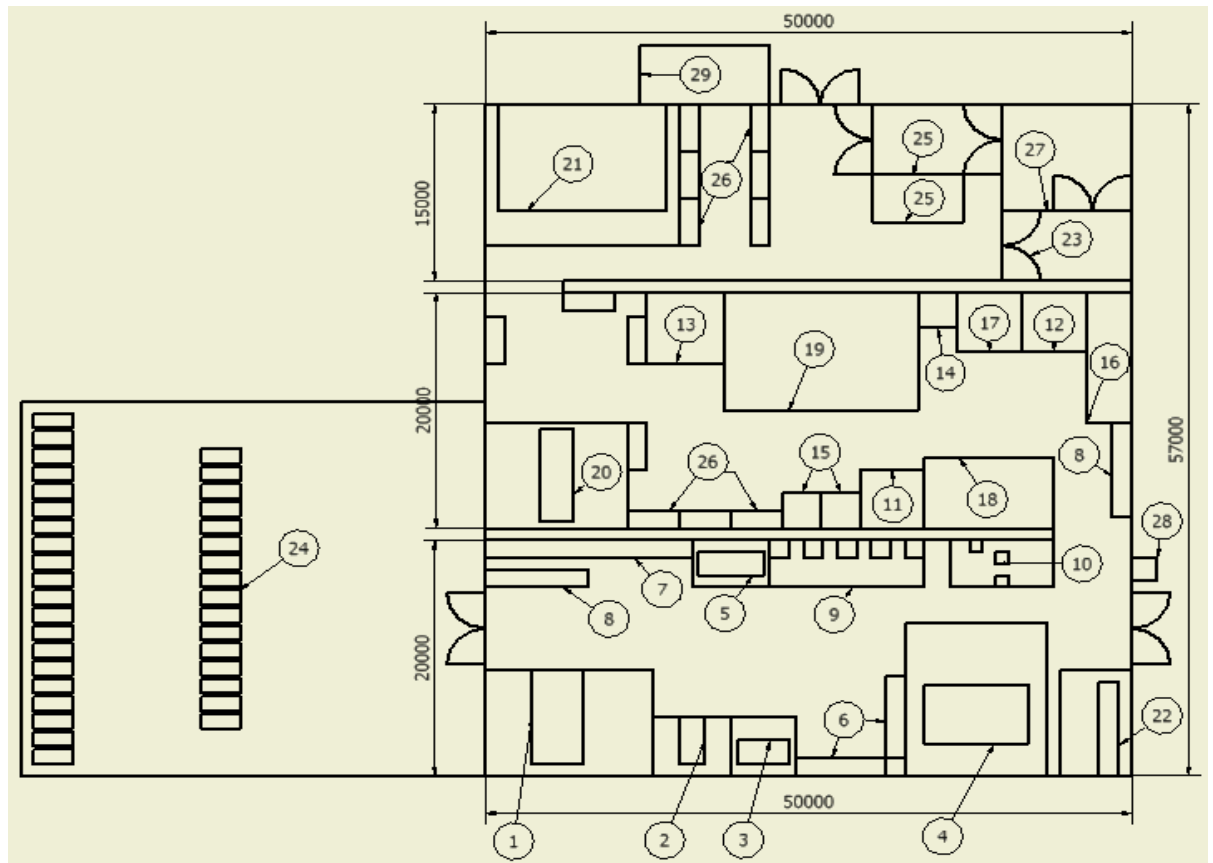
Tässä työssä suunniteltiin uuden hallin tulevaa muotoa ja kokoa. Uuden layoutin avulla tavoitteena oli saada mahdollisimman tehokkaasti käytettyä kaikki hallissa oleva tila hyödyksi. Uuden hallin koko pyritään optimoimaan, niin että tyhjää tilaa ja ylimääräistä tilaa ei halliin syntyisi. Tavoitteena oli, että työskentelytilaa olisi riittävästi kaikille koneille ja puolivalmiille kappaleille sekä eri työpisteille. Eikä työturvallisuutta sekä laajennettavuuttakaan voinut jättää huomioimatta. Tulevaan layoutmalliin pitää saada sijoitettua vanhojen koneiden ja työpisteiden lisäksi kaksi uutta työstökonetta, karusellisorvi ja pitkäjyrsinkone. Lisäksi uutena osastona layoutiin tulee hiekkapuhallustila, maalaamo, jolle on myös varattava varastotila. Maalatut tuotteet vaativat myös erillisen kuivaustilan sekä valmiiden tuotteiden pakkaamon.

Tulevassa layoutmallissa pitää olla selkeät materiaalivirrat. Siksi uuden layoutin suunnittelussa materiaalin ylimääräinen liikuttaminen pitää pyrkiä minimoimaan sekä saamaan tuotteiden materiaalivirta mahdollisimman suoraviivaiseksi. Uuden layoutin suunnittelussa pitää ottaa huomioon koneiden, työpisteiden, kulkureittien, hyllyjen ja puolivalmiiden tuotteiden vaatima tilantarve. Siltanostureiden käyttö isolla särmäyskoneella piti myös huomioida. Suunnittelussa ei voitu myöskään unohtaa kuljetusvälineiden vaatimaa kääntymissädettä, sekä isojen kappaleiden kuljettamista hallissa. Käytössä olevalla traktorilla, joka on tavallisesti varustettu perävaunulla, täytyy pystyä liikkumaan hallissa helposti. Käytävien leveys pitää olla riittävän suuri, että traktori ja trukit mahtuvat helposti kulkemaan hallissa ja isot työkappaleet ovat helposti liikutettavissa. Oviaukkojen pitää olla vähintään kuusi metriä leveitä ja viisi metriä korkeita, jotta kuuden metrin pituiset teräslevyt saadaan tuotua sisälle ja isot työkappaleet saadaan vaivattomasti liikutettua eteenpäin.

7.3.1 Uuden layoutin vaihtoehdot

Layoutmalleja suunniteltiin kolme, jotka kaikki olisivat periaatteessa sopineet tulevaksi layoutmalliksi. Nämä kolme vaihtoehtoa tehtiin sen takia, että löydettiin vaihtoehtojen kautta paras mahdollinen hallin muoto sekä uusi layout-malli. Tämä tarkastelu antoi myös hyviä perusteluja tulevalle hallin muodolle. Jos näitä kolmea potentiaalista layout mallia ei olisi tehty, paras vaihtoehto olisi jäänyt löytämättä. **CAD**-ohjelma käyttö on layout suunnittelussa välttämätöntä, koska sen avulla voidaan nähdä kaikki mittasuhteet. Koneiden ja työpisteiden vaatimat tilatarpeet määriteltiin hallista juuri niin kuin ne todellisuudessa tulisivat olemaan.

Yrityksellä ei ole tiedossa vielä uuden hallin tontin kokoa, sijaintia, eikä tietoa siitä miten tiet tulevat lopulta sijoittumaan valitulle tontille. Tästä johtuen on myös erittäin hyvä asia, että heillä on edelleen mahdollisuus vaihtaa tarvittaessa toiseen layoutmalliin. Tehdyt mallit on suunniteltu myös siten, että olipa sijainti tai kulkureitit minkälaiset vaan, tarvittaessa näistä löytyy hyvä vaihtoehto myös silloin. Käytännössä kaikki mahdolliset vaihtoehdot käytiin läpi. Tontin pinta-ala asetti joitain vaatimuksia uuden hallin koolle ja muodolle. Suunnitellut kolme vaihtoehtoa voidaan jakaa hallin materiaalivirtauksen kulkureitin perusteella S-malliseen, L-muotoiseen ja U-muotoisiin halleihin.



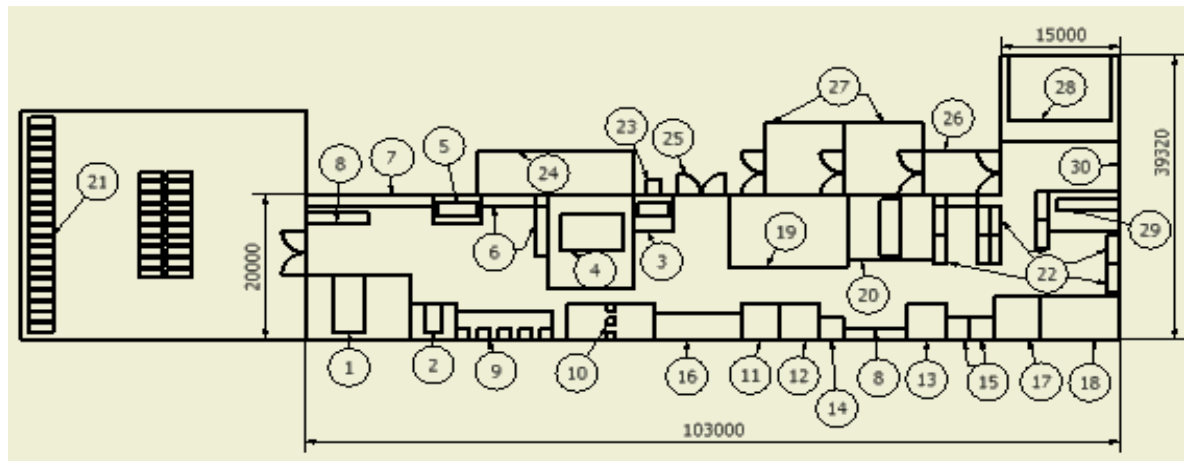
Kuvio 11. Layoutvaihtoehto 1.

Taulukko 2. Numeroiden tarkoitukset.

numero	työpiste	tilantarve	numero	työpiste	tilantarve
1	Durma leikkuri	9 x 13 m	16	suorahitsauskone	11 x 3,5 m
2	Haco leikkuri	6 x 5 m	17	hitsauspiste tukkipankan rungolle	5 x 5 m
3	Tesera särmäyskone	5 x 5 m	18	puomistojen jigit ja kasauspiste	6 x 10 m
4	Aliko särmäyskone	13 x 11 m	19	isojen kappaleiden hitsauspiste	15 x 10 m
5	Durma särmäyskone	6 x 4 m	20	robottihitsaus grilli	11 x 9 m
6	särmäystyökalut	7 x 1,5 m	21	karusellisovi	15 x 12 m
7	sahauspiste 12 metrin tavaralle	16 x 1,5 m	22	pitkäjyrsinkone	5,5 x 10 m
8	sahauspiste 6 metrin tavaralle 2kpl	8 x 1,5 m	23	maalaamo	20 x 6 m
9	pylväsporakoneet 5 kpl	12 x 4 m	24	raaka-aine varastopaikka	50 x 50 m
10	Geka lävistyskoneet 3 kpl	8 x 4 m	25	pakkaamo	4 x 1,5 m
11	hitsauspiste suorakone puomille	5 x 5 m	26	hyllypaikka 13 kpl	10 x 9 m
12	hitsauspiste tukkipankan tolपाले	5 x 5 m	27	kuivaamo & pakkaamo	2 x 2 m
13	hitsauspiste tukkipankan kasaukselle	6 x 6m	28	mylly	10 x 5 m
14	kaasupullot	3x 3 m	29	Valmiit kappaleet	
15	käsihitsauspiste 2 kpl	3 x 3m			

S-mallisessa layoutissa materiaalivirta muistuttaa S-kirjaimen muotoa. Materiaalivirta lähtee materiaalin varastopaikasta leikkauskoneille ja siitä särmäyskoneille. Tämän jälkeen materiaalivirta jatkuu porauspisteille ja lävistyskoneille sekä pitkäjyrsinkoneelle. Ideana oli, että valmistusvirta etenisi jatkuvasti eteenpäin. Tämän jälkeen tuote on mahdollista viedä ulos hallista, jos tarve vaatii. Monesti näin myös tapahtuu, koska joihinkin tuotteisiin ei sisälly kaikkia työvaiheita. Tämä ulosmenomahdollisuus nopeuttaa huomattavasti tuotteen läpimenoaikaa, koska ilman tätä mahdollisuutta tuotteet pitäisi viedä aina koko hallin läpi. Pahimmassa tapauksessa valmiit tuotteet pitäisi viedä takaisin ulos samasta ovesta mistä ne alun perin olivat halliin tulleet. Tämä ei olisi ollut materiaalivirtauksen kannalta kovin järkevää, jos tuotteet pitäisi joka kerta viedä hallin läpi ilman, että tuote jalostuisi. Tämä lisäisi vaan tuotteen läpimenoaikaa ja ihan turhaa liikennettä hallissa sekä tapaturmariskiä. Tässä layoutmallissa materiaalivirtaus etenee eteenpäin ilman edestakaisia siirtelyjä. Materiaalivirtauksessa on huono asia se, että se mutkittelee vähän turhan paljon ja sen takia käännöksiä tulee useita. Varsinkin jos pitää kuljettaa hallista ulos iso tuote, sen kanssa käänntyily on vaikeaa. Nämä käännöskohdat ovat työturvallisuudenkin kannalta riskialttiita paikkoja.

Toisessa vaihtoehdossa hallin muoto on muodoltaan lähes neliö (50 m x 57 m) ja pinta-alaltaan se on 2850 neliömetriä. Tässä layout vaihtoehdossa on jaettu tuotantovaiheet omaan lohkoonsa niin, että jokaisen lohkon välissä on väliseinät. Hallin kokonaisuus vähenee, koska väliseinät vaimentavat tehokkaasti koneista syntyvää kaikua. Tällä saadaan hitsauslohkon hitsauskaasut tehokkaasti eristettyä muusta tuotantotilasta. Tämä seikka on todella tärkeä työturvallisuuden ja tuotantokoneiden pitkäaikaisen toimivuuden kannalta. Tässä hallin muodossa on mielestäni erittäin hyvä layoutin laajennettavuus, jos tämän muotoinen halli sijoitetaan keskelle tonttia niin, joka puolella on tilaa laajentua. Tätä hallia voidaan laajentaa oikeastaan melkein mistäpäin vaan ja silti materiaalivirta pysyy suoraviivaisena.

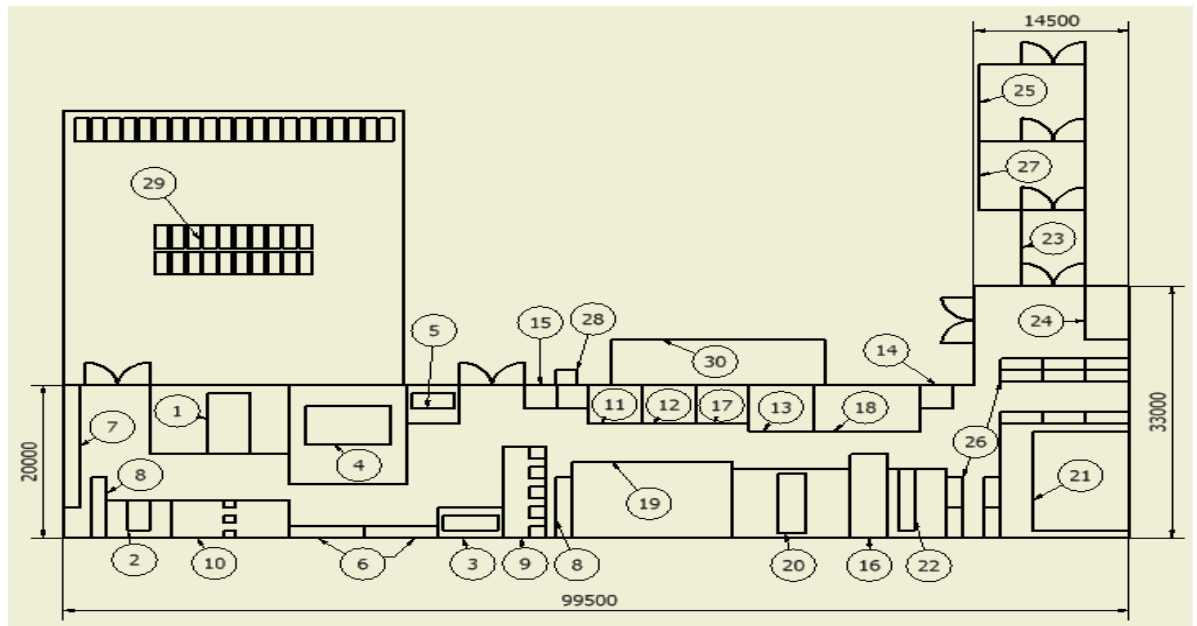


Kuvio 12. Layoutvaihtoehto 2.

Taulukko 3. Numeroiden tarkoitukset.

numero	työpiste	tilantarve	16	suorahitsauskone	11 x 3,5 m
1	Durma leikkuri	9 x 13 m	17	hitsauspiste tukkipankan rungolle	5 x 5 m
2	Haco leikkuri	6 x 5 m	18	puomistojen jigit ja kasauspiste	6 x 10 m
3	Tesera särmäyskone	5 x 5 m	19	isojen kappaleiden hitsauspiste	15 x 10 m
4	Aliko särmäyskone	13 x 11 m	20	robottihitsaus grilli	11 x 9 m
5	Durma särmäyskone	6 x 4 m	21	raaka-aine varastopaikka	50 x 50 m
6	särmäystyökälyt	7 x 1,5 m	22	hyllypaikka	4 x 1,5 m
7	sahauspiste 12 metrin tavaralle	16 x 1,5 m	23	mylly	2 x 2 m
8	sahauspiste 6 metrin tavaralle 2kpl	8 x 1,5 m	24	Valmiiden kappaleiden säilytyspaikka	5 x 7 m
9	pylväsporakoneet 5 kpl	12 x 4 m	25	ulko-ovet	6 m
10	Geka lävistyskoneet 2 kpl + pullmax	8 x 4 m	26	maalaamo	10 x 6 m
11	hitsauspiste suorakone puomille	5 x 5 m	27	kuivaamo ja pakkaamo	10 x 6 m
12	hitsauspiste tukkipankan tolपालle	5 x 5 m	28	karusellisovi	15 x 12 m
13	hitsauspiste tukkipankan kasaukselle	6 x 6 m	29	pitkäjyrsinkone	5,5 x 10 m
14	kaasupullot	3x 3 m	30	maalaamon varastoalue	5 x 10 m
15	käsihitsauspiste 2 kpl	3 x 3m			

U-muoto vaihtoehdossa materiaalivirta muistuttaa U-kirjaimen muotoa. Materiaalivirta lähtee liikkeelle hallin vasemmasta päästä ja jatkaa suoraa linjaa kääntyen hallin loppupäästä kohti maalaamo. Tässäkin vaihtoehdossa materiaalivirta etenee suoraviivaisesti, mutta ei ole rakennusteknisesti kovin hyvä ratkaisu, koska tässä jouduttaisiin rakentamaan erillinen siipi maalauslinjalle. Työpisteet ja koneet on ryhmitelty samankaltaisuuden mukaan niin, että materiaalin liikuttaminen minimoituu. Keskellä hallia on ulosmeno-ovi. Jos tätä ovea ei olisi, jouduttaisiin aina kiertämään hallin jommastakummasta päästä ulos. Tässä vaihtoehdossa on huono laajennettavuus jos ajatellaan asiaa niin, että laajentamisen jälkeenkin materiaalivirta pitäisi säilyä suoraviivaisena.



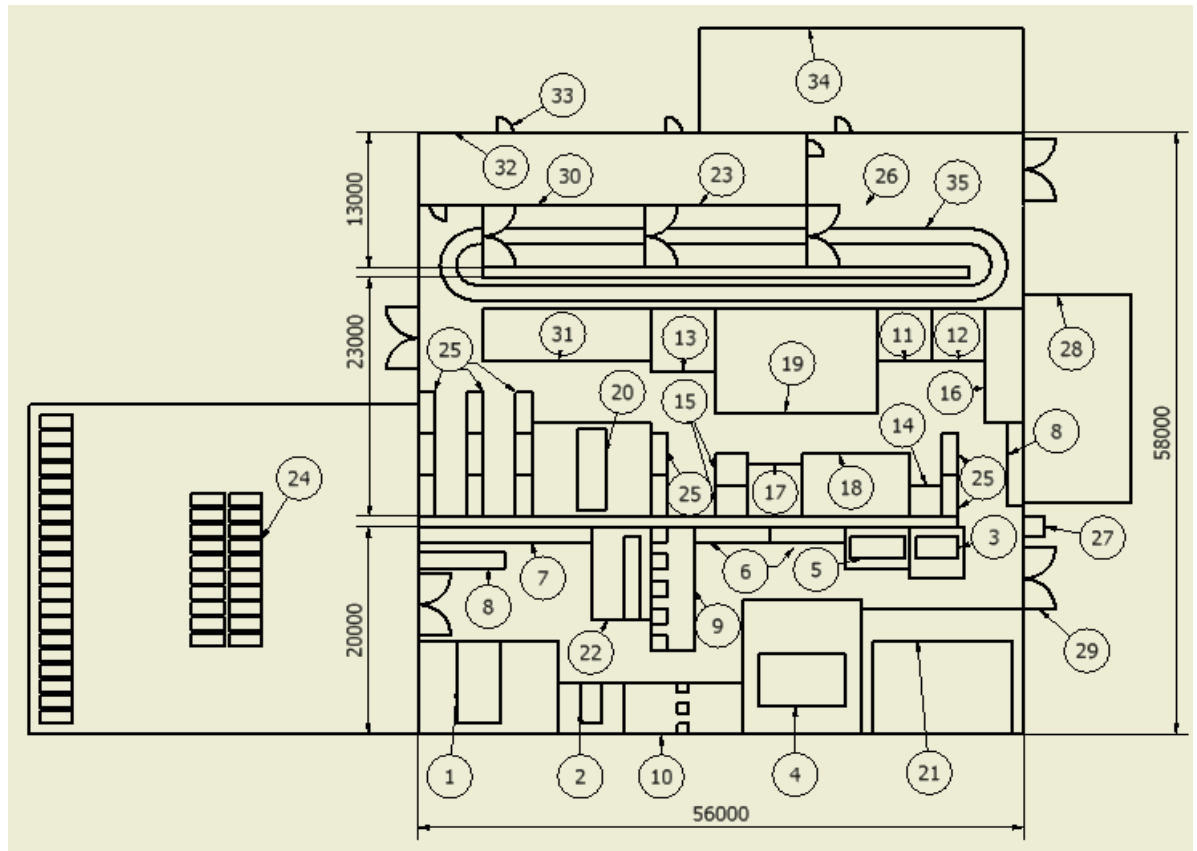
Kuvio 13. Layoutvaihtoehto 3.

Taulukko 4. Numeroiden tarkoitukset.

numero	työpiste	tilantarve	numero	työpiste	tilantarve
1	Durma leikkuri	9 x 13 m	16	suorahitsauskone	11 x 3,5 m
2	Haco leikkuri	6 x 5 m	17	hitsauspiste tukkipankan rungolle	5 x 5 m
3	Tesera särmäyskone	5 x 5 m	18	puomistojen jigit ja kasauspiste	6 x 10 m
4	Aliko särmäyskone	13 x 11 m	19	isojen kappaleiden hitsauspiste	15 x 10 m
5	Durma särmäyskone	6 x 4 m	20	robottihitsaus grilli	11 x 9 m
6	särmäystyökalut	7 x 1,5 m	21	karusellisovi	15 x 12 m
7	sahauspiste 12 metrin tavaralle	16 x 1,5 m	22	pitkäjyrsinkone	5,5 x 10 m
8	sahauspiste 6 metrin tavaralle 2kpl	8 x 1,5 m	23	maalaamo	10 x 6 m
9	pylväsporakoneet 5 kpl	12 x 4 m	24	maalaamon varastoalue	5 x 10 m
10	Geka lävistyskoneet 2 kpl + pullmax	8 x 4 m	25	pakkaamo	15 x 10 m
11	hitsauspiste suorakone puomille	5 x 5 m	26	hyllypaikka	4 x 1,5 m
12	hitsauspiste tukkipankan tolपालle	5 x 5 m	27	kuivaamo	15 x 10 m
13	hitsauspiste tukkipankan kasaukselle	6 x 6 m	28	mylly	2 x 2 m
14	kaasupullot	3x 3 m	29	raaka-aine varastopaikka	50 x 50 m
15	käsihitsauspiste 2 kpl	3 x 3 m	30	Valmiiden kappaleiden säilytyspaikka	5 x 7 m

L-malli on melkein samanlainen kuin U-vaihtoehto. Suurimmat erot ovat materiaalin tuontisuunta halliin ja sieltä ulos. Tämä ei ole rakennusteknisesti kovin hyvä ratkaisu, koska tässä on sama ongelma kuin U-vaihtoehdossa. Hallin laajennettavuus on hieman parempi, koska hallin yläpuoliselle sivulle pystyisi rakentamaan lisäsiiven ja silti materiaalivirta säilyisi suoraviivaisena. Tämä vaihtoehto vie lisäksi todella paljon tonttitilaa, ja pahimmassa tapauksessa tulevalle tontille ei jäisi laajentamistilaa juuri ollenkaan.

7.3.2 Layoutin lopullinen valinta



Kuvio 14. Lopullinen layoutvalinta.

Taulukko 5. Numeroiden tarkoitukset.

numero	työpiste	tilantarve	numero	työpiste	tilantarve
1	Durma leikkuri	9 x 13 m	19	isojen kappaleiden hitsauspiste	15 x 10 m
2	Haco leikkuri	6 x 5 m	20	robotihitsaus grilli	11 x 9 m
3	Tesera särmäyskone	5 x 5 m	21	karusellisovi	15 x 12 m
4	Aliko särmäyskone	13 x 11 m	22	pitkäjyrsinkone	5,5 x 10 m
5	Durma särmäyskone	6 x 4 m	23	maalaamo	10 x 6 m
6	särmäystyökalut	7 x 1,5 m	24	raaka-aine varastopaikka	50 x 50 m
7	sahauspiste 12 metrin tavaralle	16 x 1,5 m	25	hyllypaikka	4 x 1,5 m
8	sahauspiste 6 metrin tavaralle 2kpl	8 x 1,5 m	26	kuivaamo ja pakkaamo	15 x 13 m
9	pylväsporakoneet 5 kpl	12 x 4 m	27	mylly	2 x 2 m
10	Geka lävistykoneet 2 kpl + pullmax	10 x 5 m	28	valmiiden kappaleiden säilytyspaikka	20 x 10 m
11	hitsauspiste suorakone puomille	5 x 5 m	29	ulko-ovet	6 m
12	hitsauspiste tukkipankan tolalle	5 x 5 m	30	hiekkapuhallus	10 x 6 m
13	hitsauspiste tukkipankan kasaukselle	6 x 6m	31	maalaamon varastoalue	5 x 10 m
14	kaasupullot	3x 3 m	32	sosiaalitiilat	7 x 30 m
15	käsihitsauspiste 2 kpl	3 x 3m	33	ulko-ovet	1,5 m
16	suorahitsauskone	11 x 3,5 m	34	parkkipaikka	30 x 10 m
17	hitsauspiste tukkipankan rungolle	5 x 5 m	35	maalausrata	1,5 m x 52,5 m
18	puomistojen jigit ja kasauspiste	6 x 10 m			

Lopulliseksi valinnaksi muodostui vaihtoehto 1, pienten muutoksien jälkeen. Valittu layoutmalli muistuttaa paljon funktionaalista layoutmallia, jossa työkoneet ja työpisteet on sijoitettu samankaltaisuuden perusteella samoihin paikkoihin. Isot koneet ja hitsauspisteet toimivat omina osastoina. Nämä isot koneet on sijoitettu niin, että niitä ei laajennuksesta huolimatta tarvitse ei koskaan siirtää näistä paikoista mihinkään. Tätä layoutmallia voidaan helposti laajentaa esimerkiksi, jatkamalla hitsaamoja ja särmäyslohkoa. Kahden lohkon leveydeksi vallittiin 23 m ja 20 m siksi, että vanhassa hallissa olleet kaksi siltanosturia voidaan hyödyntää myös uudessa hallissa. Hallin vapaa korkeus on oltava särmäyslohkossa vähintään 8 m, koska karusellisorvi on konealustan lattiaan upotuksen jälkeenkin vielä 8 m korkea. Siltanosturin on siis liikuttava vähintään 8m korkeudessa. Hitsaamossa olevat hyllyt olisi ollut viisainta sijoittaa joko kuivaamoon tai valmiille kappaleille varatulle paikalle. Näin olisi saatu hitsaamon pinta-ala vieläkin pienemmäksi, mutta se edellyttäisi, että maalausprosessi tulee olemaan kokonaisuudessaan erittäin nopea.

Halliin on suunniteltu neljä ulko-ovea, jotta materiaalia saadaan helposti liikutettua myös ulos hallista. Rakennuksen ulkopuolelle on sijoitettu mylly, jolla on tarkoitus viimeistellä pienet kappaleet. Se on sijoitettu ulos pääasiassa sen takia, että se tuottaa valtavasti melua. Ulos sijoittamalla siitä aiheutuvat meluhaitat eivät häiritse hallissa työskenteleviä henkilöitä ja näin työssä viihtyvyys sekä työturvallisuus paranevat. Ulkona on varattu tila myös valmiille kappaleille. Layoutissa on huomioitu myös valmiiden kappaleiden säilytyspaikka. Valmiiden kappaleiden säilytyspaikka on sijoitettu rakennuksen ulkopuolelle siksi, että se ei vie turhaa tilaa sisätiloista. Se on sijoitettu seinustalle, koska nyt se on kahden ulostulo-oven välissä. Ei ole väliä kummasta ovesta valmis kappale tulee, koska sitä ei tarvitse kuljettaa missään tapauksissa pitkiä matkoja säilytyspaikalle.

Maalausrata on kokonaisuudessaan noin 100 m pitkä ja 1,5 m leveä. Maalausradalle on varattu hitsaamosta 3 m leveä käytävä, jossa rata kulkee. Idea on, että rataa pitkin voisi kiertää automaattisesti maalauspöydät, jotka voisivat olla äärimitoiltaan esimerkiksi 2,5 m x 3 m. Radan päissä olevat kääntymiskohdat ovat sisäkurveista kääntymissäteeltään 2 m. Kääntymistilaa on varattu myös

kuivaamon päähän niin, että ovi josta rata tulee hitsaamoon, on 6 m leveä ja siitä lähtevälle radalle varattu käytävä on 3m leveä. Kääntyminen tapahtuu puoliksi tässä kohtaa ja kääntymistilaa on 18 neliötä. Tässä päässä rataa kääntymistilaa ei tarvitse olla niin paljoa kuin toisessa päässä, koska kuivaamosta tulee vaan tyhjiä maalauspöytiä, jotka mahtuvat kääntymään pienemmässä tilassa kuin isolla kappaleella varustettu pöytä. Radan toisessa päässä on myös 6 metrin levyinen oviaukko ja maalauslinjan leveys on 6 metriä. Kääntyminen tapahtuu puoliksi 36 neliön kokoisessa tilassa. Tässä tarvitaan enemmän kääntymistilaa, koska maalauspyödyt ovat varustettu monesti isoilla kappaleilla ja niiden pitää pystyä kääntymään helposti maalaamoon osumatta seiniin.

Sosiaali-, ja toimistotiloille on varattu tilaa 210 neliötä. Tilassa olisi tarkoitus olla kaikki toimistotilat, kahvihuoneet, WC:t, pukuhuoneet sekä peseytymistilat. Sijoittamalla nämä tilat tällä tavalla vältetään meluhaitoilta, mutta tilojen sijainti on hieman ongelmallinen, koska sieltä on pitkä matka rakennuksen toiseen päähän. Kun tiloista mennään hallin puolelle, joudutaan aina ylittämään tai kiertämään maalausrata, mikä lisää merkittävästi tapaturmariskiä. Nämä tilat kannattaisi sijoittaa mieluummin esimerkiksi hitsaamon ja särmäyslohkojen väliin. Sijoittamalla tilat noiden kahden lohkon väliin saataisiin etäisyydet joka paikkaan lähes yhtä pitkiksi. Yrityksellä oli toivomuksena, että tuleva halli pitää olla yhdenmuotoinen ilman erillisiä siipi osia. Jos näin olisi tehty, rakennuksesta ei olisi saatu yhdenmuotoista, vaan olisi jouduttu rakentamaan erillinen siipi ainakin kuivaus- ja pakkaustiloille. Meluhaitat olisivat olleet ongelma tässä tapauksessa. Sosiaali-, toimisto-, kuivaamo- ja pakkaamotilat voidaan tarvittaessa suurentaa helposti jatkamalla rakennusta tarpeen mukaan. Samoin koko hallin ja lohkojen pinta-ala sekä maalausradan kääntymissäde pitää yrityksen itse määrittää parhaalla katsomallaan tavalla. Parkkipaikat on viisainta sijoittaa lähelle sosiaalitiloja, jotta asiakkailta ja henkilökunnalla on tästä lyhyt matka sosiaali- ja toimistotiloihin.

Tämän suunnittelutyön pohjaksi valittiin funktionaalinen layoutmalli, koska se sopii hyvin tämän konepajan toimintaan ja on tässä tapauksessa järkevin vaihtoehto. Funktionaalisella layoutmallilla saavutetaan hyvä joustavuus ja laajennettavuus ja tällä ratkaisulla päästään parempaan tehokkuuteen kuin muilla vaihtoehdoilla,

koska työkappaleet jonottavat vuoroaan koneille ja työpisteille ja siten saadaan käyttöaste korkealle. Tämä etu pääsee erityisesti oikeuksiinsa, kun on kyseessä isot ja kalliit työstökoneet. Varsinkin karusellisorvilla, pitkäjyrsinkoneella sekä särmäyskoneilla valmistettavat kappaleet ovat isoja. Työkappaleiden valmistaminen näillä koneilla vie paljon aikaa, joten on erittäin tärkeää, että työstettäviä kappaleita on koko ajan tarjolla ja näin koneet ovat tehokkaasti käytössä.

Vaikka tässä funktionaalisessa layouttyypissä suurin negatiivinen piirre onkin materiaalivirran ohjattavuus, hyvällä toiminnanohjausjärjestelmällä saadaan ohjattavuus hyväksi. Yrityksellä ei ole käytössä varsinaista toiminnanohjausjärjestelmää, joten sen investoimista kannattaisi miettiä nyt. Toiminnanohjausjärjestelmällä saadaan materiaalivirta helpommin hallittavaksi ja koneiden sekä työpisteiden käyttöaste korkeammaksi. Toiminnanohjauksessa on nyt huomioitava lisääntyneet työvaiheet sekä se, että hitsaamo, maalaamo sekä isot koneet toimivat nyt tavallaan omina osastoina. Materiaalivirran alkupäässä on huolehdittava, että kaikki valmistettavat tuotteet päätyvät oikeaan aikaan jokaiselle työvaiheelle. Tuotteen valmistusketjun pituuteen on kiinnitettävä nyt enemmän huomiota, koska osa tuotteista voi valmistua vasta monen työvaiheen jälkeen. Siksi niiden läpimenoaika on pidempi, kuin muilla tuotteilla. Toisaalta nyt kun yrityksellä on käytössä oma maalauslinja samassa rakennuksessa muiden tuotantoprosessien kanssa, saadaan tuotteiden kokonaista läpimenoaikaa vähennettyä merkittävästi.

8 KONEIDEN JA TYÖPISTEIDEN SIOITUS HALLIIN

8.1 Varastopaikka

Hallin ulkopuolella sijaitseville levyaihiopinoille ei suunniteltu uutta järjestystä, koska oli vielä epävarmaa miten kulkureitit tulevat uudelle tontille ja sieltä pois. Levyaihiopinot jäivät pääpiirteittäin samanlaiseen järjestykseen kuin ne ovat tällä hetkellä. Järjestyksen tarkoituksena on, että ajoneuvoyhdistelmä saadaan tyhjättyä ja täytettyä tällä alueella. Sillä pitää olla myös mahdollisuus kääntyä ympäri tällä alueella.

8.2 Sahauspisteet

Kuuden ja kahdentoista metrin sahauspisteet kappaleille sijoitettiin niin, että yksi kuuden metrin sahauspiste sijoitettiin hitsaamoon. Sijoitus tehtiin näin, koska sitä ei saanut järkevästi asetettua lohkoon jossa kaksi muuta sahaa ovat. Aihiot on sahattava oikeaan mittaan ennen hitsauspisteitä. Yksi sahauspiste voi toimia myös hitsaamossa. Näin hitsaamo voi toimia osittain myös omana soluna. Olisihan se ollut hyvä jos kaikki sahauspisteet olisi saatu samaan pisteeseen, mutta jos niin olisi tehty, niin hallin pinta-alaa olisi jouduttu kasvattamaan ja hallin rakennuskustannukset olisivat nousseet. Toinen kuuden metrin ja kahdentoista metrin sahauspiste sijoitettiin samaan lohkoon isoimpien koneiden kanssa. Sahauspisteet sijaitsevat hallin alkupäässä sen takia, että tankoaihioiden syöttö tulee tapahtumaan seinään tehtävistä kahdesta rei'istä. Tällä toimenpiteellä säästetään huomattavasti tankoaihioiden vaatimaa syöttötilaa, kun syöttö suoritetaan pihan puolelta.

8.3 Levyleikkurit

Kaksi levyleikkuria sijoitettiin vastakkaiseen suuntaan hallin materiaalivirtaan nähden ja vierekkäin niin, että ne ovat metrin päässä seinästä. Leikkauskoneet on pakko olla materiaalivirtauksen kannalta ensimmäisenä työpisteinä. Näitä koneita ei olisi voinut sijoittaa mitenkään toisinpäin, koska koneiden taakse on oltava mahdollisuus päästä tarvittaessa myös trukilla. Jotkut jättepalat voivat olla niin raskaita, että niitä ei jaksa käsin nostaa. Jättepalat on siivottava pois koneen takaa säännöllisin väliajoin. Ne pitäisi siivota sieltä jokaisen leikkauksen jälkeen, mutta harvoin näin käytännössä tehdään. Hallin tilaa saadaan myös hyödynnettyä huomattavasti paremmin koneiden ollessa näin päin. Durma-leikkurin työalue ei voi olla kiinni hallin alkupäässä, koska leikkurille tuodaan jopa kuuden metrin pituisia levyjä. Leikkureiden läheisyydessä täytyy olla riittävästi kääntymistilaa ison levyn kanssa. Koneiden ollessa samassa lohossa särmäyskoneiden kanssa voidaan käyttää siltanostureita tarvittaessa hyväksi tai sitten voidaan myös ostaa omat nosturit näille koneille. Haco-leikkurin viereen on jätetty tilaa puolivalmiille kappaleille niin, että ne eivät ole kulkureitin tiellä.

8.4 Pylväsporakoneet ja lävistyskoneet

Viisi pylväsporakonetta sijoitettiin ensimmäiseen lohkoon yhteen riviin. Porauspisteet ja lävistyskoneet sijoitettiin heti seuraavaksi työvaiheeksi leikkauksen jälkeen. Nämä työpisteet sijoitettiin sen takia tähän, että poraus- ja lävistysvaihe on helpompi tehdä ennen särmäystä. Pylväsporakoneille varattiin tila sillä tavalla, että jokaisen koneen väliin saadaan tarvittaessa oma lastunkeräyspiste porauslastuille. Lävistyskoneet ja viisteytyskone sijoitettiin samalle sektorille pylväsporakoneiden kanssa. Lävistystöille varattiin iso tila (5 m x 10 m), jotta pitkätkin kappaleet saadaan helposti lävistettyä, että tämä toimenpide ei tule tapahtumaan koskaan kulkuväylällä. Lävistyskoneiden ja pylväsporakoneiden välinen etäisyys on kolme metriä, mutta kulkuväylä tulee olemaan käytännössä hieman isompi, koska viiden pylväsporakoneen ja lastunkeräys pisteiden yhteenlaskettu tilantarve ei tule olemaan kahtatoista metriä.

Valmistettavien kappaleiden suurin leveys tulee olemaan 2,5 metriä. Kulkuväylää saadaan tarvittaessa myös isommaksi järjestämällä lävistuskoneita hieman toisella tavalla. Esimerkiksi Aliko-särmäyskoneen takana olevaa tilaa voidaan hyödyntää varsinkin pitkien kappaleiden rei'ittämisessä siirtämällä yksi lävistuskone lähes seinään kiinni.

8.5 Särmäyskoneet

Särmäyskoneet sijoitettiin samaan lohkoon leikkauskoneiden kanssa. Särmäyskoneet täytyi sijoittaa heti seuraaviksi työpisteiksi lävistyksen ja porauksen jälkeen, koska levyt menevät särmäysvaiheeseen seuraavaksi. Särmäystyökalut on sijoitettu koneiden läheisyyteen. Särmäystyökalut vievät aika paljon tilaa hallista, kun ne on sijoitettu näin. Näille oli pakko varata hyvin tilaa, jos työkalujen vaihto ja noutaminen halutaan vaivattomaksi. Aliko-särmäyskoneelle pitää saada kaksi siltanosturia avuksi, jotta isot kappaleet saadaan särmättyä. Monesti valmistettavat kappaleet ovat valmiita jo tämän vaiheen jälkeen ja ne voidaan viedä ulos valmiiden kappaleiden säilytyspaikalle.

8.6 Hitsauspisteet

Hitsauspisteille suunniteltiin oma lohko, jossa tehdään pelkästään hitsaustöitä. Tällä strategialla saadaan hyvin pidettyä hitsausprosessissa syntyvät kaasut omassa tilassa ja näin ne eivät haittaa muita tuotantoprosesseja. Hitsauspisteet sijoitettiin niin, että paljon hitsaustyötä vaativat prosessit ovat alkupäässä ja kokoonpanopisteet loppupäässä. Näin saadaan materiaalivirta suoraviivaiseksi eikä puolivalmiita työkappaleita tarvitse liikutella edestakaisin. Kun hitsauspisteet ovat vierekkäin, molemmille puolille voidaan asentaa omat nosturilinjat. Jokainen työpiste käyttää samassa linjassa liikkuvia pieniä siltanostureita. Tähän hallilohkoon kannattaa sijoittaa lisäksi kaksi isoa siltanosturia, jotta isojen kappaleiden käsittely olisi helpompaa. Siltanostureilla voidaan tarvittaessa liikuttaa kappaleita hitsauspisteeltä toiselle ilman trukkia. Lohkossa on myös

robottihitsauspiste, joka on sijoitettu toisinpäin, kuin miten se on tällä hetkellä. Sijoittamalla robottihitsauspiste tällä tavoin päästään helpommin molemmille puolille trukilla, mikä helpottaa paljon kappaleiden vaihtoa. Nykyisessä hallissa robottihitsauspiste on lohkon suuntaisesti, mikä aiheuttaa ongelman, että sen taakse ei päästä trukilla. Puolivalmiille kappaleille pitää olla myös paljon hyllytilaa, koska ne viedään lopuksi hiekkapuhallukseen ja maalaukseen. Ne on sijoitettu suurimmaksi osaksi lohkon loppupäähän juuri tästä syystä. Alkupäässä on kaksi hyllyä hitsaustarvikkeita varten. Hitsaamon päässä on varattu tila maalaamon varastoalueeksi, jotta varsinkin isot kappaleet voidaan laittaa tähän odottamaan maalaamoon pääsyä.

8.7 Pitkäjyrsinkone ja karusellisorvi

Pitkäjyrsinkone ja karusellisorvi sijoitettiin samaan lohkoon leikkureiden ja särmäyskoneiden kanssa. Tämä tehtiin sen takia, että hitsattavat kokoonpanot voidaan tehdä hitsaamossa näiden työvaiheiden jälkeen. Näitä kahta konetta tai muitakaan isoja koneita ei olisi voinut sijoittaa hitsaamoon, koska ne eivät olisi toimineet luotettavasti siellä hitsauskaasujen takia. Karusellisorvin kohdalla pitää olla vapaata hallikorkeutta vähintään 8 m, joten osittain tämän takia hallin vapaa korkeus kannattaa rakentaa näin korkeaksi. Tämä asia on syytä huomioida myös siltanostureiden kohdalla.

8.8 Hiekkapuhallus ja maalaus

Maalauksen onnistumisen perusedellytys on, että maalattava pinta puhdistetaan ennen muita käsittelyjä hyvin. Jos pinnan puhdistus laiminlyödään, menetetään samalla maalikalvon suojauskyky ja pintakäsittelyyn sijoitettu tuotantopanos menee täysin hukkaan. Tutkittaessa maalauksen epäonnistumisen syitä on todettu, että suuri osa näistä johtuu huonosta pinnan puhdistuksesta tai vääristä esikäsittelyistä. Tietämättömyys ja välinpitämättömyys maalausta edeltävän puhdistusvaiheen tärkeydestä, aiheuttaa myöhemmin suuria huolto- ja

korjauskustannuksia. On syytä painottaa, että puutteellista pinnan puhdistusta ei voi korvata kalliimmilla maaleilla tai kokonaiskalvon paksuutta lisäämällä, pikemminkin päinvastoin. Työvaiheen tarkoituksena on poistaa maalattavan metallin pinnasta ruoste, valssihilse ja oksidit, jotka helposti aiheuttavat maalipinnan suojavaikutuksen tuhoutumisen. Ruosteenpoistomenetelmät voidaan jakaa mekaanisiin, termisiin ja kemiallisiin menetelmiin. (Ihalainen ym. 2003, 405–406.)

Melkein kaikki teollisesti valmistettavat esineet maalataan ennen lopullista käyttöönottoa. Tällöin kappaleen pinnalle levitetään nestemäistä tai jauhomaista ainetta, maalia, joka muodostaa yhtenäisen, kiinteän ja alustaan hyvin tarttuvan kalvon. Maalauksella on tuotteen käyttötarkoituksesta riippuen monia tehtäviä, kuten suojata rakennetta ympäristön syövyttävältä vaikutukselta, maalattu pinta täyttää tuotteelle asetetut ulkonäkövaatimukset, antaen kappaleen pinnalle sen käyttötarkoituksen edellyttämiä erikoisominaisuuksia, esimerkiksi tunnusvärin, liukkauden sekä suojata rakennetta haitalliselta korroosiolta. (Ihalainen ym. 2003, 401.)

Lähes kaikki yrityksen valmistamat tuotteet märkämaaltaan. Tällä hetkellä yrityksellä ei ole omaa maalaamoja. Tähän uuteen layoutmalliin on suunniteltu oma hiekkapuhallus-, maalaamo-, kuivaamo- ja pakkaustila sekä ovaalin muotoinen maalausrata. Maalausprosessi tulee etenemään niin, että valmiit tuotteet haetaan hyllyistä tai maalaamon varastopaikasta ja nostetaan maalausradalle, joka liikuttaa maalattavat kappaleet eteenpäin. Maalausrata tulee helpottamaan ja nopeuttamaan tuotteiden ja maalausprosessin läpimenoaika huomattavasti. Hitsauspisteiltä voidaan tarvittaessa nostaa valmiit kappaleet suoraan maalausradalle. Tällä tavoin kappaleita ei aina tarvitse viedä välttämättä maalaamon varastopaikalle tai hitsaamon päässä sijaitseville hyllyille. Olisi erittäin tärkeää sijoittaa hitsauslohkoon ainakin kaksi isoa siltanosturia isojen kappaleiden käsittelyyn ja niiden nostamiseen maalausradalle. Jos maalausprosessi kehitetään huippuunsa, ei hitsaamossa sijaitseville hyllyille ja maalaamon varastopaikalle ole juurikaan tarvetta ja lohkon leveyttä voidaan pienentää.

Kuivaamo ja pakkaamo on tässä layoutissa sijoitettu yhdeksi ja samaksi tilaksi. Yksi syy tähän on, että tuotteen pakkaamiseen ei mielestäni tarvitse varata omaa erillistä tilaa. Toiseksi, kun nämä kaksi ovat samaa tilaa, voidaan tuotteet pakata sen mukaan, kun ne ovat kuivuneet. Silloin ei tarvita ylimääräistä siirtelyä, vaan ne voidaan viedä ulos sitä mukaan valmiille kappaleille varatuille paikoille. Kuivaamoon kannattaa sijoittaa kaksi isoa siltanosturia kappaleiden käsittelyyn. Kun maalaamosta tulee maalattuja kappaleita, ne voidaan nostaa sitä mukaa maalausradalta pois ja sijoittaa ne kuivaamossa oleville hyllyille. Näin maalausrata voisi teoriassa pyöriä koko ajan taukoamatta. Hitsaamon päässä on sisääntulo-ovi, joka on tarkoitettu sellaisille tuotteille, jotka tulevat toisista yrityksistä vain maalaukseen tälle kyseiselle yritykselle.



Kuvio 15. Maalattuja kappaleita

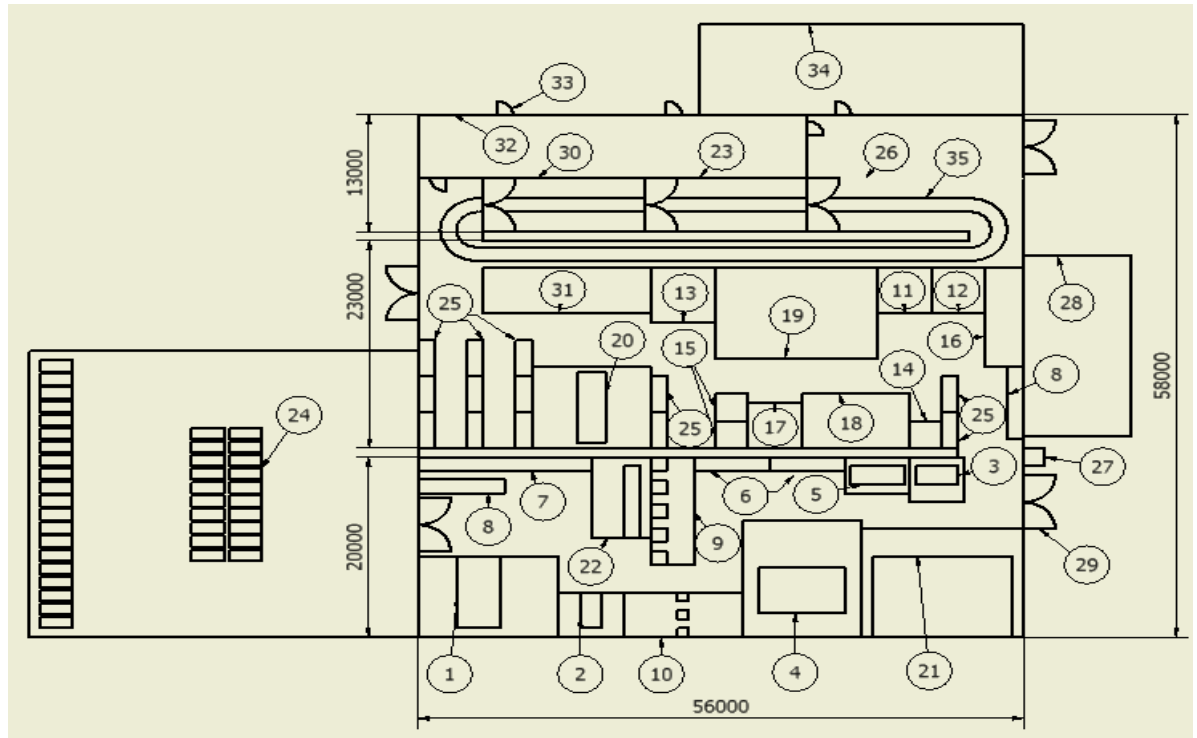
9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella uusi layoutmalli tuotantoprosesseille niin, että kaikki uudet ja nykyiset koneet ja työpisteet saataisiin sijoitettua samaan halliin. Kaikki prosessit piti saada sopimaan mahdollisimman pieneen halliin niin, että materiaalivirta etenisi suoraviivaisesti. Uutta hallia ei ollut vielä rakennettu, eikä sen sijainti, koko ja muoto ollut vielä selvillä. Työssä jouduttiin suunnittelemaan uusi tuleva hallin muoto ja oma maalauslinjasto sekä huomioimaan tulevaisuuden mahdolliset laajennustarpeet.

Aluksi käytiin läpi hallissa tehtäviä prosesseja ja niiden tarpeita sekä kehittämiskohteita. Oli todella tärkeää määrittää tarkasti jokaisen koneen ja työpisteen tilantarve. Mistä syystä suunnittelu tehtiin **CAD**-ohjelmalla. Tämän jälkeen ruvettiin pohtimaan kaikkia mahdollisia hallin muotovaihtoehtoja, koska tuleva hallin muoto olisi voinut olla melkein mitä vaan. Lopulta päädyttiin suunnittelemaan kolme halli- ja layout mallia, joista valittiin paras mahdollinen malli pienen kehittämisen jälkeen. Layoutmalleja suunniteltiin kolme sen takia, että saataisiin selville paras mahdollinen vaihtoehto. Lopullinen valinta oli S-muotoinen layout. Lopulliseen layoutmalliin saatiin sijoitettua kokonaan kaikki toimintaprosessit niin, että ne ovat samassa rakennuksessa ilman lisäosia. Vaihtoehdossa on myös kokonaan uusi maalaamo.

Asetetut tavoitteet saavutettiin työssä hyvin. Kaikki prosessit saatiin sijoitettua uuteen halliin niin, että materiaalivirta etenee suoraviivaisena vaiheketjuna. Uudessa layoutissa saatiin hyvin käytettyä kaikki hallissa oleva tila hyväksi niin, että halliin jäi vielä tilaa liikkumiselle sekä puolivalmiille kappaleille. Hallin muoto ja layoutmalli saatiin helposti laajennettavaksi ja mahdollisen laajennuksen jälkeenkin materiaalivirta säilyy suoraviivaisena. Työturvallisuus ja työssä viihtyvyys saatiin hyväksi jakamalla tuotantotilat väliseinällä ja sijoittelemalla ulko-ovet tarpeen mukaan sekä lisäämällä siltanostureiden määrää. Uusi maalausrata on myös askel turvallisempaan ja viihtyisimpään suuntaan. Koko

tuotantoprosessin läpimenoaika saatiin mahdollisimman lyhyeksi järkevästi sijoiteltujen ulko-ovien ja maalausradan myötä. Kaikki hallissa tapahtuvat tehtävät otettiin huomioon layoutin suunnitteluvaiheessa. Suunniteltu hallin muoto on rakennusteknisesti järkevän muotoinen ja siten myös edullinen rakentaa.



Kuvio 16. Lopullinen layoutvalinta.

Taulukko 6. Numeroiden tarkoitukset.

numero	työpiste	tilantarve	numero	työpiste	tilantarve
1	Durma leikkuri	9 x 13 m	19	isojen kappaleiden hitsauspiste	15 x 10 m
2	Haco leikkuri	6 x 5 m	20	robottihitsaus grilli	11 x 9 m
3	Tesera särmäyskone	5 x 5 m	21	karusellisorvi	15 x 12 m
4	Aliko särmäyskone	13 x 11 m	22	pitkäjyrsinkone	5,5 x 10 m
5	Durma särmäyskone	6 x 4 m	23	maalaamo	10 x 6 m
6	särmäystyökalut	7 x 1,5 m	24	raaka-aine varastopaikka	50 x 50 m
7	sahauspiste 12 metrin tavaralle	16 x 1,5 m	25	hyllypaikka	4 x 1,5 m
8	sahauspiste 6 metrin tavaralle 2kpl	8 x 1,5 m	26	kuivaamo ja pakkaamo	15 x 13 m
9	pylväsprorakoneet 5 kpl	12 x 4 m	27	mylly	2 x 2 m
10	Geka lävistyskoneet 2 kpl + pullmax	10 x 5 m	28	valmiiden kappaleiden säilytyspaikka	20 x 10 m
11	hitsauspiste suoraakone puomille	5 x 5 m	29	ulko-ovet	6 m
12	hitsauspiste tukkipankan tolपालle	5 x 5 m	30	hiekkapuhallus	10 x 6 m
13	hitsauspiste tukkipankan kasaukselle	6 x 6 m	31	maalaamon varastoalue	5 x 10 m
14	kaasupullot	3x 3 m	32	sozialitilat	7 x 30 m
15	käsihitsauspiste 2 kpl	3 x 3m	33	ulko-ovet	1,5 m
16	suorahitsauskone	11 x 3,5 m	34	parkkipaikka	30 x 10 m
17	hitsauspiste tukkipankan rungolle	5 x 5 m	35	maalausrata	1,5 m x 52,5 m
18	puomistojen jigit ja kasauspiste	6 x 10 m			

10 POHDINTAA

Tämä työ oli mielestäni erittäin haastava ja mielenkiintoinen. Työn teki erityisen haastavaksi se, että en tuntenut yritystä ja sen toimintaa millään lailla entuudestaan. Oli selvítettävä kaikki hallissa tapahtuvat työvaiheet, koneet ja laitteet ennen kuin pystyi aloittamaan suunnittelemaan uutta layoutia. Lisää haastetta layoutsuunnitteluun toi se, että uuden hallin kokoa, muotoa, sijaintia sekä tonttia ei ollut vielä päätetty. Minulle tuli hieman yllätyksenä työn vaatima aika sekä työn määrä. Työ oli kokonaisuudessaan hyvin opettavainen. Tätä työtä tehdessä opin, kuinka paljon asioita on huomioitava hyvää layoutia suunniteltaessa.

Hallin tuleva muoto olisi voinut olla teoriassa melkein mikä muotoinen vaan, riippuen tietysti tulevasta tontin mallista ja koosta sekä asioista joita halutaan painottaa. Tulevan hallin pinta-ala olisi voinut olla vieläkin pienempi, mutta jos sitä oltaisiin vielä tuosta pienennetty, olisi ollut vaarana, että tulevat tilat oltaisiin todettu jo muutaman kuukauden kuluttua liian ahtaiksi. Vaikka yleisesti puhutaan, että ylimääräistä hukkatilaa ei saisi olla hallissa periaatteessa yhtään, silti sitä on suunnittelussa aina varattava yli tarpeen.

LÄHTEET

Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M. & Sihvonen, P. 2003. Valmistustekniikka. Helsinki: Otatieto Oy Yliopistokustannus

Aaltonen, K., Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997 Levytyö- ja työvälinetekniikat, Porvoo: WSOY

Koponen, H., 1988. Tehdassuunnittelu, Hämeenlinna: Otakustantamo.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V., Torvinen, S. & Söderholm, W. 1997 Kone ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Konepajan tuotantotekniikka, Porvoo: WSOY

Uusi-Rauva, E. 1993. Teollisuustalous., Tampere: Infaces Johtamistekniikka Oy

LIITTEET

Liite 1. Tuotantokoneet ja kalusto

Liite 2. Materiaalivarasto

– LIITE 1. Tuotantokoneet ja kalusto

Särmäyspuristimet:

Aliko 650 tn/6100mm v.1999
Durma 320 tn/4200mm v.2006
Tesera 200tn/3000mm v.1996

Levyleikkurit:

16mm / 6000mm v.2006 (uusi tulossa vk46/2008 20mm/6000mm)
12mm / 3000mm v.1990"

Viisteytyskone Pullmax
Hydraulipuristin Geka (lävistin) 110tn, CNC, v.2006
Hydraulipuristin Geka (lävistin) 80tn, manuaali, v.2004

Vannesaha D275 (80-luvulta)
Vannesaha D250 automaatti (80-luvulta)

Hitsauskoneet Kemppi 6 kpl 350-550A v.2005-2008
Suorahitsauskoneet 2kpl, virtalähteet 550A v.2005-2008
Plasma 250A, manuaali

ABB hitsausrobotti IRB 2400L hitsaussolu, servo-ohjattu ajoliike,
käsittelylaite/kappaleen koko: halk.1810/pituus 4700mm/750kg,
virtalähteenä Kemppi 520A. v.2008

Porakoneet / säteisporakone
Jyrsinkone L=750mm
Käsityökalut n. 15 miehen tarpeisiin

LIITE 2. Materiaalivarasto

Teräslevyt laadussa S355K2+N / MC PL2-16mm (pääasiassa nauhalevyjä; RR)

Teräslevyt laadussa S650MC PL4-10mm (pääasiassa nauhalevyjä; SSAB ja RR)

Teräslevyjä myös asiakasmitoissa' S750 ja S900

Ruostumatonta teräslevyä PL6..10mm (pieniä määriä)

kulma- ja lattateräksset (S235..S355, imacro), pyöröt, ainesputket, kyynel- ja rihlalevyt (S235), Varastosaldo n.500-600tn.