



# Arkkileikkauslinjan layout-suunnittelu ja sen vaikutukset materiaalivirtoihin

Toni Gröhn

OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2023

Biotuote- ja prosessitekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Biotuote- ja prosessitekniikan tutkinto-ohjelma

GRÖHN, TONI:

Arkkileikkauslinjan layout-suunnittelu ja sen vaikutukset materiaalivirtoihin

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 4 sivua  
Huhtikuu 2023

---

Opinnäytetyö tehtiin Tibnor Oy:n Järvenpään toimipisteelle. Yritys on yksi johtavia metallin ja terästen jakelijoita, joka tarjoaa myös laajan määrän esikäsittelypalveluita. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä arkkileikkauslinjan layout-suunnittelu ja selvittää sen vaikutukset materiaalivirtoihin. Tämä tehtiin siitä syystä, että tulevaisuudessa yrityksellä on mahdollisesti tarve sijoitella linjoja eri paikoille.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi eri layout-vaihtoehdot ja kerrotaan niiden hyvät ja huonot puolet. Näiden lisäksi kerrotaan myös, mitä muita asioita on hyvä pitää mielessä, kun lähdetään suunnittelemaan uutta layoutia.

Suunnitteluvaihe aloitettiin käymällä läpi nykyinen layout ja keskustelulla työn tilaajan kanssa siitä, mitä mahdollisia vaihtoehtoja tilaajalla on jo valmiiksi mielessä ja voidaanko niitä toteuttaa joko suoraan tai sovelletusti. Näiden vaiheiden jälkeen tehtiin muutama eri layout-vaihtoehto. Eri layouteja arvioitiin ja arvioinnin tuloksena saatiin selville, mikä on paras vaihtoehto.

Insinöörityön lopputuloksena yritys sai kolme eri layout-vaihtoehtoa omaan käyttöönsä ja selvityksen siitä, mikä on tämänhetkisillä tiedoilla paras vaihtoehto. Opinnäytetyön tulos auttaa myös tulevaisuudessa yritystä, jos tulee tarve muokata nykyistä layoutia.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Bioproduct and Process Technology

GRÖHN, TONI:

Design of a New Sheet Cutting Line and Its Effects on Material Flow

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 4 pages

April 2023

---

The goal of this Bachelor's thesis was to design the layout of a sheet cutting line and its effects on material flows. The thesis was commissioned by Tibnor Oy, located in Järvenpää. The company is one of the leading metal and steel distributors that also offers a wide range of pre-processing services. This study was done because in the future the company may need to relocate their lines and machines in different places where they are currently.

The theory part of this work discusses what different layout options there are, and what good and bad sides every layout has. In addition to these things, this work also describes what other things are good to keep in mind when planning a new layout.

The planning phase was started by going through the current layout, and discussing with the customer, what possible options the customer already has in mind, and whether they can be implemented either directly or applied. After these steps, a few different layout options were made. Different layouts were evaluated and as a result of the evaluation, the best option was selected.

As a result of the engineering work, the company received three different layout options for its own use and an explanation of which is the best option based on the current information. The result of the thesis will also help the company in the future, if there is a need to modify its own layout.

---

Key words: AutoCAD, layout, layout design

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	Tutkimusmenetelmät.....	7
3	Tibnor Oy .....	8
3.1	Tibnor Oy:n Järvenpään yksikkö .....	9
3.2	Jatkuva parantaminen .....	10
4	Layout ja varastot.....	11
4.1	Layout--suunnittelu.....	11
4.2	Eri Layout- vaihtoehdot .....	12
4.2.1	Funktionaalinen layout.....	12
4.2.2	Tuotantolinja-layout .....	14
4.2.3	Solu-layout .....	15
4.2.4	Tahti- ja epätahtilinja .....	15
4.3	Varaston ohjaus .....	16
4.3.1	Varastot .....	16
4.3.2	Työnkulkuvarastot .....	17
4.3.3	Puolivalmiste- ja prosessivarastot .....	17
5	Layoutin valinta ja suunnittelu .....	19
6	Layout-suunnittelun toteutus .....	22
6.1	Työn aloitus.....	22
6.2	Nykyinen layout.....	23
6.2.1	Layout-vaihtoehto 1 .....	25
6.2.2	Layout-vaihtoehto 2 .....	26
6.2.3	Layout-vaihtoehto 3 .....	28
6.2.4	Layout-ehdotusten arviointi .....	29
7	Johtopäätökset ja pohdinta .....	30
7.1	Johtopäätökset.....	30
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET .....	33
	Liite 1. Nykyinen layout .....	33
	Liite 2. Layout-vaihtoehto 1 .....	34
	Liite 3. Layout-vaihtoehto 2 .....	35
	Liite 4. Layout-vaihtoehto 3 .....	36

## LYHENTEET JA TERMIT

Arkki	Lopputuote, joka tulee, kun kelaa oikaistaan ja katkaistaan poikittaissuunnassa arkeiksi
AutoCAD	Computer Aided Design. Tietokoneavusteinen suunnittelu ohjelma, jota kehittää Autodesk
DWG	Lyhenne termistä drawing. Tiedostoformaatti, jota käytetään suunnittelussa
FIFO	Varastointityyli, joka tarkoittaa, että ensiksi varastoon tullut, käytetään ensimmäisenä
Layout	Tuotannon suunnittelussa käytetty termi, jolla tarkoitetaan miten tuotantotilat ovat järjestetty
Raina	Lopputuote, joka tulee, kun kelaa leikataan pituussuunnassa halki rainoiksi

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Tibnor Oy:lle. Yrityksellä on mahdollisesti tarvetta tulevaisuudessa muokata omia tilojaan siten, että arkkileikkauslinjan layout muuttuu, jonka seurauksena tämä insinöörityö on syntynyt. Yrityksen kilpailukyvyn jatkumisen kannalta on tärkeää tehdä jatkuvaa kehitystyötä ja selvittää kaikki mahdollisuudet, joilla saada tuotantoa tehokkaammaksi.

Tibnorin tehtaalla Järvenpäässä on kaksi arkkileikkauslinjaa, sekä muutama linja, jotka valmistavat pienemmässä mittakaavassa. Kaikkia linjoja yhdistää se, että raaka-aineet tulevat keloissa ja lopputuotteet joko pakataan lavojen päälle tai ilman lavaa, jonka jälkeen ne lähtevät joko asiakkaalle, tai laitetaan vakiolevyvarastoon. Tämän seurauksena materiaalivirtojen optimointi tehtaassa on todella tärkeää ja siitä syystä tämä opinnäytetyö keskittyy arkkileikkauslinjan layout-suunnitteluun ja miten layoutin muutos vaikuttaa materiaalivirtoihin.

Opinnäytetyössä käydään myös läpi layout-suunnittelun teoriaa. Tässä esitellään, mitä erilaisia layout-vaihtoehtoja on ja mitä hyviä ja huonoja puolia niissä on. Layout-suunnittelun teoriaosuudessa käsitellään myös muut asiat, jotka on hyvä ottaa huomioon, kun aletaan suunnittelemaan layoutia.

Työssä suoritettiin layout-suunnittelu ja sen vaikutus materiaalivirtoihin. Työssä apuna oli yrityksen toimihenkilöt, joilta sai kerättyä tietoa layout-suunnittelusta. Lopputuloksena syntyi kolme eri layout-vaihtoehtoa, ja hyötyarvomatriisin avulla saatiin pisteytettyä vaihtoehdot, jonka seurauksena yksi vaihtoehdoista oli sopivin valinta. Yritys voi hyödyntää opinnäytetyön tuloksia tulevaisuudessa, jos koee sen tarpeelliseksi.

## 2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimustyötä varten kerättiin tietoa haastattelemalla toimihenkilöiltä, joilla on vuosien kokemus yrityksestä sekä tietoa siitä, miten layout-suunnittelua kannatti lähteä toteuttamaan. Haastattelussa oli kaksi työnjohtajaa sekä kaksi tuotannon suunnittelijaa. Haastattelussa heiltä kysyttiin omia näkemyksiä, miten nykyinen tuotanto pyörii ja kokevatko he, että on asioita, joita muuttamalla saadaan vähennettyä materiaalsiirtoja. Haastatteluissa käytiin läpi myös opinnäytetyöntekijän ideoita ja he sanoivat omat mielipiteensä mitä hyvää ja huonoa ehdotuksissa oli. Apuna layoutien tekemiseen käytettiin AutoCADia, joka on yleissuunnitteluohjelma. Microsoft Excel-ohjelmaa käytettiin apuna, kun selvitettiin varastojen saldoja raaka-aineiden ja lopputuotteiden osalta. Exceliä käytettiin apuna myös siinä, että saatiin käsitys kuinka paljon Tibnor toimittaa asiakkaille tuotteita kuukausitasolla.

Tämän työn kokemukseräinen tutkimus on sekä laadullista, että määrällistä tutkimusta. Työn empiirinen, eli kokemukseräinen tutkimus perustuu, havainnoitiin ja mittaamiseen. Kohteen laadun ymmärrys ja merkitys kokonaisvaltaisesti on kvalitatiivista eli laadullista tutkimusta. Laadullinen tutkimus korostui opinnäytetyön alkuvaiheessa, koska täytyi selvittää, kuinka tehtaassa tehdään tällä hetkellä tuotannolliset asiat. Kohteen kuvaus numeroiden ja tilastojen perusteella on kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusta. Työssä selvitettiin millaisia määriä raaka-aineita yritys varastoi ja, kuinka paljon lopputuotteita liikkuu asiakkaille, jotta sai käsityksen yrityksen nykyisistä materiaalivirroista. (Jyväskylän Yliopisto. Tutkimusstrategiat. Luettu 02.11.2022)

### 3 Tibnor Oy

Tibnor Oy kuuluu ruotsalaiseen SSAB konserniin, jonka tuleva fossiilivapaa teknologia on teräksenvalmistuksen ensimmäinen todellinen muutos vuosisatoihin. SSAB koostuu kolmesta divisioonasta SSAB Europe, SSAB Americas ja SSAB Special Steels ja tytäryhtiöstä Tibnor ja Ruukki Construction.

Tibnor on Pohjoismaiden yksi suurimpia metallien ja terästen teräksen jakelija sekä esikäsittelypalveluiden tarjoaja. Tibnorilla on markkinoiden laajin teräs- ja metallivalikoima. Tibnorilla on esikäsittely- varastotoimipisteitä 7 eri massaa ja ne työllistävät noin 1100 työntekijää. Tibnor varastoi ja jatkojalostaa tuotteita Suomessa kolmessa teräspalvelukeskuksessa Hyvinkäällä, Järvenpäässä ja Seinäjoella

Järvenpään Tibnor on erikoistunut arkittamaan asiakkaille määrämittäisiä arkkeja sekä leikkaamaan rainoja asiakastarpeiden mukaan. Leikattavia raaka-aineita ovat

- kuumavalssattu teräs
- kylmävalssattu teräs
- metallipinnoitettu teräs
- maalipinnoitettu teräs
- ruostumaton teräs
- alumiini.

Raaka-aineiden paksuudet vaihtelevat 0,4 mm- 10 mm välillä. Enimmäisleveys kelalla on 2000 mm.



### 3.1 Tibnor Oy:n Järvenpään yksikkö

Järvenpään Tibnorista voi ostaa suoraan varastosta vakiomittaista levyä, joiden kulutus on sen verran suurta, että sitä on järkevää pitää varastossa koko ajan saatavilla. Varastomyynnin lisäksi on saatavilla määrämittäisiä levyjä, sekä rainoja. Rainat ovat tärkeässä osassa esikäsittelypalveluita, sillä tämä tekee sen, ettei asiakkaan tarvitse enää huolehtia jatkojalostuksesta toisen yrityksen kautta, kun saa haluamansa mittaista tuotteita suoraan Tibnorilta. Järvenpään Tibnorin tuotteita ovat

- Arkkilevyt
- Nauhat
- Rainat.

Tibnor tarjoaa asiakkaalle myös erilaisia kalvoituksia arkkeihin, jos asiakkaalle menevä tuotteeseen tarvitaan kalvoitusta. Tibnorilla on myös pari pienempää leikkuria, joissa saadaan leikattua asiakastilaukset, joiden koot sekä määrät ovat pieniä.

### 3.2 Jatkuva parantaminen

Kaikilla Tibnorin työntekijöillä on velvollisuus yrittää parhaansa mukaan parantaa ja kehittää tuotteen laatua omalla toiminnallaan. Jos ongelmia ilmenee, niin pienryhmissä suunnitellaan eteen tulleiden ongelmien ratkaisuja. Kehitysideoiden ei tule olla aina isoja, vaan pienilläkin ideoilla saattaa olla suuri vaikutus tulevaisuuteen. (Lean 5. Jatkuva parantaminen)

Asioita joita työntekijä voi kysyä itseltään

- Miten työ voidaan tehdä paremmin
- Onko mahdollisuus kehittää työn kulkua
- Jos joku hankaloittaa työntekoa niin miten siitä pääsee eroon.

Yleensä jos työssä on ongelmia, niin ne koetaan negatiivisena, vaikka tosiasiallisesti ne tulisi aina kokea mahdollisuutena kehittää turvallisuutta sekä laatua. Toimivuuden ja laadun kehittämisellä prosessin aikana on iso vaikutus yrityksen parantamiseen yrityksen kannalta. (Kouri 2010)

## 4 Layout ja varastot

Tässä kappaleessa käydään läpi layoutien ja varastojen teoriaa. Tuotantolaitoksessa on hyvin tärkeää, että layout on toimiva, jotta työ on sujuvaa. Varastot ovat myös usein isossa osassa yrityksen toimivuutta. Aluksi kappaleessa käydään yleisellä tasolla layout-suunnittelua ja perehdytään tarkemmin eri tyyppisiin layouteihin ja kerrotaan niiden hyvät ja huonot puolet, jotka kannattavat ottaa huomioon, kun aletaan suunnitella päivitystä layoutiin.

Varastoja on myös monenlaisia ja vaikka ne eivät ole aina elintärkeitä yritykselle, niin monessa varsinkin isommassa yrityksessä varastot ovat todella tärkeitä. Ja onkin hyvä tietää, minkälaisia varastoja käytetään tiettyihin kohteisiin. Varastojen tärkein tehtävä on varastoida yrityksessä raaka-aineet ja lopputuotteet. Hyvin toimiva varastokokonaisuus parantaa materiaalivirtauksen sujuvuutta, taaten usein asiakastytytyvyyden.

### 4.1 Layout-suunnittelu

Tuotantoympäristössä layoutilla tarkoitetaan fyysisten tuotantoelementtien, kuten koneiden ja varastojen sijoittelua. Layout-suunnitteluun sitoutuu paljon työtä, aikaa sekä rahaa eikä sen muuttaminen ole helppoa. Layoutilla on kuitenkin todella suuri merkitys tehokkuuden ja tuotannon sujuvuuden kannalta ja kuin tuotanto on sujuvaa, niin materiaalivirtojen tehokkuus kasvaa. (Logistiikan maailma)

Layout-suunnittelussa haasteeksi muodostuu se, miten saadaan hyödynnettyä tuotannon tilat tehokkaasti laitteiden ja koneiden osalta. On hyvä muistaa, ettei liian tiivistä voida laitteita sijoittaa, sillä muuten ei jää riittävästi tilaa itse työn tekemiseen. Materiaalivirtojen tehokkuuden kannalta on tärkeää, että materiaalin sisäiset siirrot tuotantolaitoksella ovat mahdollisimman lyhyitä ja tämä onkin syytä ottaa huomioon, kun tehdään layout-suunnittelua. Suunnittelussa tulee myös huomioida layoutin muokattavuus, jos tulevaisuudessa työnkulussa tai tuotteissa tulee muutoksia. Muokattavuus auttaa siihen, ettei tarvitse pienempien muutoksien takia suunnitella koko layoutia uudestaan (Haverila ym. 2009, 482).

Layout-suunnittelussa on otettava huomioon monta eri tekijää, jonka takia sen toteuttaminen on haastavaa. Tämän seurauksena kompromissi on usein paras

vaihtoehto layout-suunnittelua tehdessä, sillä optimaalisinta ratkaisua tuotannon eri osa-alueille ei pystytä toteuttamaan. (Haverila, ym. 2009, 480–481)

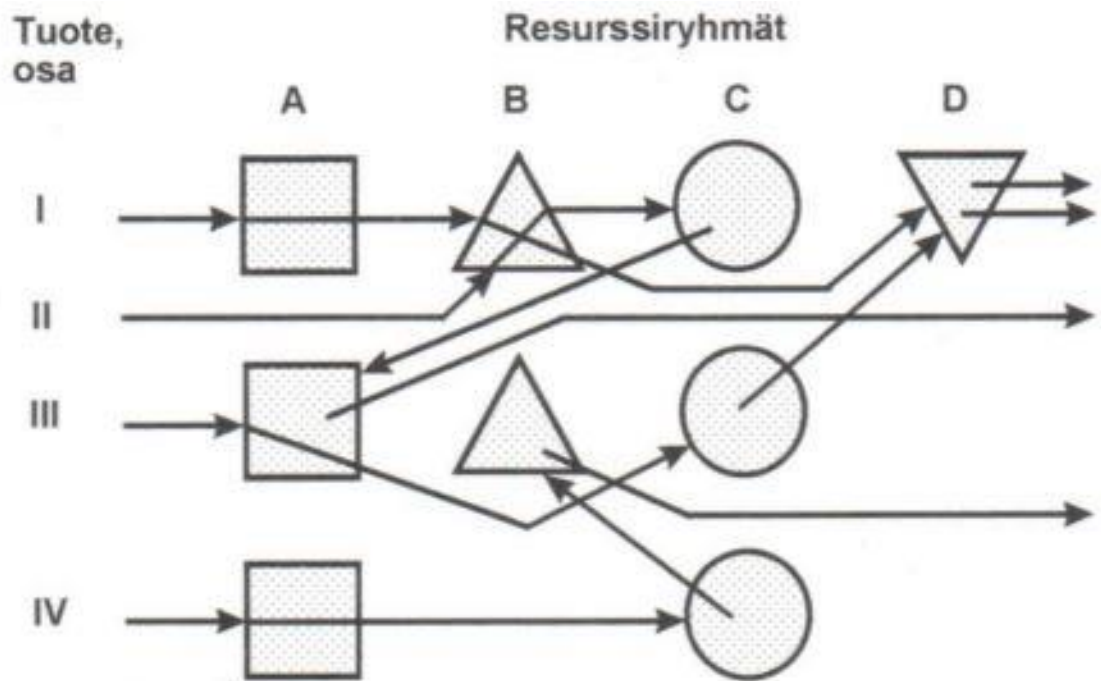
## **4.2 Eri Layout- vaihtoehdot**

Layouteja on erilaisia, jotka jaetaan kolmeen eri päätyyppiin riippuen tuotantovälineiden sijoittelusta. Kolme päätyyppiä ovat funktionaalinen, tuotantolinja ja solu. (Haverila ym. 2009, 475). Jokaisessa tyypissä on omat hyvät ja huonot puolet ja niistä enemmän seuraavissa alakappaleissa.

### **4.2.1 Funktionaalinen layout**

Funktionaalisessa layoutissa saman tyyppisten työvaiheiden suoritus tehdään samassa paikassa. Usein kun layout on funktionaalinen, niin nimeäminen tapahtuu valmistustapaa kuvaavasti esimerkiksi viilaamo tai hitsaamo.

Yksi isoimmista eduista tässä tyypissä on tuotejoustavuus. Tämä layout-vaihtoehto antaa mahdollisuuden valmistaa kaikkia tuotteita, mitä resursseilla on mahdollista ylipäättään valmistaa. Toinen iso etu on kapasiteetin käytön tehokkuus. Järjestelmässä pystytään laittamaan tulevat työkappaleet odottamaan vuoroaan, joten saadaan keskeytymätön jatkumo työlle. Tämän seurauksena käyttöaste on hyvin lähellä sataa prosenttia. Alla olevassa kuviossa 1 on funktionaalisen layout-tyyppin periaate. (Lapinleimu ym. 1997, 80)



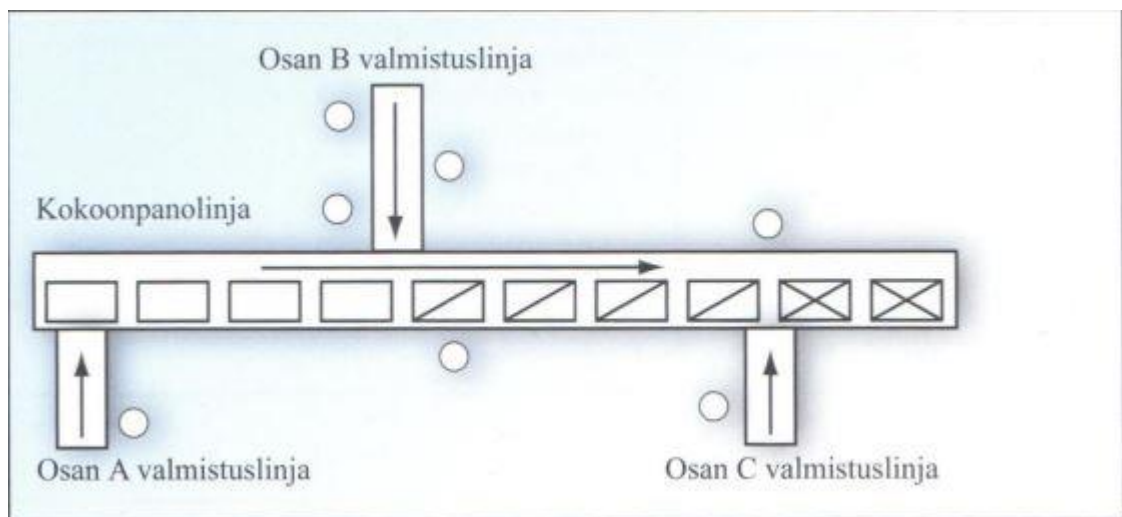
KUVIO 1. Funktionaalinen järjestelmä, jossa järjestelmän läpi kulkee tuotteet ja resurssit työstöjärjestyksen mukaisesti. (Lapinleimu ym. 1997, 80.)

Huono puoli funktionaalisessa järjestelmässä on se, että risteävää materiaalivirtaa on suhteellisen paljon, sillä materiaaleja on siirrettävä eri tuotanto-osastojen välillä. Toinen iso ongelma kyseisessä järjestelmässä on tuotannonohjattavuuden haasteet. Kohteita, jotka vaativat ohjattavuutta on paljon, ja sen seurauksena myös työnjohdolle kertyy enemmän töitä, kuin muissa layout tyypeissä. Tuotannonohjaus on tapa, jolla yritys yrittää savuttaa tavoitteensa tuotteiden laadun, määrän ja toimitusaikojen puolesta. Funktionaalisessa layoutissa tuote kulkee pisteeltä toiselle, aiheuttaen haasteita tuotannonohjattavuuteen verrattuna muihin layout-vaihtoehtoihin. Siitä johtuen automatisointi on myös hankalaa. Funktionaalinen järjestelmä onnistuu parhaiten, kun vaiheita ei ole paljoa ja määrä pidetään pienenä (Lapinleimu ym. 1997, 80–81).

#### 4.2.2 Tuotantolinja-layout

Tuotantolinja-layoutissa laitteet ja koneet sijoitetaan työnkulkujärjestykseen. Tätä järjestelmää käytetään esimerkiksi kokoonpanoon ja osien valmistukseen (Lapinleimu ym).

Usein tuotantolinja-layoutia käytetään, kun valmistetaan yhtä tiettyä tuotetta. Järjestelmää voidaan myös muuttaa siten, että se on joustava, joten sillä voidaan myös valmistaa useita erilaisia tuotteita. Tässä järjestelmässä asetusajat ovat suhteellisen pitkiä, joten tämä on hyvä vaihtoehto, kun valmistetaan yhtä tuotetta paljon eli toisin sanoen pitkiä sarjoja. Tuotantolinja-layoutissa automatisointi on helpompaa kuin funktionaalisessa-layoutissa sekä työnkulku selkeämpää, joten tuotteiden valmistus on tehokasta. (Haverila ym. 2009, 476) Alla olevassa kuviossa 2 on esimerkki tuotantolinjan toteutuksesta.



KUVIO 2. Tuotantolinja-layout (Haverila ym. 2009, 476).

Jotta tämä järjestelmä on optimivaihtoehto, se tarvitsee korkean kuormitusasteen ja suuret tuotantomäärät. Tässä järjestelmässä on suurimmat kustannukset verrattuna muihin. Hyvinä puolina tässä on jo edellä mainitut automatisointi ja selkeä työnkulku.

Huonona puolena tässä on, että koko linja pysähtyy, kun jossain kohtaa järjestelmää tulee häiriö. Eli linjan häiriönsietokyky on heikko. Myös korjauskustannukset ovat korkeat tässä järjestelmässä. (Haverila ym. 2009, 476)

### 4.2.3 Solu-layout

Solu-layoutin tarkoituksena on yhdistää useampi yksittäinen työvaihe yhdeksi ja samaksi työvaiheeksi. Tässä järjestelmässä tuotteet valmistetaan niin valmiiksi kuin mahdollista, joten solussa on monta erilaista vaihetta, esimerkiksi koneella tehtäviä töitä tai käsillä tehtäviä.

Solu-layout tulee olla kehitettävissä, jos myöhemmin tulee tarve valmistaa erilaisia tuotteita kuin aikaisemmin. Koneet, joita käytetään solussa pitää pystyä päivittämään tämän seurauksena. (Lapinleimu ym. 1997)

Lapinleimun mukaan solu määritetään itsenäiseksi yksiköksi, jos siinä on

- oma alue
- oma tuotantokalusto
- henkilöstö työryhmän muodostamiseksi
- omat nostolaitteet
- oma tuotteisto
- vastuu toiminnastaan.

Solussa työpisteitä on enemmän kuin henkilöstöä, ja tämän seurauksena työtä tekeville vaaditaan moniosaamista. (Lapinleimu ym. 1997)

Solu suunnitellaan siten, että solun tuotteistossa on erilaisia komponentteja. Solun tuotteisto määritetään teknologia- tai lopputuoteperusteisesti. Teknologiape-  
rusteissa määräytyvässä solussa tuotetaan samanlaisia komponentteja ja lopputuoteperusteisessa solussa valmistuu komponentteja lopputuotteisiin. (Lapinleimu ym. 1997)

### 4.2.4 Tahti- ja epätahtilinja

Kaikkialla tuotantomäärien takia materiaalivirtoihin pitää kiinnittää huomiota. Aikahäviö on oleellinen osa, kun mietitään optimaalista tuotantolinjaa. Tuotantolinjasuunnittelu on tasapainoilua aikahäviön ja linjan sujuvuuden välillä. Tuotantolinjan tasapainottamiseen on kehitetty tahtiaika (Haverila ym. 2009). Tahtiaika lasketaan seuraavalla kaavalla 1.

$$Tahtiaika = \frac{aika}{haluttu\ tuotanto}$$

Tahtiajan avulla lasketaan työasemien lukumäärä. Kappaleen kokonaisvalmistusaika jaetaan tahtiajalla, tämän seurauksena saadaan tulos, joka kertoo, kuinka monta työpistettä tarvitaan. (Haverila ym. 2009)

Tahtilinjassa ei käytetä ollenkaan puskurivarastoja, sillä työvaiheet ovat kytketty toisiinsa. Tahtiaika, jonka välein tuote valmistuu, määräytyy sen mukaan, mikä on pisimmän työvaiheen kesto. (Lapinleimu ym. 1997)

Puskurivarastoja käytetään epätahtilinjassa. Työvaiheissa voi olla samaan aikaan eri kappaleita työstössä. Puskurivarastossa tulisi olla paikkoja tarpeeksi, jotta sinne mahtuu kaksi eri erää tuotteita. Ensimmäisestä puskurivarastosta otetaan linjalle tulevat kappaleet ja toiseen puskurivarastoon menee valmiit kappaleet, jotka epätahtilinjalta ovat valmistuneet.

### **4.3 Varaston ohjaus**

Varaston ohjaus tapahtuu ensisijaisesti FIFO-periaatteella. FIRST IN, FIRST OUT, eli FIFO:lla tarkoitetaan sitä, kun materiaalia, niin lähtökelaksi valikoituu kela, joka on saapunut ensimmäisenä varastoon. Tämä edesauttaa sitä, että tuotteet eivät jää varastoon seisomaan. Suunnittelun täytyy aina ottaa huomioon, että mitä lähtöainetta on järkevin käyttää, jottei romua synny, joten aina ei FIFO-periaatetta voi käyttää.

#### **4.3.1 Varastot**

Varastot ovat todella tärkeä osa tuotantolaitosta, sillä niiden avulla varastoidaan raaka-aineet sekä lopputuotteet. Myös välivarastot ovat tärkeitä, jos työstetään jotain, mikä menee yhden vaiheen kautta toiselle linjalle. Yksi suurimmista kuluista yritykselle onkin eri varastot, sillä niihin yleensä sitoutuu suuret määrät pääomaa. Kustannuksia varastoissa nostaa myös materiaalin käsittelyt sekä materiaalin siirrot (Haverila ym. 2009).



Aina ei tarvita varastoja, mutta se vaatii miltei täydellistä valmistusprosessia ja äärimmäistä kontrollia, jottei virheitä tapahtuisi. Varastojen isojen kustannusten takia varastojen koko tulisi olla niin pieni kuin mahdollista. (Lapinleimu ym. 1997).

#### **4.3.2 Työnkulkuvarastot**

Yksi kolmesta välivarastotyyppistä on työnkulkuvarasto. Ne toimivat osana valmistusta ja ovat tärkeä osa materiaa livirtauksen sujuvuuteen. Tämän varastotyyppin päätehtävä on tasata eri työvaiheiden nopeuserot. (Lapinleimu ym. 1997, 100)

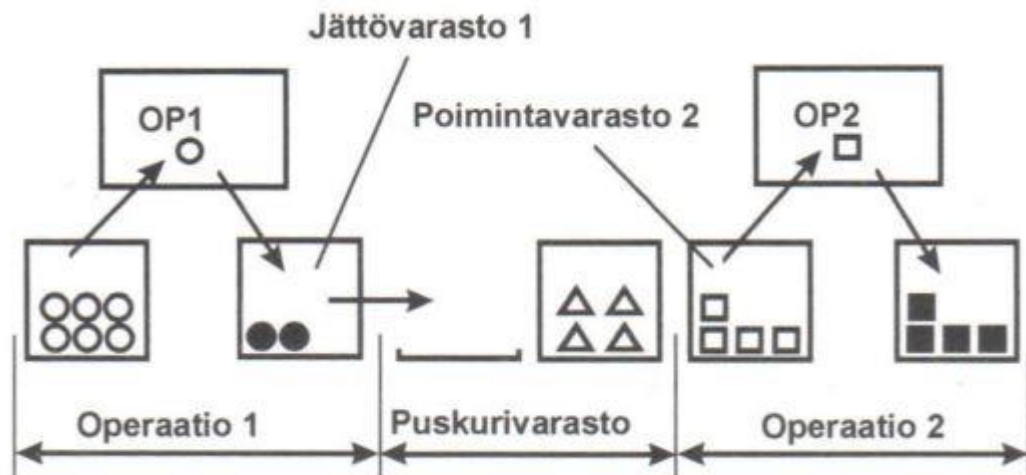
Kaikissa layouteissa käytetään työnkulkuvarastoa. Funktionaalisessa layoutissa työnkulkuvarastoon tulee jono odottavista kappaleista. Linjamuotoisissa layouteissa ne toimivat niin sanottuina puskurivarastoina eri työvaiheiden välillä. Solu-layouteissa varastoja käytetään kappaleen tai kappaleiden vapauttamisena solun rytmistä (Lapinleimu ym. 1997, 100).

Työnkulkuvarastot ovat valmistuksen osana ja sitä käytetään sen mukaan, mitä arvioidaan asiakastilausten määrien olevan. Tällä tavoin työnkulkuvarastot eivät altistu epäkuranttiusriskille. Työnkulkuvaraston isoin tehtävä on tehdä materiaa livirtaus joustavaksi, poistamalla pakkotahtisuus. Näin koneet ja työasemat voivat toimia omissa ryhmissään. (Lapinleimu 1997, 102).

#### **4.3.3 Puolivalmiste- ja prosessivarastot**

Kaksi muuta välivarastotyyppiä on puolivalmiste- ja prosessivarastot. Niitä käytetään, kun halutaan muuttaa toimitusaikaa mahdollisimman nopeaksi. Tämä on suuri etu kilpailijoihin, jos toinen yritys onnistuu toimituksessa nopeammin kuin toinen yritys. Etu korostuu, jos markkinat ovat todella kilpailulliset, sillä silloin asiakas voi vaatia lyhyempiä toimitusaikoja, joihin ei pääse ilman puolivalmisteverastoa. Tämä johtuu siitä syystä, että näihin varastoihin voidaan kerätä puskuria ennakoon asiakkaille. Tuotannossa tehdään enemmän tuotetta, aina kun aikataulu mahdollistaa sen, jonka jälkeen tuotteet varastoidaan prosessivarastoon odottamaan asiakastilauksia. Tämän seurauksena asiakkaalle on mahdollista toimittaa

tuotteita nopeammalla aikataululla. Alla olevassa kuviossa 3 on esimerkki, missä välivarastolla on iso merkitys tuotannossa.



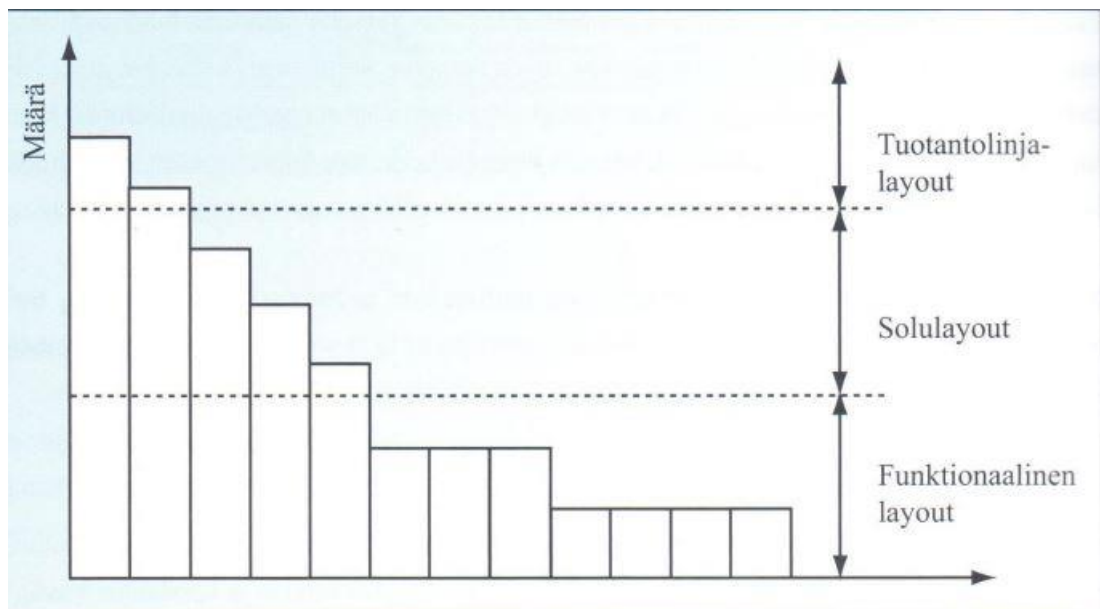
KUVIO 3. Puskurivarasto, tiukkatahtisuuden apuna. (Lapinleimu ym. 1997)

Valmistusyksikkö, jossa käytetään puolivalmisteita, on paras sijoituspaikka puolivalmisteverastolle. Varaston suuruus mitataan sen mukaan, kuinka suuri on maksimikulutus puolivalmisteveraston täydentämisen aikana. Puolivalmisteveraston koko on siis oltava riittävän suuri, jotta se riittää täydennyksen vaatiman ajan verran. (Lapinleimu ym. 1997)

## 5 Layoutin valinta ja suunnittelu

Laitoksen layout lähes aina koostuu erilaisista layout-tyypeistä, tarkoittaen, että samassa tuotanto-osassa käytetään monia eri vaihtoehtoja. Nykyaikainen automaatio antaa monia vaihtoehtoja tuotannon toteuttamiseksi, esimerkiksi yhdessä tuotantoprosessissa voidaan tehdä erilaisia tuotteita taloudellisesti lyhyiden asetusajkojen takia. (Haverila ym. 2009, 480)

Kun valitaan parasta layoutia, tulee huomioida tuotevalikoima sekä tuotteiden määrä. Kun tuotantomäärät ovat suuria on tuotantolinja-layout usein paras vaihtoehto, sillä tuotantolinja-layout tarvitsee korkean kuormitusasteen, koska kulut ovat suuremmat, kuin muissa vaihtoehtoissa. Jos määrät ovat suhteellisen pieniä solu-layout on varteenotettava ratkaisu, sillä se on joustavampi vaihtoehto, kuin tuotantolinja. Tuotantolinjan suuret kustannukset tulee ottaa huomioon, kun lasketaan, kuinka kannattavaa on tietty layout-vaihtoehto. Jos tuotantolaitoksella tuotetaan paljon erilaisia tuotteita, mutta määrät ovat pieniä niin silloin funktionaalinen layout on usein hyvä vaihtoehto (Haverila ym. 2009, 480). Alla oleva kuvio 4 havainnollistaa suositeltavan layouttyypin, kun ottaa huomioon tuotteiden määrän sekä eräkoot.



KUVIO 4. Tuote-määrä analyysi

Haverilan mukaan lähtökohtana layout-suunnittelussa on seuraavat tekijät:

- Työn vaiheistus
- Raaka-aineet ja komponentit, jotka kertovat rakennetiedot
- Tuotantolaitteiden mitoitus ja määrittäminen
- Tuotannon aikajänne. Tämä kuvaa kuinka kauan tuotanto on tarkoitus pitää suunnitellun mukaisena
- Tukitoiminnot.

Hyvä layout on monen tekijän summa. Yhteinen tekijä on tehokkuuden optimointi. Hyvässä layoutissa on otettu huomioon nämä seikat Haverilan ja Logistiikka maailman mukaan:

- Layoutin joustavuus
- Materiaalivirtojen selkeys
- Materiaalin siirtotarve mahdollisimman pieni
- Tehokas vastaanotto ja jakelu materiaaleille
- Erityisosaamista vaativan valmistuksen keskittäminen samaan paikkaan
- Sisäisen kommunikaation helppous
- Tilaratkaisu on tehokas
- Työturvallisuus ehdottoman tärkeää
- Tuotteen läpäisy aika mahdollisimman lyhyeksi
- Vähentää turhaa liikettä työympäristössä.

Kun layout-suunnittelu on siinä vaiheessa, että vartenotettavia vaihtoehtoja on jo muutama, voidaan ottaa käyttöön hyötyarvomatriisi. Tämän avulla voidaan pisteyttää kaikki vaihtoehdot ja se vaihtoehto, joka saa parhaimmat pisteet on tämän matriisin mukaan paras layout-vaihtoehto. Alla olevassa taulukossa 1 on Haverilan tekemä hyötyarvomatriisi. Tätä voi käyttää apuna layoutin valitsemiseen.

TAULUKKO 1. Hyötyarvomatriisi (Haverila ym. 2009: 481).

Vaikuttava tekijä	Painoarvo	Vaihtoehtojen arvostelu ja painotetut pisteet				
		A	B	C	D	E
1. Materiaalinkulun tehokkuus	8	e 24	i 16	e 24	e 24	
2. Pinta-alan hyväksikäyttö	6	a 24	a 24	i 12	i 12	
3. Investointitarve	10	i 20	o 10	i 10	a 40	
4. Tuotannonohjaus	3	a 12	u 0	a 12	a 12	
5. Joustavuus laajennuksille	7	e 12	a 28	e 12	a 28	
6. Työkaluhuolto	6	a 24	o 6	i 12	i 12	
7.						
SUMMA		116	84	92	128	

a = melkein täydellinen (4)      e = erittäin hyvä (3)      i = hyvä (2)  
o = välttävä (1)                      u = huono (0)                      x = ei toivottava (-)

Taulukon ensimmäisessä sarakkeessa on arvioitavat ominaisuudet, toisessa sarakkeessa on vaihtoehdot. Vaihtoehtojen ominaisuudet on pisteytetty ja painotetut pistemäärät näkyvät solujen alakulmissa oikealla. Alareunassa olema summa on kunkin vaihtoehdon painotettu kokonaispistemäärä.

## **6 Layout-suunnittelun toteutus**

Tässä kappaleessa aluksi kerrotaan työn aloituksesta ja mitä aloitusmateriaaleja tarvitsi, jotta pääsi opinnäytetyössä eteenpäin. Nykyinen layout käsitellään tässä, ja tässä kohtaa myös päivitettiin yrityksen vanha layout. Layout-vaihtoehtoja syntyi kolme, jotka käsitellään tässä kappaleessa ja kerrotaan mitä muutoksia on tehty ja miten ne vaikuttavat materiaalsiirtoihin. Kaikki vaihtoehdot käytiin yrityksen kanssa läpi hyötyarvomatriisia käyttäen, tuloksena löytyi sopivin vaihtoehto layoutiksi. Lopulliselle layoutille tehtiin vielä kriittinen arviointi, jonka jälkeen voidaan todeta sen olevan paras vaihtoehto.

### **6.1 Työn aloitus**

Opinnäytetyön idea tuli työn tilaajan puolelta ja aluksi kerättiin tarvittavat materiaalit, jotta saatiin projekti eteenpäin. Tähän kuului nykyisen layoutin kuvat, tarvittavat Excel-tiedostot sekä muutaman yhteyshenkilön tiedot, joilta sai apua.

Kun tarvittavat materiaalit saatiin kerättyä, niin alkoi seuraava vaihe, johon kuului eri layout-suunnitelmien tekeminen. Eri layout-suunnitelmien teossa käytettiin apuna paljon yrityksen toimihenkilöitä, joilta sai arvokasta apua, sillä heillä on yrityksen käytänteet hyvin tiedossa ja osaavat myös kertoa mahdollisia huonoja puolia, mitä ei välttämättä heti huomaa tuotannossa. Työnantajan kanssa sovittiin, että tehdään kolme eri layout-vaihtoehtoa, joista valitaan mikä toimii yritykselle parhaiten.

## 6.2 Nykyinen layout

Alla olevassa kuviossa 5 näkyy nykyinen layout ja kuinka hyvin tilallisesti tehdas on optimoitu. Isot linjat ovat vierekkäin, joka on viisasta materiaalivirtoja ajatellen. Raaka-aineet ovat linjojen vieressä, joten raaka-ainekelojen siirtelyyn ei mene ylimääräistä aikaa eikä siirtomatkat ole pitkät. Arkkit, joita linjat valmistavat siirtyvät tehtaaseen toiseen päähän missä säilötään tuotteet, ennen asiakkaille menoa.



KUVIO 5. Nykyinen layout.

Nykyinen layout on suurilta osin tuotantolinja-layout, sillä Järvenpään yksikössä kuormitusasteet ovat korkeat. Tehtaalla olevat arkkileikkauslinjat ovat hybridimalleja, sillä niissä on vaikutteita solu-layoutista. Tämän seurauksena niitä pystytään

operoimaan myös, kun on henkilöstövajetta. Kyseinen asia on tehtaan toimivuuden kannalta todella hyvä asia, sillä tämän seurauksena linjat eivät pysähdy, vaikka henkilökuntaa on vähemmän paikalla, kuin olisi hyvä olla.

Nykyisen layoutin haasteena oli löytää riittävästi tilaa, jotta saatiin arkkileikkauslinja mahtumaan nykyiseen layouttiin, siten että tilat eivät muutu liian ahtaaksi linjan tai muun tilan ympärillä. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi layout vaihtoehtot.



### 6.2.1 Layout-vaihtoehto 1

Layout-suunnittelun alkuvaiheessa työn tekijä sekä työnantaja oli sitä mieltä, että tämä vaihtoehto olisi paras. Kun saatiin kaikki layout-vaihtoehdot tehtyä, niin huomattiin, ettei tämä olekaan paras vaihtoehto arkkileikkauslinjalle. Alla olevassa kuviossa 6 näkyy hyvin, kuinka kaikki isot linjat ovat tässä layoutissa vierekkäin.



KUVIO 6. Layout-vaihtoehto 1

Tämä vaihtoehto oli materiaalivirtojen kannalta kaikkein paras vaihtoehto, sillä tässä kaikki isot linjat ovat vierekkäin joka mahdollistaa materiaalin soljuvan liikenteen. Yksi arkkileikkauslinja on piirretty tässä vaihtoehdossa suorakulmion muotoisena.

Tässä vaihtoehdossa, siirrettiin kaksi pienempää konetta toiselle osastolle, mutta tämän seurauksena todettiin, että tilat käyvät liian ahtaaksi tehtaan alueilla, joihin pienemmät koneet siirrettäisiin. Tämä myös aiheuttaisi lopputuotteiden siirtämistä muualle, joten näistä syystä tämä ei ollut paras layout-vaihtoehto.

## 6.2.2 Layout-vaihtoehto 2

Toisessa vaihtoehdossa kaikki muut linjat ja koneet pysyvät nykyisillä sijainneilla, mutta yksi arkkileikkauslinja sijoitetaan kokonaan toiseen halliin. Alla olevassa kuviossa 7 näkyy tämä layout ja yhtä arkkileikkauslinjaa kuvataan tässä suora-kulmiona, joka näkyy layoutin ylälaidassa.



KUVIO 7. Layout-vaihtoehto 2

Tämän layoutin etuna on se, että osa materiaalivirrasta saadaan keskitettyä kokonaan toiseen halliin. Tämän layoutin lähtökohtana pidettiin, että raaka-aineet, joita tämä linja käyttää saadaan lähelle arkkileikkauslinjaa. Tämä myös selkeyttäisi muuta materiaalivirtaa ja vähentää ylimääräistä materiaalin siirtoa. Tässä layoutissa myös lopputuotteet varastoidaan linjan viereen, joten yksi linja muodostaa kokonaan oman materiaalivirran, joka on erossa muusta tehtaan sisällä menevästä materiaalivirrasta.

Tämän ongelmaksi muodostui mihin saadaan siirrettyä raaka-aineet, jotka ovat tällä hetkellä kyseisessä hallissa ja ilman kokonaan uutta hallia tämä todettiin todella haastavaksi, joten myös tämä vaihtoehto hylättiin tilanpuutteen takia.

### 6.2.3 Layout-vaihtoehto 3

Viimeiseissä vaihtoehdossa kaikki päälinjat ovat samassa hallissa, paitsi yksi, joka näkyy myös tässä vaihtoehdossa suorakulmiona, sijoitetaan hieman kauemmas muista linjoista.



KUVIO 8. Layout-vaihtoehto 3

Yllä olevassa kuviossa 8 näkyy kolmas vaihtoehto, jonka hyvänä puolena on se, että isot arkkileikkauslinjat ovat lähellä toisiaan ja näin ollen materiaalin siirrot pysyvät sujuvina. Tässä vaihtoehdossa ei tarvitse uudelleensijoittaa muita koneita, vaan ne pysyvät samoilla paikoilla kuin nykyisessä layoutissa. Materiaalivirrat pysyvät tässä vaihtoehdossa erittäin selkeinä, joka on todella tärkeää, sillä



päivittäin materiaalia liikkuu tehtaalta asiakkaille ja raaka-aineita vastaanotetaan. Tämän isoin haaste on se, että osa raaka-aineesta pitää saada siirrettyä muualle. On odotettavaa, että nykyinen varasto sulaa sen verran, että tätä ongelmaa ei ole tulevaisuudessa.

#### 6.2.4 Layout-ehdotusten arviointi

Eri layouttien arviointiin käytettiin apuna taulukkoa 2, jossa hyötyarvomatriisin avulla pisteytetään kukin suunnitelma. Valinnaksi tuli layout-vaihtoehto 3. Suurin yksittäinen syy oli se, että tilan puutteen vuoksi kaksi muuta vaihtoehtoa jouduttiin hylkäämään.

TAULUKKO 2. Hyötyarvomatriisi

		Vaihtoehtojen arvostelu ja painotetut pisteet		
Vaikuttava tekijä	Painoarvo	A	B	C
1. Investointitarve	X	X	X	X
2. Pinta-alan hyväksikäyttö	X	X	X	X
3. Tuotannon ohjattavuus	X	X	X	X
4. Materiaalivirran sujuvuus	X	X	X	X
5. Laajennus mahdollisuudet	X	X	X	X

Yllä olevassa taulukossa 2 näkyy hyötyarvomatriisi, jolla pisteytettiin jokainen layout-vaihtoehto ja mitä vaikuttavia tekijöitä otettiin huomioon. Tarkemmat tulokset ovat yrityksellä.

Vaikka tilan puutos ei olisi koitunut ongelmaksi muissa vaihtoehtoissa, niin materiaalivirtojen selkeys ja ylimääräisten materiaalsiirtojen vähyys vaihtoehdossa 3 olivat sen verran hyviä, että tähän vaihtoehtoon olisi päädytty muutenkin. Tämän vaihtoehdon puolesta puhui myös se, että muita koneita ei tarvitse lähteä siirtämään ollenkaan, mikä säästää paljon aikaa.

## **7 Johtopäätökset ja pohdinta**

Kappaleessa käydään läpi mitä johtopäätöksiä opinnäytetyöstä heräsi ja millaisia pohdintoja työstä tuli tekijälle. Aluksi kerrotaan mitä kriittisiä kohtia layout-suunnittelussa tuli ilmi. Johtopäätöksissä käsitellään myös opinnäytetyön kulku, tulokset sekä mitä ajatuksia opinnäytetyöntekijälle tulee.

### **7.1 Johtopäätökset**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä arkkileikkauslinjan layout-suunnittelu ja tutkia miten se vaikuttaa materiaalivirtoihin. Layout-suunnittelun kriittisimmät kohdat olivat siinä, että miten eri koneiden sijoittelu saadaan toteutettua siten, että tehtaan ympäristö ei käy liian ahtaaksi. Toiseksi kriittiseksi kohdaksi muodostui se, että nykyinen hyvä materiaalivirta ei huonone muutosten vuoksi. Ennen kuin oli mahdollista alkaa työstää eri layout-suunnitelmia, täytyi selvittää kirjallisuudesta mitä eri vaatimuksia layout-suunnittelu sisältää ja minkälaisia haasteita siihen sisältyy. Tarvittavan tiedon keruun jälkeen oli mahdollista alkaa työstää eri vaihtoehtoja. Kun selvitettiin mitä vaatimuksia layout-suunnittelulla on, niin huomattiin että ei ole järkevää lähteä toteuttamaan paria layout-vaihtoehtoa, jonka seurauksena layout-vaihtoehto 3 on paras. Syistä on kerrottu enemmän kappaleessa 6.

Työtä tehdessä huomattiin, että layout-suunnittelu on haastavaa, sillä työn tilaajalla ei ole paljoa ylimääräistä tilaa tehdä muutoksia. Tämän seurauksena oli tärkeää löytää optimaalisin vaihtoehto, jotta mahdolliset tulevat muutokset eivät sekoita nykyistä hyvin toimivaa järjestelmää turhaan.

Yrityksellä oli tarve päivittää arkkileikkauslinjan layout ja miten sen päivitys tulee vaikuttamaan materiaalivirtoihin ja opinnäytetyön lopputuloksena yritys sai uuden layout-vaihtoehdon arkkileikkauslinjalle ja käsityksen mitä kaikkea muutoksia täytyy tehdä tämän seurauksena.

Yritys alkaa opinnäytetyön pohjalta tekemään muutoksia heidän layoutiinsa, joten voidaan todeta, että opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin. Itseäni helpotti työn tekemisessä se, että kerkesin olla yrityksessä kesätoissa sekä syksyn olin lähes päivittäin työpaikalla, joka helpotti huomattavasti opinnäytetyön tekemistä. Yritys kerkesi tulla tutuksi kuten myös yrityksen tilat, joihin layout-suunnitelmat kohdistui. Työkokemuksen kautta myös yrityksen muut työntekijät ja toimihenkilöt ovat tulleet tutuksi, joista oli suuri apu työtä tehdessä.

Jatkotutkimuksena opinnäytetyössä tuli esiin se, pystyykö yritys säilyttämään pitkiä arkkeja jossain muualla, sillä tällä hetkellä ne vievät pinta-alaa tehtaan yhdestä osasta todella paljon. Suurin syy tälle on työturvallisuus, eli niitä ei saa pinoa kovin korkeaksi. Tästä aiheesta käytiin keskustelua työn tilaajan kanssa ja opinnäytetyön jälkeen on tarkoitus alkaa selvittää mitä muita vaihtoehtoja pitkien arkkilevyjen säilytykseen on.

## LÄHTEET

Haverila, Matti, Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs.

Gordon, Jason. 2022. Production Layout Design. [https://thebusinessprofessor.com/en\\_US/mgmt-operations/production-layout-design-explained?utm\\_content=cmp-true](https://thebusinessprofessor.com/en_US/mgmt-operations/production-layout-design-explained?utm_content=cmp-true)

Karrus, Kaij. 2001. Logistiikka. Helsinki: WSOY.

Kettunen, Harri, Vermanen, Ville. 2023. Työnjohtajat, Tibnor Oy, Järvenpää.

Kouri, Ilkka. 2010. Lean-taskukirja. 1. painos. Helsinki: Teknologia Teknova.

Lapinleimu, Ilkka, Kauppinen, Veijo & Torvinen, Seppo. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. 1. painos. Porvoo: WSOY.

Logistiikan maailma. 2023. Tuotannon layout. Viitattu 20.2.2023 <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>

Mustonen, J. & Pouri, R. 1994. Tehokkaaseen varastotoimintaan. Forssa: Forssan kirjapaino Oy.

Tibnor Oy:n kotisivut. 2023. Viitattu 1.10.2023 <https://www.tibnor.fi/>

Töyrylä, Jani. 2022. Tehtaanjohtaja, Tibnor Oy, Järvenpää.



## LIITTEET

### Liite 1. Nykyinen layout





### Liite 3. Layout-vaihtoehto 2

