



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SAHAUSSOLUN LAYOUT- SUUNNITTELU

Lapinlahden Koneistus Oy

TEKIJÄ/T: Heikki Väänänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Heikki Väänänen	
Työn nimi Sahaussolun layoutsuunnittelu	
Päiväys 17.5.2017	Sivumäärä/Liitteet 28
Ohjaaja(t) Lehtori Pertti Varis	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lapinlahden Koneistus Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä layoutsuunnitelma Lapinlahden Koneistus Oy:lle. Työ rajattiin koskemaan yrityksen sahaussolua, johon kuuluvat sahat, raaka-ainevälikammiot sekä aihiovälikammiot. Lisäksi piti suunnitella sylinteriputkien pesukoneen sekä sen välikammiot paikat. Kaikki koneet sekä laitteet täytyi mahtua ennalta määrättyyn tilaan.</p> <p>Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta, tilojen ja laitteiden 3D-mallinnuksesta sekä layoutsuunnittelusta. Teoriatyössä tutkittiin layoutsuunnittelua sekä materiaalivirtoja. Tiedonhankintamenetelmänä käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta sekä internetmateriaalia. Mallinnus suoritettiin käyttämällä SolidWorks-ohjelmistoa.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi kolme eri layoutvaihtoehtoa, joita verrattiin keskenään. Layoutvaihtoehdot esitettiin toimeksiantajalle sekä annettiin suositus parhaasta vaihtoehdosta. Toimeksiantaja tekee päätöksen lopullisesta layoutista sekä jatkotoimenpiteistä. Lopuksi kaikki tilan mallinnukset ja layout vaihtoehdot luovutettiin toimeksiantajalle.</p>	
Avainsanat layoutsuunnittelu, materiaalivirta	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Heikki Väänänen			
Title of Thesis Layout planning of cutting cell			
Date	May 17, 2017	Pages/Appendices	28
Supervisor(s) Mr. Pertti Varis, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Lapinlahden Koneistus Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to create a layout plan for Lapinlahden Koneistus Oy. The work was limited to a cutting cell, which included the saws, material storages and blank storages. In addition a cylinder tube washing machine and tube storage positions had to be planned. All the machines and equipment had to fit in predetermined space.</p> <p>The project included three phases, that were theory, 3D-modelling and layout planning. The theoretical part discusses layout planning and material flow. The information was gathered from related literature and the internet. 3D-modelling was done with SolidWorks modelling software.</p> <p>As a result of the project there were three different layout options, which were all compared to each other. The layout options were introduced to the client. A recommendation about a best option was given to client. The client will decide about the final layout option and about the follow-up. Finally all the 3D-models and layout options were given to the client.</p>			
Keywords layout planning, material flow			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	LAPINLAHDEN KONEISTUS OY	7
3	LAYOUTSUUNNITTELUN TEORIA.....	8
3.1	Terminologia	8
3.1.1	Layout.....	8
3.1.2	Kapasiteetti.....	8
3.2	Layoutin suunnittelun teoria.....	9
3.3	Layouttyypit	9
3.3.1	Tuotantolinja.....	10
3.3.2	Funktionaalinen layout.....	10
3.3.3	Solulayout.....	11
3.3.4	Paikkalayout	12
3.4	Suunnittelun tavoitteet	12
3.5	Muut layoutiin vaikuttavat asiat	13
3.5.1	Rajoitukset	13
3.5.2	Varastointi	13
3.5.3	Materiaalivirrat	14
4	KÄYTÄNNÖN OSA	15
4.1	Tiedon hankinta	15
4.2	Tilan kartoitus.....	15
4.3	Tilan mallinnus	15
4.4	Koneiden mallinnus	17
4.5	Muut tilassa olevat laitteet	18
4.6	Alustava layout	19
5	LOPULLISET LAYOUT-VAIHTOEHDOT	20
5.1	Layout 1.....	20
5.2	Layout 2.....	21
5.3	Layout 3.....	22
5.4	Paras layout-vaihtoehto	23
6	LOPPUTULOS	24
7	YHTEENVETO	25

8 LÄHTEET.....26

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on suunnitella Lapinlahden Koneistus Oy:lle layoutsuunnitelma jo olemassa oleviin tuotantotiloihin. Koko tuotantotilan layout tulee muuttumaan kaikkia koneita myöten. Suunnittelun pääpaino on sahaussolun layoutissa. Yrityksen sahaussoluun ollaan myös hankkimassa uusi saha. Sahaussolu suunnitellaan niin, että vanha ja uusi saha sekä niiden tarvitsemat varastot saadaan toimimaan mahdollisimman sujuvasti. Sahalta tulevien aihoiden pitää liikkua koneille mahdollisimman suoraviivaisesti, jotta vältetään suurilta välivarastoilta. Suunnittelussa otetaan huomioon myös yrityksen muiden osien layoutmuutokset, jotka vaikuttavat myös sahaussolun layoutiin.

Uuden layoutin tavoite on vähentää turhia välivarastointeja tuotannossa sekä saada materiaalivirta mahdollisimman johdonmukaiseksi ja välttämään turhia mutkia. Myös kuljetusmatkojen minimointi on otettava huomioon. Tulevassa layoutissa otetaan huomioon myös koneiden tehokkaaseen käyttöön vaikuttavat asiat, joita ovat esimerkiksi koneiden sijoittelu niin, että yksi työntekijä voi käyttää useampaa konetta samanaikaisesti.

Myös koko tuotantotilan suunnittelu on ajankohtainen, mutta sitä hoitavat yrityksen omat työntekijät. Rajapintana näillä kahdella on tietenkin se, että molempien suunnitelmat vaikuttavat toisiinsa. Sahaussolun suunnittelussa on otettava huomioon koneiden sijoittelu materiaalivirtojen ja välivarastojen sijainnin kannalta. Suunnittelussa ei keskitytä kaikkein pienimpiin yksityiskohtiin, kuten työpöytien ja työpisteellä tarvittavien hyllyjen ja tasojen paikkoihin; nämä jäävät työpisteillä työskentelevien henkilöiden päätettäväksi. Solun sisällä paikat suunnitellaan kahdelle sahalle sekä materiaali- ja aihiovarastoille. Lisäksi suunnitellaan paikat sylinteriputkien pesukoneelle sekä putkien varastohyllylle.

2 LAPINLAHDEN KONEISTUS OY

Lapinlahden Koneistus Oy on Lapinlahdella sijaitseva, vuonna 2005 perustettu koneistusalan yritys. Lapinlahden Koneistus Oy valmistaa komponentteja ja osakokonaisuuksia alihankintana useille eri laitevalmistajille. Yrityksessä työskentelee tällä hetkellä noin 15 työntekijää. Se on perustettu palvelemaan lähialueen yrityksiä alihankinnassa. Yrityksen merkittäviä asiakkaita ovat metsäkonevalmistaja Ponsse Oyj sekä kaivosteollisuudessa toimiva Normet Oy. Molemmat yritykset ovat suuria toimijoita globaaleilla markkinoilla. Muita merkittäviä asiakkaita ovat mm. Hydroline Oy, jolle Lapinlahden Koneistus Oy valmistaa hydraulisylinterin putkia. Näiden avainasiakkaiden lisäksi Lapinlahden Koneistus Oy palvelee alihankkijana useita pienempiä lähialueiden yrityksiä. (Lapinlahden Koneistus Oy)

Lapinlahden Koneistus Oy on investoinut vahvasti konekantaan sekä tuotantojärjestelmiin, jotta se pystyy vastaamaan tehokkaasti asiakkaiden tarpeisiin. Yrityksen jatkuvalla kehityksellä pystytään varmistamaan, että tuotteiden laatu, palvelu ja toimitusvarmuus ovat koko ajan parhaalla mahdollisella tasolla. (Lapinlahden Koneistus Oy)

Lapinlahden Koneistus Oy:n toimitusjohtajana toimii Erkki Litmanen, hallintojohtajana Mirja Litmanen sekä tuotantopäällikkönä Ville Hiltunen. (Lapinlahden Koneistus Oy)

3 LAYOUTSUUNNITTELUN TEORIA

3.1 Terminologia

Tämän osion tarkoituksena on perehdyttää lukijaa termeihin, joita tässä opinnäytetyössä käytetään. Termien hallinta auttaa ymmärtämään lukijaa opinnäytetyön sisällöstä.

3.1.1 Layout

Layout on teollisuuden käytössä vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantotilojen fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkuväylien sijoittelua. Layoutit voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin työnkulun perusteella. Päätyypit ovat tuotantolinja-, solu-, paikka- sekä funktionaalinen layout. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 407.) Tuotannon layout on siis kuin pohjapiirros, josta selviävät kaikkien fyysisten osien paikat sekä mahdollisesti materiaalivirrat.

Layoutin tärkein ominaisuus on saada aikaan tehtaasta ja sen toiminnoista mahdollisimman toimiva sekä kompakti yksikkö. Layoutin suunnittelulla on suuri vaikutus tuotannon materiaalivirtoihin ja siten läpimenoaikaan ja tuotannon tehokkuuteen. (Lapinleimu 2000, 137.)

3.1.2 Kapasiteetti

Kapasiteetilla kuvataan yrityksen tuotantokykyä. Kapasiteetin määrä kuvaa yrityksen kykyä tuottaa asiakkaille näiden haluamia tuotteita tai palveluita oikean määrän oikeassa ajassa. Kapasiteetti käsittää myös yrityksen maksimaalisen tuotantokyvyn. Ryhdyttäessä asettamaan tuotannon maksimaalisen kapasiteetin raja-arvoa täytyy tutkia sekä markkinoita että pitkän ajan tavoitteita. (Vonderembse & White 1996, 268.)

Monet yritykset toimivat maksimaalisen tuotantokapasiteettinsa alapuolella joko siitä syystä, että tuotannon asettaminen kapasiteetin ylärajalle ei ole käytännöllistä tai että yritys voisi reagoida nopeasti uusiin tilauksiin. Tuotannossa on siis käytössä ylimääräistä kapasiteettia, jolla voidaan vastata asiakkaan kysyntään. Usein yritykset ovat myös tilanteessa, jossa osa tuotannosta on kapasiteettinsa ylärajalla ja osassa tuotantoa olisi vielä käytettävää maksimikapasiteettia jäljellä. Näissä tilanteissa kapasiteetin ylärajalla oleva tuotanto rajoittaa koko yrityksen maksimikapasiteettia. (Slack, Chambers & Johnston 2001, 338.)

Yksikön kapasiteetti lasketaan aina yhden avainkoneen käyttämänä aikana. Työkappaleen ajaksi lasketaan vain yhdeltä koneelta varattu aika. Yksiköissä, joissa on toisiaan korvaavia koneita, kapasiteetti lasketaan koneiden käyttämän ajan summana. (Lapinleimu 2000, 133.)

3.2 Layoutin suunnittelun teoria

Layoutsuunnittelulla tarkoitetaan solujen sekä muiden valmistuskokonaisuuksien ja kulkureittien sijoittelua käytettävissä oleviin tuotantotiloihin. Layoutsuunnittelua voidaan tarkastella sekä suppeasti että laajasti. Suppeimmillaan se on vain objektien sijoittelua ja laajimmillaan koko sijoittelun perustana olevan järjestelmän suunnittelua. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.) Tässä työssä keskitytään suppeaan merkitykseen eli pääpaino on objektien sijoittelulla.

Layoutin suunnittelu ja muutoksen toteuttaminen on yleensä pitkä ja hankala operaatio jo pelkästään siirrettävien koneiden ja laitteiden fyysisen koon takia. Olemassa olevan layoutin muuttaminen uuteen voi muutostilanteessa laskea yhtiön tuotantoa, millä voi olla vaikutusta asiakkaiden tyytyväisyyteen sekä tuotannon tehokkuuteen. Layoutin muuttaminen on myös yleensä melko kallis operaatio eikä sitä haluta toteuttaa kuin todellisessa tarpeessa. Jos layout on väärä tai se on väärin toteutettu, siitä on yritykselle merkittävää haittaa mm. varastojen kasvamisena, sekavina materiaalivirtoina, asiakasjonoina, joustamattomana tuotantona sekä huonona tuotannon ohjattavuutena. (Slack ym. 2001, 185.)

Kaikessa layoutsuunnittelussa tulisi lähtökohtana pitää yhtä sääntöä: mitä vähemmän tuotannossa on rajapintoja sekä liittymiä, sen paremmat ovat sekä tuottavuus että ohjattavuus. Rajapintoja muodostuu, kun työt keskeytyvät esimerkiksi siirryttäessä työvaiheelta toiselle. Rajapintoja syntyy mahdollisimman vähän, kun kappale pyritään valmistamaan kerralla alusta loppuun. Rajapintoja ei kuitenkaan pidä ryhtyä poistamaan menetelmien kustannuksella. (Lapinleimu ym. 1997, 311.)

Osavalmistusta ja kokoonpanoa suorittavassa yrityksessä pyritään osavalmistus sijoittamaan kokoonpanon välittömään läheisyyteen. Eri yksiköt kytkeytyvät toisiinsa puskuri- tai imuvarastoilla. Joissakin tapauksissa osavalmistus ja kokoonpano ovat toisiinsa liitettyinä siten, että ei voida suoraan sanoa, missä näiden kahden rajapinta kulkee. Näissä tapauksissa on optimaalista, että yksiköt on sijoitettu peräkkäin työnkulkujärjestyksessä. (Lapinleimu 2007, 137.)

Layoutsuunnittelussa on otettava huomioon seuraavat asiat: (Haverila ym. 2005, 481.)

- Työnvaiheistus kertoo tuotteen työvaiheet ja järjestyksen.
- Tuotantokoneiston suuruus sekä tuotantomuodon ja -tekniikan määrittäminen tapahtuvat tuotantomäärän perusteella.
- Tuotannon aikajänne kertoo, kuinka kauan tuotanto tulee säilymään samanlaisena. Tämä tieto auttaa investointien kannattavuuden laskemisessa.
- Selvitetään tarvittavat valmistusta tukevat toiminnot. Tarvittavia tukitoimintoja ovat mm. jätehuolto, sosiaalitalat, työkaluhuolto ja paineilmakompressori.

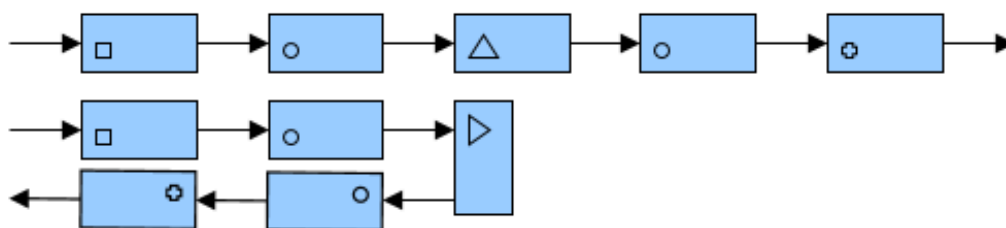
3.3 Layouttyypit

Tämän osion tarkoitus on antaa kuva neljästä eri päälayout-typistä ja niiden soveltamisesta. Jokaisella tyyppillä on omat käyttökohteensa tuotannon suuruuden ja vaihtelun mukaan.

3.3.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjassa (kuva 1) eri koneet ja laitteet on sijoitettu työnkulun mukaiseen järjestykseen. Tuotantolinjaa käytetään suurien määrien valmistamiseen. Linja on yleensä pitkälle automatisoitu ja kuljetukset työpisteiden välillä mekanisoitu. Tuotantolinjan perustamisen edellytyksenä on suuri tuotantovolyyymi sekä kuormitusaste, sillä linjan perustaminen on kallista. Suurien tuotantomäärien sekä tehokkaan tuotannon ansiosta tuotteen yksikköhinta jää alhaiseksi, vaikka investoinnit järjestelmään ovat suuret. Tuotantolinja tarvitsee tehokkaan laadunvalvonnan, koska se voi tuottaa paljon myös virheellisiä tuotteita. Sarjojen tulee olla suuria, sillä asetusajat ovat yleensä todella pitkiä. Tuotantolinjan kapasiteetin muuttaminen on yleensä hankalaa suurien laitekokojen takia. Tuotannonohjaus on tuotantolinjalla helppoa, sillä linjaa voidaan pitää yhtenä kokonaisuutena. (Haverila ym. 2005, 475.)

Tuotantolinja



Kuva. 1 Tuotantolinja (Logistiikanmaailma, 2017)

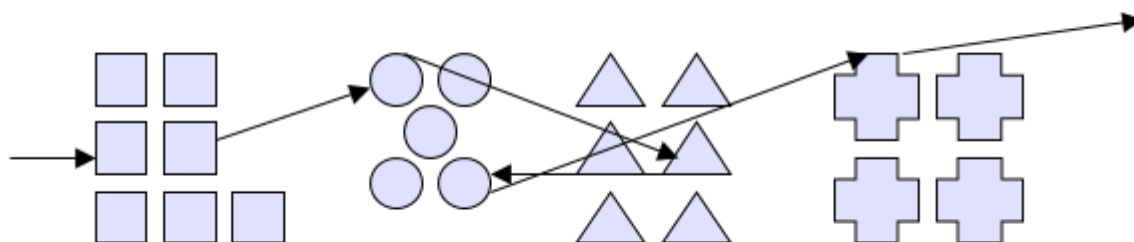
3.3.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa (kuva 2) kaikki koneet ja laitteet on jaoteltu niiden toiminnan ja työtehtävän perusteella. Samaa työtehtävää tekevät koneet ja laitteet ovat samassa ryhmässä. Funktionaalisisessa layoutissa tuotantomäärät sekä tuotetyypit voivat vaihdella. Tuotteita voidaan valmistaa sekä sarjoina että yksittäistuotantona. Koneet ovat yleisimmin yleiskoneita, joilla voidaan valmistaa erilaisia tuotteita. Koska eri ryhmien työkulku on hajanaista, ei materiaalin siirtelyä voida juurikaan automatisoida. Tuotannonohjaus on vaikeampi toteuttaa kuin tuotantolinjassa. Funktionaalisisessa layoutissa tuotannonohjaus perustuu tuotteiden saattamiseen eri koneryhmille juuri oikeaan aikaan, mikä on haastavaa ryhmien välimatkojen takia. Tuotteet kasaantuvat helposti ryhmien välillä oleviin välivarastoihin. Funktionaalisen layoutin hyviä puolia ovat helppo ja halpa toteutus sekä joustavuus erilaisten tuotteiden valmistuksessa. Funktionaalisen layoutin kapasiteettia pystytään kasvattamaan helpommin kuin tuotantolinjan kapasiteettia, mutta tuotantotehokkuus sekä kuormitusaste jäävät alhaisemmiksi. (Haverila ym. 2005, 476.)

Funktionaalisen layoutin valintaan voi vaikuttaa myös koneiden ja laitteiden kuormitus, sillä kaikki tuotteet eivät välttämättä kulje kaikkien työpisteiden läpi. Kuormituksessa saattaa olla suuriakin

vaihteluita. Koneryhmien paikkojen vaihtelulla on erittäin suuri merkitys materiaalivirtoihin, minkä vuoksi se tulee ottaa huomioon layoutia suunniteltaessa.

Funktionaalinen layout



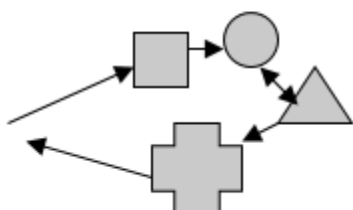
Kuva. 2 Funktionaalinen layout (Logistiikanmaailma, 2017)

3.3.3 Solulayout

Solulayoutissa (kuva 3) muodostetaan erilaisista koneista ja laitteista ryhmä, joka on suunniteltu valmistamaan tiettyjä tuotteita tai suorittamaan niiden työvaiheita. Solulayoutille tulisi suunnitella oma tuoteperheensä, johon kuuluvia tuotteita solussa valmistetaan. Solulayoutissa läpäisyajat ovat huomattavasti lyhemmät kuin funktionaalisisessa layoutissa. Solulayout muodostaa ikään kuin funktionaalisen layoutin ja tuotantolinjan välimuodon. Materiaalivirta solun sisällä työpisteeltä toiselle on hyvin selkeä. Solulayout pystyy joustamaan hyvin sille määritetyn tuoteperheen tuotteiden välillä. Asetusajat ovat solulayoutissa pienet, mikä tekee eri tuotteiden valmistamisesta helppoa. Solulayout sallii eräkokojen vaihtelun; sillä voidaan valmistaa niin yksittäistuotteita kuin pieniäkin sarjoja. Tuotannonohjaus on helppoa, koska solu voidaan käsitellä yhtenä kokonaisuutena. Laadunvalvonta helpottuu verrattuna funktionaaliseen layoutiin, koska työpisteiden välille ei tule välivarastoja eikä pitkiä välimatkoja. Myös virheiden havaitseminen ja korjaaminen on solujen sisällä helppoa. Solulayout on herkempi kuormitusvaihteluille ja tuotemuutoksille kuin funktionaalinen layout.[viite?](#)

Solulayoutia on perusteltu myös hyväksi ratkaisuksi työntekijöiden viihtyvyyden kannalta, koska he saavat itse tehdä työsuunnitelman sekä jaotella työpisteet ja kierrättää työtehtäviä. Nousseella motivaatiolla saadaan aikaiseksi tuottavuutta. (Haverila ym. 2005, 477.)

Solulayout



Kuva 3. Solulayout (Logistiikanmaailma, 2017)

3.3.4 Paikkalayout

Paikkalayoutilla tarkoitetaan tuotantoa, jossa valmistettava tuote ei itsessään liiku eri työvaiheiden välillä, vaan koneet ja laitteet sekä ihmiset liikkuvat tuotteen luo eri työvaiheissa. Paikkalayoutin valinnan perusteena voi olla esimerkiksi tuotteen suuri koko, jolloin sitä ei ole järkevää ryhtyä siirtämään, vaan on helpompaa siirtää tarvittavat resurssit tuotteen luo. Valinnan perusteena voi olla myös tuotteen herkkyys, jolloin sen siirtäminen saattaisi aiheuttaa sille vahinkoja. Hyvä esimerkki paikkalayoutista on esimerkiksi laivanrakennus. Paikkalayout on riippuvainen tarvittavien resurssien ja raaka-aineiden toimituksesta valmistuspaikalle. Materiaalien toimitusten järjestäminen on mietittävä tarkkaan valittaessa tuotteelle paikkalayout. Myös materiaalien väliaikainen varastointi tulee ottaa huomioon. (Slack ym. 2001, 187.)

3.4 Suunnittelun tavoitteet

Tuotannonohjauksen sekä tuotannon optimoinnin kannalta on pyrittävä mahdollisimman selkeisiin materiaalivirtoihin. Yksi suurimmista näihin vaikuttavista tekijöistä on layoutsuunnittelun onnistuminen. Layoutsuunnittelulla on pyrittävä mahdollisimman lyhyisiin sekä johdonmukaisiin materiaalivirtoihin ja kuljetusmatkoihin. Työpisteiden sijoittelulla pyritään saamaan aikaan lyhyet ja yhdensuuntaiset materiaalivirrat, jotta tuotanto olisi jatkuvaa ja saumatonta. (Haverila ym. 2005, 482.)

Pienelläkin muutoksella koneen tai laitteen sijainnissa tuotannossa voi olla suuri merkitys materiaalin läpivirtauksen kannalta, mikä vaikuttaa merkittävästi kokonaistehokkuuteen. (Slack ym. 2001, 184.)

Hyvän layoutin ominaisuuksia ovat: (Haverila ym. 2005, 482.)

- Selkeät materiaalivirrat
- Joustava ja muunneltava layout
- Pieni materiaalien siirtotarve
- Lyhyet kuljetusmatkat
- Tehtaan sisäiset palvelut on sijoitettu käyttöpaikan lähelle
- Materiaalin vastaanotto ja lähetys on tehokasta
- Käytävissä oleva tila on tehokkaasti käytetty
- Turvallisuus ja työntekijöiden tyytyväisyys on otettu huomioon.

Suunnittelussa on otettava huomioon myös mahdolliset muutokset, joita tuotantoon saattaa tulevaisuudessa tulla. Erityisesti suuret ja raskaat koneet ja laitteet, joiden siirtely on vaikeaa ja vaatii erityisjärjestelyjä, kannattaa sijoittaa niin, että niiden sijainti ei estä myöhempiä muutostarpeita. (Haverila ym. 2005, 482.)

3.5 Muut layoutiin vaikuttavat asiat

Layoutsuunnitteluun vaikuttavat käytännön tasolla monet asiat, jotka saattavat rajoittaa tai aiheuttaa muutoksia suunnitelmaan. Layoutsuunnittelu on kokonaisuudessaan monimutkainen prosessi, jossa täytyy ottaa huomioon useita lähtökohtia sekä muuttujia. Kaikkia teoreettisia lähtökohtia ei voida käytännössä ottaa huomioon suunniteltaessa toimivaa ja kustannustehokasta tuotantoympäristöä. Näiden välillä on pyrittävä mahdollisimman toimivaan kompromissiin.

3.5.1 Rajoitukset

Layouteja suunniteltaessa on otettava huomioon käytössä olevan tuotantotilan fyysiset mitat. Suunnittelu olemassa olevaan rakennukseen aiheuttaa enemmän rajoituksia kuin rakennuksen rakentaminen tehtyä suunnitelmaa vastaten. Täysin optimaalista layoutia rajoittavia tekijöitä on paljon, kuten:

- Kantavat rakenteet, esim. seinät pilarit yms.
- Tuotantotilan kattokorkeus
- Suuret koneet ja laitteet, sekä niiden tilantarve
- Ovien ja lastauspaikkojen koko sekä paikka
- Kiinteiden laitteiden sijainti
- Lattian kantokyky
- Sähkö- ja LVI-järjestelmien sijainti

Kaikkien rajoittavien tekijöiden huomioonottamisen jälkeen voidaan selvittää mikä olisi paras mahdollinen optimoitu ratkaisu tutkittuun kohteeseen.

3.5.2 Varastointi

Varastojen suunnittelussa on otettava huomioon monta asiaa. Erilaiset varastot ovat yritykselle tarpeellisia ja yleensä myös täysin välttämättömiä. Tarvittava määrä varastoja mahdollistaa tuotannon sujuvuuden sekä antaa toimitusvarmuutta. Tuotteiden saatavuus sekä toimitusajat muodostavat halutun palvelutason. (Haverila ym. 2005, 443.)

Jos varastoja ei olisi, tuotteiden valmistus häiriintyisi sekä toimitusajat pitenisivät. Tästä aiheutuu puutekustannuksia, jotka muodostuvat seuraavista tekijöistä: (Haverila ym. 2005, 444.)

- tuotantohäiriöt
- tuotantosuunnitelman muutokset ja siitä aiheutuvat aikahäviöt
- kiire, pikatilaukset
- myöhästymissakot ja asiakkaan vaatimat hyvitykset
- kiireestä johtuvat laatu poikkeamat

- menetetyt kaupat toimituskyvyn puutteesta johtuen
- maineen menetys, joka johtaa tilausten vähenemiseen

Varastointi itsessään aiheuttaa kustannuksia, jotka muodostuvat seuraavista tekijöistä: (Haverila ym. 2005, 444.)

- | | |
|---|-----------|
| • varastoihin sitoutuneen pääoman korko | 10–20 % |
| • tilakustannukset | 1-5 % |
| • hävikki | 2-5 % |
| • vakuutukset | 0,5-1 % |
| • yhteensä | 19,5–36 % |

Varastoja ja niiden määrää suunniteltaessa olisi pyrittävä varastokustannusten minimointiin. Ongelmana on, että kustannusten minimointi saattaa aiheuttaa puutekustannuksia. Varastojen suunnittelu tulisikin miettiä niin, että saavutetaan haluttu palvelutaso minimikustannuksin. (Haverila ym. 2005, 445.)

Varastoinnin ongelmana nopeasti kehittyvillä aloilla on se, että varastojen tuotteet saattavat vanheta joko teknisesti tai taloudellisesti. Tuotteista saattaa tulla myyntikelvottomia tai niiden arvo alenee merkittävästi.

3.5.3 Materiaalivirrat

Materiaalivirran lähtöpiste määräytyy yleensä saapuvan tavaran sisääntulopaikan mukaan. Tämä paikka määrittää myös yleensä materiaalivirran suunnan. Kaikki tuotannon ensimmäiset työvaiheet on viisainta sijoittaa materiaalivirran alkupäähän luonnolliseen työjärjestykseen.

Tuotteiden siirto tehtaan sisällä aiheuttaa usein varastointitarpeita johtuen erikestoista työajoista eri työpisteiden välillä. Välivarastointi aiheuttaa layoutin kannalta ongelmia ylimääräisenä tilan tarpeena. Tuotteiden siirtelystä sekä välivarastoinnista syntyy kustannuksia, jotka eivät nosta tuotteen arvoa, joten niitä tulisi mahdollisuuksien mukaan välttää.

Layoutia suunniteltaessa on pyrittävä mahdollisimman tehokkaaseen kompromissiin, kun yritetään pitää välivarastojen määrä mahdollisimman pienenä sekä taata hyvä tuotteiden ja raaka-aineiden saatavuus aina seuraavalla työvaiheella.

4 KÄYTÄNNÖN OSA

4.1 Tiedon hankinta

Opinnäytetyöprosessi alkoi palavereilla, joissa käytiin yrityksen johdon sekä toimihenkilöiden kanssa läpi, mitä laitteita tuotantotiloissa tullaan uusimaan ja kuinka materiaalivirtoja halutaan muuttaa. Yrityksen johto sekä toimihenkilöt toivat hyvin esiin nykyisessä tuotannossa olevat ongelmat sekä toiveet uudesta layoutista. Myös yrityksen työntekijöiltä saatiin hyödyllistä tietoa yrityksen käytännöstä. Varsinkin sahalla työskentelevät työntekijät toivat esiin ongelmakohtia, joita havaittiin myös kesän 2015 harjoittelun aikana. Suunnittelun kannalta oli myös tärkeää tutkia työympäristöä sekä miettiä, kuinka tuotannon tulevaisuudessa haluttaisiin toimivan. Teoriapohjana layoutsuunnitelman tekemiselle käytiin myös läpi suuri määrä layoutsuunnittelun tutkimusmateriaalia. Kyseinen tutkimusmateriaali antoi pohjatiedot layoutin vaikutuksesta tuotannon tehokkuuteen sekä materiaalivirtojen hallintaan.

4.2 Tilan kartoitus

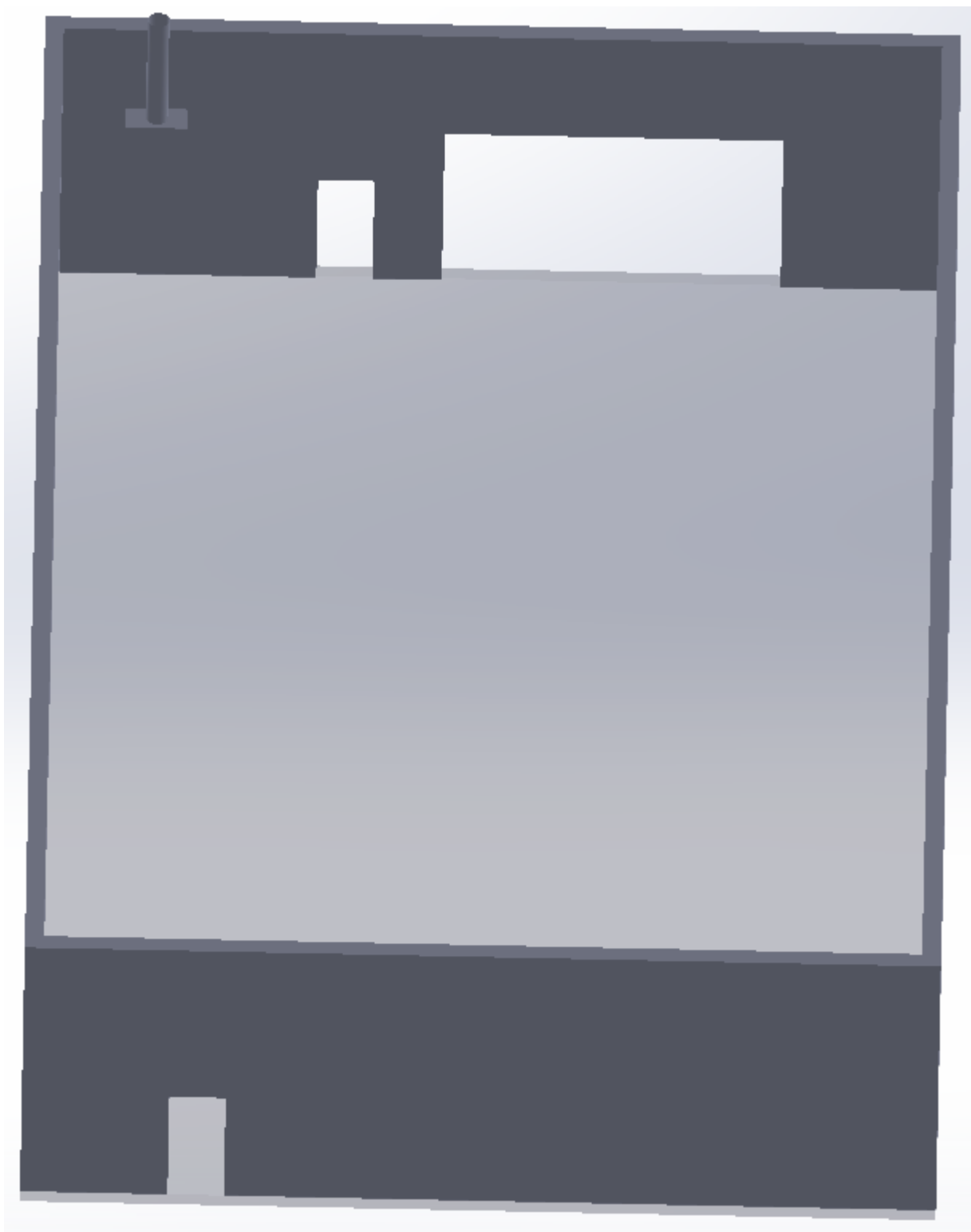
Layoutin tekemistä varten tarvittiin pohjapiirustus käytettävissä olevasta tilasta. Yrityksen johto esitti karkeat vaatimukset siitä, mihin kohtaan tuotantotilaa uusi sahaussolu tulisi sijoittaa ja paljonko sille voitaisiin varata tilaa. Yrityksellä oli olemassa CAD-piirustus tuotantotilasta, ja sitä olisi ollut mahdollista käyttää layoutsuunnittelun pohjapiirustuksena. Olemassa oleva CAD-piirustus oli kuitenkin vain suuntaa antava ja olisi vaatinut päivitystä, joten sitä päätettiin olla käyttämättä. Lisäksi CAD-piirustuksen formaatti olisi aiheuttanut yhteensopivuusongelmia tulevaisuudessa. Edellä mainituista syistä sahaussolulle varatun tilan mittaaminen päätettiin suorittaa käyttämällä laseretäisyysmittaria. Koska solulle varattu tila sijaitsi hallin päädyssä, mittaukset suoritettiin vain tässä osassa tuotantotilaa. Koko hallin mittaaminen olisi aiheuttanut ylimääräistä työtä. Mittauksessa varatusta tilasta otettiin pituus- ja leveysmitta. Lisäksi mitattiin sahaussoluun kuuluvien koneiden, laitteiden ja varastointipaikkojen mitat sekä näiden etäisyydet toisiinsa nähden. Mittauksista saatujen arvojen avulla tulevasta layout-suunnitelmasta saatiin mahdollisimman tarkka.

4.3 Tilan mallinnus

Sahaussolulle varatusta tilasta laadittiin 3D-malli käyttäen SolidWorks-ohjelmistoa (kuva 4). Mallin tekemiseen käytettiin aiemmin mittaamalla saatuja tietoja varatun tilan koosta, sekä koneista ja laitteista. Tätä mallia käytettiin apuna suunniteltaessa eri layout-vaihtoehtoja. 3D-mallin etu on erilaisten layout-vaihtoehtojen helppo vertailu. Lisäksi siitä saa hyvän visuaalisen kuvan siitä, miltä eri layoutit näyttäisivät todellisuudessa.

Tuotantotila mallinnettiin nelikulmaiseksi käyttäen yhdessä suunnassa rajana seinästä seinään olevaa mittaa. Toisessa suunnassa tila rajattiin ennalta määrättyyn kohtaan, johon sahaussolun tulisi mahtua. Todellisuudessa halli jatkuu pidemmälle kuin mallissa, mutta koska tätä tilaa ei ollut mahdollista ottaa sahaussolun käyttöön, pidettiin sen mallinnusta tarpeettomana.

Mallin teko aloitettiin simuloimalla tilalle pohja, joka on tässä tapauksessa betonilattia. Pohjaan lisättiin seinät, joiden korkeus määrittyi niin, että tilaan voitiin mallintaa nosto-ovi. Seiniin lisättiin nosto-oven lisäksi myös henkilöovi sekä varapoistumisovi. Seinien korkeus mallissa on muilta osin tarpeeton tieto, sillä mikään tilassa oleva kone tai laite ei aiheuta korkeusrajoituksia. Tästä syystä tilaan ei mallinnettu lainkaan kattoa.

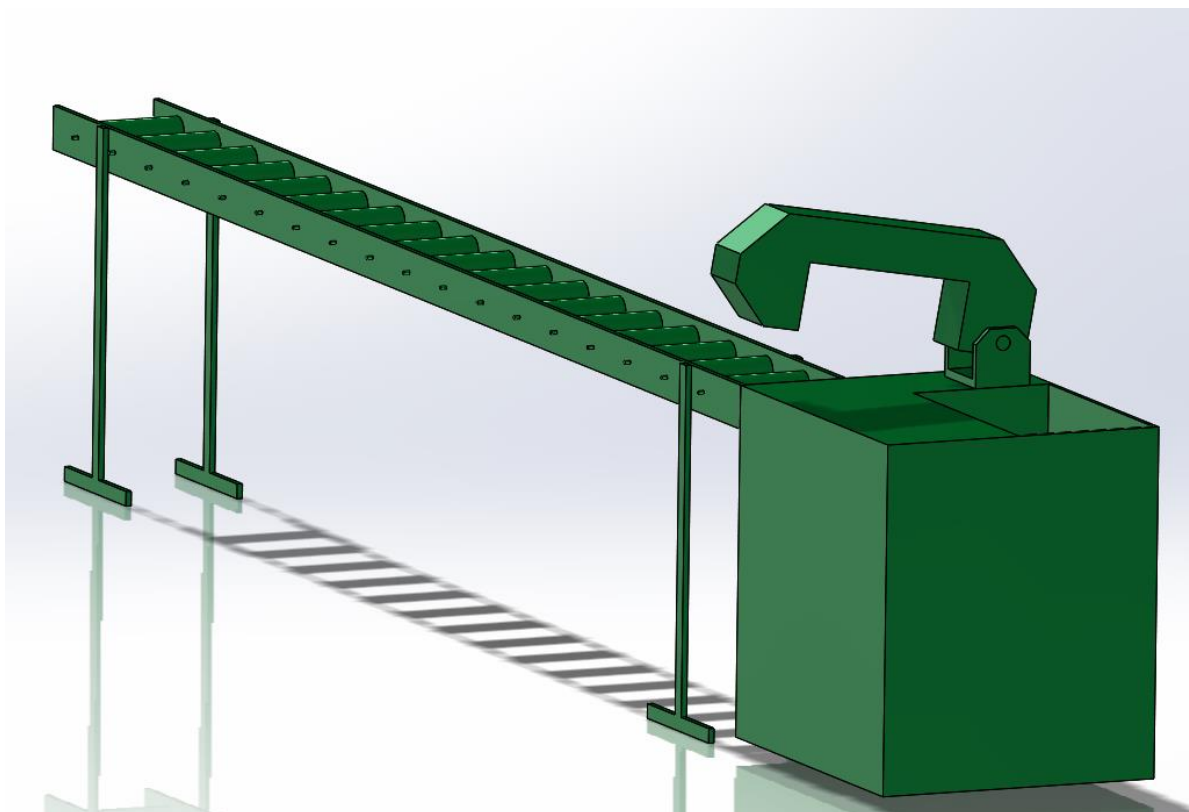


Kuva 4. Hallin pohja

4.4 Koneiden mallinnus

Koneet ja laitteet mallinnettiin melko yksinkertaisiksi käyttäen aikaisemmin saatuja mittoja. Malleihin lisättiin kuitenkin sen verran muotoja ja yksityiskohtia, että mallinnuksesta näkee helposti mistä laitteesta on kyse (Kuva 5). Mallit tehtiin niistä koneista ja laitteista, jotka ovat sahaussolun kannalta oleelliset. Näitä ovat mm. molemmat sahat ja sylinteriputkien pesukone, sekä niihin liittyvät raaka-

aine- ja aihiovarastohyllyt. Lisäksi laadittiin malli seinällä olevasta ilmanvaihtohormista, joka saattaisi aiheuttaa rajoitteita layoutiin.



Kuva 5. Katkaisusaha

4.5 Muut tilassa olevat laitteet

Sahaussolun kanssa samassa tilassa sijaitsee myös sylinteriputkien pesukone sekä sylinteriputkien varastohylly. Nämä tuli säilyttää samassa tilassa, joten niiden sijoittelu oli otettava huomioon layoutia tehdessä. Pesukone on 2 metriä pitkä ja 2 metriä leveä, ja varastohylly on 8 metriä pitkä, joten näiden mitat aiheuttivat huomattavia rajoituksia mahdollisiin layout-vaihtoehtoihin. Sylinteriputket varastoidaan hyllyyn kuormalavoilla, joten varastohyllyn edessä on mahdollista liikkua trukilla.

Opinnäytetyön edetessä työn tilaaja ehdotti, että sahan materiaalin käsittelyyn tulisi pylväsnosturi. Pylväsnosturilla tulisi siirtämään materiaalia hyllyistä sahojen kuljetinradoille. Tähän asti raskaimpien kappaleiden nostot oli tehty hallissa olevalla suurella siltanosturilla ja kevyemmät kappaleet oli nostettu käsin. Pylväsnosturin hyviä puolia on sen nopea käyttö verrattuna siltanosturiin. Siltanosturin siirtäminen muualta hallista aihoiden nostoon vie sahan työntekijältä aikaa. Pylväsnosturin nopean käytön vuoksi myös kevyemmät kappaleet voitaisiin nostaa nosturilla, ja näin saataisiin edistettyä työergonomiaa sekä työturvallisuutta. Pylväsnosturin tarkkoja mittoja ei ollut vielä tiedossa. Työn tilaajalta saatiin raja-arvot, joihin nosturin ulottuvuuden sekä nostokyvyn on asetettava. Näiden perusteella etsittiin yleisesti markkinoilla saatavissa oleva pylväsnostin, jonka perusteella mallinnus tehtiin.

4.6 Alustava layout

Kerättyjen tietojen sekä palavereissa ja keskusteluissa saatujen ideoiden pohjalta alettiin suunnitella alustavia layout-vaihtoehtoja. Alustavan layoutin suunnittelun päälinjoina pidettiin mahdollisimman suoraa ja johdonmukaisia materiaalivirtoja sekä sahoja operoivan työntekijän mahdollisimman tehokasta ajankäyttöä ja mahdollisuutta irtautua myös muihin tehtäviin.

Välivarastojen kokoa haluttiin pienentää tilan säästämiseksi. Layoutin suunnittelussa suurimpana rajoittavana tekijänä oli nosto-oven sijainti. Sahojen tuli sijoittua nosto-oven välittömään läheisyyteen, sillä kaikki sahoille tuleva raaka-aine kulkee kyseisestä ovesta. Sahojen siirtäminen muualle olisi aiheuttanut materiaalivirtojen tarpeettoman pidentymisen. Tässä vaiheessa oli myös otettava huomioon varastoille varattava tilan määrä sekä paikka. Sahaussolu tarvitsee tilan sekä raaka-ainetta aihiovarastoille. Raaka-aineen välivarastolle on varattava tarpeeksi tilaa, jotta sinne voidaan varata tuotannon sujuvuuden kannalta tarvittava määrä raaka-ainetta. Tähän välivarastoon on myös mahdollista sijoittaa sellaista raaka-ainetta, jotka eivät voi olla ulkoisvarastoinnissa. Aihiovarastoissa haluttiin siirtää enemmän siihen, että aihiot menevät suoraan työstökoneille odottamaan jatkokäsittelyä. Tällä tavoin varsinaiselle aihiovarastolle vaadittavan tilan koko vähenisi.

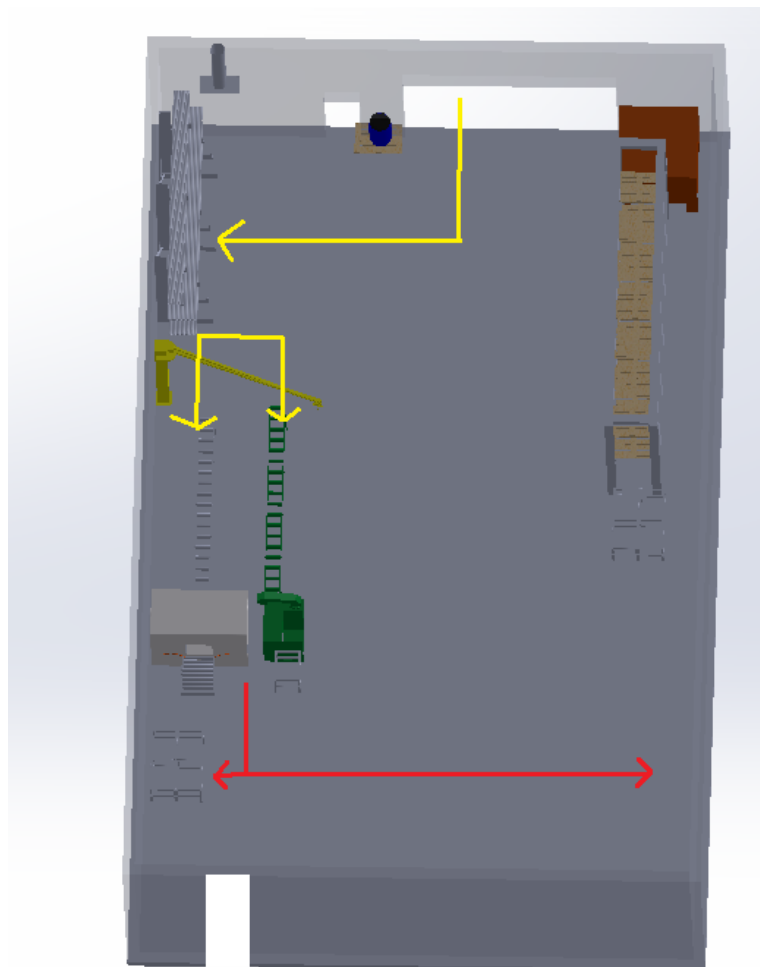
5 LOPULLISET LAYOUT-VAIHTOEHDOT

Lopullisia layout-vaihtoehtoja syntyi kolme. Mahdollisia layout-vaihtoehtoja ei tilojen sekä laitteiden rajoittavien tekijöiden vuoksi voinut kehittää enempää. Layout-vaihtoehtojen suunnittelussa on keskitytty optimoituun tilankäyttöön sekä mahdollisimman sujuviin materiaaliviroihin.

Kuvissa keltaisella on merkitty raaka-aineen kulku varastopaikalle ja siitä eteenpäin sahoille. Punaisella on merkitty valmiiden aihioiden kulku joko välivarastoon tai suoraan työstökoneille, jotka sijaitsevat kuvassa oikealla. Vihreällä on merkitty trukin liikkumatarve.

5.1 Layout 1

Ensimmäisessä vaihtoehdossa sahat sekä niihin liittyvät varastopaikat ja laitteet on siirretty vasemmalle seinälle nosto-oveen nähden pitkittäin. Ovelta katsottuna ensimmäisenä on materiaalivarasto, jonka perässä molemmat sahat ovat rinnakkain. Sahojen ja materiaalihyllyjen väliin on sijoitettu pylväsnostin. Sahojen perään on varattu tarvittava tila sahoilla työskentelylle sekä väliaikaisille aihiovarastoille. Pesukone sekä sylinteriputkien varastohylly on sijoitettu pitkittäin nosto-oven toiselle puolelle omaksi kokonaisuudekseen.



Kuva 6 Layout 1

Layout-vaihtoehdon 1 hyvät puolet ovat:

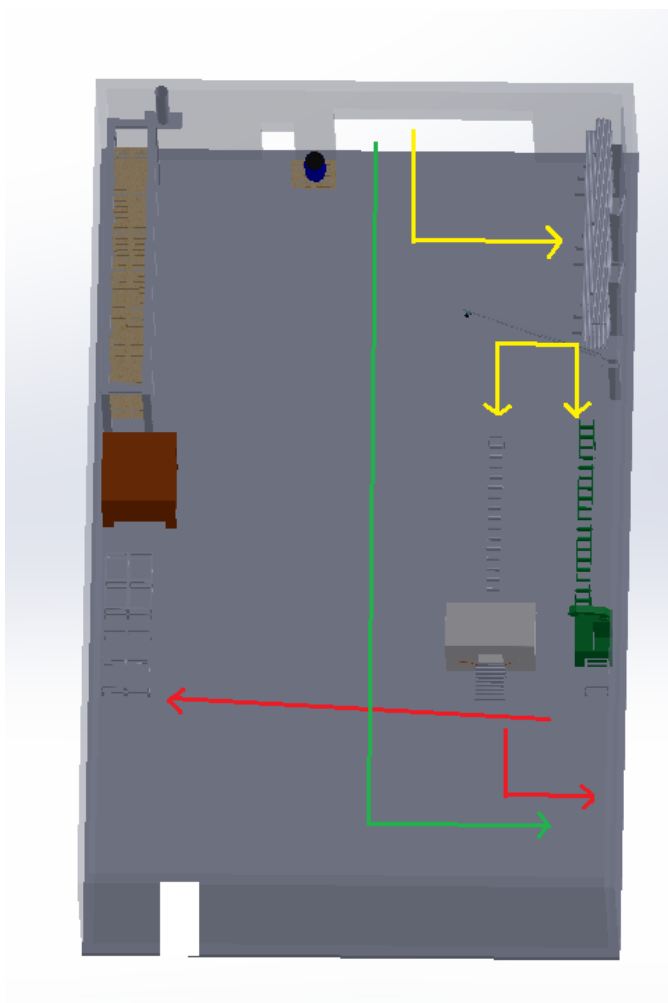
- Sahaussolu vie vain vähän tilaa.
- Raaka-aineen materiaalivirta on suoraviivainen.
- Aihoiden materiaalivirta on suoraviivainen.
- Trukille jää hyvin tilaa liikkua.

Layout vaihtoehdon 1 huonot puolet ovat:

- Putkien pesukoneella työskentelevä työntekijä voi haitata trukin liikkumista.

5.2 Layout 2

Toisessa vaihtoehdossa molemmat sahat sekä niiden varastopaikat ja oheislaitteet on sijoitettu nosto-oven oikealle puolelle. Sylinteriputkien pesukone sekä varastohylly on sijoitettu seinän viereen nosto-oven vasemmalle puolelle. Koneiden ja laitteiden sijoittelu on lähes peilikuva ensimmäisestä layout-vaihtoehdosta, mutta aihoiden välivarasto on vasemmalla seinällä tilan puutteesta johtuen.



Kuva 7 Layout

Layout-vaihtoehdon 2 hyvät puolet ovat:

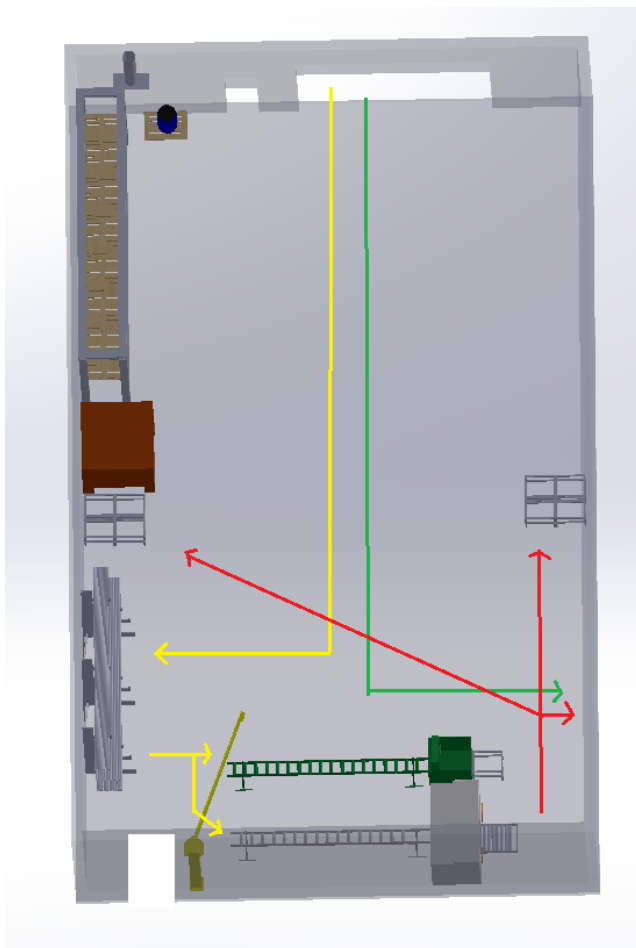
- Putkien pesemiselle on hyvin tilaa.
- Raaka-aineen materiaalivirta on suoraviivainen.

Layoutvaihtoehdon 2 huonot puolet ovat:

- Aihoiden materiaalivirta on kaksisuuntainen, koska välivarastot eivät mahdu enää sahojen päähän. Tämä aiheuttaa aihoiden ylimääräistä siirtotarvetta sekä edestakaisin kuljettamista.
- Sahojen pituus hankaloittaa trukin kulkua.
- Pitkien tankojen siirtäminen trukilla raaka-ainehyllyyn on hankalaa, koska raaka-ainehylly sijaitsee lähellä nosto-ovea, ja tällöin kääntymiselle jää vain vähän tilaa.
- Laitteet vievät paljon vapaata lattiatilaa.

5.3 Layout 3

Kolmannessa vaihtoehdossa sylinteriputkien pesukone sekä putkien varastohylly on sijoitettu vasemmalle seinälle pitkittäin. Sahojen raaka-ainehylly on sijoitettu pesukoneen perään pitkittäin. Saha-ohjaimet on sijoitettu päätyseinälle poikittain nosto-oveen nähden. Sahojen välivarastot on sijoitettu sekä pesukoneen ja materiaalihyllyn väliin että nosto-oven oikealle puolelle jäävään tyhjään tilaan.



Kuva 8 Layout

Layout-vaihtoehdon 3 hyvät puolet ovat:

- Hallin keskelle jää paljon lattiatilaa.
- Kaikki laitteet on sijoitettu yhdeksi kokonaisuudeksi, mikä säästää tilaa.
- Trukille jää hyvin tilaa liikkua.

Layout-vaihtoehdon 3 huonot puolet ovat:

- Raaka-aineen tuonti varastohyllyyn saattaa aiheuttaa vaikeuksia.
- Raaka-ainetankoja joudutaan kääntämään 90 astetta siirrettäessä niitä hyllystä sahoille.
- Valmiiden aihoiden välivarastointi muodostuu epäjohdonmukaiseksi.
- Pääsy varapoistumisovelle saattaa estyä.

5.4 Paras layout-vaihtoehto

Layout-vaihtoehtojen vahvuuksia ja heikkouksia vertailtaessa parhaaksi vaihtoehdoksi nousi ensimmäinen vaihtoehto. Ensimmäisessä layoutvaihtoehdossa materiaalivirrat ovat erittäin suoraviivaiset ja selkeät. Raaka-aineen tuonti trukilla varastohyllyyn onnistuu helposti, koska trukilla on tarpeeksi tilaa kääntyä. Välivarastojen sijainti mahdollistaa lyhyet kappaleiden siirtymämatkat, mikä tehostaa sahoilla työskentelyä. Päätyseinä jää vapaaksi, jolloin sinne on mahdollista sijoittaa yhdestä suunnasta käytettäviä työstökoneita. Näiden koneiden sijoittaminen seinän viereen tehostaa vapaan lattiatilan käyttöä.

6 LOPPUTULOS

Työn loppuvaiheessa pidettiin toimeksiantajan kanssa palaveri, jossa toimeksiantajalle luovutettiin lopulliset layout-vaihtoehdot. Lisäksi toimeksiantajalle luovutettiin kaikki tilojen ja laitteiden mallinnukset. Mallinnukset luovutettiin kuvina, koska varsinaiset simulaatiomallit eivät toimi toimeksiantajan ohjelmilla. Yritykselle esitettiin näkemys layout-vaihtoehtojen hyvistä ja huonoista puolista sekä suositus valittavasta mallista. Lopullisen layout-mallin valinta sekä jatkotoimenpiteet jäävät toimeksiantajan päätettäväksi.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli yrityksessä käytettävien katkaisusahojen sekä niihin liittyvien oheistoimintojen layoutsuunnittelu. Tärkeimpinä lähtökohtina pidettiin materiaalivirtojen sujuvuutta, tehokasta työskentelyä ja käytettävän tilan optimointia. Layoutsuunnittelun onnistumisella on suuri merkitys yrityksen jokapäiväisen toiminnan tehokkuuteen sekä prosessien kannattavuuteen.

Työn suurin haaste oli tiukat rajaukset tilasta, johon koneet ja laitteet tuli sijoittaa. Työn oltua vielä kesken tuli toimeksiantajalta ehdotus lisätä nostin materiaalin siirtoon. Tämä aiheutti suunnitteluun sekä mallinnukseen oman lisätyönsä. Tällaiset äkilliset suunnitelman muutokset tulevat varmasti olemaan työelämässä yleisiä, joten tämä antoi hyvää lisäoppia suunnitteluprosessista. Toimeksiantajan mukaan työ oli erittäin tärkeä, koska koko tuotantotilan layoutsuunnittelu oli ajankohtainen ja yrityksen omat resurssit menivät tuotannon muiden osa-alueiden layoutsuunnitteluun.

Työ oli haastava ja aiheutti välillä epävarmuutta omasta osaamisesta, mutta prosessin edetessä toi myös onnistumisia sekä kehitti taitoja, joita tällaisessa prosessissa tarvitaan.

8 LÄHTEET

Lapinlahden Koneistus Oy. Toimintakäsikirja - Lapinlahden Koneistus Oy.

Lapinleimu, I. 2000. Ideaalitehdas: tehtaan suunnittelun teorian kiteytys. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu, tuotantotekniikan laitos.

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

Logistiikanmaailma. (2017). Logistiikanmaailma: Tuotannon layout. Haettu 27. huhtikuu 2017 osoitteesta <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotantomuodot/>

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri I. & Miettinen A. 2005. Teollisuustalous. Ylöjärvi: Infacs johtamistekniikka.

Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. 2001. Operations management. Harlow: Prentice Hall.

Vonderembse, Mark A., White, Gregory P. 1996. Operations Management, Concepts, Methods and Strategies. USA: West Publishing Company.