
KONEPAJAN LAYOUT-SUUNNITTELU PALFIN OY:LLE

Sami Ipatti

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto



ALKUSANAT

Haluan kiittää Palfin Oy:n toimitusjohtajaa Ilkka Finneä opinnäytetyöni mielenkiintoisesta aiheesta. Kiitokset kuuluvat myös Palfin Oy:n henkilöstölle, joka on antanut tietoa ja ohjausta työhöni. Kiitokset myös työtä ohjaaville opettajille lehtori Ari Vuotille ja yliopettaja Esa Hietikolle.

Kuopiossa 13.5.2011

Sami Ipatti

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Sami Ipatti			
Työn nimi KONEPAJAN LAYOUT-SUUNNITTELU PALFIN OY:LLE			
Päiväys	13.5.2011	Sivumäärä/Liitteet	42 + 7
Ohjaajat Lehtori Ari Vuoti, yliopettaja Esa Hietikko			
Toimeksiantaja Palfin Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella Palfin Oy:lle toimiva layout-ratkaisu, joka mahdollistaa konepajan tehokkaan toiminnan. Toiminnan kasvaessa sekä konekannan laajentuessa Palfin Oy:n nykyiset toimitilat ovat jääneet ahtaiksi. Toiminnan siirron toinen syy on uuden hallin nykyistä parempi sijainti, jolla voidaan hakea synergiaetuja läheisten yritysten kanssa. Työhön kuuluivat myös materiaalien sekä valmiiden ja keskeneräisten töiden varastoinnin suunnittelu sekä työkalupaleiden ja materiaalien toimivan virtauksen toteutus. Työssä esitellään myös tuotannonohjauksen periaatteita sekä layout-suunnittelun yleisiä piirteitä ja suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja.</p> <p>3D-mallit layouteista suunniteltiin SolidWorks-ohjelmalla. Ohjelmalla laadittiin layouteista myös työkuvat. Työkuvien perusteella on mahdollista asentaa työstökoneet oikeille paikoilleen uuteen työhalliin. Suunnittelutyö toteutettiin tiiviissä yhteistyössä asiakkaan kanssa, jotta suunnitelmasta saatiin käytännössä toimiva.</p> <p>Tuloksiksi saatiin Palfin Oy:lle kaksi kappaletta erilaisia layout-suunnitelmia työkuvineen. Suunnitelmissa otettiin huomioon lattia-alan tehokas käyttö, kuljetusten helppous, toimiva varastointi, ergonomia sekä tuotannon ohjattavuus. Yritys oli tyytyväinen tuloksiin, ja toinen suunnitelmista otetaan käyttöön uusissa toimitiloissa.</p>			
Avainsanat layout, tuotantojärjestelmät, varastointi, tuotannonohjaus			
julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Sami Ipatti			
Title of Thesis Layout-Plan for Palfin Ltd			
Date	May 13, 2011	Pages/Appendices	42 + 7
Supervisor(s) Mr. Ari Vuoti, Lecturer, Mr. Esa Hietikko, Senior Lecturer			
Partner Palfin Ltd			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to design a functional layout solution for Palfin Ltd to enable efficient operation of a machine shop. As the business grew and machinery expanded the current production premises of Palfin Ltd were not sufficient any more. Another reason for the relocation is that the new premises had better location, which can be profited for synergies with nearby businesses. The work included designing the storage for materials and work pieces. Another aim was a functional flow of materials and production. The work also includes principles of production control and general characteristics and considerations of the layout design.</p> <p>The design was accomplished with a SolidWorks software, which was used to create the 3D-model. The program was also used for making technical drawings of the layout, which helps installing the machines to the right place in the new production premises. The design work was carried out in close co-operation with the client, to make the plan operate well in practice.</p> <p>As a result of this work there were two different layout-plans with technical drawings, which enable efficient production. The plans take the effective use of the floor area, the ease of transportation, functional storage, ergonomics and production controllability into account. The company was satisfied with the results and therefore the second plan will be introduced in the new premises.</p>			
Keywords layout, manufacturing system, storage, production control			
public			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	PALFIN OY	7
2.1	Valmistettavat tuotteet ja tuotannon ominaispiirteet	7
2.2	Konekanta	8
2.2.1	Sorvit.....	8
2.2.2	Koneistuskeskukset.....	10
3	VALMISTUSJÄRJESTELMÄT	13
3.1	Funktionaalinen järjestelmä	13
3.2	Tuotantosolu.....	15
3.3	Joustava valmistusjärjestelmä	17
4	TUOTANTOTILAN LAYOUT-SUUNNITTELU.....	19
4.1	Lähtökohdat ja tavoitteet.....	20
4.2	Layout-suunnittelun menetelmät	21
5	SUUNNITTELU TYÖN TOTEUTUS	24
5.1	Esiselvitys ja uusiin toimitiloihin tutustuminen	24
5.2	Mallinnus ja layout-ehdotelmat	25
5.3	Lopullinen layout ja työkuvat.....	27
6	TUOTANNONOHJAUS	29
6.1	Tuotannonohjauksen tehtävä ja tavoitteet.....	29
6.2	Layout-suunnittelun vaikutus tuotannonohjaukseen Palfin Oy:ssä.....	30
7	LOGISTIIKKA	33
7.1	Materiaaliohjaus	33
7.2	Varastoinnin suunnittelu ja toteutus	34
7.3	Kuljetuksen suunnittelu ja toteutus.....	37
8	ERGONOMIA	39
8.1	Kuljetukset ja nostot.....	39
8.2	Työpisteet.....	40
9	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET.....	42

LIITTEET

- Liite 1. Hallin pohjapiirros
- Liite 2. Layout 1
- Liite 3. Layout 1 yleiskuva
- Liite 4. Layout 2
- Liite 5. Layout 2 yleiskuva
- Liite 6. Koneiden mitat ja työskentelyalueet
- Liite 7. Reunaehtoien kyselykaavake

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella Palfin Oy:lle toimiva layout-ratkaisu, joka mahdollistaa konepajan tehokkaan toiminnan. Toiminnan kasvaessa sekä konekannan laajentuessa Palfin Oy:n nykyiset toimitilat ovat jääneet ahtaiksi. Myös nykyisen työhallin monimutkainen muoto ja pienuus rajoittavat koneiden sijoittelua sekä tuotteiden ja materiaalien tehokasta virtausta ja varastointia. Nämä seikat ovat olleet esteenä tuotannon kasvamiselle ja konekannan laajenemiselle. Tämän vuoksi Palfin Oy:n on etsinyt toiminnalleen uudet työtilat. Toiminnan siirtämisen toinen syy on uuden hallin nykyistä parempi sijainti, jolla voidaan hakea synergiaetuja läheisten yritysten kanssa.

Työhön kuuluvat myös materiaalien, valmiiden ja keskeneräisten töiden varastoinnin suunnittelu sekä työkappaleiden järkevän virtauksen analysointi. Työssä esitellään myös tuotannonohjauksen ja layout-suunnittelun yleisiä piirteitä sekä suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja kuten logistiikkaa ja ergonomiaa.

Suunnittelutyö opinnäytetyössä toteutetaan SolidWorks-ohjelmalla. 3D-mallien pohjalta layouteista laaditaan käytännön toteuttamisen mahdollistavat työkuvat, joiden perusteella koneiden asentaminen oikeille paikoilleen uuteen työhalliin on mahdollista. Suunnittelutyö toteutetaan siten, että ensin laaditaan erilaisia ehdotelmia layout-ratkaisuista, joista laaditaan lopulliset mallit. Suunnittelutyö viedään läpi tiiviissä yhteistyössä asiakkaan kanssa, jotta kaikki suunnittelussa huomioitavat seikat tulevat esille ja että suunnitelmasta saadaan käytännössä toimiva.

2 PALFIN OY

Palfin Oy (kuva 1) on Kuopion Kellolahdessa sijaitseva alihankintakonepaja. Toiminta Palfinilla on alkanut vuonna 2007. Yritys työllistää toimitusjohtajan lisäksi tällä hetkellä kuusi henkilöä. Palfin Oy on erikoistunut haponkestävien, punametallien, laakeripronssien sekä muovien koneistukseen. Erikoisosaamiseen kuuluvat levymäiset kappaleet sekä hyvän pinnanlaadun omaavat sorvatut kappaleet. Palfinilla on tuotannon käytössä kuusi CNC-ohjattua työstökoneetta. Palfin Oy:n tärkeimpiä asiakkaita ovat Metso Paper Oy, Kuopion Konepaja Oy, Service Point Oy, Mast System, Int'l Oy, Arvo-tek Oy ja Ateno Oy.



KUVA 1. Palfin Oy:n nykyiset työtilat. Kuva Sami Ipatti.

2.1 Valmistettavat tuotteet ja tuotannon ominaispiirteet

Palfin Oy:ssä valmistettavat tuotteet ovat kokonaan asiakasyritysten tilaamia työkalupaleita. Omia tuotteita yrityksellä ei ole. Sarjakoot vaihtelevat 1 – 5 000 kappaleeseen. Tyypillisin sarjakoko on 20 – 200 kappaletta. Kappaleiden mittatarkkuudet ovat yleensä muutaman sadasosa millimetrien luokkaa. Myös tarkalla pinnanlaadulla olevia kappaleita valmistetaan paljon.

Sorveilla valmistettavat kappaleet ovat pääosin holkkeja, akseleita ja laippoja. Työkappaleet ovat kooltaan pieniä. Suurimmat sorvattavat kappaleet ovat Ø240 mm ja pituudeltaan 500 mm. Sorvattujen kappaleiden valmistusajat ovat keskimäärin n. 4 – 5 min. Koneistuskeskuksilla valmistetaan yleensä levymäisiä kappaleita, joiden ominaispiirteet ovat hyvä mittatarkkuus sekä pinnanlaatu. Tarvittaessa voidaan koneistaa myös pitkiä kappaleita. Koneistuskeskuksilla valmistettavien kappaleiden valmistusajat vaihtelevat suuresti.

2.2 Konekanta

Palfin Oy:n konekanta koostuu pääosin CNC-ohjatuista työstökoneista, joilla työkappaleet pyritään tekemään kerralla valmiiksi ilman kappaleen vaihtoa koneesta toiseen. Tämä ei kuitenkaan aina toteudu vaan osa työkappaleista käy sekä sorvauksessa että koneistuskeskuksella. Koneiden välillä ei ole tarkoin määritettyjä yhteyksiä, jotka vaikuttaisivat niiden sijoitteluun. Toivottavaa kuitenkin oli, että esimerkiksi pienemmillä koneistuskeskuksilla tulisi pystyä toimimaan yksi henkilö samanaikaisesti, mikä täytyi ottaa suunnittelussa huomioon.

Manuaalisia koneita käytetään ainoastaan poraukseen, jäysteiden poistoon sekä sahaukseen. Aihion sahaukseen yrityksen käytössä on kaksi sahaa. Toinen on automaattisytötöllä varustettu saha, jolla voidaan katkaista aihioita täysimittaisesta 6 metrin tangosta. Toinen saha on tuotantoa tukeva saha, jolla voidaan sahata lyhempiä aihioita silloinkin, kun automaattisaha työstää pitkää sarjaa. Kappaleiden poraukseen ja kierteitykseen voidaan käyttää tarvittaessa pylväsporakonetta. Jäysteiden poistoa ja viimeistelyhiontaa varten on yrityksessä nauhahiomakone. Manuaaliset koneet ovat kuitenkin vain tuotantoa tukeva osa, sillä kappaleet pyritään tekemään suoraan valmiiksi työstökoneilla.

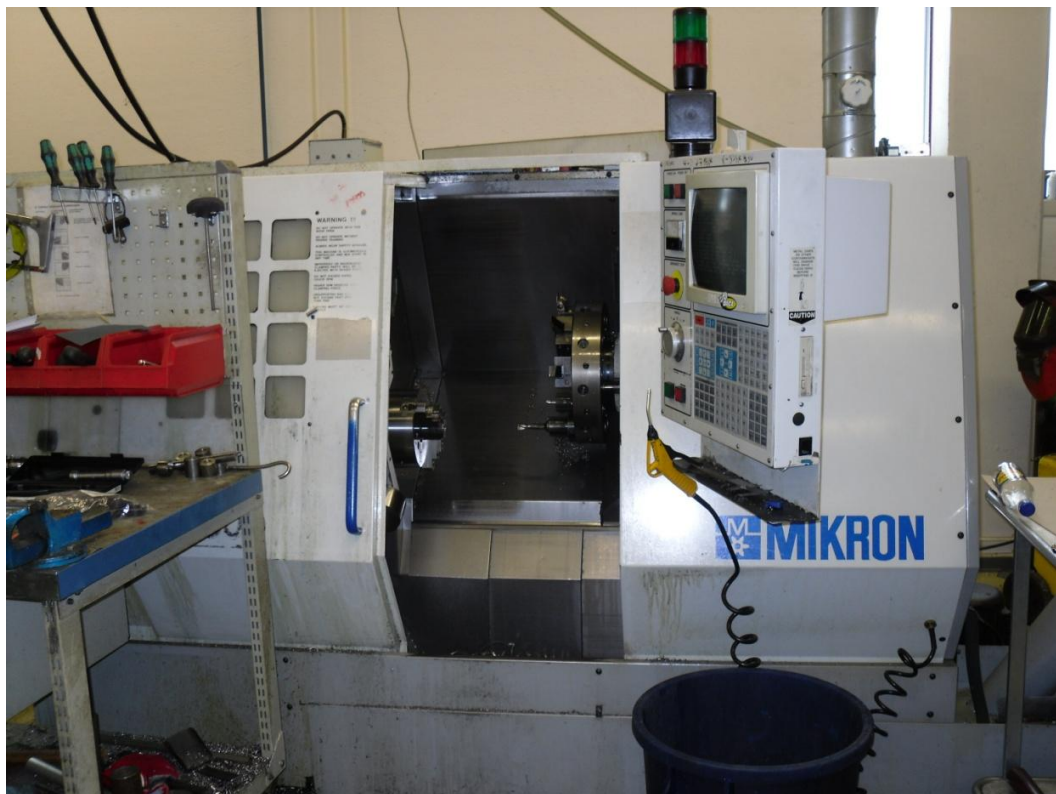
2.2.1 Sorvit

CNC-ohjattuja sorveja yrityksessä on kaksi kappaletta. Takisawa TA-25 (kuva 2) on 70 mm karaputken omaava monitoimisorvi, jolla voidaan sorvata Ø240 mm leveitä ja 550 mm pitkiä työkappaleita. Takisawa TA-25:ssä on käytössä pyörivät työkalut, jotka mahdollistavat työkappaleiden porauksen ja jyrsinän. Koneessa on myös tangonsyöttölaite, joka mahdollistaa sarjavalmistuksen ilman manuaalista kappaleenvaihtoa.



KUVA 2. Takisawa TA-25. Kuva Sami Ipatti.

Mikron TCE500 (kuva 3) on CNC-ohjattu sorvi, jonka karaputki on 50 mm ja suurimmat sorvattavat mitat $\text{\O}230$ mm ja työkappaleen suurin pituus 500 mm.



KUVA 3. Mikron TCE 500. Kuva Sami Ipatti.

2.2.2 Koneistuskeskukset

Yrityksen suurin koneistuskeskus on Mazak Power Center H12 (kuva 4). Koneessa on työkalumakasiini, paletinvaihtojärjestelmä sekä lastujenkuljetusjärjestelmä, joka kuljettaa lastut suoraan lastukonttiin. Koneessa työkalumakasiini on sisäänrakennettu, joten ylimääräistä tilaa ei tuhlaannu työkalujen varastointiin. Kone on tällä hetkellä poissa toiminnasta, ja se on tarkoitus ottaa käyttöön uudessa hallissa, jolloin tuotantoon saadaan lisää kapasiteettia.



KUVA 4. Mazak H12. Kuva Sami Ipatti.

Haas VF-8 (kuva 5) on Palfin Oy:n koneistuskeskuksista uusin. Se on 3-akselinen pystykarainen koneistuskeskus, joka on varustettu työkalunvaihtajalla, jonka kapasiteetti on 30 + 1 työkalua. Työpöydän mitat keskuksessa ovat 1 626 x 914 mm ja maksimi työkappaleen paino 1 814 kg. Liikealueet pöydällä ovat: x-suunta 1 600 mm, y-suunta 1 000 mm ja z-suunta 750 mm. Karan maksimikierto nopeus on 7 500 r/min ja karateho 14,9 kW. Lastunpoisto tapahtuu koneessa lasturuuvien välityksellä, joka työntää lastut putkea pitkin koneesta ulos esimerkiksi sankoon. Samanlainen lastunpoistojärjestelmä on myös kaikista yrityksen Mikron-merkkisissä koneissa. Lastunpoistojärjestelmä oli otettava huomioon layout-suunnittelussa siten, että lastunpoistoon vaadittava tila oli riittävä.



KUVA 5. Haas VF-8. Kuva Sami Ipatti.

Mikron VCE 1 250 (kuva 6) on 3-akselinen pystykarainen koneistuskeskus, jonka työpöydän mitat ovat 1 220 X 457 mm ja pöydän kantavuus on 1 588 kg. Työpöydän maksimiliikealueet ovat x-suunta 1 275 mm, y-suunta 635 mm ja z-suunta 650 mm. koneella karateho on 11 kW ja karan täydet kierrokset 7 500 r/min.



KUVA 6. Mikron VCE 1250. Kuva Sami Ipatti.

Mikron VCE 500 (kuva 7) on Palfinin koneistuskeskuksista pienin. Se on pystykarainen 3-akselinen koneistuskeskus. Työpöydän koko 660 x 360 mm ja sen maksimi liikealueet x-akseli 500 mm, y-akseli 400 mm ja z-akseli 500 mm. Karan suurin pyörimisnopeus on 7 500 r/min ja suurin teho 7,5 kW.



KUVA 7. Mikron VCE 500. Kuva Sami Ipatti.

3 VALMISTUSJÄRJESTELMÄT

”Osa tuotannonohjausta on tuotannon fyysisen organisoinnin suunnittelu eli se, miten tuotteiden kulku tehtaan lattialla järjestetään. Koneiden ja laitteiden sekä työnkulun muodostamaa järjestelmää kutsutaan valmistusjärjestelmäksi (engl. layout).” (Miettinen 1993, 31.)

Tehtaan valmistusjärjestelmä koostuu seuraavista toiminnoista:

- valmistusyksiköistä
- niiden välisestä logistisesta järjestelmästä
- tukiyksiköistä

(Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 79).

Konepajatuotannossa työkappaleet viedään läpi eri osastoissa, jotka ovat suunniteltu valmistusmenetelmien ja valmistusvaiheiden mukaan. Erilaisia osastoja ovat esimerkiksi levytyö-, hitsaus-, koneistus- ja kokoonpano-osastot. Näiden rinnalle tarvitaan lisäksi apuosastoja, jotka eivät ole osallisena tuotteen jalostukseen mutta jotka ovat välttämättömiä jatkuvan ja häiriintymättömän tuotannon järjestämiseksi. Apuosastoja ovat esimerkiksi työkalu-, kuljetus- ja varasto-osastot. Tuotanto-osastojen sisällä koneet ja laitteet sekä työpaikat voidaan järjestää eri periaatteita noudattaen. Seuraavaksi esitellään valmistusjärjestelmiä, jotka ovat yhteydessä Palfin Oy:n tuotantoon tai sen tulevaisuuden kehittämiseen.

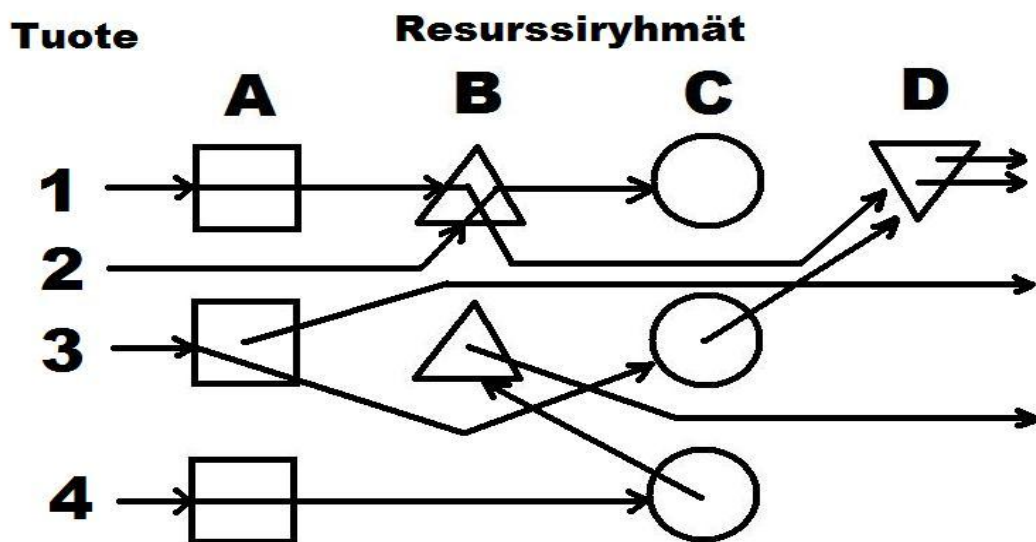
3.1 Funktionaalinen järjestelmä

Funktionaalissa eli menetelmävaltaisessa järjestelmässä samanlaiset toiminnot ja resurssit kerätään yhteen ryhmiksi. Nämä ryhmät kuvaavat yleensä nimeltäänkin kyseessä olevia resursseja, kuten sorvaamo, hitsaamo ja hiomo. Teknologisesti samankaltaiset valmistusvaiheet on järkevää keskittää samaan paikkaan. Valmistettavat tuotteet ohjataan aina työpaikoille, joita tuotteen valmistus tarvitsee. Työ etenee ryhmästä tai osastosta toiseen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 79–80.)

Funktionaalisen järjestelmän tärkein etu on suuri tuotejoustavuus. Järjestelmällä voidaan valmistaa kaikkea, mitä siihen sisältyvillä resursseilla on mahdollista valmistaa. Funktionaalisella järjestelmällä saadaan koneiden käyttöaste hyvin korkeaksi, jopa lähes 100 %:seksi. Tämä onkin merkittävä etu tuotannossa, jossa on käytössä kalliita työstökoneita. Menetelmävaltaisella järjestelmällä ammattitaito keskittyy aina yhden

resurssiryhmän mukaan, mikä nostaa osaamistasoa. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 79–80.)

Järjestelmällä on myös heikkoutensa. Funktionaalisen systeemin suurimpana ongelmana pidetään sen huonoa ohjattavuutta (kuva 8). Kuvassa seitsemän A, B, C ja D ovat resurssityypit. Tuotteet 1,2,3 ja 4 ohjataan erilaisia reittejä pitkin tuotannon läpi. Ohjattavat vaiheet syntyvät aina tuotteen käydessä resurssiryhmässä. Tällaisessa järjestelmässä ohjaukseen joudutaan käyttämään paljon resursseja ja siltikin läpäisyajat voivat muodostua pitkiksi. Tästä johtuvat helposti työasemille syntyvät jonot, keskeneräisen tuotannon kasvu ja epävarmuutta läpäisyssä, joka vaikuttaa toimitusvarmuuteen. Järjestelmän huono ohjattavuus pahenee järjestelmän kasvaessa. Funktionaalisen systeemin ohjaus toimii silloin kun järjestelmä on riittävän pieni, noin 3 - 6 ohjauspistettä. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 79–80.)

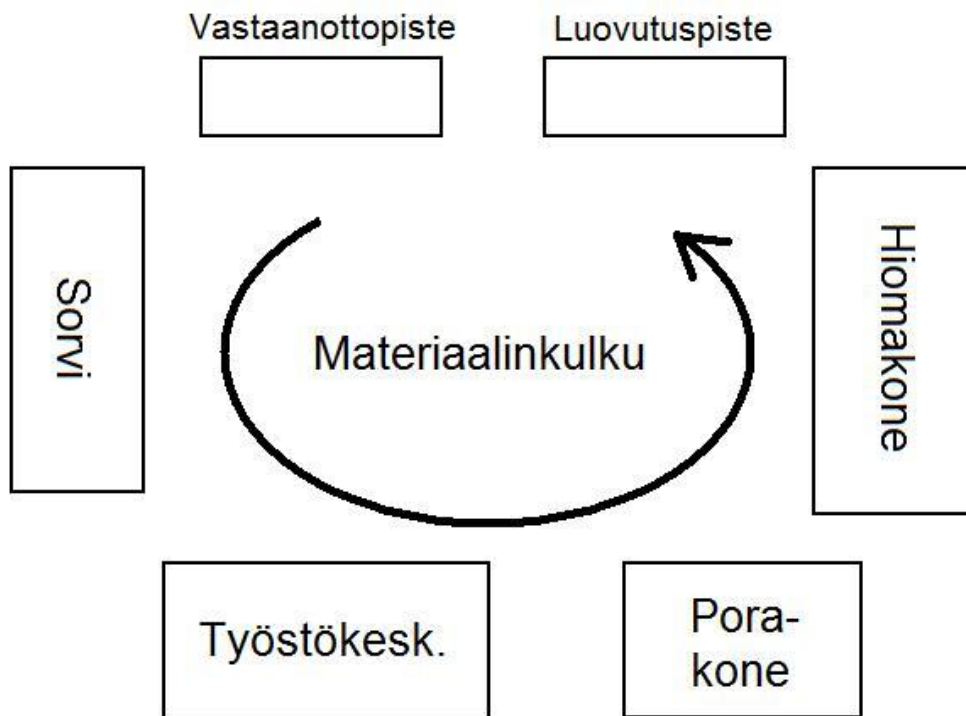


KUVA 8. Funktionaalinen valmistusjärjestelmä (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 80 mukaillen.)

Palfin Oy:n tuotannon voidaan katsoa edustavan funktionaalista järjestelmää, koska koneet ovat ryhmitelty koneistuskeskuksien ja sorvien, sekä sahauksen mukaan ja tuotteet kiertävät tuotannossa koneryhmältä toiselle. Funktionaalisen järjestelmän ohjaus onnistuu vielä suhteellisen hyvin, koska ohjattavia työstökoneita sahauksen lisäksi on kuusi kappaletta ja vuorossa työskentelee 2 - 4 henkilöä. Ohjaus perustuu tällöin yksiköiden omatoimisuuteen.

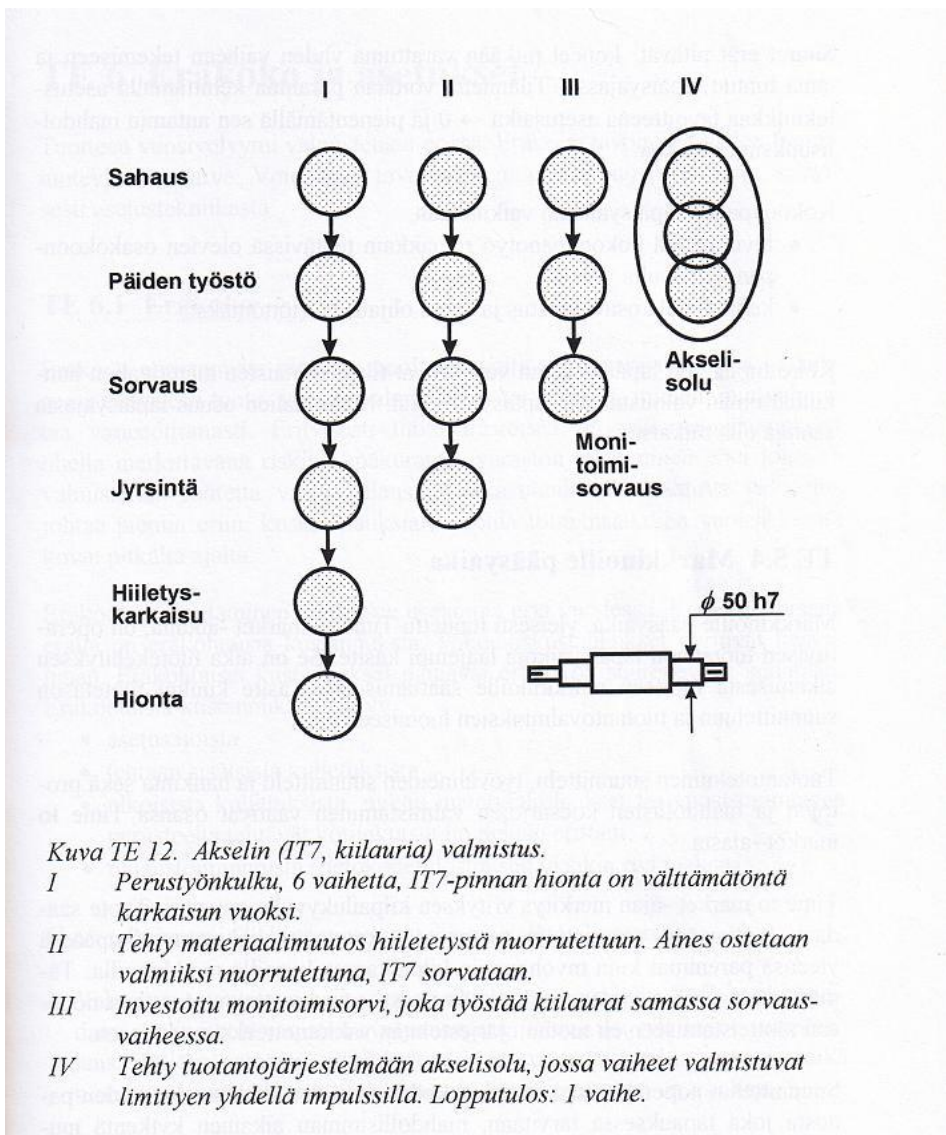
3.2 Tuotantosolu

Solut tarkoittavat pieniä itsenäisiä valmistusyksiköitä. Solutuotannossa pyritään valmistamaan osakokonaisuus tai tuotteiston osa kerralla valmiiksi yhdellä ohjausimpulssilla. Yksittäiset työvaiheet yhdistyvät solutuotannossa yhdeksi vaiheeksi (kuva 9). Solussa tulisi olla: oma tuoteisto, yhtenäinen alue, oma tuotantokalusto, omat kappaleiden siirtolaitteistot sekä oma 1 - 6 henkilöstä koostuva henkilöstö. Solun sisällä työpaikkoja on yleensä enemmän kuin työntekijöitä. Näin voidaan tasata solun sisäistä kuormitusta vaihtamalla työasemaa töiden välillä. Solutuotannossa henkilöstön tulee olla monitaitoista, jotta työskentely useammalla koneella on mahdollista. Solulle tulisi myös antaa vastuu kaikesta omasta toiminnastaan. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 85–87.)



Kuva 9. Tuotantosolu

Kevyessä ja keskiraskaassa tuotannossa valmistuksen läpäisyajat vaihtelevat ensisijaisesti vaiheketjujen pituudesta ja eräkoosta johtuen. Osavalmistuksessa läpäisyajoja voidaan lyhentää vaiheketjuihin vaikuttamalla. Parantuneisiin läpäisyaikoihin päästään konstruktio muutoksin, monitoimisin konein ja yhdistämällä vaiheita solupeusteisella valmistusjärjestelmällä. Suurikokoiset valmistuserät vaikuttavat valmistukseen siten, että ne pitävät työstökoneen varattuna yhden vaiheen tekemiseen pitkiä aikoja. Tähän voidaan vaikuttaa asetusajojen lyhentämisellä. Lyhentyneet asetusajat mahdollistavat myös pienempien eräkojen valmistuksen. Kuvassa 10 nähdään solutuotannon edut funktionaalisen järjestelmään sekä materiaalin valinnan vaikutus työvaiheisiin. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 56–58.)



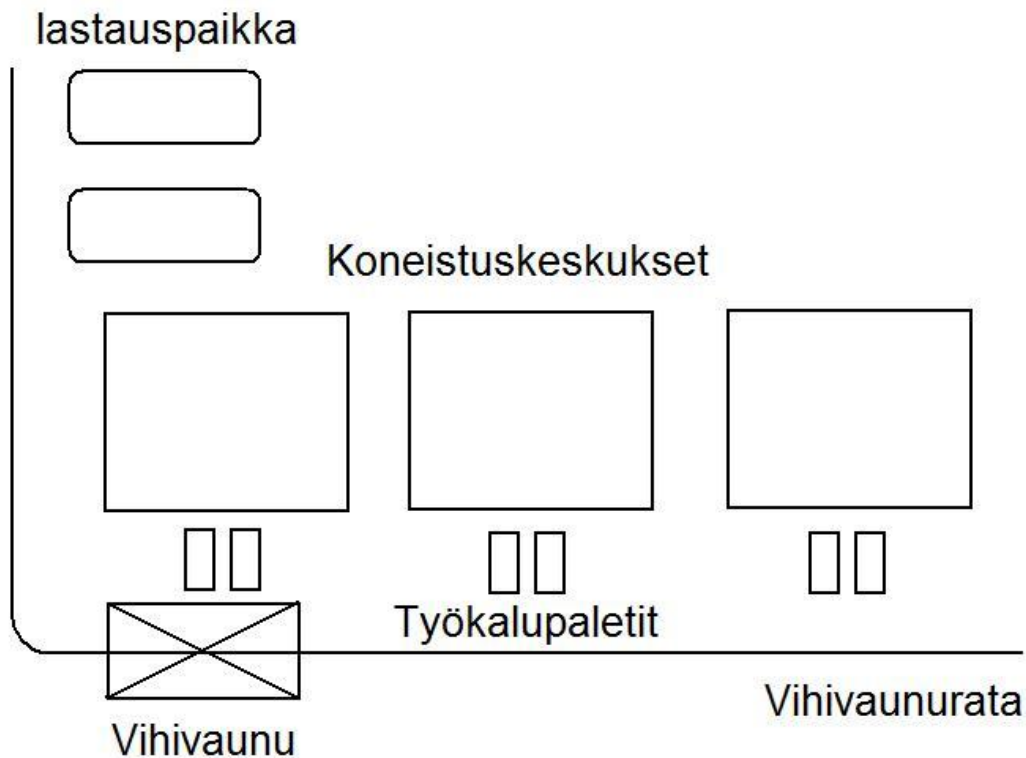
KUVA 10. Akselin valmistuksen työvaiheet (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 57.)

Palfin Oy:ssä tuotannon voidaan katsoa olevan myös solutuotantoa, jos työstökoneet ajatellaan omiksi soluikseen, jotka valmistavat tuotteet kerralla valmiiksi. Käytännössä näin ei kuitenkaan aina ole, vaan tuotteita joudutaan valmistamaan useammallakin koneella. Valmistusjärjestelmät eivät olekaan yleensä puhtaasti vain yhden järjestelmän mukaisia, vaan niissä sekoittuu piirteitä useammasta järjestelmästä. Layout-suunnittelussa on tarkoitus järjestää joitakin koneita niin, että ne muodostavat solumaisia ratkaisuja, jolloin niiden käyttö yhtä aikaa yhden työntekijän toimesta on mahdollista. Tällainen järjestely oli tarkoitus suunnitella sorveille sekä pienemmille koneistuskeskuksille. Tämä on järkevää myös siksi, että nämä käyttävät keskenään samoja työkaluja, jolloin päästään lyhempiin asetusaikoihin, koska työkalut ovat varastoidut lähelle kumpaakin konetta. Koneille voidaan järjestää myös yhteinen tavaran vastaanotto- ja lähetyspaikka, jolla voidaan niiden ohjausta helpottaa. Yhteistä työkappaleiden nostolaitteistoa ei ole tarve järjestää, koska tuotannossa valmistettavat kappaleet ovat niin pieniä, ettei sellaiseen ole tarvetta.

3.3 Joustava valmistusjärjestelmä

Joustava valmistusjärjestelmä eli FM-järjestelmä (eng. flexible manufacturing) tarkoittaa joustavaa automaattista valmistusjärjestelmää. FM-järjestelmä on koottavissa automaation peruselementeistä, joita ovat numeerisesti ohjatut koneet, kappaleenkäsittelijät, valvontatoiminnot, joustavat materiaalsiirtotekniikat, automatisoidut varastot ja tiedonkäsittelylaitteistot. FM-järjestelmä koostuu yhdestä tai useammasta automatisoidusta koneesta. Koneissa tulee olla miehittämättömän tuotannon mahdollistava varustus, joihin kuuluvat muun muassa automaattinen työkalun- ja työkappaleenvaihtojärjestelmä, työstön aikainen valvontajärjestelmä sekä tehokas PC-pohjainen NC-ohjaus. (Aaltonen & Torvinen 1997, 241–242.)

FM-järjestelmän ominaispiirteisiin kuuluvat seuraavat seikat. Kappaleet siirretään automaattisella siirtojärjestelmällä. Järjestelmään on liitetty myös automatisoitu varastojärjestelmä. Kappaleet siirretään muun muassa vihivaunuilla sekä portaalirobooteilla (kuva 11). Ohjaus ja valvonta tapahtuvat tietotekniikan avulla. Työkalujen ja kiinnittimien hallinta sisältyy kokonaisjärjestelmään. Koko järjestelmää ohjataan joko ohjelmoitavalla logiikalla tai tietokoneella, joiden tulee olla integroitavissa koko tuotantolaitoksen tietojärjestelmään. (Aaltonen & Torvinen 1997, 243–244.)



KUVA 11. FM-järjestelmä

FM-järjestelmä otettiin työssä esille, koska Palfin Oy:llä olisi mahdollisuus kehittää tuotantoaan kohti joustavaa valmistusjärjestelmää. Kaikkien koneiden ollessa numeerisesti ohjattuja työstökoneita, on tuotanto valmiiksi muokkautunut sellaiseksi, että se voitaisiin järjestää toteutettavaksi FM-järjestelmällä. Koneiden automaatioastetta voitaisiin nostaa korkeammaksi ja pyrkiä miehittämättömään tuotantoon. Automaatiota voitaisiin parantaa esimerkiksi sorvauksen kappaleen vaihdon automatisoinnilla. Tämä voidaan toteuttaa robotilla tai manipulaattorilla.

Tällaiset muutokset eivät synny ilman suuria panostuksia, mutta ottamalla toiminnan suunta kohti automaatiota, voidaan järjestelmää ryhtyä kehittämään askel askeleelta. Yrityksessä on jo tällä hetkellä automaattinen sorvi, jossa on pyörivät työkalut ja tangonsyöttölaite sekä koneistuskeskus, jossa on paletinvaihtojärjestelmä. Näiden ympärille voitaisiin ryhtyä rakentamaan joustavaa automaattista valmistussolua, josta tuotantoa voitaisiin laajentaa kohti FM-järjestelmää. Muutokset vievät aikaa ja tarvitsevat suuria investointeja. Automatisointi on kuitenkin ottamassa jatkuvasti suurempaa sijaa tuotannossa ja miehittämättömän tuotannon luomat edut ovat suuret, joten joustava valmistusjärjestelmä kannattaa ottaa huomioon tulevaisuutta ajatellen.

4 TUOTANTOTILAN LAYOUT-SUUNNITTELU

Layoutilla tarkoitetaan esimerkiksi yrityksen konekannan fyysistä sijoittelua. Layout-suunnitteluun luetaan kuuluvaksi muun muassa varastot, kulkuväylät ja työkoneet. Yleisesti layout jaetaan kolmeen päätyyppiin, joita ovat solu-layout, tuotantolinja-layout ja funktionaalinen-layout. Jako layout-tyyppien välillä tapahtuu koneiden sijoittelun ja työnkulun perusteella. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 2005, 439.)

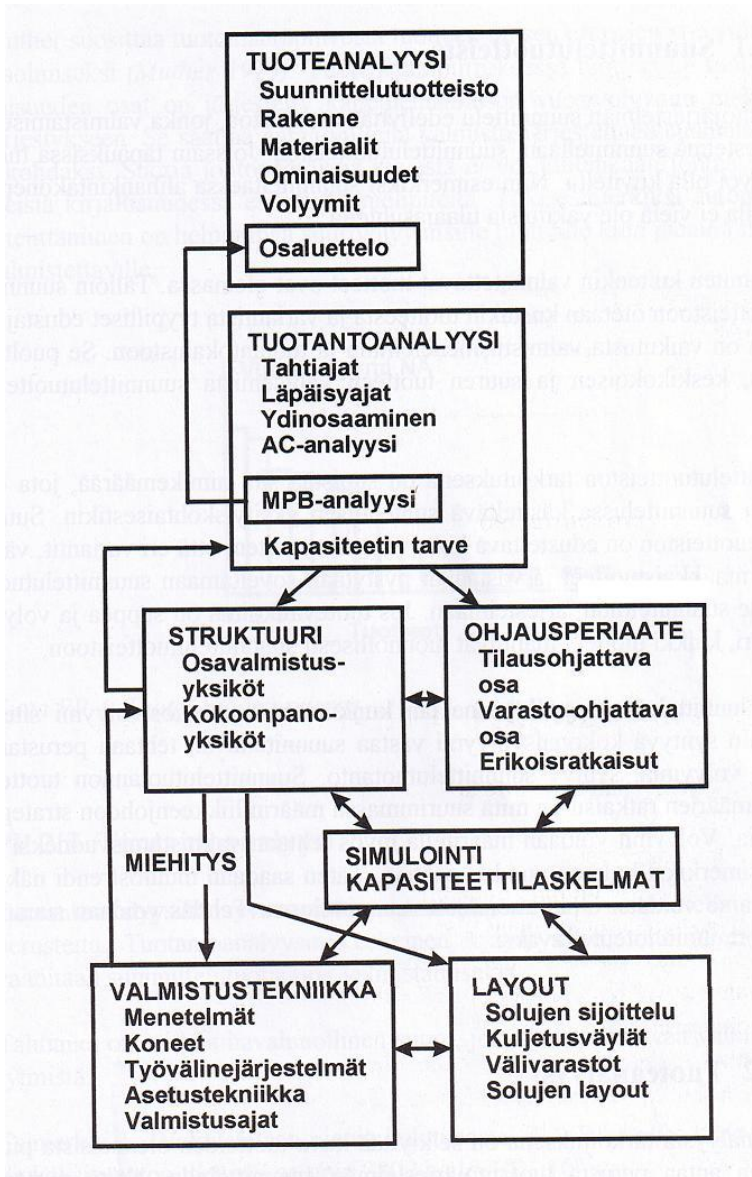
Layout-suunnittelu-sanaa käytetään yleensä kahdessa eri merkityksessä. Suppea merkitys tarkoittaa sijoittelua. Laaja merkitys sisältää koko sijoittelun perustana olevan järjestelmän suunnittelun. Käytettävä tekniikka määrää yleensä työsolujen sisäinen layoutin. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.)

Opinnäytetyö keskittyy koneiden tehokkaan toiminnan takaavan sijoittelun suunnitteluun. Siinä otetaan kuitenkin huomioon myös tuotannon toimivuuden takaavat seikat, kuten varastointi, materiaalin sujuva virtaus, sisäinen logistiikka, ergonomia ja tuotannonohjausta koskevat seikat.

Layout-suunnittelu kuuluu yhtenä tärkeänä osa-alueena tuotantojärjestelmän suunnitteluun. Se määrittää käytettävien valmistustekniikoiden ohella pohjan koko tuotannon suunnitteluun. (kuva 12). Alihankintakonepajan tuotantojärjestelmän suunnittelun ja täten myös layout-suunnittelun tulee perustua yrityksen jo olemassa olevien tai tulevien tuotteiden alihankintasopimuksiin. Tuotantojärjestelmän suunnittelu etenee seuraavissa vaiheissa:

- tuote- ja tuotantoanalyysi
- valmistusjärjestelmän rakenteen suunnittelu
- tuotannonohjausperiraatteiden määrittäminen
- valmistusyksiköiden tekniikan ja kapasiteetin suunnittelu
- solujen sisäisen layoutin suunnittelu
- valmistusjärjestelmän layoutin suunnittelu
- sisäisen logistiikan kehittäminen

Tuotantojärjestelmän suunnittelu voi edetä luettelon mukaan, mutta eri osioiden vaikutus toisiinsa ovat niin merkittäviä, että käytännössä yhtäaikaista suunnittelua joudutaan käyttämään. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 300.)



KUVA 12. Tuotantojärjestelmän suunnittelu (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 301.)

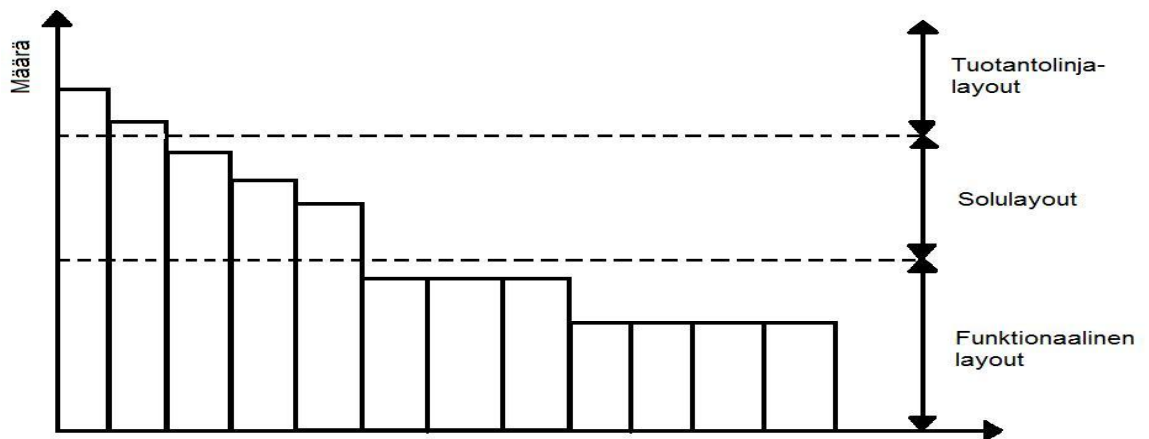
4.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Lähtökohtana työssä oli Palfin Oy:n tarve layout-suunnittelulle, koska toiminta on siirtymässä uusiin toimitiloihin. 3D-mallin rakenteiden suunnittelun perustana käytettiin Palfin Oy:n tulevan työhallin pohjapiirustusta (liite 1), josta kävi ilmi hallin fyysiset rakenteet ja mitat. Tämän lisäksi tutustuttiin konekantaan ja valmistettaviin tuotteisiin sekä tulevaan työhalliin, jotta toimivan layoutin suunnittelu olisi mahdollista. Apuna suunnittelussa käytettiin valokuvaamista sekä laadittiin reunaehtoja määrittävän kyselylomake (liite 7). Koneiden mitoista ja niiden vaatimasta työalueesta laadittiin lomake (liite 6), jota voitiin käyttää koneiden mallinnuksen tukena.

Tavoitteena oli suunnitella toimiva layout-ratkaisu koneiden sijoittelusta sekä materiaalien ja lopputuotteiden varastoinnista, ottaen huomioon toimivan tuotannonohjauksen sekä materiaalinvirtauksen. Suunnittelutyö oli tarkoitus tehdä tiiviissä yhteistyössä Palfin Oy:n henkilöstön kanssa, jotta suunnitelmasta saataisiin käytännössä toimiva.

4.2 Layout-suunnittelun menetelmät

Layout-suunnittelun apuna on käytettävissä erilaisia menetelmiä, kuten hyötyarvomatriisi, työnkulkukaavio, tuotannon simulointi sekä tuote- ja tuotantomääräanalyysi (kuva 13). Edellä kuvatut suunnittelumenetelmät ovat hyviä työkaluja silloin, kun toimintaa ollaan luomassa alusta alkaen tai valmistettavat tuotteet ja määrät ovat ennalta määrättyjä. Palfin Oy:n henkilöstön kanssa emme kuitenkaan katsoneet niillä saavutettavan suurta hyötyä Palfinin tuotannonjärjestämisen kannalta. Palfin Oy:n tuotanto on jo käynnissä ja se keskittyy alihankintakoneistukseen, jossa sarjakoot ja valmistettavat kappaleet vaihtelevat suuresti, joten tarkkojen analyysien tekeminen olisi ollut monimutkaista ja aikaa vievää, eivätkä opinnäytetyön tekemiseen varatut resurssit olisi tähän riittäneet.

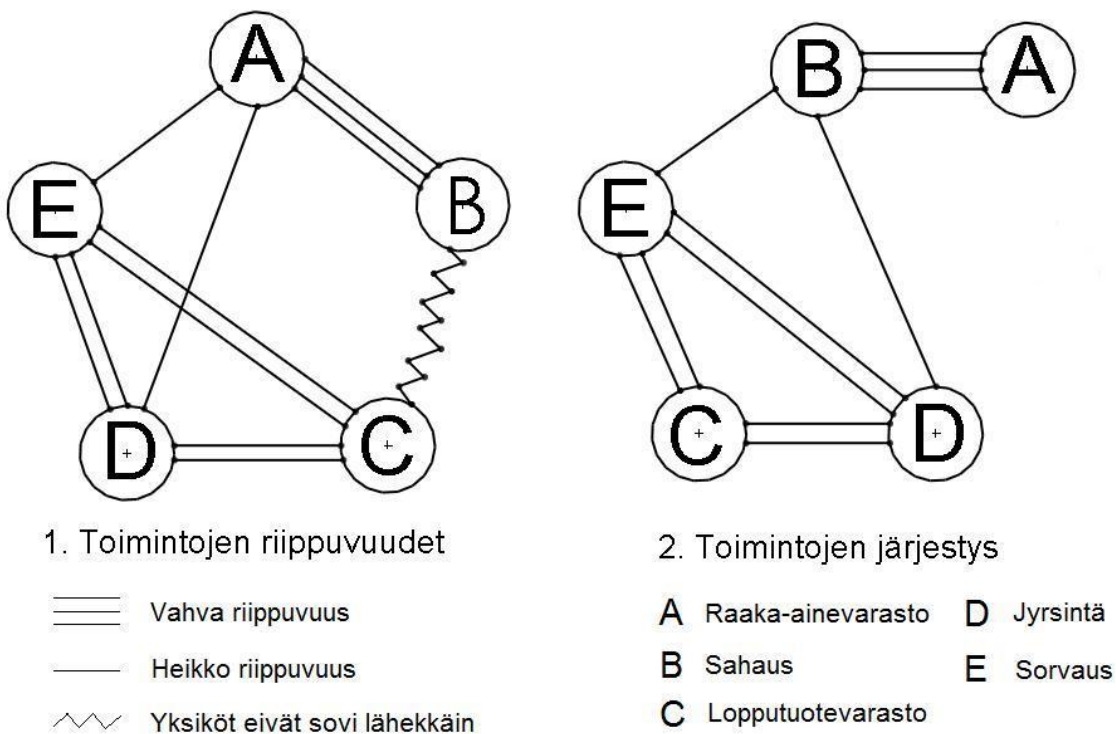


KUVA 13. Tuotantomääräanalyysi. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 2005, 479 mukailen.)

Koska Palfin Oy:n tuotannon kappaleet ja sarjakoot vaihtelevat suuresti, päätettiin käyttää suunnittelussa sijoittelumenetelmää, jolla haettiin optimaalisinta koneiden sijoittelua. Lähtökohtana pidettiin menetelmävaltaisen ja solulayoutin yhdistämistä, mikä tuotantomäärien ja sarjakokojen mukaan olikin perusteltua. Tarkoituksena oli siis luoda erilaisia layout-ehdotelmia, joista jalostettiin yhteistyössä Palfin Oy:n henki-

lökunnan kanssa lopullinen layout. Ehdotelmia laadittiin aluksi kuusi kappaletta, joista ryhdyttiin laatimaan kahta lopullista layout-ratkaisua, joiden väliltä toteutettava layout valittiin. Layoutien toimivuuden arviointi perustui yrityksen tuotannon tuntemiseen, josta asiantuntemusta saatiin tuotantopäällikkö Jari Sinokilta ja toimitusjohtaja Ilkka Finnellä sekä Kuopion konepajan toimitusjohtajalta Risto Finnellä.

Koska kyseessä oli funktionaalinen järjestelmä, sijoittelumenetelmän apuna voitiin käyttää Mutherin yhteyssuhdepiirrosta, joka on suunniteltu juuri funktionaalisen järjestelmän layoutin suunnitteluun. Tämä menetelmä käy myös solujen sijoittamiseen tehtaaseen, joten sen käyttäminen sijoittelun apuna on perusteltua. Yhteyssuhdepiirroksessa määritetään ensiksi resurssien riippuvuudet, jotka tämän jälkeen järjestellään siten, että voimakkaan riippuvuuden omaavat yksiköt ovat lähellä ja heikon yhteyden omaavat yksiköt kauimpana toisistaan. Tämän jälkeen resursseille lasketaan tilan tarve, minkä jälkeen ne sijoitellaan lopullisille paikoilleen. Menetelmää käytettiin työssä siten, että kaksi ensimmäistä vaihetta määritettiin perinteisellä piirtämismenetelmällä (kuva 14), minkä jälkeen siirryttiin käyttämään tilamallien määrittämisessä ja lopullisessa sijoittelussa tietokonepohjaista mallinnusohjelmaa.



KUVA 14. Mutherin yhteyssuhdepiirros Palfin Oy:n resursseista

Yhteyssuhdepiirroksesta käy ilmi, että sahauksella ja raaka-ainevarastolla on vahva riippuvuus ja että raaka-ainevarasto ja lopputuotevarasto eivät sovi lähekkäin. Sorvauksella ja jyrsinnällä on yhteys toisiinsa, koska työkappaleet voivat kiertää koneilta toisille. Raaka-ainevarastosta materiaalit virtaavat joko koneistuskeskuksille tai sorveille ja näiltä tuotteen valmistuttua lopputuotevarastoon. Yhteyssuhdepiirroksen käyttämisen hyödyt jäävät kuitenkin vähäisiksi näin pienen yksikön ollessa kyseessä. Piirroksen käyttö selkeytti kuitenkin suunnittelun suurimpia linjoja. Orjallisesti sitä ei kuitenkaan työssä noudatettu. Pääpaino suunnittelussa oli yhteistyö Palfin Oy:n henkilökunnan kanssa, heidän tuntiessa parhaiten oman tuotantonsa tarpeet ja erityispiirteet.

5 SUUNNITTELUTYÖN TOTEUTUS

Suunnittelutyö toteutettiin SolidWorks-ohjelmalla, jolla laadittiin layout-suunnitelmista 3D-mallit, joiden pohjalta voitiin laatia koneiden sijoittamisen mahdollistavat työkuvat. 3D-malli layoutista antaa hyvän kuvan tilankäytöstä. Malleihin voidaan lisätä objekteja, kuten työntekijöitä, työkalukaappeja ja työpöytiä, jotka selventävät visuaalisesti mallien suhteita ja kokoluokkaa. Mallinnusohjelmalla voidaan laatia nopeasti erilaisia versioita koneiden sijoittelusta. Ohjelmalla voidaan määrittää tarkasti koneiden ja sijoitettavien mallien väliset matkat ja tarvittavia muutoksia voidaan suorittaa nopeasti.

5.1 Esiselvitys ja uusiin toimitiloihin tutustuminen

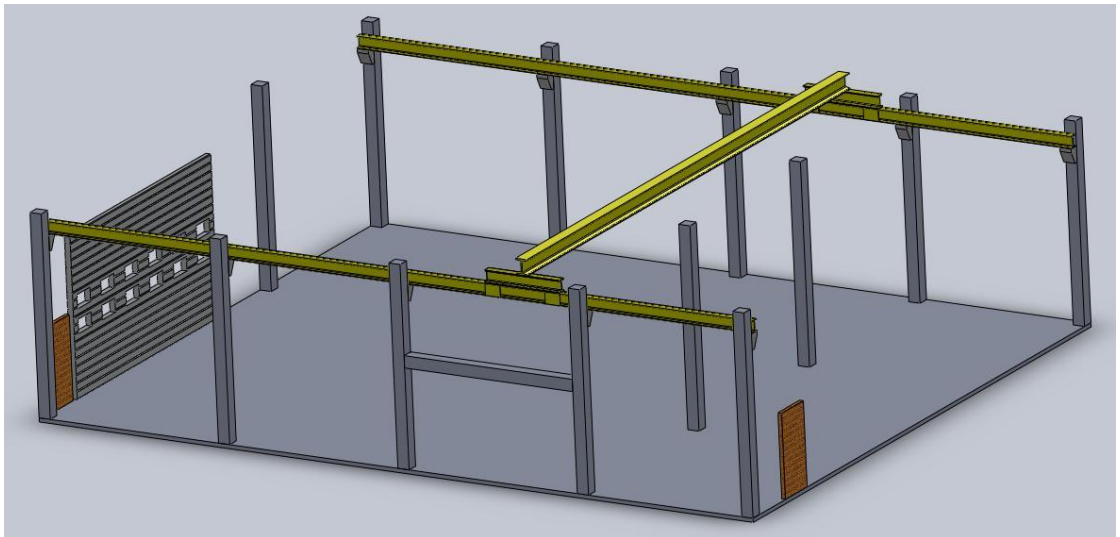
Varsinainen suunnittelutyö aloitettiin pitämällä aloituspalaveri Palfin Oy:n tiloissa, jossa määritettiin alustavasti työn reunaehdot sekä työn toteuttamisaikataulu. Palaverissa tutustuttiin myös tulevan työhallin pohjapiirustukseen (liite 1). Ennen seuraavaa palaveria laadin layout-suunnittelussa huomioon otettavien asioiden sekä tarkempien reunaehtojen huomioon ottamista kartoittavan lomakkeen. Lomakkeeseen työn tilaajan edustajat pystyivät määrittämään tarkemmin suunnittelutyöhön vaikuttavia seikkoja (liite 7).

Työn aluksi valokuvattiin käytettävät työstökoneet (kuvat 2 - 7) sekä laitteet ja kirjattiin muistiin näiden fyysiset mitat sekä niiden tarvitsema työalue (liite 6). Työalueen määrittämisestä keskusteltiin koneistajien kanssa. Tässä vaiheessa tehtiin selvitys koneiden keskinäisistä toimintasuhteista, jotta niiden sijoittaminen tehokkaasti uuteen halliin olisi mahdollista. Tulevaan halliin oli myös tehtävä vierailukäynti, koska pohjapiirustuksesta eivät tule ilmi kaikki suunnitteluun vaikuttavat seikat. Oli tärkeää nähdä omin silmin hallin fyysiset rakenteet sekä suorittaa tarvittavia mittauksia paikalla ja tehdä tarvittavat muistiinpanot rakenteista. Vierailukäynnillä hallista mitattiin kannatinpalkkien koot ja etäisyydet toisiinsa sekä merkittiin muistiin suunnitteluun vaikuttavia hallin rakenteellisia seikkoja. Samalla suunniteltiin tulevan hallin pääoven sijaintia ja kokoa sekä määritettiin alustavasti raaka-ainevaraston ja sahauksen paikat sekä lopputuotevarastoinnin sijainti. Muistiinpanot tehtiin myös palopostien ja sähkökaapipien paikoista.

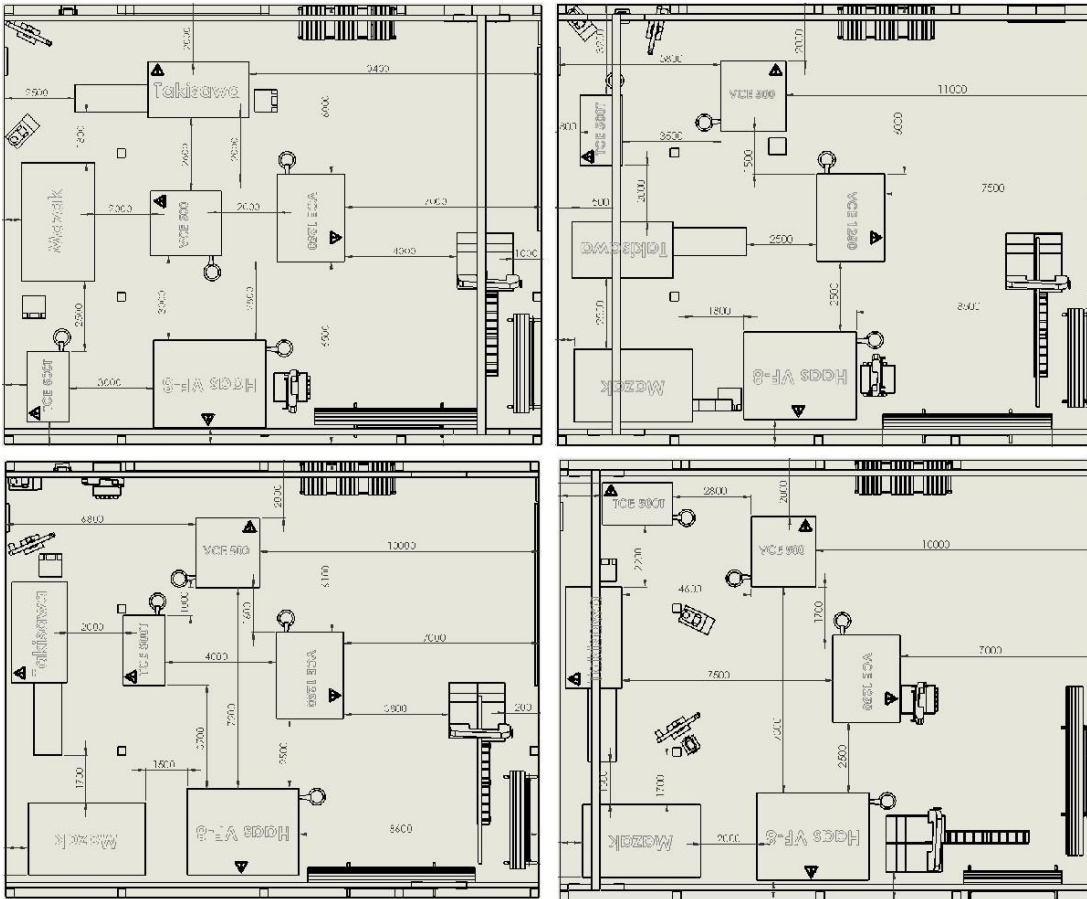
Keskustelimme Ilkka Finnen ja Jari Sinokin kanssa suurimpien koneistuskeskusten (Mazak H12 kuva 4 ja Haas VF8 kuva 5) sijoittamisesta hallin pitkittäiselle sivulle. Nämä koneet tarvitsevat allensa erikseen valetun petin, joka estää koneiden värinän ja sen kantautumisen toisiin koneisiin. Koneiden paikat tuli suunnitella myös layoutin muutoksia ajatellen, koska petien valamisen jälkeen koneita ei ole enää järkevää siirtää toisaalle. Pienempiä koneita voidaan siirtää hallissa vielä jälkepäin, mikäli layout-muutoksia joudutaan tulevaisuudessa tekemään.

5.2 Mallinnus ja layout-ehdotelmat

Tämän jälkeen voitiin ryhtyä mallintamaan SolidWorks-ohjelmalla työstökoneita, tarvittavia laitteita, rakenteita ja uutta hallia. Mallinnus aloitettiin hallin fyysisien rakenteiden mallintamisella, siten että hallista laadittiin ruutomalli (kuva 15), johon oli mallinnettu lattia, kantavat pilarit, ovet sekä oviaukot ja hallinosturi. Ruutomalli mahdollistaa vapaan katselukentän hallin sisälle, eivätkä seinät ole rajoittamassa näkökenttää. Tämän jälkeen laadittiin työstökoneista nopeasti mallinnettavat tilamallit, joiden sijoittelulla voidaan luoda nopeasti erilaisia layout-ehdotuksia (kuva 16), joita voitiin käydä asiakkaan luona esittämässä ja arvioimassa. Erilaisia layout-ehdotelmia laadittiin kuusi kappaletta. Näitä ehdotelmia vertailemalla työstökoneiden paikkoja haettiin optimaalisimmaksi toiminnan kannalta ja pyrittiin tehokkaimpaan tilankäytön ratkaisun löytymiseen.



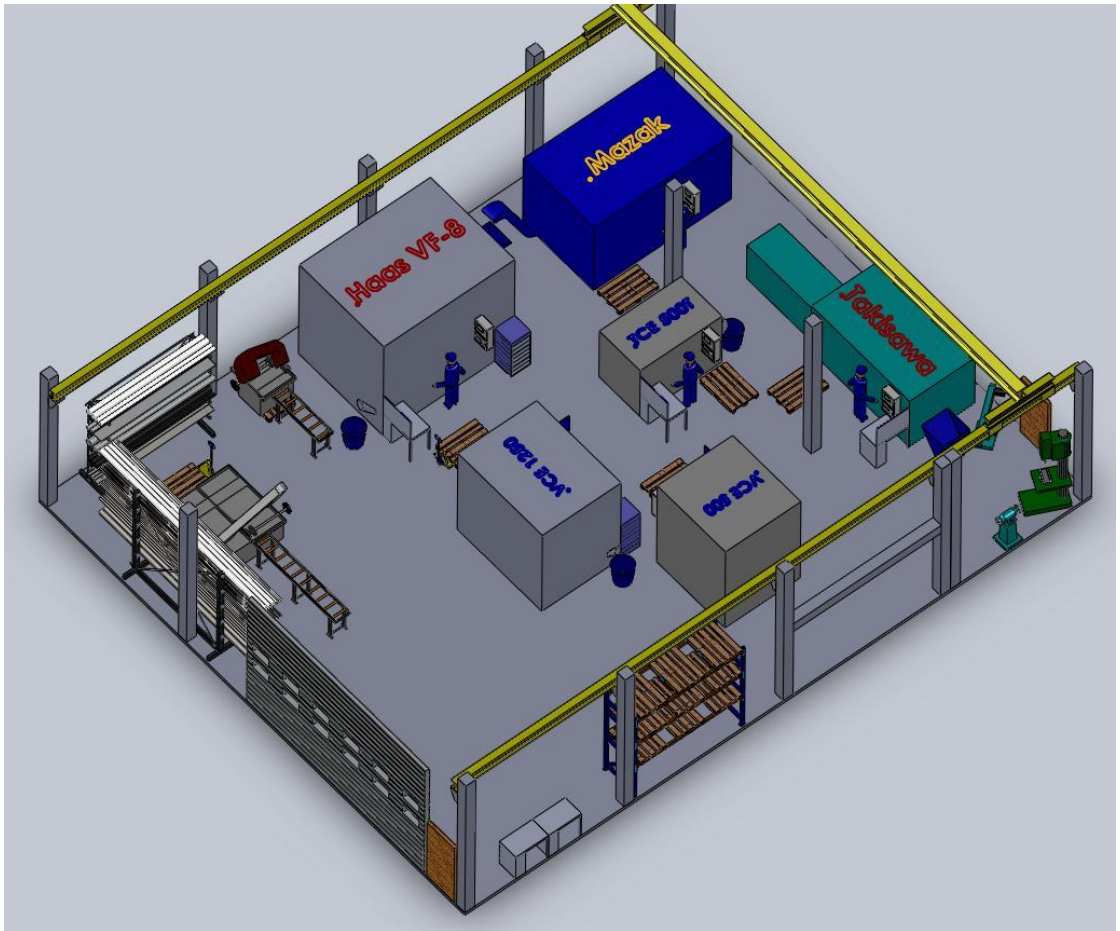
KUVA 15. Ruutomalli



KUVA 16. Layout-ehdotelmia

Työstökoneiden ja laitteiden mallinnuksessa pyrittiin selkeyteen ja oikean tilantarpeen määritykseen. Koneet merkattiin niiden mallinimellä koneiden kattoon sijoitetuilla teksteillä. Tekstit sijoitettiin, niin että lukusuunta osoitti koneen työskentelysuunnan. Näin malleista pystyi nopeasti havaitsemaan kuinka kone hallissa sijaitisi. Koneiden suunnittelussa huomioitiin lastunpoistojärjestelmä mallintamalla se koneeseen ulos tulevana lastutorvena, niin kuin se koneissa todellisuudessa on. Näin voitiin ottaa suunnittelussa huomioon lastujenpoisto sekä sen vaatima tilantarve. Lopullisiin malleihin lisättiin koneiden hallintayksiköt osoittamaan tarkemmin koneen työskentelyluukun sijaintia. Koneista ei kuitenkaan lähdetty luomaan tarkkoja malleja, koska se ei ole oleellista layout-suunnittelun kannalta.

Vertailtuamme ensimmäisiä ehdotelmia, päätettiin asiakkaan kanssa ryhtyä jatkojalostamaan kahdesta ehdotelmasta lopullisia layouteja. Toinen lopullisista malleista (kuva 17) toteutettiin ehdotelman pohjalta siten, että muutimme CNC-sorvin ja hio- makoneiden ja pylväsporakoneen paikkaa hallissa asiakkaan toivomuksen mukaisesti. Tämä osoittautui kuitenkin tilankäytön kannalta ja materiaalinvirtauksen suhteen toimimattomalta ratkaisulta, joten ryhdyimme laatimaan lopullista layouttia.



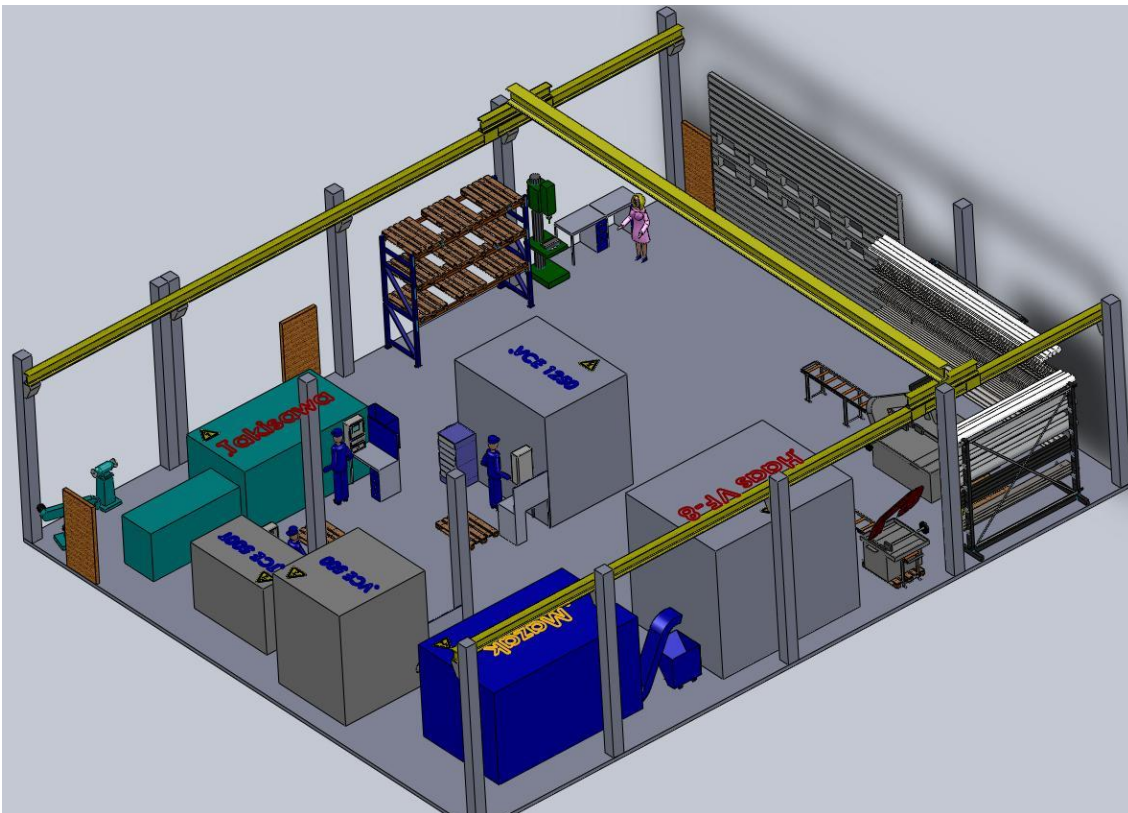
KUVA 17. Ensimmäinen valmis layout

5.3 Lopullinen layout ja työkuvat

Lopulliseen malliin suunnittelun lähtökohdat tarkentuivat hallinrakenteiden osalta. Kuvassa 17 kuormalavahyllyn oikealla puolella oleva 4,5 metriä leveä kulkutie sosiaali- ja toimistotiloihin päätettiinkin laittaa umpeen, jolloin siihen tulisi tilalle vain kulkukuvi. Tämä muutos johti siihen, että monitoimisorvi Takisawa TA-25 (kuva 2) voitiin sijoittaa tangonsyöttölaitteineen tämän aukon eteen. Tämä muutos sai aikaan sen että tilaa vapautui hallissa juuri sen verran, että lopullisen layoutin (kuva 18) toteuttaminen oli mahdollista. Toteutettavassa layoutissa on tilankäyttö tehokasta ja tilaa ei tuhlaannu hukkaan. Kuljetuskäytävät ovat tarpeeksi leveitä, eikä pullonkaulakohtia tuotantoon synny. Kompromissina koneiden tehokkaan tilankäytön mahdollistavan sijoittelun toteutuksessa, jouduttiin pienempien koneistuskeskusten vierekkäisestä sijainnista ja solumaisesta ratkaisusta luopumaan. Tämä ei kuitenkaan ole merkittävä takaisku saavutettuihin etuihin nähden. Sorvit saatiin sijoitettua lähekkäin toisiaan, jolloin niiden käyttö onnistuu yhdeltä työntekijältä. Sorvit käyttävät myös samoja työkaluja, joten läheisestä sijainnista on niille tämänkin vuoksi etua.

Asiakkaan hyväksytyä lopullisen koneiden sijoittelun, laadittiin layout-mallista näyttävämpi ja realistisemmän näköinen. Tässä vaiheessa halliin lisättiin erilaisia objekteja, kuten kuormalavat, työkalukaapit, työpöydät sekä pienemmät laitteet ja koneet, joita hallissa tulee valmiissa suunnitelmassa olemaan. Koneiden päälle merkittiin yleisellä sähkövirran merkillä koneeseen tulevien sähkökaapeleiden paikat. Tämä auttaa koneisiin tulevien sähkökaapeleiden reittien suunnittelemista. Työssä ei keskitytty tarkemmin koneiden liittämiseen sähköverkkoon, mutta merkit lisättiin asiakkaan pyynnöstä. Sähkökaapeleiden tulevia paikkoja kuitenkin suunniteltiin, niin etteivät ne olisi siltanosturin tai lattiakuljetusten tiellä.

Layout-mallien valmistuttua, laadittiin malleista työkuvat (liitteet 2 ja 4), joista kävi ilmi koneiden sijoitukseen vaadittavat mitat. Koneiden asentaminen uusiin toimitiloihin toteutetaan työkuviin perusteella. Asennuksessa voidaan käyttää apuna esimerkiksi lasermittauslaitteita, joilla välimatkat on helppo määrittää työkuviin löytyvien mittojen mukaan. Laadin työkuviin lisäksi yleiskuvat (liitteet 3 ja 5), joissa on kuvattu koneiden lisäksi myös työpöydät sekä muita kohteita, joita hallissa tulee olemaan. Nämä kuvat antavat paremman kuvan valmiin hallin mittasuhteista ja tilankäytöstä.



KUVA 18. Toteutettavan layoutin 3D-malli

6 TUOTANNONOHJAUS

Työn yksi tavoite on parantaa tuotannonohjausta Palfin Oy:ssä toimivan layout-ratkaisun avulla. Tuotannonohjausta saadaan parannettua myös varastoinnin järkevällä suunnittelulla sekä työkappaleiden toimivalla virtauksella.

Tuotantojärjestelmän kykyä saavuttaa sille asetetut operatiiviset ohjaustavoitteet kutsutaan tuotannon ohjattavuudeksi. Ohjattavuus määritetään sitä paremmaksi, mitä tehokkaammin tuotantoprosessi ja siihen liittyvät resurssit, laitteet, rakennukset ja työntekijät, voidaan sopeuttaa esimerkiksi uusiin tuotteisiin. Ohjattavuuteen vaikuttavat tekijät jaetaan ulkoisiin ja sisäisiin tekijöihin. Ulkoisia tekijöitä ei voida niiden luonteen takia paljoakaan ohjata. Ulkoisiksi tekijöiksi luetaan esimerkiksi asiakkaan toivomukset, suhdanteet ja kausivaihtelut. Sisäisiin tekijöihin kuuluvat muun muassa läpimenoajat, varastojen koko ja tuotevariaatioiden määrä. Sisäisiä tekijöitä on mahdollista kehittää, ulkoisiin joudutaan ainoastaan sopeutumaan ja valitsemaan sopivimmat ohjausperiaatteet. (Miettinen 1993, 24.)

Järjestelmän ohjattavuus on hyvä, jos

- ohjaus onnistuu
- ohjaustoiminnon kustannukset ovat kohtuulliset

(Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 191).

Työssä keskitytään ainoastaan sisäisten tekijöiden tuotannonohjaukseen, koska ne ovat tekijöitä joihin layout-suunnittelulla voidaan suoraan vaikuttaa.

6.1 Tuotannonohjauksen tehtävä ja tavoitteet

Tuotannon tehokas toiminta vaatii sen ohjaamista. Tuotannonohjaukseen liitetään seuraavia tehtäviä: aikataulujen ja suunnitelmien laatiminen, henkilöstönohjaus ja tarpeiden määrittely, materiaalihankintojen koordinointi, varastotilanteiden seuranta, kunnossapito ja alihankinnan ohjaus. Yritys voi organisoida eri tehtävät erillisiksi toiminnoksi, mutta tuotannon tehokkuus riippuu kaikista osista yhteensä. Hyvällä tuotantotilojen layout-suunnittelulla saadaan tehostettua myös tuotannonohjaamista. Tuotannonohjauksen vaatimuksiin vaikuttavat myös erityyppiset tuotantomuodot. Yksittäis-, sarja- ja joukkotuotanto eroavat toisistaan merkittävästi, mutta perusteet ovat kuitenkin samat. Hyvin toimivat prosessit ovat tehokkaan tuotannon edellytys.

Tuotannonohjaaminen monimutkaistuu yrityksen tuotannollisen toiminnan kasvaessa. (Kookas 2011.)

Tuotannon ohjaamisen tärkeimmät tavoitteet ovat:

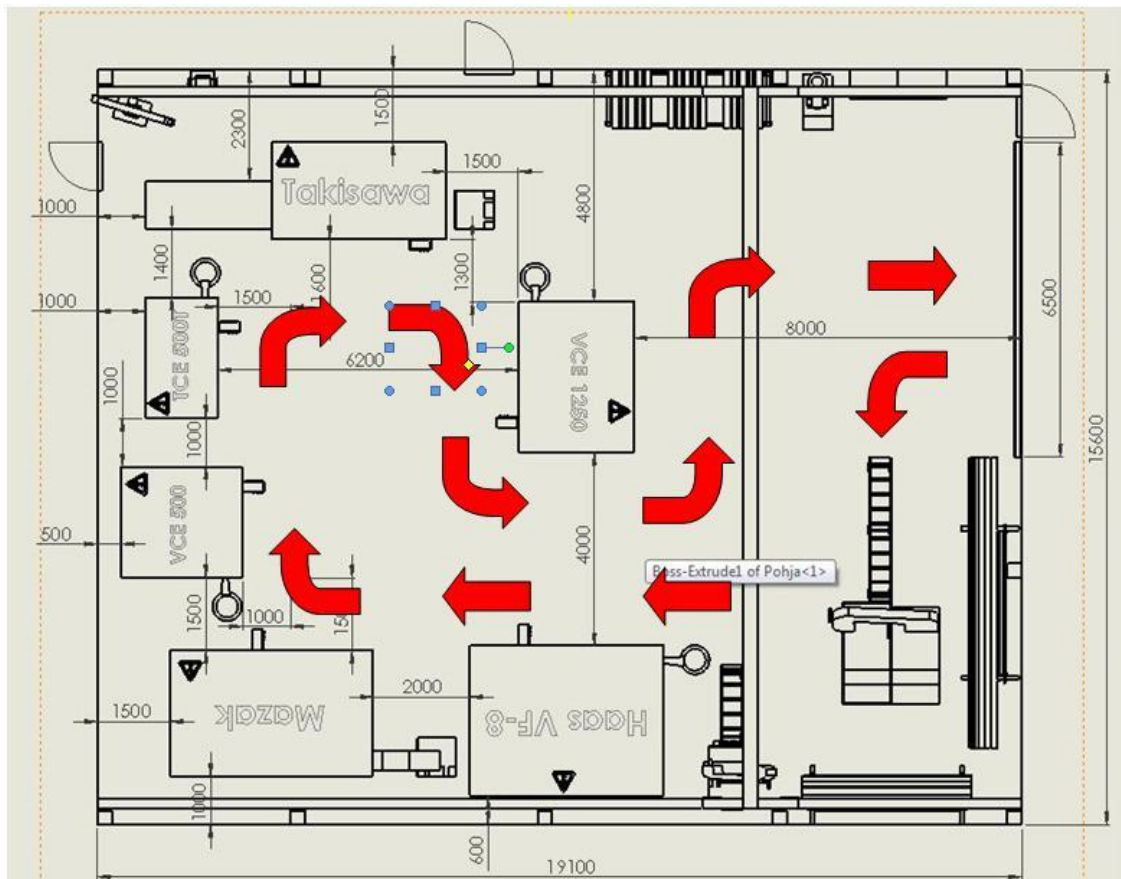
- Tuotantoon ja varastointiin sitoutuneiden pääomien minimointi
- Tehokas resurssien käyttö
- Ohjattavuuden edelleen kehittäminen
- Laadun tuottaminen

Tuotannonohjaus on suunniteltava siten, että tuotantoon ja varastoihin sitoutuu mahdollisimman vähän pääomia, koska suuri osa yrityksen pääomasta on kiinni vaihtomaisuudessa. Turhia odotusaikoja tuotannossa on vältettävä. Koneiden käyttöaste on saatava mahdollisimman suureksi, jotta niihin sitoutunut pääoma on tehokkaassa käytössä. Ohjausta tulisi kehittää koko ajan niin, että voidaan karsia kaikki turhat toiminnot, jolloin saadaan pienemmällä panoksella suurempi hyöty. Vaikka laadulla monesti tarkoitetaankin tuotteen kestävyyttä, tarkoittaa se tässä yhteydessä kykyä tuottaa asiakkaan tarpeet virheettömästi sekä ennalta suunnitellusti. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 191–192.)

6.2 Layout-suunnittelun vaikutus tuotannonohjaukseen Palfin Oy:ssä

Layout-suunnittelun merkitys tuotannonohjauksen kannalta on merkittävä. Toimivalla layout-ratkaisulla voidaan vaikuttaa materiaalivirtojen tehokkaaseen ohjaukseen. Tuotannonohjauksen ja toiminnan kannalta tulisi pyrkiä selkeisiin materiaalivirtoihin ja lyhyisiin kuljetusmatkoihin. Työssä tämä toteutettiin suunnittelemalla materiaalin kulku työhallissa siten, että työkappaleet kulkevat hallissa määrättyä reittiä pitkin, jonka varrella työstökoneet sijaitsevat (kuva 19). Näin materiaalinvirtaus saadaan kulkemaan jouhevasti ja kappaleiden läpimenoaikoja lyhennettyä. Entisessä työhallissa osa koneista oli sijoitettu erilleen toisistaan, koska hallin muoto rajoitti koneiden vapaata sijoittelua. Tämä vaikeutti niiden tuotannonohjausta ja pidensi läpimenoaikoja.

Koneiden keskinäiseen sijoitteluun tuli myös kiinnittää huomiota. Koneen oikea paikka tuotantoketjussa nostaa koko ketjun tehokkuutta, koska ylimääräiset työkappaleiden siirrot jäävät pois. Koneiden ollessa materiaalivirran ulkolaidalla, jää keskelle hallia runsaasti tilaa, joka mahdollistaa näköyhteyden koneilta toisille. Tämä helpottaa työntekijöiden kommunikointia ja työnjohdon tuotannonohjausta. Mikäli työstökoneet olisivat sijoitettu niin, että ne peittäisivät näköyhteydet toisiinsa, vaikeutuisi tuotannon visuaalinen ohjaus merkittävästi ja tämä aiheuttaisi turhaa kulkua koneiden välillä.



KUVA 19. Materiaalinvirtaus hallissa

Selkeällä ja toimivalla layoutilla voidaan parantaa myös työnjärjestelyä, jolla saadaan motivoitua työntekijöitä, mikä taas johtaa parempaan laatuun. Selkeämpi kappaleiden virtaus lisää koneiden käyttöastetta ja sen myötä resurssien parempaa käyttöä. Tämä johtaa tuotantoon sitoutuneiden pääomien tehokkaaseen käyttöön.

Myös varastoinnin toiminta tehostuu aikaisempaan työhalliin verrattuna, koska uusissa toimitiloissa varastointi on keskittynyt tietylle alueelle, mikä helpottaa myös varastoinnin ohjausta. Toiminnan siirron aikana kannattaa kaikista turhista materiaaleista, työkaluista, laitteista ja tavaroista luopua, jolloin päästään tehokkaampaan tuotannonohjaukseen, koska turhista rasitteista päästään eroon.

Tuotannonohjaukseen on olemassa erilaisia ohjausperiaatteita, jotka määrittelevät kuinka tuotannonohjaus pääpiirteissään yrityksessä toteutetaan. Niitä ovat esimerkiksi JOT-tuotanto (juuri oikeaan tarpeeseen) ja Lean-toiminta. Työssä nämä ohjausmuodot otetaan esille, koska toiminnan muuttaminen uusiin tiloihin ja uuden tuotannon layoutin rakentaminen, mahdollistaa Palfin Oy:n toiminnan kehittämisen. Nämä kaksi ohjausmuotoa ovat sopivimmat Palfin Oy:n tuotannon piirteille, koska tuotanto on vaihtelevaa ja sillä pyritään korkeaan laatuun. Molemmilla tuotannonohjausperi-

aatteilla on paljon yhteneväisyyksiä. Seuraavassa on esitetty näiden ohjausperiaatteiden tärkeimpiä seikkoja (Tuominen 2010, 13–19; Miettinen 1993, 51–57.)

- virtautettu tuotanto
- imuohjauksen käyttöön otto
- asetusajkojen lyhentäminen
- joustava tuotantojärjestelmä
- automatisointi
- siisteys ja järjestys
- resurssien mitoitus juuri tarpeiden mukaan
- matala ja monitaitoinen organisaatio, jatkuva koulutus
- jatkuvan parantamisen periaate
- vastuun hajauttaminen
- toiminnan asiakaskeskeisyys
- laadun huomiointi toiminnassa ja sen jatkuva kehittäminen

Uuden layout-ratkaisun avulla voidaan tuotantoa virtauttaa järjestämällä koneita niin, että ne muodostavat keskenään solumaisia yksiköitä, jolloin niiden ohjaus helpottuu. Myös asetusajoja voidaan pienentää asettamalla koneita lähekkäin samoja työkaluja ja kiinnittimiä käyttävien koneiden kanssa. Selkeämpi layout auttaa myös siisteyden ja järjestyksen ylläpitoa. Tällä voidaan saavuttaa parempaa työmotivaatiota, ja näin nostaa tuotannon laatua ja vähentää virheitä. Parempi järjestys selkeyttää myös tuotannonohjauksen. Parantuneella tuotannonohjauksella päästään selkeämpiin ja tehokkaampiin materiaalivirtoihin. Tämä muodostaa myös lähtökohdan tuotannon automatisoinnille, mikä mahdollistaisi koneiden ja laitteiden käytön myös miehittämättömänä.

7 LOGISTIIKKA

Logistiikka-termiä käytetään yleisesti, kun puhutaan tavaroiden varastoinnista ja kuljetuksesta. Nämä toiminnot ovatkin näkyvin osa organisaatioiden logistisia toimintoja. Logistiikan tutkimuksen eri osa-alueita ovat muun muassa jakelu, toiminnanohjaus, kuljetukset, ostotoiminta, toimitusketjun hallinta, organisaatioiden toiminta sekä logistisen ketjun hallintaan liittyvä tietohallinto, esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmät.

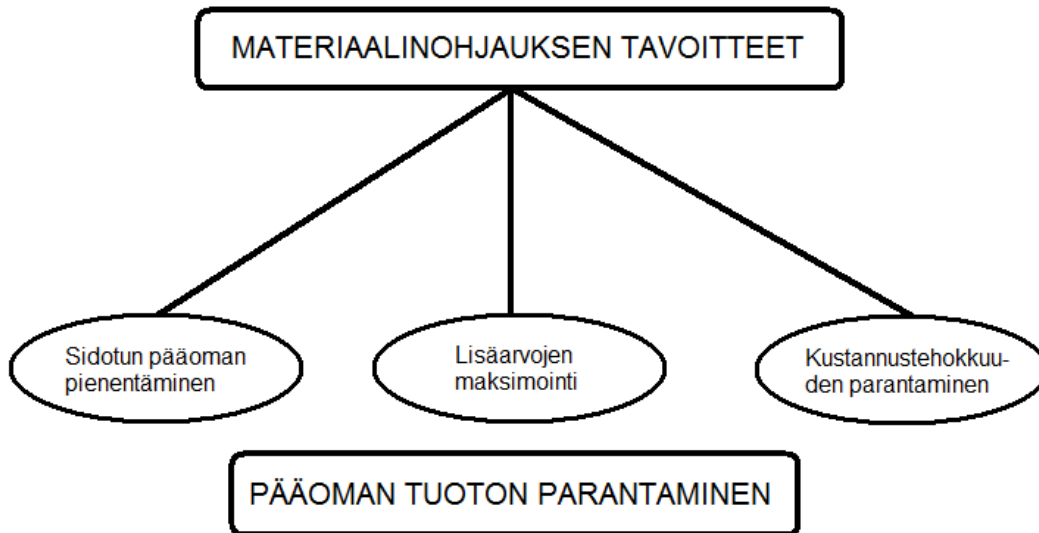
”Logistiikka on tavaran hankintaan, valmistukseen ja jakeluun liittyvä materiaali-, tieto-, ja pääomavirtojen hallintaprosessi, jonka päämäärä on parantaa yrityksen tuottoa kehittämällä asiakkaille lisäarvoja parantamalla kustannustehokkuutta sekä lisäämällä kierrätystä.” toteaa Miettinen (1993) teoksessaan Tuotannonohjaus ja logistiikka.

Nykyään logistiikkaa pidetään yhtenä yritysten tärkeimpänä toimintona, jolla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä tai kilpailuetua. Yritykset käyttävät usein ulkoisiin kuljetuksiin kolmannen osapuolen tarjoamia palveluita. Logistiikkakustannukset ovat keskimäärin 11,5 % suomalaisten yritysten liikevaihdosta ja 17 % bruttokansantuotteesta. Tästä noin puolet on varastoinnin kustannuksia ja varastointiin sitoutuvan pääoman kustannuksia. (Ernvall 2006.)

7.1 Materiaaliohjaus

Materiaaliohjauksella voidaan suunnitella ja valvoa materiaalivirtoja sekä niihin liittyviä tietoja. Materiaaliohjauksella pyritään kustannustehokkuuden maksimointiin, sitoutuneen pääoman pienentämiseen ja asiakkaalle tuotettavien lisäarvojen maksimointiin (kuva 20). Materiaaliohjaus jakaantuu hankintaan, varastointiin sekä kuljetuksiin ja jakeluun. Materiaaliohjauksella vastataan siihen tarpeeseen, että valmistuksella on oikea määrä materiaaleja, oikeaan aikaan ja sovitun laatusina oikeassa paikassa. Materiaaliohjauksella järjestellään toimintoja niin, että materiaalivirta on mahdollisimman tasainen ja jatkuva ottaen huomioon yrityksen muut tavoitteet. Hallitulla ohjauksella pyritään materiaalin hallinnan optimaaliseen kokonaistulokseen. (Miettinen 1993, 69.)

Opinnäytetyössä keskitytään materiaaliohjaukseen Palfin Oy:n varastoinnin sekä sisäisten kuljetusten suunnittelun kannalta.



KUVA 20. Materiaalinhjauksen päätavoitteet. (Haapanen & Valta 1990 mukailten.)

7.2 Varastoinnin suunnittelu ja toteutus

Varastoinnin tarkoitus on tasoittaa tavaroiden ja materiaalien saatavuudessa esiintyvät aika- ja paikkaerot. Tuotantoon sitoutuneen pääoman kannalta olisi ihanteellista, jos varastointi voitaisiin sivuuttaa kokonaan ja raaka-aineista tilauksesta valmiiksi tuotteille olisi suoraan ostaja. Valmistuksen ohjaamisessa käytetään kuitenkin varastoja, jotta materiaalivirta voidaan pitää tasaisena. Varastointia käytetään myös kysynnän ja tarpeen välisen epätasapainon syntymisen ehkäisemiseen. (Miettinen 1993, 75.)

Yleisimmät varastotyypit ovat raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmistuotevarasto. Raaka-ainevarastoon luetaan kuuluviksi ostettavien materiaalien ja nimikkeiden lisäksi valmistuksessa tarvittavat apu-aineet ja rakenneosat. Puolivalmistevarastot syntyvät tuotantoon valmistusteknisistä syistä. Puolivalmistevarastoissa varastoidaan kesken-eräisiä tuotteita, joita tullaan vielä jatkojalostamaan. Valmisteverastoon sijoitetaan valmiit tuotteet, jotka odottavat myyntiä tai lähetystä. (Miettinen 1993, 74.)

Varastointi kuuluu yhtenä osa-alueena logistiikkaan ja sen suunnittelu on osa layout-suunnittelua. Varastojen sijainnit määritettiin asiakkaan kanssa pääpiirteissään jo suunnittelun alkuvaiheessa. Varastojen osalta suunniteltavaksi jäi varastojen tarkempi sijoittelu siten, että tuotanto saataisiin toimimaan mahdollisimman hyvin.

Varastojen sijoittelussa käytettiin apuna aiemmin mainittua Mutherin yhteysuhdepiirrosta (kuva 14). Tällä määritettiin raaka-ainevaraston ja puolivalmiste- sekä valmis- tuotevarastojen sijaintien olevan toisistaan mahdollisimman kaukana. Tämä toteutui valmiissa layout-mallissa hyvin, mikäli otetaan huomioon reunaehdoissa määritetty työstökoneiden vaatima tila, joka vei hallin pinta-alasta yli puolet. Lavahyllyä ei olisi ollut järkevää sijoittaa kaikkein perimmäiseen nurkkaan raaka-ainevarastosta katsoen. Tämän takia tällaisia suunnitteluun luotuja apuvälineitä käytettäessä on lisäksi käytettävä puhdasta maalaisjärkeä ja sovittava tietyistä reunaehdoista ennen suunnittelun aloitusta. Myös raaka-ainevarasto sijoitettiin materiaalien sauhuksen lähelle, joiden voimakas riippuvuus toisistaan tuli esille hyvin Mutherin yhteysuhdepiirrokselta.

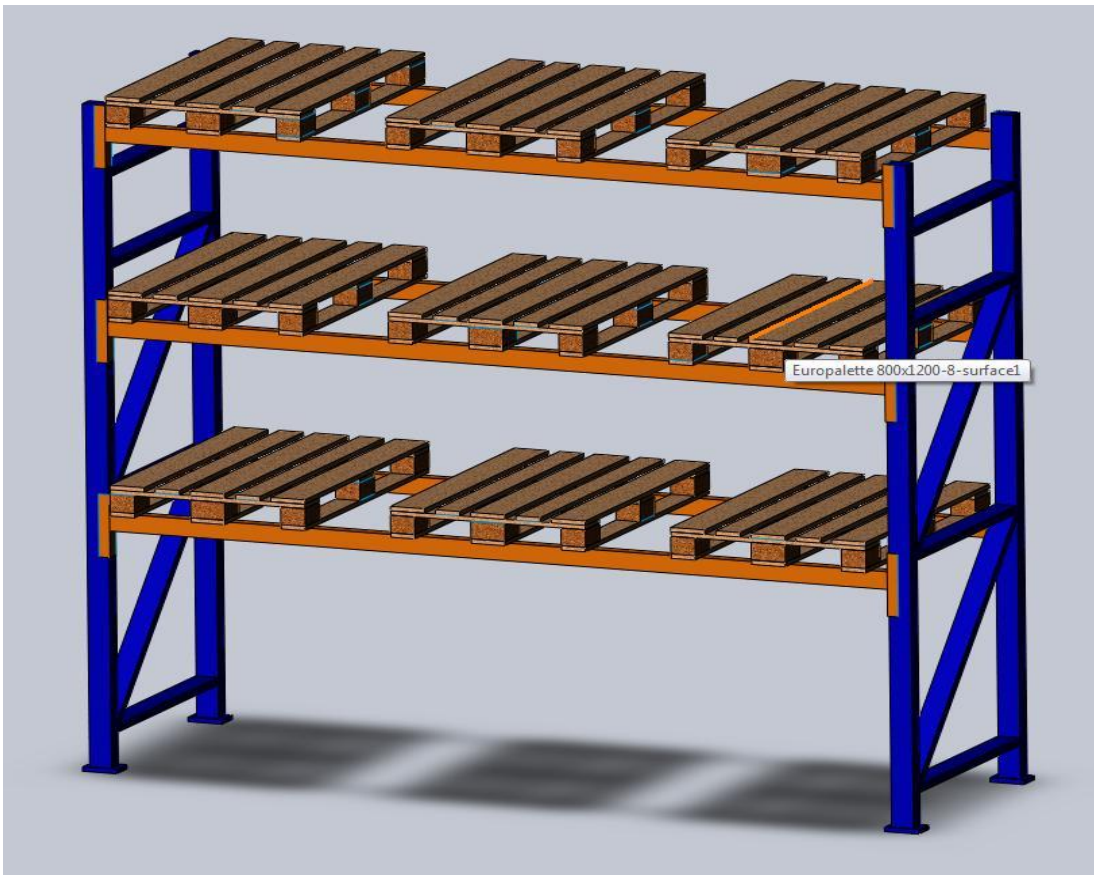
Palfin Oy:ssä raaka-ainevarastoina toimii kaksi tankohyllyä. Näistä toinen suunniteltiin käytettäväksi pitkien tankojen (6 m) varastointiin. Toiseen hyllyyn (kuva 21) voitaisiin sijoittaa lyhempiä raaka-aineita (noin 3 m). Pitkän tavaran hylly sijoitettiin niin, että materiaalin hyllyyn lastaaminen onnistuisi suoraan hallin oviaukosta työntämällä tangot trukkipiikeistä poikittain hyllyyn. Näin välttyttäisiin turhalta nostelulta ja siirtelyltä. Koska lyhemmät tangot eivät ole hyvin painavia, lyhemmän hyllyn lastaus onnistuu nostamalla tangot käsin hyllyyn. Painavampien materiaalien lastauksessa voidaan käyttää apuna hallinosturia.



KUVA 21. SolidWorksilla mallinnettu tankohylly

Palfin Oy:n tuotanto on pääosin sellaista, että valmistettavat tuotteet tehdään tilauksen mukaan ja lähetetään heti valmistuksen jälkeen asiakkaalle. Joidenkin tuotteitten kohdalla on kuitenkin kannattavaa valmistaa kerralla useamman tilauserän tuotteet kerralla. Tämä johtuu muun muassa koneiden asetusajoista sekä työmäärän ja kuormituksen tasauksesta. Tällaiset tuotteet tarvitsevat valmisteveraston. Puolivalmisteverastoja tarvitaan silloin kun työkappaleita ei voida valmistaa suoraan yhdellä koneella vaan ne joutuvat odottamaan valmistusvuoroaan toiselle koneelle.

Valmiste- ja puolivalmisteverastointi toteutettiin yrityksestä jo valmiina löytyvällä kuormalavahyllyllä (kuva 22). Lavahyllyyn mahtuu rinnakkain kolme normaalikokoista kuormalavaa (fin-lava) kolmeen eri tasoon. Yhteensä hyllyyn mahtuu yhdeksän lavaa, lavan suurimman korkeuden ollessa noin metrin. Hyllytasojen alle jää vielä tilaa kolmelle lavalle, missä voidaan säilyttää keskeneräistä tuotantoa. Hyllytila voidaan jakaa niin, että tietyt tasot ovat puolivalmisteille ja loput valmiille tuotteille. Hylly sijoitettiin siten, että se on lähellä hallin pääovea ja vastakkaisella puolella raaka-ainevarastoa. Näin materiaalivirrasta saatiin jouheva ja selkeästi virtaava. Lavahyllyyn edessä oleva alue tuli mitoittaa niin, että hyllyjen lastaus ja tyhjennys trukilla on mahdollista. Lavahyllyyn ja hallin väliin jäävään tilaan sijoitettiin pakkauspöydät, jotta lähtevä materiaali olisi mahdollisimman lähellä ulko-ovea. Näin vältetään turhalta tavaroiden siirtelyltä.



KUVA 22. SolidWorksilla mallinnettu kuormalavahylly

7.3 Kuljetuksen suunnittelu ja toteutus

Logistiikan katsotaan kattavan yrityksen sisäiset ja ulkoiset kuljetukset. Ulkoihin kuljetuksiin luetaan kuuluvaksi maantie-, rautatie-, meri-, ja lentokuljetukset. Tehdasalueella tapahtuvat raaka-aineiden ja puolivalmiiden tuotteiden kuljetukset ovat sisäisiä kuljetuksia. Sisäisiä ja ulkoisia kuljetuksia on joissakin tapauksissa vaikea erotella. Esimerkiksi yrityksen eri tehtaiden väliset kuljetukset katsotaan kuuluvaksi sisäisiin kuljetuksiin, vaikka niissä käytettäisiin ulkopuolista kuljetusliikettä. (Miettinen 1993, 83.)

Työssä keskitytään tarkastelemaan vain sisäisiä tavaran siirtoja, koska ne kuuluvat läheisemmin konepajan tilansuunnitteluun. Siirtomatkojen optimointi on tärkeä osa layout-suunnittelua. Sisäisissä kuljetuksissa ei saa olla pullonkaulakohtia ja kuljetusten on sujuttava ongelmitta eri vaiheiden välillä. Tämän vuoksi kuljetusväylät mitoitettiin tarpeeksi suuriksi, jotta tavaran kuljetus pumppukärryillä ja trukilla on mahdollista. Kaikkien koneiden eteen varattiin alue, johon kuormalava on mahdollista jättää, jottei se ole muiden kuljetusten tiellä. Raaka-ainetankojen siirtomatka katkaisupaikalle mitoitettiin mahdollisimman pieneksi, jotta turhalta siirtelyltä vältyttäisiin. Näin sahattu tanko on myös nopeasti siirretty takaisin raaka-ainevarastoon aihion katkaisun jälkeen. Tankovarastot sijoitettiin siten, että tankojen nosto onnistuu tarvittaessa hallinosturilla. Nosturilla tapahtuville taakkojen siirroille varattiin tarpeeksi suuret välit koneiden välille, jotta tavaraa ei tarvitse kuljettaa koneiden yli, mikä voisi aiheuttaa vaaratilanteita.

Koneet sijoitettiin layout-malleihin siten, että materiaalin kierto hallissa virtaa ennalta määrätyn lenkin kautta (kuva 19). Materiaalin virtaus kulkee siis optimitilanteessa raaka-ainevarastolta koneille ja sieltä suoraan pakkaukseen tai valmistuotevarastoon. Jos valmistettava tuote vaatii useammalla koneella tapahtuvaa työstöä, voi se joutua kiertämään tuotannossa koneelta koneelle ja välillä myös välivaraston kautta. Tämä on kuitenkin hyväksyttävä tämän kaltaisen tuotannon kohdalla, jossa valmistettavat tuotteet vaihtelevat suuresti.

Kierrätys on nyky-yhteiskunnassa jatkuvasti lisääntymässä. Kierrätys vähentää raaka-aineiden kulutusta ja kaatopaikalle joutuvan jätteen määrää. Kierrätysjärjestelmät kasvavatkin voimakkaasti. (Miettinen 1993, 85.)

Konepajaolosuhteissa syntyy paljon kierrätettävää jätettä. Yhtenä suurimpana ryhmänä ovat metallilastujen muodostuminen. Näiden kuljetukseen ja kierrätykseen onkin kiinnitettävä huomiota. Layoutin-suunnittelussa lastukontit pyrittiin sijoittamaan niin, että niiden tyhjentäminen ja kuljettamien olisi mahdollisimman vaivatonta. Lastut joudutaan kuljettamaan aina konttien täytyessä ulkona sijaitsevaan lastulavaan. Muita kierrätykseen ja materiaalin kuljetukseen liittyviä asioita ovat muun muassa roskat, metallijäte, ongelmajätteet, jäteöljy ja leikkuunesteet sekä erilaiset muovijätteet. Työssä ei huomioitu tarkemmin jätteiden kierrätystä, mutta tähän seikkaan kannattaa kiinnittää huomiota, koska kierrättämällä materiaalit tehokkaasti, voidaan niiden hintakehityksen nousua rajoittaa. Tämän täytyy totta kai tapahtua globaalisti, jotta asialla on merkittävää vaikutusta.

Ulkoisten kuljetusten osalta suunnittelussa huomioitiin vain lastausalueen tarpeeksi suuri mitoitus. Hallin pääoven eteen varattiin tarpeeksi tilaa, jotta sinne mahtuisi peruuttamaan kuorma- tai rekka-autot, jotka ulkoisia kuljetuksia toimittavat. Tämän lisäksi tilaa tuli mitoittaa vielä trukin toiminnalle, jotta kuorman lastaus ja purku onnistuu sen avulla. Koska uuden toimitilan rakenteet eivät olleet suunniteltu alkuperäisesti konepajatuotantoon, joudutaan hallin pääovea suurentamaan. Rakenteiden muuttaminen antoi mahdollisuuden määrittää uuden oven sijainnin niin, että sen viereen saadaan tehtyä kulkuovi, jonka kautta henkilöliikenne kulkee.

8 ERGONOMIA

Sana ergonomia muodostuu kahdesta kreikan kielen sanasta: "ergon" tarkoittaa "työtä" ja "nomos" tarkoittaa "sääntöjä" tai "lakia". Vapaasti käännettynä ergonomia tarkoittaa työn suorittamisen lakeja. Ergonomia tieteenalana tutkii keinoja, joilla pyritään välttämään lihasluuperäisiä vammoja työpaikalla. Se on tutkimusta sekä työpaikan suunnittelusta että työntekijän ja työympäristön integroinnista. Ergonomiassa otetaan huomioon muun muassa työntekijän koko, vahvuus, ulottuvuus, näkökyky ja lihasluuperäiset tekijät. Turvallisuus- ja terveysasiat ovat nykyään olennainen osa työympäristön suunnittelua, joten työtilansuunnittelijoiden täytyy jatkaa kouluttautumistaan tällä alalla. Työtilan kultaisena sääntönä voidaan todeta, että työ tai työtila tulee suunnitella siten, että se sopii työntekijälle, eikä niin että työntekijä joudutaan pakottamaan sopimaan siihen. (Meyers & Stephens 2005.)

Vaikka ergonomiaa ei yleisesti lueta kuuluvaksi layout-suunnittelun osa-alueisiin, otettiin se kuitenkin työssä esille, koska ergonomian huomioon ottaminen suunnittelussa parantaa työturvallisuutta ja lisää konepajan tehokkuutta. Ergonomia huomioitiin suunnittelutyössä työkappaleiden ja materiaalien siirtelyn ja työpaikkojen sijoituksen sekä työkohteiden varustelun kannalta.

8.1 Kuljetukset ja nostot

Materiaalin kuljetukseen pyrittiin suunnittelemaan niin leveät kulkuväylät, että kuormalavojen siirtäminen olisi mahdollisimman helppoa. Työpisteiden eteen varattiin myös tarpeeksi tilaa, jotta kuormalavojen siirtely työpisteen läheisyydessä ei aiheuttaisi ongelmia. Tämä vähentää työntekijöiden turhaa räsitystä ja tehostaa myös tuotantoa.

Tankotavaran varastointi suunniteltiin siten, että työntekijä voi siirtää tangot suoraan trukkipiikeistä varastohyllyyn ilman turhaa nostelua. Selkäperäiset sairaudet ja vammat ovat teollisuudessa hyvin yleisiä, joten materiaalin turhaa siirtelyä ja nostelua tulee välttää. Mikäli näitä ei voida eliminoida, tulee ne suunnitella mahdollisimman vaivattomiksi. Taakkojen nostamista helpottamaan Palfin Oy:n uuteen halliin tulee siltanosturi. Aiemmassa hallissa ei ollut siltanosturia, vaan raskaimmat nostot tapahtuivat puominosturilla, jonka ulottuvuus oli kuitenkin rajoittunut vain muutamien työstökoneiden alueelle.

Lastukonttien ja -korvojen tyhjentäminen pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman helpoksi. Koneiden huoltoluukkujen avaamisille jätettiin tarpeeksi tilaa, jotta tarvittavat huoltotoimenpiteet voidaan tarvittaessa suorittaa koneita siirtämättä. Lopputuotteiden varastointi tapahtuu lavahyllyyn, jonka eteen varattiin riittävästi tilaa. Tämä tehtiin siksi, että kuormalavat voidaan nostaa ja siirtää paikoilleen trukilla.

8.2 Työpisteet

”Työtilalla tarkoitetaan sitä teknistä ympäristöä, johon työntekijä on suoraan koskeuksissa. Työtilan arviointi kohdistetaan, koneisiin, apuvälineisiin ja kalusteisiin sekä näiden sijoitteluun ja mitoittamiseen. Näiden vaikutus työn kuormittavuuteen on suuri etenkin silloin, kun työ on lähes paikallaan tehtävää istuma- tai seisomatyötä.

Työtilan järjestelyt riippuvat suuresti työstä ja työvälineistä, minkä vuoksi yksityiskohdaisia työtilan arviointikriteerejä ei ole mahdollista antaa. Työtilan toimivuuden ratkaisee se miten hyvin tekniset järjestelyt mahdollistavat hyvän ja tarkoituksenmukaisesti tuetun asennon ja esteettömät työliikkeet.” (Työterveyslaitos 2001, 8.)

Työpaikkojen sijoittelussa pyrittiin siihen, että työpisteet, joilla yksi työntekijä työskentelee, olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan. Tämä vähentää turhaa työpisteiden välillä kulkua ja mahdollistaa työpisteiden paremman varustelun, koska asettamalla koneet solumaisesti voidaan niiden yhteiset työkalut sijoittaa työntekijälle sopivimmalla tavalla.

Työpisteet suunniteltiin niin, että jokaisella koneella on oma työpöytä sekä lisäksi tarvittaessa työkalukaappi. Lähtökohtana sijoittelussa oli, että työpöydät olisivat optimaalisimmilla paikoilla suhteessa työntekijään ja koneeseen. Työpöydät sijoitettiin 90° kulmaan työstökoneeseen nähden, niin että työpöydällä olevat työkalut ja työkalukappaleet olisivat aina työntekijän ulottuvilla eikä turhaa työpisteiden välistä kävelyä synny. Sijoittelu lisää joissakin tapauksissa tilantarvetta, mutta parantaa vastaavasti työpisteen ergonomiaa. Pyörillä varustetut työpöydät ja työkalukaapit mahdollistavat työpisteen muokkaamisen työntekijän henkilökohtaisen mieltymyksen ja tarpeen mukaan. Työpöytä- ja -tuolien säätömahdollisuuksilla voidaan lisätä työpaikan ergonomiaa ja viihtyisyyttä.

9 YHTEENVETO

Kuten työstä käy ilmi, konepajan tilankäytön suunnittelu ei ole pelkästään toimivan layout-ratkaisun laatimista, vaan suunnittelussa tulee ottaa huomioon monia muitakin asioita. Tuotanto konepajoilla on dynaamista ja kehittyvää, joten layoutin täytyy olla myös muunneltavissa tuotannon kasvaessa tai muuttuessa. Hyvällä tilankäytön suunnittelulla voidaan taata tehokas tuotanto sekä työntekijöille turvallinen ja toimiva työympäristö, mikä parantaa tuotannon tehokkuutta ja laatua.

Layoutin suunnittelun tulisi tapahtua tiimissä, jonka perustana on valmistuksen ja tuotannon tunteminen, jotta yksipuoliselta näkemykseltä vältyttäisiin. Työssä tämä toteutui siten, että asiakkaan kanssa toimittiin yhteistyössä. Yhteistyö johti siihen, että layout-ehdotelmat jalostuivat lopulta tilankäytöltään ja tuotannon toimivuuden kannalta optimoiduimmiksi ratkaisuiksi. Työn edetessä oli opettavaista huomata, kuinka paljon erilainen koneiden sijoittelu voi vaikuttaa tuotannon toimivuuteen ja kuinka pienet koneiden siirrot vaikuttivat koko layout-ratkaisuun ja toimivaan tilankäyttöön.

Layout-suunnittelu on monimutkainen prosessi, jonka toimivan lopputuloksen saavuttamiseen vaikuttavat monet seikat. Tuotantotilan layout onkin aina kompromissi, koska kaikkien tuotannon toimivuuteen vaikuttavien asioiden huomioiminen ja toteuttaminen on lähes mahdotonta. Myös tässä työssä jouduttiin turvautumaan kompromisseihin, jotka johtivat kuitenkin parhaimman lopputuloksen löytymiseen. Lopputulokseksi saatiin työn tilaajan hyväksymä suunnitelma, joka tehtiin valmiiksi toimivassa yhteistyössä. Suunnitelma otetaan käyttöön lähiaikoina ja sen toimivuus voidaan todeta vasta tuotannon toimiessa täydellä teholla. Toivon, että uudet toimitilat ja uusi layout mahdollistavat tulevaisuudessa Palfin Oy:n tehokkaan ja tulokellisen toiminnan.

LÄHTEET

Aaltonen, K. & Torvinen, S. 1997. *Konepaja-automaatio*. Porvoo: WSOY.

Ernvall, T. 2006. *Tavaraliikenne- ja kuljetusjärjestelmät*. LVM Logistiikkaselvitys.

Haapanen, M. & Valta, E. 1990. *Logistiikka*. Espoo: Ekondata.

Kookas. 2011. *Tuotantoa on ohjattava*. Kookas News. [Viitattu 24.4.2011] Saatavissa:

<http://www.kookas.fi/articles/read/1788>

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY.

Meyers, F. & Stephens, M. 2005. *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. 3. painos. New Jersey: Pearson Education.

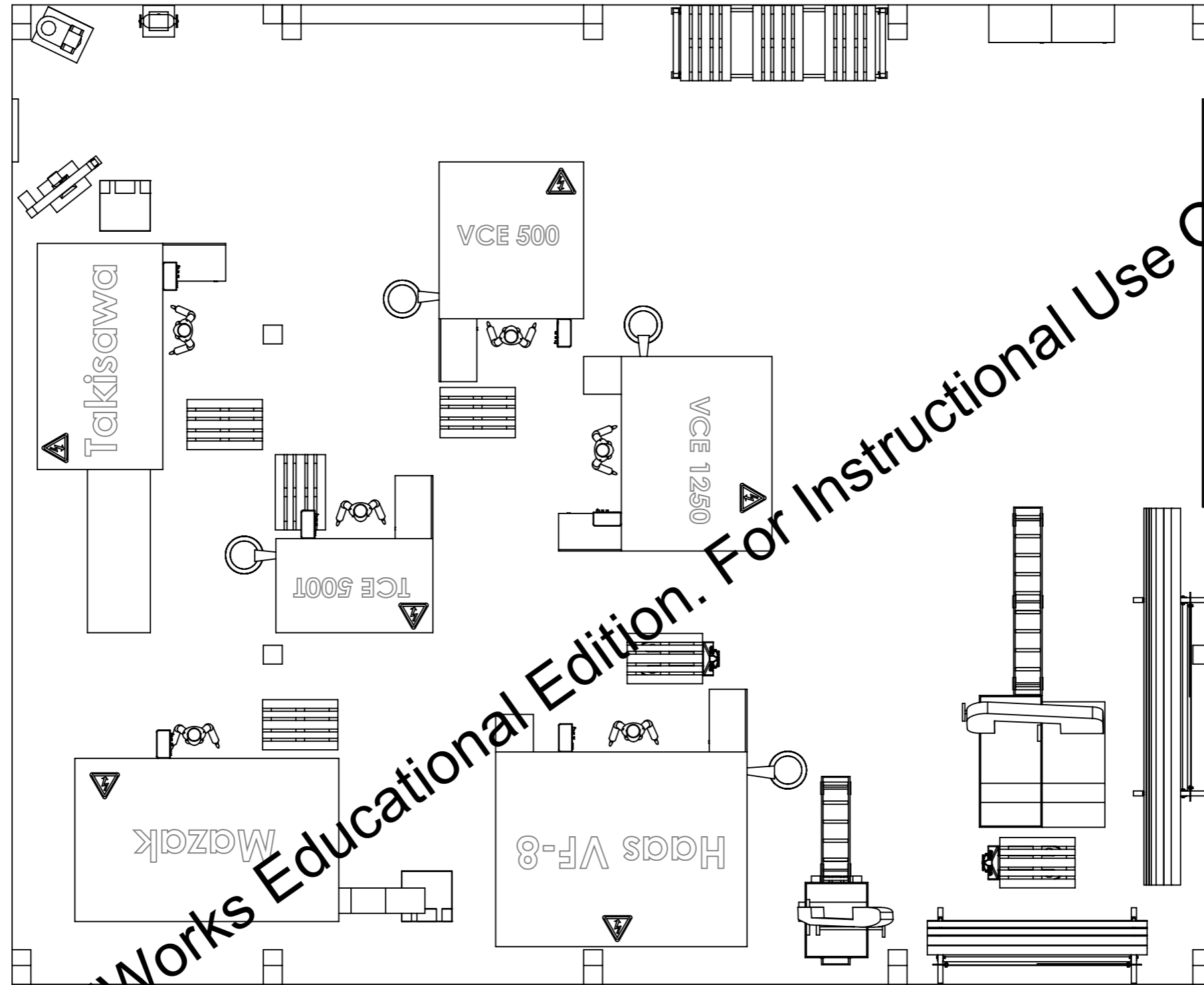
Miettinen, P. 1993. *Tuotannonohjaus ja logistiikka*. ATK-Instituutti. Helsinki: Painatuskeskus.

Tuominen, K. 2010. *Lean – kohti täydellisyyttä*. Mitä Toyota ja lean-yritykset tekevät eri tavalla kuin muut. Helsinki: Readme.fi.

Työterveyslaitos. 2001. *Työpaikan ergonomian selvitys*. Helsinki: Työterveyslaitos.

Uusi-Rauva, E. & Haverila, M & Kouri, I. 2005. *Teollisuustalous*. Tampere. Tammer-paino.

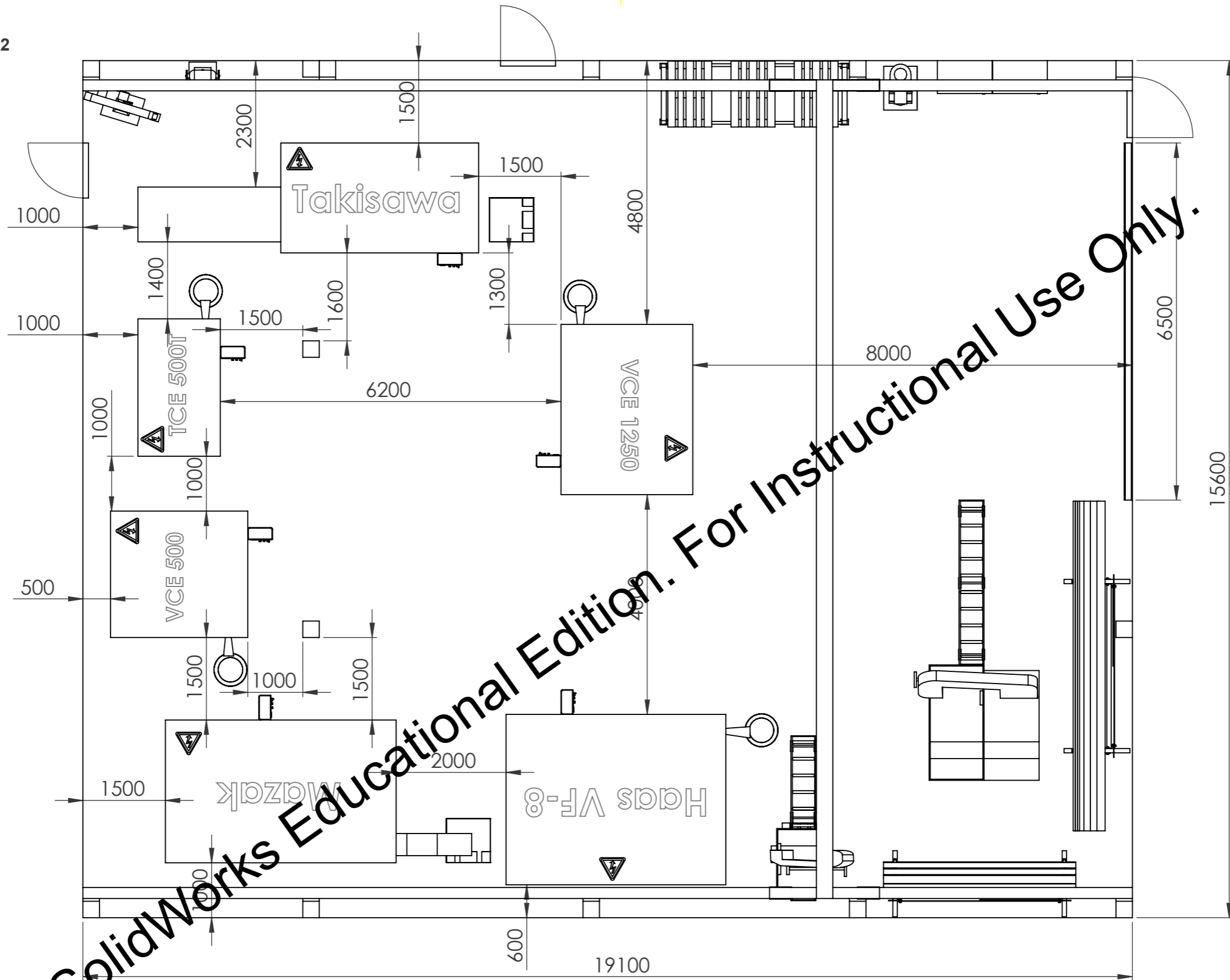
LIITE 3. LAYOUT 1 YLEISKUVA



SolidWorks Educational Edition. For Instructional Use Only.

Yleistoleransi		Mittakaava	Tuote	Liitty	Nimitys	
		1:80		Palfin Oy	Layout yleiskuva	
Suunn.	S.I. 19.4.2011			Entinen		Uusi
Hyv.		Massa		Piirustusnumero		Revisio
		kg		1002		
				Sheet: 1/1	A3	

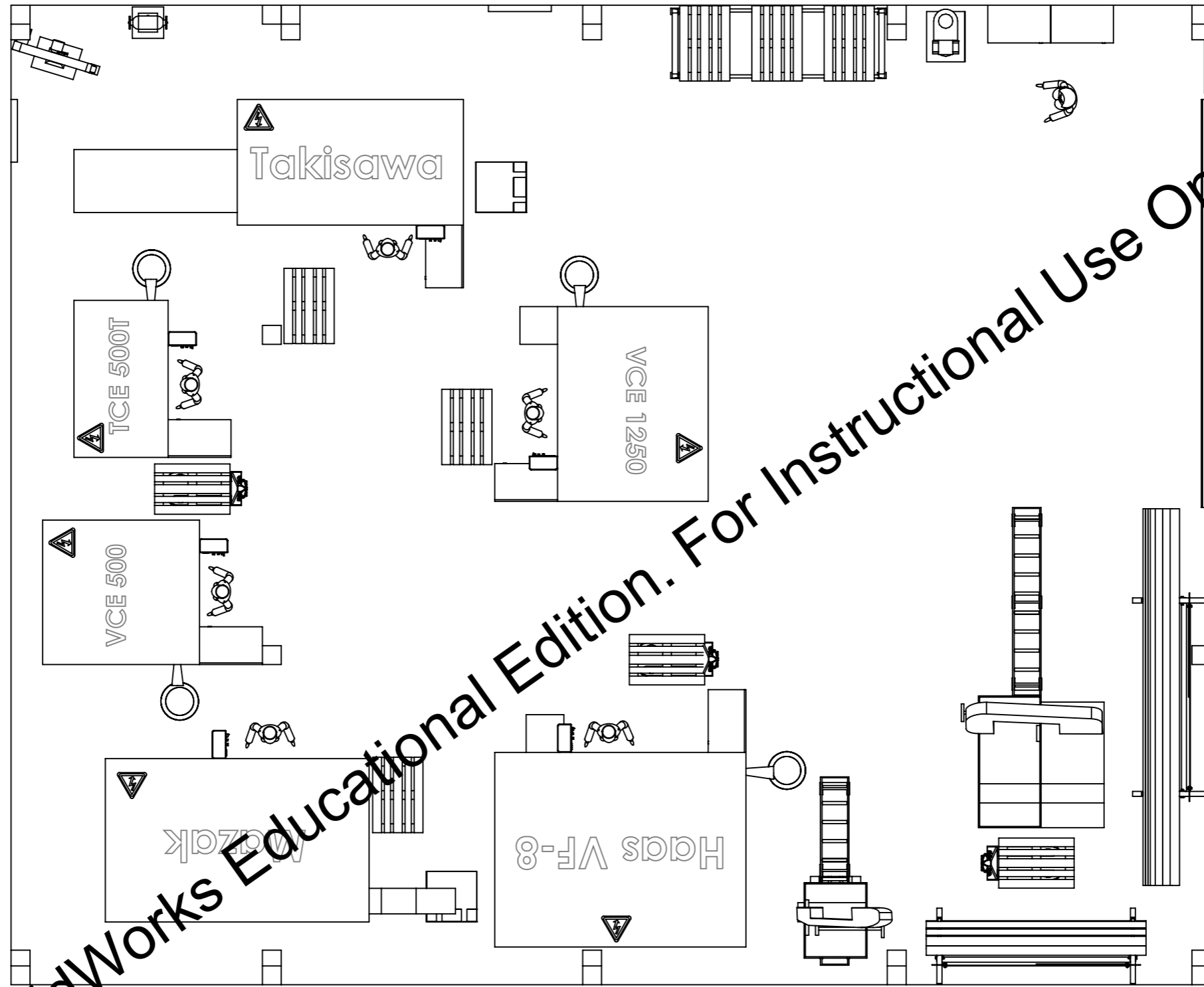
LIITE 4. LAYOUT 2



SolidWorks Educational Edition. For Instructional Use Only.

Yleistoleranssi		Mittakaava	Tuote	Liittyy	Nimitys
		1:80		Layout 2	Layout 2
Suunn.	S.I. 19.4.11		Savonia ammattikorkeakoulu Tekniikka Kuopio		Entinen
Hyv.		Massa			Uusi
		234168.51 kg			Piirustusnumero
					2001

LIITE 5. LAYOUT 2 YLEISKUVA



SolidWorks Educational Edition. For Instructional Use Only.

Yleistoleransi		Mittakaava	Tuote	Liitty	Nimitys	
		1:80	Palfin Oy	Layout 2	Yleiskuva Layout 2	
Suunn.	S.I. 19.4.2011			Entinen		Uusi
Hyv.		Massa		Piiustusnumero		Revisio
		kg		2002		
				Sheet: 1/1	A3	

LIITE 6. KONEIDEN MITAT JA TYÖSKENTELYALUEET

Palfin Oy

Työstökoneiden mitat

4.3.2011

Koneen nimi	Leveys m	Syvyys m	korkeus m	työskentelytila m x m	muuta esim pöydät
Takisawa TA-20	2	4,3	1,8	2 x 1,5	Työpöytä, Lastukontti
Tankolaite	2,6	1	1,5	2,6 x 1	
Micron TCE 500	2,5	1,5	1,8	2,5 x 1	Työpöytä
Micron VCE 500	2,3	2,5	3	2.3 x 1	Työpöytä
Micron VCE 1250	3,1	2,4	3	3.1 x 1.5	Työpöytä, Työkalukaappi
Haas VF-8	4	3,1	3,5	4 x 1.5	Työpöytä, Työkalukaappi
Mazak H-12	4,2	2,6	2,5	4,2 x 1.5	Lastukontti
Saha iso	2,2	2,1	1,5	2 x 1	
Rullapöytä	0,4	3	1	3 x 1	
Saha pieni	1,2	1,2	1,5	1 x 1	
Hiomakone	1	1	1,2	1 x 1	
Porakone	1	1	2	1 x 1	
Smirkeli	0,5	0,5	1	0,5 x 0,5	
Lavahylly	4	1,5	3,5	4 x 4.5	

Layout suunnittelussa huomioitavat seikat

Hallin fyysiset mitat ja huomioitavat seikat (jos ei näy pohjapiirustuksesta):

- Väliseinän kohtalo, hallin keskellä olevat palkit, pääoven koko:
- Kannatin palkkien (pystypalkit) mitat (leveys = _____, Syvyys = _____, Korkeus = _____)
- Kannatin palkkien etäisyys toisistaan (pituus ja leveyssuunnassa):
- Ovet, ikkunat yms.
- Hallinosturin/hallinosturien ratojen ulottuvuus ja paikat (korkeus suunnassa)
- Sähkökaapit, palopostit, lattiakaivot, yms.
- Poistumistiet (onko esim. lakisääteisiä asioita, joita tulisi huomioida?)
- Poistot, paineilma- ja sähköasiat:
- Muut suunnittelussa huomioitavat seikat esim. lakisääteiset asiat

Koneiden fyysiset mitat katsoen työskentelysuunnasta. (Leveys, syvyys, korkeus)

Työstökeskukset:

- Mikron VCE1250 =
- Mikron VCE500 =
- Haas VF-8X =
- Mazak H-12 =

Sorvit:

- Takisawa TA-25 =
- Mikron TCE500T =

Sahat:

- Saha 1 + tarvittavat rullakot (pitkien tankojen sahaus) =
- Saha 2 (tuotantoa tukeva saha lyhemmän materiaalin katkaisuun) =

Muut mahd. suunnittelussa huomioitavat koneet / laitteet:

Koneiden vaatima ns. työskentelytila, johon ei sijoiteta muuta. Katsottuna työskentelysuunnasta. (Leveys, syvyys)

Työstökeskukset:

- Mikron VCE1250 =
- Mikron VCE500 =
- Haas VF-8X =
- Mazak H-12 =

Sorvit:

- Takisawa TA-25 =
- Mikron TCE500T =

Sahat:

- Saha 1 + tarvittavat rullakot (pitkien tankojen sahaus) =
- Saha 2 (tuotantoa tukeva saha lyhemmän materiaalin katkaisuun) =

Muut mahd. suunnittelussa huomioitavat koneet / laitteet:

Varastointi ja hyllyköt

- Lavahyllyjen koko (montako lavaa mahtuu vierekkäin ja päällekkäin), sekä määrä
- Tankotavaran varastointi ja sisään tuominen (ovesta trukilla vai mahd. luukku ulos jne.)
- Muut varastointiin ja logistiikkaan liittyvät seikat: