

# **Konepajan uuden tuotantotilan käyttöönotto**

**Andritz Savonlinna Works Oy**

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Konetekniikka (Tuotantotekniikka ja Kunnossapito)

Kevät 2021

Samuli Seppänen

## Tiivistelmä

Tekijä Seppänen, Samuli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2021
	Sivumäärä 26	
Työn nimi <b>Konepajan uuden tuotantotilan käyttöönotto</b>		
Tutkinto Konetekniikan insinööri AMK		
Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio Mikko Ruotsalainen, Kehitysinsinööri, LAB-ammattikorkeakoulu		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Timo Naukkarinen, Valmistuspäällikkö, Andritz Savonlinna Works Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella uuden tuotantotilan käyttöönotto. Lisäksi tarkoituksena oli uudistaa varastointimenetelmiä ja suunnitella Andritz Savonlinna Works Oy:n uuden tuotantotilan layout.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa avattiin tarkasti eri layoutvaihtoehdot ja niiden käyttökohteet. Tämän jälkeen käsiteltiin hieman läpäisyajan teoriaa. Lisäksi tutkittiin materiaalihallinnan teoriaa ja varastoinnin merkitystä tuottavassa konepajassa. Tämän jälkeen tutkittiin nykyisten hallien ongelmakohdat ja rajoittavat tekijät, joita hyödynnettiin uuden layout-tyyppin valinnassa uuteen tuotantotilaan. Teoriaosuudessa käytettiin apuna tiedekirjastoa.</p> <p>Työn lopussa määriteltiin yritykselle uusi layouttyyppi, layoutpohja sekä varastointialueet, joilla varmistetaan uuden tuotantotilan sujuva käyttöönotto. Tämän jälkeen pohdittiin tulevaisuuden näkymiä tuotantotilaan ja käytiin läpi parannusehdotuksia.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin uusi varastointimalli sekä layouttyypit jokaiselle työpisteelle kohdeyritykselle käyttöönotettavaksi.</p> <p>Uudella varastointimallilla laitteiden läpimenoaikaa saadaan lyhennettyä ja varastoiminen on selkeää ja organisoitua. Lisäksi kohdeyrityksen tarpeet ja vaatimukset täyttyivät layouttyypin sekä layoutpohjan suunnittelussa ja ne otettiin käyttöön uudessa tuotantotilassa.</p>		
Asiasanat layout, varastointi, materiaalihallinta		

Author Seppänen, Samuli	Type of Publication Bachelor's Thesis	Published 2021
	Number of Pages 26	
Title of Publication <b>The commissioning of a new production facility</b>		
Name of Degree Bachelor of Engineering Lappeenranta		
Name, title and organization of the supervising teacher MR Mikko Ruotsalainen, Development engineer, LAB University of Applied Sciences		
Name, title and organization of the client MR Timo Naukkarinen, Manufacturing Manager, Andritz Savonlinna Works Oy		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to plan introduction of a new production facility. In addition, the purpose was to modernize storage methods and plan the layout of Andritz Savonlinna Works Oy's new production facility.</p> <p>Theoretical part of the thesis covers different layout options and their uses. It was then followed by research of the lead time. In addition, there was research on the theory of material management and the importance of storage in a successful workshop. This was followed by an examination of the problem areas and limitations of the existing halls. Those findings were then utilized in selecting a new layout type for the new production facility. The theory part was gathered using scientific publications found in the academic library.</p> <p>New layout type, layout foundation and storage areas were defined for the company at the end of the thesis. These were defined with the aim of ensuring smooth commissioning of the new production facility. After that, the prospects of the production facility were considered and suggestions for improvement were reviewed.</p> <p>The thesis resulted in new layout types for each workstation and a new storage model for the company to implement.</p> <p>With the new storage model, the lead time of the products can be shortened, and the storage is clear and organized. In addition, the needs and requirements of the target company were met, both in designing the layout type as well as planning the foundation and were later introduced in the new production facility.</p>		
Keywords layout, warehouse, material management		

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö suoritettiin Andritz Savonlinna Works Oy:lle osana uuden tuotantotilan käyttöönottoa alkuvuodesta 2021.

Haluan kiittää haastavasta opinnäytetyön aiheesta Valmistuspäällikkö Timo Naukkarista sekä Andritz Savonlinna Works Oy:tä. Timo Naukkarinen ja Pasi Paunonen ovat tarjonneet korvaamatonta tukea ja asiantuntemusta läpi opinnäytetyöprosessin. Lisäksi haluan kiittää kaikkia työntekijöitä, läheisiä sekä kavereita, jotka antoivat neuvoja ja tukea koko opinnäytetyön ajan. Opinnäytetyön valmistumiseen vaikutti myös tukea ja hyvää ohjausta antanut LAB ammattikorkeakoulun opinnäytetyöohjaajani Mikko Ruotsalainen.

Savonlinnassa 23.4.2021

*Samuli Seppänen*

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Andritz Savonlinna Works Oy .....	2
3	Valmistavan teollisuuden layoutit .....	3
3.1	Layout-määritelmä.....	3
3.2	Layout-suunnittelu .....	3
3.3	Layout-tyypit .....	3
3.3.1	Funktionaalinen layout.....	3
3.3.2	Tuotantolinja-layout .....	4
3.3.3	Tuotelayout.....	5
3.3.4	Solu-layout .....	5
3.3.5	Virtautettu layout.....	6
3.3.6	Kiinteän valmistuspisteen layout.....	6
4	Läpäisy aika.....	8
4.1	Just-In-Time-toimintaperiaate .....	8
4.2	Lean-ajattelutapa .....	8
4.3	Lean tuotantomalli .....	8
5	Materiaalihallinta.....	10
5.1	Materiaalihallinnan määritelmä .....	10
5.2	Materiaalihallinnan tavoitteet .....	10
5.3	Materiaalivaraston perusteet.....	11
5.4	Materiaalivirrat .....	12
5.5	Varastoalueen suunnittelu .....	13
6	Tuotantotilan layout-suunnittelun toteutus.....	14
6.1	Työn aloittaminen .....	14
6.2	Nykyisten hallien ongelmakohtien määrittäminen .....	16
6.3	Rajoittavat tekijät .....	17
6.4	Layout-tyypin valinta .....	17
7	Yhteenveto .....	18
7.1	Layout.....	18
7.2	Hyödyt .....	18
7.3	Tulevaisuuden näkymät.....	19
8	Pohdinta .....	20
	Lähteet .....	21

# 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään Andritz Savonlinna Works Oy:lle. Andritz Savonlinna Works toimittaa laitteita, koneita ja palveluita maailmanlaajuisesti sellu- sekä paperiteollisuuteen. Kohdeyritys on vuokrannut uuden tuotantotilan, johon on tarkoitus siirtää osa tuotannosta. Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella uuden tuotantotilan käyttöönotto.

Andritz Savonlinna Works Oy:llä on tarve lyhentää eri laitteiden läpimenoaikoja ja tähän pyritään siirtämällä painelaittevalmistus omaan tuotantotilaan. Lisäksi on huomattu, että materiaalivirroissa on hukkaa ja vaiheita, jotka hidastavat tuotantoa. Nämä on mahdollista karsia pois suunnittelemalla varastointimenetelmät ja tuotannon layout uudelleen tuotantotilassa.

Uuden tuotantotilan käyttöönotto määräytyi opinnäytetyön aiheeksi, koska siirtyminen uuteen tuotantotilaan tapahtuu kevään aikana ja opinnäytetyön avulla voimme saada merkittäviä muutoksia aikaan tuotannossa, jotta laitteiden läpimenoaika pienenee ja työskentelyn tehokkuus kasvaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on oppia tuntemaan varastoinnin, materiaalivirtojen ja työpisteiden sijoittelun merkitys tuottavassa konepajassa. Lisäksi tarkoituksena on suunnitella varastointimenetelmät uuteen tuotantotilaan sekä saada tuotannon layoutista kustannustehokas ja näiden vaikutuksena lyhentää eri laitteiden läpimenoaikoja.

Työssä perehdytään pääsääntöisesti eri layout vaihtoehtoihin, materiaalihallintaan sekä varastointimenetelmien kehittämiseen. Edellä mainittujen ansiosta saadaan ideoita siitä, mitä uuden tuotantotilan käyttöönotto vaatii, jotta siitä saadaan kustannustehokas ja toimiva kokonaisuus. Tietojen perusteella määritellään uuden tuotantotilan layoutsuunnitelma ja varastointialueet.

## **2 Andritz Savonlinna Works Oy**

Andritz Savonlinna Works Oy on Savonlinnan Lypsyniemessä sijaitseva konepaja, jonka omistaa Andritz Oy. Konepaja toimittaa laitteita, koneita ja palveluita maailmanlaajuisesti sellu- sekä paperiteollisuuteen. Päätuotteita ovat pesurit, painelaitteet, keitonlaitteet, lajittimet sekä rumpu- ja kiekkosuotimet. Konepajatuotanto Andritz Savonlinna Works Oy:llä on perusteellisesti hallittua, mukaan lukien hankinnan, suunnittelun, logistiikan, laadunvarmistuksen, valmistuksen, asennuksen sekä muut käynnissä olevat vaiheet. (Andritz 2020.)

Andritz on itävaltalainen vuonna 1852 perustettu kansainvälinen teknologiakonserni. Andritz tarjoaa laajan tuotevalikoiman Järjestelmiä, laitteita, palveluja ja tehtaita useille eri teollisuudenaloille. Toiminnot jakautuvat neljään eri liiketoiminta-alueeseen, joita ovat: Pulp&Paper, Metals, Separation ja Hydro. Lisäksi yhtiö on yksi tunnetuimmista globaali- ja teknologia markkinajohtajista sellu- ja paperiteollisuudessa, vesivoimaliiketoiminnassa ja terästeollisuudessa. Andritzilla on yli 280 toimipaikkaa 40 erimaassa, jotka työllistävät noin 27 800 työntekijää. Andritzin toiminnan tärkeimpiä arvoja ovat intohimo, kumppanuus, monipuolisuus ja näkökulmat. (Andritz 2020.)

Andritz Oy tunnetaan Andritzin suomalaisena tytäryhtiönä. Andritz Oy toimii laitetoimittajana paperi- ja selluteollisuudessa. Andritz Oy:n pääkonttori sijaitsee Helsingissä ja sen lisäksi toimipisteitä löytyy Kotkasta, Lahdesta, Lappeenrannasta, Savonlinnasta, Tampereelta ja Varkaudesta. Nämä toimipisteet työllistävät yhteensä noin 1400 työntekijää. Andritz Oy:n pääasiallinen toiminta pohjautuu suurimmaksi osaksi sen hankkimien yritysten kuten Ahlström Machinery Oy:n ja Kone Woodin henkilöstöön ja teknologioihin. Tänä päivänä Andritz on yksi maailman johtavista paperi- ja selluteollisuuden järjestelmien, laitteiden ja palveluiden toimittajista. (Andritz 2020.)

### 3 Valmistavan teollisuuden layoutit

#### 3.1 Layout-määritelmä

Martinsuo ym. (2016, 155) mukaan layoutilla tarkoitetaan tuotantoprosessin fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tuotantolaitoksessa. Layoutin päätarkoituksena on minimoida laitteiden läpimenoaika, minimoida turhat liikkeet, parantaa laatua ja mahdollistaa turvallinen työskentely työntekijöille.

#### 3.2 Layout-suunnittelu

Layout-suunnittelun avulla saadaan tehostettua tuotantotilan materiaalivirtoja. Materiaalien kuljetukset varastoalueiden ja työpisteiden välillä järjestellään vähäisiksi. Työpisteet suunnitellaan toistensa lähelle ja jokaisen työpisteen tilankäyttö hyödynnetään aktiiviseen tuotantoon. Layoutin materiaalivirrasta suunnitellaan mahdollisimman tehokas ja kuljetukset toteutetaan selkeästi varaston sekä työpisteiden välillä. Valmistusketjuja suunniteltaessa huomioidaan jokaisen työpisteen työturvallisuus sekä työtyytyväisyys. (Martinsuo ym. 2016, 156).

Layout-suunnittelun toteutukseen vaikuttaa monet eri tekijät ja sen takia toteuttaminen on hyvinkin haastavaa. Layoutia suunniteltaessa tyypillistä on päätyä jonkinlaiseen kompromissiin, koska aina ei voida toteuttaa ratkaisua, joka palvelee kaikkia työpisteitä yhtä paljon. (Haverila ym. 2009, 480–481.)

#### 3.3 Layout-tyypit

Layout-tyypit eroavat toisistaan toimintaperiaatteen sekä laitteiden ja koneiden sijoittelun perusteella. Layout-tyypit voidaan luokitella kolmeen erilaiseen päätyyppiin, joita ovat funktionaalinen layout, solu-layout ja tuotantolinja-layout. Lisäksi on olemassa myös tuotelayout, virtautettu layout sekä kiinteän valmistuspisteen layout. (Martinsuo ym. 2016, 155).

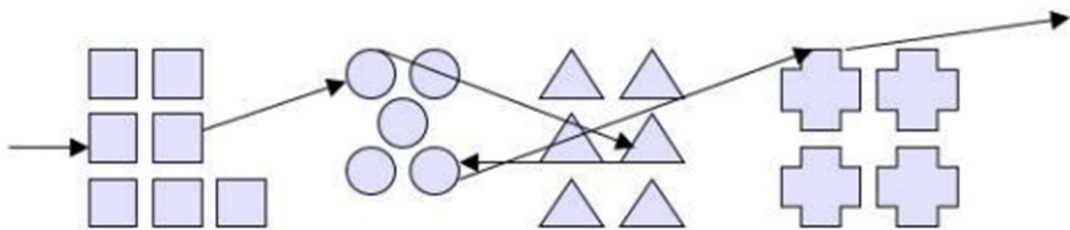
##### 3.3.1 Funktionaalinen layout

Funktionaalinen layout toteutetaan sijoittamalla työpisteet ja laitteet omiin ryhmiin työtehtävien samankaltaisuuden mukaan. Funktionaalisen layoutin suurimpana etuna tuotannosta saadaan joustava. Tuotantomäärät voivat vaihdella paljon, sillä tuotteita valmistetaan yksittäisinä kappaleina tai tuotantoerissä. Layout voi pysähtyä jopa pienistäkin kappaleen muutoksista. (Martinsuo ym. 2016, 157).



Funktionaalisen layoutin toisena etuna on kapasiteetin maksimointi, sillä työkappaleet kuormitetaan ja aikataulutetaan jonoon odottamaan valmistumista eri työstökoneille kuvan 1 esittämällä tavalla. Suurimpana haasteena on pitkien kuljetusmatkojen minimointi. Lisäksi ongelmana on töiden siirtäminen oikea-aikaisesti työvaiheesta toiseen, jotta turha välivarastointi voidaan minimoida. Työpisteiden välisistä materiaalikuljetuksista, varastoinnista ja käsittelyistä tulee lisäkustannuksia. (Martinsuo ym. 2016, 157).

## Funktionaalinen layout

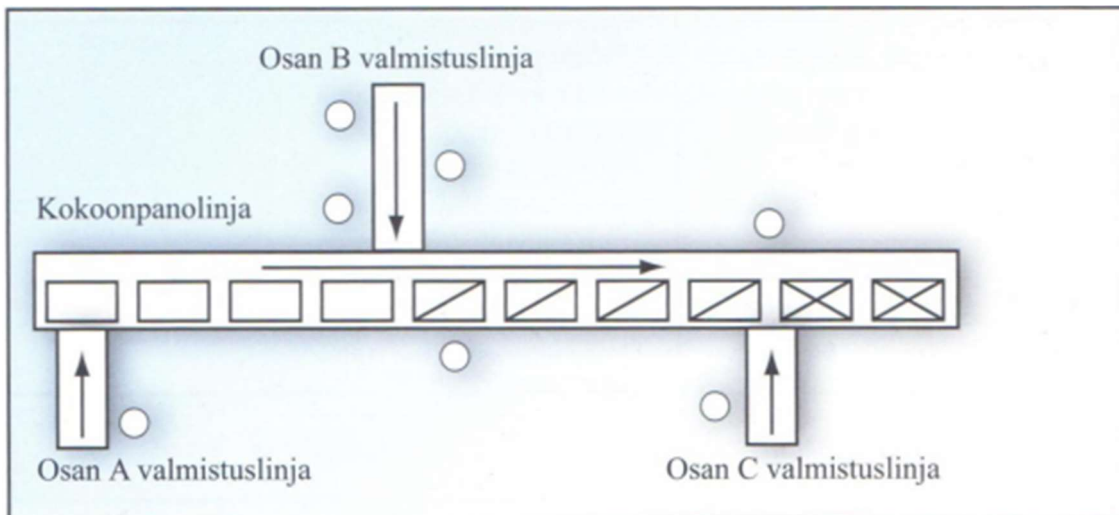


Kuva 1. Funktionaalisen layoutin toimintaperiaate (Logistiikanmaailma)

### 3.3.2 Tuotantolinja-layout

Tuotantolinja-layout toteutetaan siten, että valmistettavan laitteen työnkulku määrittää laitteiden ja työpisteiden järjestyksen kuvan 2 osoittamalla tavalla. Tuotantolinja-layoutissa kappaleiden käsittely ja kuljetus on automatisoitua. Mekaanisia kuljettimia voidaan hyödyntää eri työvaiheiden välillä. (Haverila ym. 2005, 475).

Tuotantolinjaa rakentaessa tuotannolta vaaditaan suuri volyyymi ja kuormitusasteen tulee olla korkea. Yksittäisille kappaleille kappalehinta on matala, sillä valmistusmäärät ovat yleensä massatuotantoa. Pienetkin häiriöt vaikuttavat nopeasti koko tuotantolinjan tuottavuuteen. Laadunvalvonnalla on tuottavuuteen suuri merkitys, koska tehokas tuotantolinja pystyy tuottamaan heikkoakin laatua tehokkaasti, eikä pienet häiriöt haittaa tuottavuutta. Tuotantosarjat ovat yleensä pitkiä, sillä asetusaikojen muokkaaminen vaatii pitkän ajan ja se pysäyttää samalla tuotannon. (Martinsuo ym. 2016, 159).



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

### 3.3.3 Tuotelayout

Tuotelayoutilla tarkoitetaan työskentelymallia, jonka avulla suunnitellaan ja valmistetaan vain yhtä tuotetta tai pieniä määriä erilaisia tuotteita. Tuotelayoutissa materiaalivirrat liikkuvat suoraviivaisesti funktiolta toiselle, kunnes saadaan valmis tuote aina asiakkaalle asti. Tuotantolinjalayoutin isona etuna on nopea läpimenoaika alhaisilla tuotantokustannuksilla. Nopealla läpimenoajalla mahdollistetaan myös lyhyemmät materiaalien varastointiajat. Tuotelinjalayout on yleensä automatisoitua valmistamista. (Reid & Sanders 2010, 358–360.)

### 3.3.4 Solu-layout

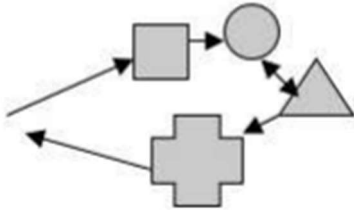
Solu-layout pitää sisällään tiettyjen osien valmistamisen sekä työvaiheiden suorittamisen. Solu-layoutilla tarkoitetaan eri koneista ja työpaikoista muodostettua yhtenäistä ryhmää. Eri solujen läpäisyajat ovat lyhyitä ja joustavia. Solu-layout ei sisällä turhia välivarastoja ja sen ansiosta työskentely on tehokasta ja materiaalivirrat ovat selkeitä. (Haverila ym. 2005, 477).

Kokoluokat ja määrät vaihtelevat kappaleiden välillä hyvinkin paljon. Tuotteiden valmistus on pääsääntöisesti yksittäistuotantoa tai pienten sarjojen valmistamista. Solu-layout muodostaa vain yhden kuormittuvan työpisteen ja sen ansiosta toiminnan ohjaus on helppoa ja yksinkertaista. Solu-layoutin toimintaperiaate on esitetty kuvassa 3. (Haverila ym. 2005, 478).

Solu-layout motivoi työntekijöitä työskentelemään tehokkaammin sekä ilmapiiri parantuu. Solut tuottavat vain kullekin työpisteille tarkoitetut työt ja työntekijät voivat tämän ansiosta keskittyä vain yhden työn tekemiseen. Työntekijät vastaavat itse solussa työnsuunnittelusta

ja työjärjestelyistä. Jokainen työntekijä voi itse vaikuttaa ja päättää keskeneräisten töiden suorittamisesta loppuun. Solutuotannon suurimpana etuna on töiden jakaminen tasapuolisesti työpisteiden työntekijöiden osaamisen ja halukkuuden mukaisesti. (Haverila ym. 2005, 478).

## Solulayout

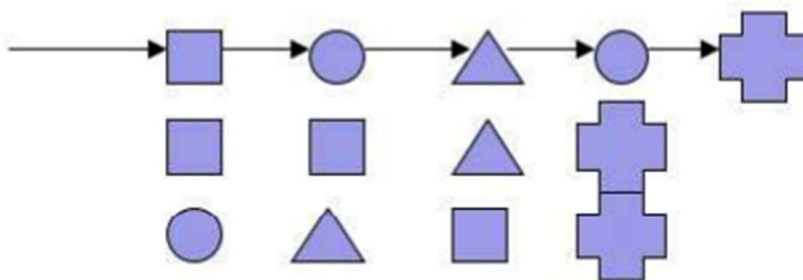


Kuva 3. Esimerkkikuva solu-layoutin toimintatavasta (Logistiikan Maailma)

### 3.3.5 Virtautettu layout

Virtautetulla layoutilla tarkoitetaan muunnelmaa tuotantolinjasta. Virtautettu layout järjestellään linjastoksi (kuva 4). Jokaiselta työvaiheelta löytyy useampi eri toiminto tai jollain työvaiheella voi olla vain yksi toiminto. Tämän ansiosta virtautettu tuotanto mahdollistaa suuren vaihtelun tuotteiden valmistamisessa ja se lisää myös joustavuutta tuotantoon. (Logistiikan Maailma.)

## Virtautettu layout



Kuva 4. Esimerkkikuva virtautetun layoutin toimivuudesta (Logistiikan Maailma).

### 3.3.6 Kiinteän valmistuspisteen layout

Kiinteän valmistuspisteen layoutilla tarkoitetaan sellaista layoutia, jossa suuret ja vaikeasti siirrettävät laitteet pysyvät paikallaan ja niiden valmistukseen tarvittavat materiaalit,

työntekijät, välineet ja muut tarvikkeet tuodaan työpisteelle silloin kun on tarve. Joitain osia voidaan asentaa vasta käyttökohteessa, mutta valtaosa laitteesta kasataan jo ennen sen siirtämistä loppuasiakkaalle. (Martinsuo ym. 2016, 163).

## 4 Läpäisy aika

### 4.1 Just-In-Time-toimintaperiaate

Just-In-Time on Japanissa syntynyt toimintamalli, joka on osoittautunut toiminnallaan monella eri alueella paremmaksi kuin perinteiset tuotantomallit. JIT-toimintamallin tunnusmerkkinä on korkea tuottavuus, korkea laatu, nopea läpimenoaika sekä vähäinen sitoutunut pääoma. JIT-tuotannolla saadaan yritykselle jatkuvaa kehitystä ja vähennettyä ylituotantoa, läpimenoaikaa, odotusaikaa, logistiikasta aiheutuvia kuluja ja varastointia. (Haverila ym. 2009, 428).

JIT-toimintamalli tarkoittaa selvää ja suoraviivaista tuotantoa, jossa materiaalivirta ja tuotannonohjaus ovat järjestetty mahdollisimman yksinkertaisiksi sekä tehokkaiksi. Valmistustehtävien vaihtelu eri tuotteiden välillä on suuri. Tuotantojärjestelmä sallii nopeat ja harkitut vaihtelut tuotannon sisäisesti. Kokonaistuotannon tulee kuitenkin olla tasainen ja selkeä. (Haverila ym. 2009, 428).

JIT-tuotantoa kehittämällä voidaan lyhentää asetusajoja. Sen ansiosta voidaan pienentää eräkokoja ilman tuotannon heikkenemistä. Pieni erä koko lyhentää huomattavasti läpimenoaikaa. Tämän ansiosta välivarastoja voidaan lyhentää ja mahdollisesti jopa poistaa, jolla saadaan lyhennettyä läpimenoaikaa entisestään. (Haverila ym. 2009, 428).

### 4.2 Lean-ajattelutapa

Lean-ajattelutapa on 1980-luvulla luotu järjestelmä, jonka tarkoituksena on ymmärtää asiakkaan määrittelemät tarpeet ja saada ratkaisut niihin. Täydellisellä Lean-ajattelutavalla vastataan asiakkaan tarpeisiin täydellisesti ilman turhia vaiheita. Koko prosessin tarkastelemisen avulla saavutetaan täydellinen ajattelutapa. Yleensä tarkastellaan koko tuotantovaiheiden materiaalivirtaa sekä palveluketjuja aina aloituspalaverista valmiiseen tuotteeseen. Tällaisen tarkastelun tarkoituksena on löytää mahdollisimman selkeä ja toimia arvovirtojen ketju, joka virtaa suoraan osaprosessien kautta asiakkaalle. (Lean Enterprise Institute 2021.)

### 4.3 Lean tuotantomalli

Lean tuotantomallissa käytetään viittä eri työvaihetta. Ensimmäiseksi määritetään asiakkaan toivoma arvo koko tuoteperheelle. Toisessa vaiheessa määritetään jokaisen laitteen arvovirta ja poistetaan kaikki turhat vaiheet, jotka eivät tuo lisäarvoa prosessissa. Kolmannessa vaiheessa järjestetään arvoa luovat vaiheet niin, että virtauksesta saadaan mahdollisimman sujuva loppuasiakasta kohti. Neljännessä vaiheessa annetaan tuotannon

edetä tuotannon edetä työvaiheiden välillä asiakkaan toivomalla tavalla. Viidennessä vaiheessa palataan takaisin alkuun ja toistetaan vaiheita uudestaan, kunnes saavutetaan täydellinen tuotannon läpivirtaus ilman hukkia. (Lean Enterprise Institute 2021.)

## 5 Materiaalihallinta

### 5.1 Materiaalihallinnan määritelmä

Materiaalihallinnalla tarkoitetaan yrityksen hankinnan, varastoinnin, raaka-aineiden, lopputuotteiden hankinnan, puolivalmisteiden ja tuotannon sisäisenjakelun hallintaa. Materiaalihallinnan tehtävänä on ohjata yrityksen materiaalivirtoja toimittajalta loppuasiakkaalle saakka. Varastojen kokoa pyritään jatkuvasti pienentämään ja tilaus-toimitusprosessien aikaa lähennetään huomattavasti. Näiden tavoitteiden toteuttaminen vaatii yritykseltä materiaalitoimintojen tehokasta organisointia ja suunnittelua. (Haverila ym. 2005, 443).

### 5.2 Materiaalihallinnan tavoitteet

Materiaalihallinnan päätavoite on palvelutason ylläpito. Materiaali-, puolivalmisteiden- sekä lopputuotteiden varastojenpalvelutaso muodostuu tuotteiden saatavuuden ja toimitusaikojen pituudesta. Materiaalihallinnan tehtävänä on kehittää varastot, jotta ne pystyvät palvelemaan loppuasiakasta ja omaa tuotantoa halutulla tavalla. (Haverila ym. 2005, 443).

Haverila ym. (2009, 443) mukaan materiaalihallinnan kokonaiskustannuksiin vaikuttavat:

- Oston kustannukset
- Kuljetus, vastaanotto ja tarkastukset
- Ostettavien materiaalien hinta
- Jakelukustannukset
- Varastointikustannukset
- Materiaalivirheiden aiheuttamat kustannukset tuotannossa
- Reklamaatiokustannukset
- Puutekustannukset

Yllä mainitut kustannukset materiaalien aiheuttamat kustannukset yritykselle. On syytä tarkastella kuinka eri hankintapäätökset vaikuttavat projektien kokonaiskustannuksiin. Hankintojen tekeminen puhtaasti ostohinnoilla voi johtaa kokonaiskustannusten kasvamiseen laatukustannusten noustessa omassa tuotannossa. (Haverila ym. 2009, 443–444.)

### 5.3 Materiaalivaraston perusteet

Varastolla on suuri merkitys laajassa tuotannossa. Varastolla pystytään vaikuttamaan tuotantolaitoksen riskienhallintaan. Materiaalien saapumiseen vaikuttavat toimittajien epävarmat toimitusajat, kysynnän vaihtelu, tuotteiden saatavuus ja kysynnän ja tarjonnan ajoittaminen. (Martinsuo ym. 2016, 281–282.)

Varastoinen on tarpeen seuraavista syistä:

- kysynnän ja tarjonnan ajoittaminen
- kysynnän muutos
- raaka-ainetarjonnan muutos
- omien tilausten ja toiminnan epävarmuus
- raaka-aineiden ja tuotteiden arvonmuutos
- tilauksesta ja toimituksesta aiheutuva ylimääräinen aika.

Edellä mainittujen seurauksena varastoinnin hallitseminen on hyvinkin hankalaa. Ylimääräisestä varastoinnista aiheutuu lisäkustannuksia. Raaka-aineet ja tuotteiden puuttuminen voivat aiheuttaa myyntimenetyksiä ja pienet investoinnit jälkitilauksena voivat tulla hyvinkin kalliiksi. (Haverila ym. 2009, 445–447.)

Martinsuo ym. (2016, 282) mukaan Yritys voi ennaltaehkäistä ja nopeuttaa läpimenoaikaa parantamalla toimittajasuhteita, hankintojen aikataulutusta, kysynnän ennakointia, omaa tuotannonohjausta sekä jakeluketjuja. Näillä parannuksilla materiaalit ovat saapuneet varastoon ennen kuin niillä on käyttöä tuotannossa.

Varastot jaetaan kolmeen eri varastotyyppiin, joita ovat raaka-ainevarasto, keskeneräinen tuotanto ja lopputuotevarasto. Raaka-ainevarasto muodostuu yleensä alihankkijoilta tulleista materiaaleista ja komponenteista. Lopputuotevarastossa on ainoastaan lopulliset valmiit tuotteet, jotka lähtevät asiakkaalle. Tuotantoprosessissa esiintyy useita välivarastoja, jotka muodostuvat tuotannon tehokkuuden ja työpisteiden kapasiteetin vaihteluista. Välivarastojen muodostumiseen vaikuttavaa myös tuotteiden eräkkö, työpisteiden sijoittelu ja niistä koituvat välimatkat. (Martinsuo ym. 2016, 282).

Varastotilan ei tarvitse olla erikseen lämmitettävä, mutta varastointipaikan tulee olla mahdollisimman kuiva sekä suojata materiaaleja sääolosuhteilta. Varastoitaessa kappaleita niiden alle asetetaan puut, jotka estävät materiaalin tarttumisen maahan sekä niiden käsittely ja siirtely on helpottuvat. Puolivalmiit tuotteet suojataan sääolosuhteilta. Valmiit

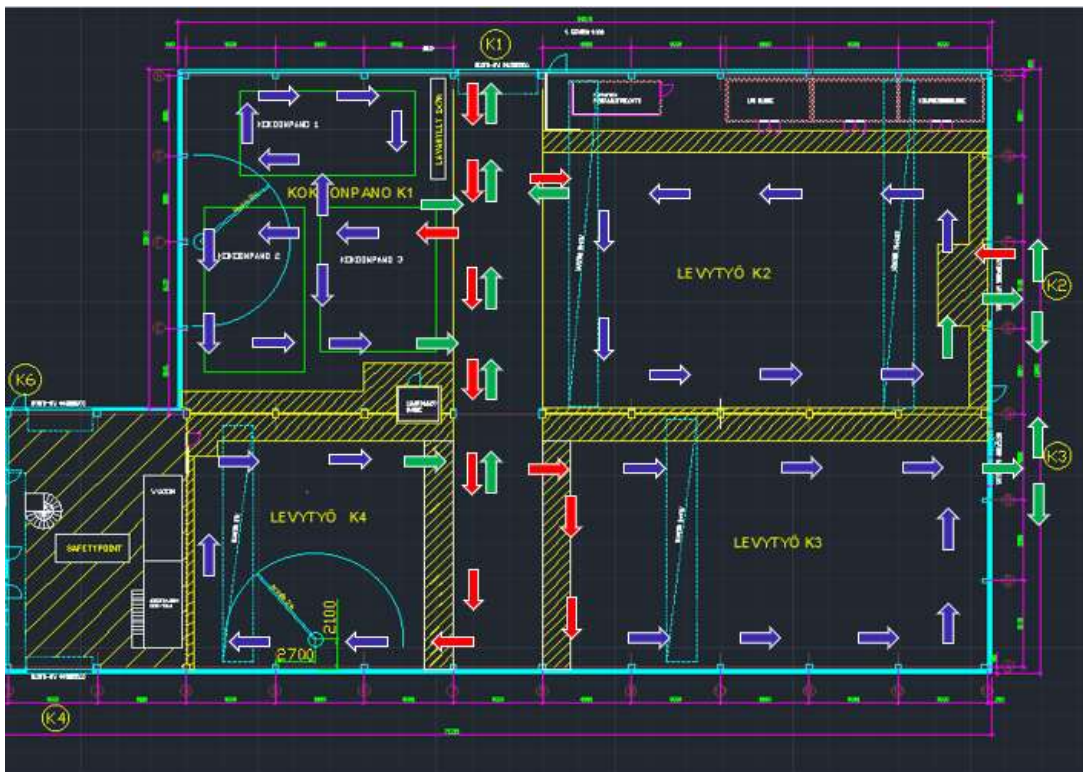


tuotteet varastoidaan kuljetuspukkien ja trukkilavojen päälle. Kappaleita pakatessa ja kuljettaessa täytyy olla hyvin varovainen laitteiden pintakäsittelyjen pintojen suhteen. (Lepola ja Ylikangas 2016, 294–295.)

#### 5.4 Materiaalivirrat

Materiaalivirroilla tarkoitetaan tuotteiden ja materiaalien säilyttämistä ja kuljettamista tuotantotilassa työpisteiden välillä. Materiaalivirralla tarkoitetaan tuotetta aina raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi asiakkaalle. Hyvä materiaalivirta tehostaa tuotantoa ja nopeuttaa laitteiden läpimeno- sekä toimitusaikaa. Huono materiaalivirta hidastaa tuotantoa ja laitteiden kasaus ei ole sujuvaa. Jokainen pienikin pysähdys tuotannossa aiheuttaa hukkaa läpimenoajassa. Materiaalivirtojen päätavoitteena on materiaalien sujuva virtaus, jolla saadaan asiakas, omistaja ja tekijä tyytyväiseksi. (Martinsuo ym. 2016, 281).

Tuotantotilan materiaalivirta on esitetty alla olevassa kuvassa 5. Saapuva materiaali työpisteille on merkitty punaisella nuolella. Siniset nuolet kuvastavat materiaalien kiertoa työpisteillä niiden ollessa keskeneräisiä. Vihreät nuolet kuvaavat valmiiden tuotteiden kulkua työpisteiltä ulkoalueelle jatkotoimenpiteitä varten. Tuotantotilan materiaalivirta suunniteltiin mahdollisimman yksinkertaiseksi ja suoraviivaiseksi. Levytyöpisteiden K2 ja K3 nosto-ovien ansiosta materiaalit saadaan tarpeen mukaan ulos isoista ovista tai vastaavasti käytävää pitkin.



Kuva 5. Materiaalivirrat tuotantotilassa.

## 5.5 Varastoalueen suunnittelu

Pidimme palaverin uudessa tuotantotilassa, jossa kartoitimme uuden tuotantotilan varastointi- ja piha-alueet. Piha-alueella on ulkohalli, jonka otamme käyttöön materiaalien varastointiin. Ulkohalliin varastoinnin ideana on saada kaikki pienet materiaalit katoksen alle suojaan sääolosuhteilta. Tarkoituksena on varastoida vain sellaiset kappaleet ulkoalueelle, mitkä sietävät sääolosuhteita ja ovat tunnistettavissa talviaikaan lumen tuomasta haitasta huolimatta.

Ulkohallin varastointimenetelmistä suunniteltiin looginen sekä järjestelmällinen. Ulkohallin lattiaan suunniteltiin maalattavaksi ruudukot ja selkeä käytävä, jotta trukilla liikkuminen hallin sisällä helpottuu ja varastoiminen on selkeää. Ruudukoilla rajattiin selkeät alueet materiaalien varastoinnille (kuva 6). Tällä ratkaisulla vältettiin osien sekoittuminen sekä estettiin ylimääräisen tavaran kertyminen ulkohalliin. Jokaisen ulkohallin varastointiruudun yläpuolelle suunniteltiin kiinnitettäväksi tunnistelappu, jossa käy ilmi laitteen nimi sekä laitteen työnumero ja projekti. Tällaisella ratkaisulla materiaalien vastaanotto ja kuljettaminen työpisteille on selkeää ja suoraviivaista. Lisäksi materiaalihallinta pysyy hallittuna, sillä varastointiruudun tyhjentyessä vaihdetaan tunnistelappu ja tämän jälkeen aletaan varastoimaan seuraavan laitteen osia kyseiseen ruutuun. Tällainen varastointityylin ansiosta läpimenoaikoja saadaan lyhennettyä ja materiaalivirtaukset ovat selkeät.



Kuva 6. Varastoinnin toimintaperiaate ulkohallissa.

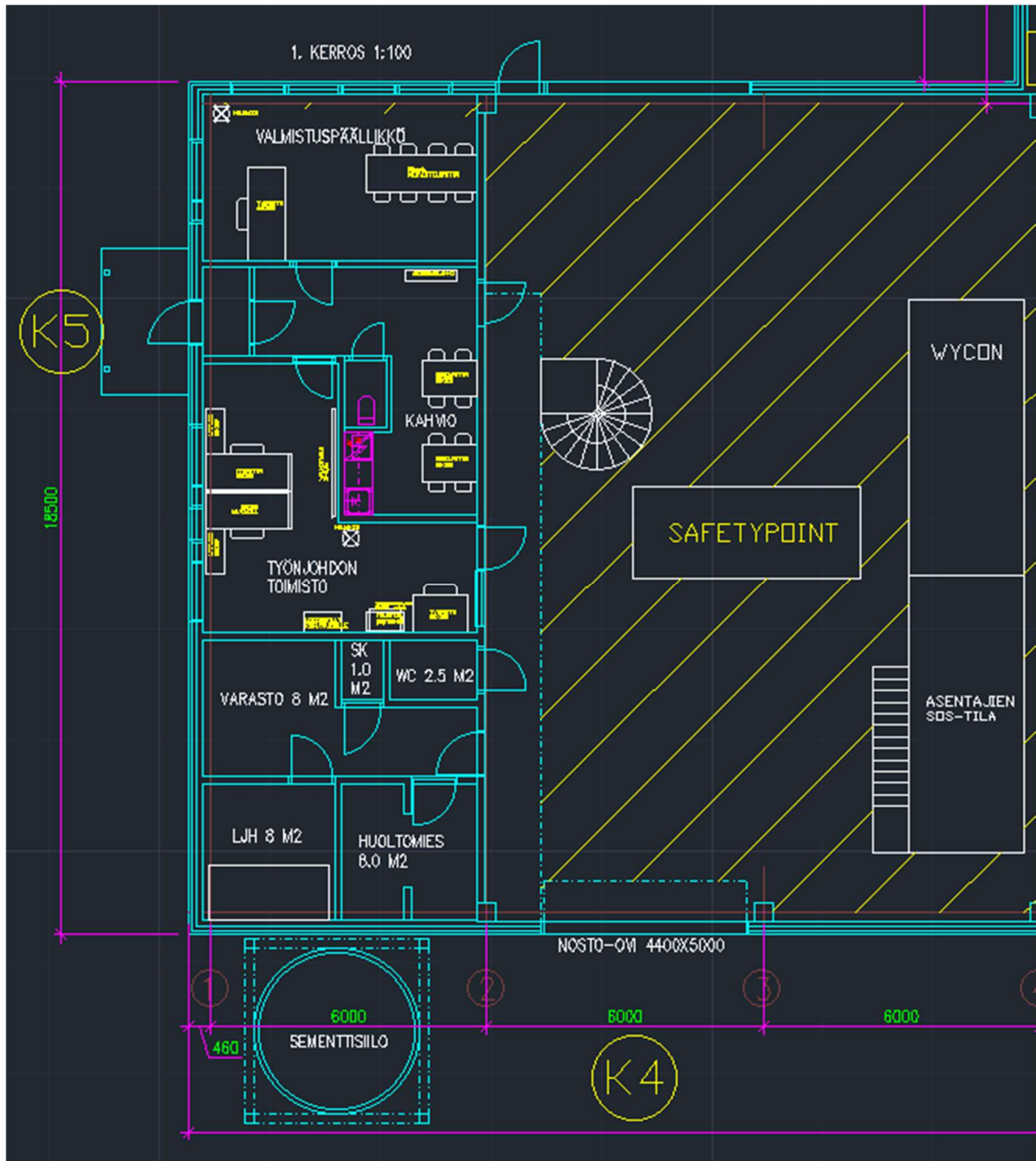
## **6 Tuotantotilan layout-suunnittelun toteutus**

### **6.1 Työn aloittaminen**

Järjestimme ensimmäisen layout-suunnittelua koskevan palaverin uudessa tuotantotilassa Kerimäellä. Pidimme tapaamisen tuotantotilassa toimihenkilöiden kesken. Tapaamisessa kävimme läpi tuotantotilan pinta-alan, nostovälineet, ulkoalueen, nosto-ovet sekä työpisteet.

Ensimmäisen tapaamisen jälkeen saimme käyttööme DWG-mittapiirustukset uudesta tuotantotilasta. Piirustuksissa määritellään tarkasti tuotantotilan päämitat. Piirustusten avulla saimme käsityksen tuotantotilan kokonaispinta-alasta. Mittapiirustuksien avulla suunniteltiin kävelykäytävät, nostoalueet, kääntöpuominostureiden paikat sekä varastointialueet.

Aluksi teimme selkeän rajauksen, miten työpisteet määritellään tuotantotilaan huomioiden nostokapasiteetin, tarvittavan nostokorkeuden ja tilantarpeen eri laitteille. Työpisteiden kartoitusten jälkeen teimme ylimääräisestä tilasta turvallisuusalueen, jossa ei tapahdu työntekoa ja tilassa on turvallista liikkua. Määritimme turvallisuusalueen nimeksi Safetypoint. Turvallisuusalue on esitelty kuvassa 7.



Kuva 7. Turvallisuusalue tuotantotilassa.

Layout-suunnittelua varten järjestimme 3D-laserkeilauksen tuotantotilassa. 3D-laserkeilauksen ideana on luoda pistepilvi, jonka avulla toimii ohjelma nimeltä Esite. Esite on Fortumin sisäinen liiketoimi, joka on perustettu vuonna 2019. Esiten tarkoituksena on tuottaa yrityksille kokonaisvaltaisia VR-ratkaisuja. Tällaisia ratkaisuja esiintyy eniten teollisuuden aloilla. Esite-ohjelman avulla tarkastelimme tuotantotilaa virtuaalisesti etänä sekä käytimme tarvittavia mittatyökaluja. Esite-ohjelmaa hyödynnettiin tuotantotilan layoutin-suunnittelussa. (eSite 2021.)

Tämän lisäksi apuna käytettiin Autodesk autoCAD 2020 ohjelmaa, jonka avulla suunniteltiin pohjapiirustuksen layout. Autocadin avulla laitteet, työkoneet, työtasot, kääntöpuominosturit sekä työkalukaapit saadaan asetettua niille kuuluville paikoille. Tämän avulla tuotannosta on mahdollista suunnitella selkeä sekä turvallinen työskennellä.

Työpisteiden layout-suunnittelussa laitteiden kasaupaikat määräytyivät työturvallisuuden ja materiaalivirtojen mukaisesti. Laitteille määriteltiin erikseen kasaupaikat työpisteille (kuva 7). Lisäksi huomioitiin nostolaitteiden käyttöalueet, josta laitteiden nostaminen on mahdollista. Työpisteille suunniteltiin kävelykäytävät, joiden ansiosta työpisteillä liikkuminen on selkeää ja turvallista. Työpisteille suunniteltiin maalattavaksi omat laskualueet materiaalien vastaanottoa varten. Näin varmistetaan työturvallisuus työpisteillä työskenneltäessä.

## 6.2 Nykyisten hallien ongelmakohtien määrittäminen

Painelaittevalmistus tapahtui tähän asti osittain Andritz Savonlinna Works Oy:n konepajalla Lypsyniemessä ja osittain vuokratussa tuotantotilassa. Nykyinen painelaitteiden valmistuksen avuksi vuokrattu tuotantotila on ongelmallinen monestakin eri syystä. Tuotantotila sijaitsee usean kilometrin päässä konepajasta, jossa edelleen tapahtuu valtaosa painelaitteiden valmistukseen liittyvistä toimista. Tämän vaikutus on suuri konepajan kokonaisvaltaisessa johtamisessa sekä hallinnassa. Konepajalla laitteet koneistetaan ja pintakäsitellään ja tällaista mahdollisuutta vuokratussa tuotantotilassa ei valitettavasti ole. Painelaitteiden levytyövaiheet tehdään pääsääntöisesti vuokratussa tuotantotilassa ja omalla konepajalla suoritetaan vielä lopuksi pintakäsittely, kokoonpano ja pakkaus. Laitteille tehdään välikoneistus konepajalla ja tämän takia laitteita joudutaan siirtelemään ja nostelemaan paljon. Kappaleiden nostamiseen kuluva aika, koneistusaika ja matkaan kuluva aika muodostuvat kovinkin pitkäksi. Tämä huonontaa tuottavuutta sekä pienikin viivästyminen, kuten karusellisorvin hajoaminen vaikuttaa oleellisesti laitteen toimitusaikaan. Vuokrattu tuotantotila on aikaisemmin ja osittain tälläkin hetkellä suunniteltu telakaksi, eikä konepaja toimintaa varten. Rakennus on vanha ja pinta-alaa on paljon, joten lämmityskustannukset ovat suuret. Kaikki tuotantotilan pinta-alasta ei ole konepajan käytössä, joten meidän omat lämmityskustannuksemme kattavat myös muiden työpisteet vanhalla telakalla.

Tuotantotilaa ei ole järkevä laajentaa, koska se on vuokralla, lämmityskustannukset kattavat muut käyttäjät hallissa ja lämpöeristys ei ole kovinkaan hyvä. Materiaalivirtauksissa on myös kehitettävää. Osa painelaitteiden materiaaleista otetaan vastaan konepajalle ja joudutaan kuljettamaan sen jälkeen vuokrattuun tuotantotilaan. Tämä lisää kuljetusmatkaa ja vaikuttaa laitteiden valmistumiseen negatiivisesti, sillä materiaalien vastaanottoaikoja

täytyy tarkkailla jatkuvasti sekä materiaalien ylimääräiset kuljetukset kasvattavat laitteiden läpimenoaikoja. Näin ollen tavoitteena onkin saada keskitettyä painelaitteiden valmistuksen kaikki työvaiheet sekä hallinta yhtenäiseen toimitilaan, jotta laitteiden valmistamisesta saadaan yhtenäinen sekä tiivis kokonaisuus.

### 6.3 Rajoittavat tekijät

Uuden tuotantotilan tehokkuutta ja toimivuutta rajoittavat nostokapasiteetti ja nostokorkeus. Kuitenkin jokaisella työpisteellä on käytössään oma siltanosturi valtaosan työskentelyajasta, jota ei aikaisemmin ole ollut ja tämä parantaa huomattavasti työskentelyn tehokkuutta. Lämmöneristyksen kannalta vanhat nosto-ovet ovat huonossa kunnossa ja niiden käyttö tapahtuu manuaalisesti. Tämä vaikuttaa myös oleellisesti materiaalivirtojen läpivientiin.

Tuotantoa uhkaavana tekijänä tutkitaan lattian kestävyys, jotta laitteiden kasaamisen sekä materiaalivirtojen kanssa ei ilmene esteitä. Tuotantotilan lattian todellinen kestävyys rajoittaa materiaalien kuljettamista ja riskinä on, että lattian maalaaminen on turhaa sen pinnan epävarman kestävyuden takia. Lattian tutkiminen vaatii lisää toimenpiteitä, jotta saadaan varmuus sen kestävydestä ja tämän jälkeen voidaan tehdä tarvittava pinnoitus. Lattian pinnoittamisella varmistetaan työskentely terveyden kannalta turvalliseksi, sillä pinnoituksen ansiosta lattiasta ei irtoa ylimääräistä betonipölyä työskentelyn yhteydessä, joka on haitaksi terveydelle.

### 6.4 Layout-tyypin valinta

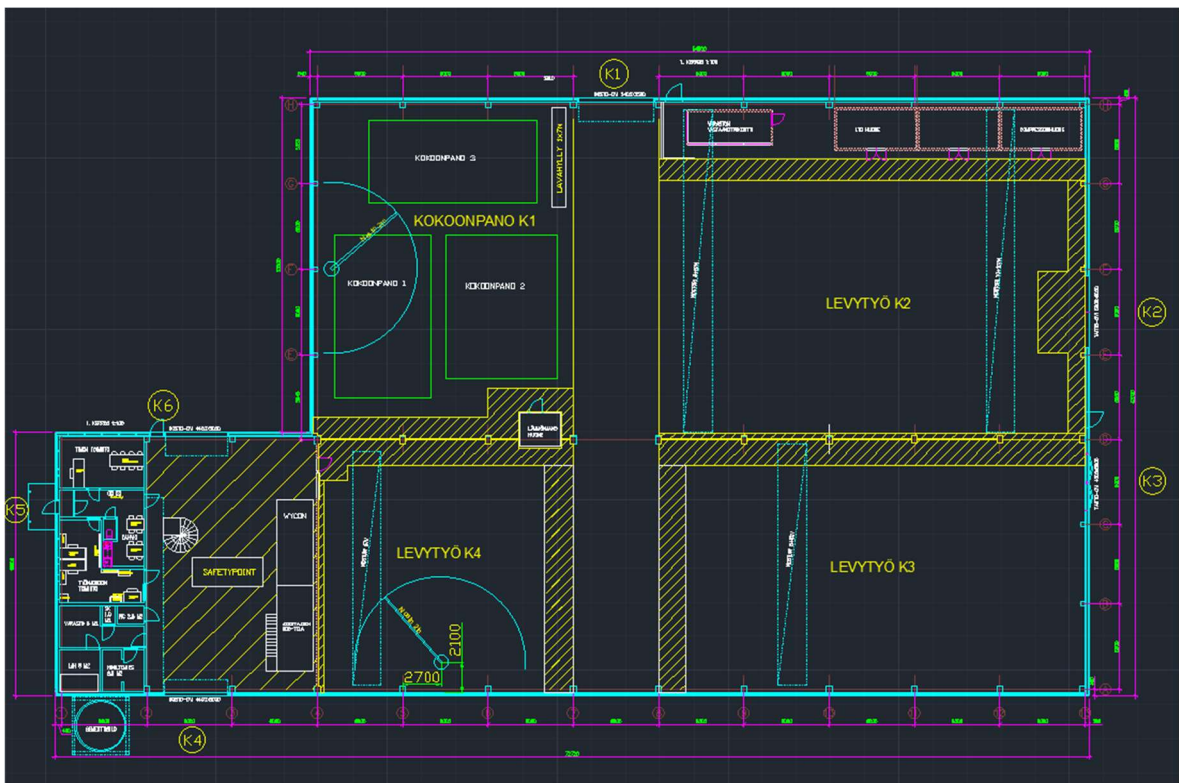
Layoutin valintaa tehdessä on huomioitava monia erilaisia näkökulmia, kuten käytettävissä olevan tilan tarpeet, tuotevalikoiman laajuus sekä valmistusmäärät. On kuitenkin hyvin tyypillistä, että yhdellä tehtaalla on käytössään monia erilaisia osalayouteja tuotantoprosessien eri vaiheiden mukaisesti.

Tämän opinnäytetyön tuloksena esitetään, että valmistuspisteen layout sopii Andritz Savonlinna Works Oy:n uuteen tuotantotilaan mekaanisen kokoonpanon työpisteelle. Layoutin tarkoituksena tässä tapauksessa on, että kasattava laite pysyy paikallaan, mutta sen valmistukseen osallistuvat työntekijät, tarvittavat välineet, materiaalit ja muut tarvikkeet tuodaan työpisteelle tarvittavana ajankohtana. Kolmessa muussa työpisteessä tehdään levytyö- ja hitsausvaiheita, joten mielestäni tällaisiin työpisteisiin sopii solulayout, jolloin työpisteellä keskitytään yhtenäisellä porukalla tekemään vain tiettyjä laitteita ja työvaiheita.

## 7 Yhteenveto

### 7.1 Tuotantotilan layout ratkaisu

Layoutpohjasta suunniteltiin kohdeyrityksen tarpeiden ja toiveiden mukainen. Työpisteet ovat rajattu ja sijoitettu selkeästi tuotantoon. Käytävät sijoitettiin järkevästi tuotantoon ja niiden ansiosta liikkuminen hallissa on turvallista. Nimesimme kaikki kulkuovet ja merkitsimme nosto-ovien aukkojen mitat, jotta myös ulkoisille toimittajille liikkuminen hallissa on selkeää. Jokaiselle työpisteelle saadaan toimitettua materiaalit ilman ongelmia ja kappaleet voidaan laskea niille merkityille laskualueille ennen kuin ne otetaan työnalle. Layout ratkaisu on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Tuotantotilan layout-suunnitelma.

### 7.2 Hyödyt

Opinnäytetyön tulosten ansiosta tuotantotilasta saadaan tuottava sekä laitteiden läpimenoajat voivat lyhentyä. Tämän lisäksi mahdollisten ongelmien ilmentyessä, kyseisen alueen organisaatio saadaan koottua nopeasti paikalle ja ongelmaan löydetään ratkaisu nopeasti. Painelaitevalmistuksen siirtäminen uuteen tuotantotilaan oli hyvä ratkaisu. Tämän ansiosta ylimääräisistä kuljetuksista päästään eroon ja kaikki tarvittava materiaali tilataan

jatkossa suoraan uuteen tuotantotilaan. Varastoiminen saadaan tehtyä jatkossa laite- sekä projektikohtaisesti, eikä tavaroiden etsimiseen kulu enää ylimääräistä aikaa. Lämmityskustannukset pienenevät huomattavasti ja tuotantotila soveltuu konepajan käyttöön. Painelaitteiden levytyövaiheet ja kokoonpano tehdään samassa yksikössä, jonka ansiosta tekeminen on selkeää ja laitteiden valmistumista pystytään seuraamaan tarkasti alusta loppuun.

### 7.3 Tulevaisuuden näkymät

Tuotantotila otetaan käyttöön suunnitelman mukaisesti kevään 2021 aikana. Näin ollen pystymme luopumaan toisesta vuokratusta tuotantotilasta sekä luovuttamaan Lypsyniemen konepajan tiloja muihin tarpeisiin. Tämä mahdollistaa kokonaisuudessaan Andritz Savonlinna Works Oy:llä tuotannon tehostamisen. Siirtymisen yhteydessä uuteen tuotantotilaan otetaan käyttöön 6S-järjestelmä.

Seuraavana kehitysideana tuotantotilan piha-aluetta laajennetaan varastointialueen pinta-alan kasvattamiseksi. Tämä selkeyttää varastoimista ja materiaalien kuljetukset ovat suoraviivaisempia sekä nopeampia. Isoimpana etuna piha-alueen laajennus mahdollistaa isommat lastaus- ja purkupaikat ja tämän ansiosta saamme parannettua työturvallisuutta ja lastaus on tehokkaampaa, ilman häiriötekijöitä. Lisäksi olisi hyvä miettiä ulkoalueen varastointimenetelmien kehittämistä.

Tulevaisuudessa tuotantotilassa tehdään mitoiltaan isompia laitteita ja kysyntää on paljon. Merkittävin ratkaisu hallin maksimaaliselle tuotannolle olisi tuotantotilan laajentaminen niin, että tuotantotilan kattoa nostetaan korkeammaksi. Tämä mahdollistaisi suuremman nostokapasiteetin ja tarvittavan nostokorkeuden, joiden ansiosta tuotteita ei enää rajoitettaisi koon ja painon puolesta vaan kaikki laitteet voitaisi tehdä uudessa tuotantotilassa. Tuotantotilaan tarvitaan myös oma koneistuskeskus, jotta pienet koneistukset voidaan tehdä tuotannon sisäisesti eikä alihankinnassa. Tällaisella ratkaisulla voidaan säästää jopa päiviä laitteiden kasauksissa.



## 8 Pohdinta

Opinnäytetyön johdanto-osuudessa määritellyt tavoitteet saavutettiin halutulla tavalla. Uudesta layoutista saatiin kustannustehokas ja toimiva. Lopputuloksena laitteiden läpimenoajat voivat lyhentyä ja varastointimenetelmistä saadaan selkeät ja joustavat. Turhan materiaalin karsimisen ansiosta tuotantoon saadaan lisää tilaa työskennellä ja yleinen siisteys pysyy työpisteillä.

Sisätilassa tapahtuvasta välivarastoinnista saatiin tehokas sekä organisoitu. Tarvittavat materiaalit tullaan varastoimaan niille tarkoitetuille paikoille ja ne ovat nopeasti kuljetettavissa työpisteille. Hyllyjen tyhjentyessä, niitä järjestellään ja tuodaan varastointitilan vapauduttua uusien projektien osia. Aiemmasta tuotannosta poiketen pyrimme hyödyntämään varastointia myös pienille levyleikkeille ja tällaisella ratkaisulla ehkäisemään niiden etsimistä ulkoalueelta.

Uusi selkeä ja organisoitu varastointitapa helpottaa varastointialueiden ja työpisteiden välistä materiaalinkäsittelyä sekä vähentää myös turhaa materiaalienkuljetusta varastointialueella. Työpisteiden toimivuutta voidaan arvioida lopullisesti vasta tuotannon käynnistymisen jälkeen.

Opinnäytetyöprosessin osalta aikataulutukset olisivoinut olla paremmin mietittyä omalta osaltani. Opinnäytetyötä tehtiin kohdeyrityksessä päivätyön ohella, joka alkuun tuntui riittävän. Myöhemmin töiden kertyessä opinnäytetyön tekeminen hieman jäi vähemmälle ja pääsin tekemään opinnäytetyötä vain omalla ajallani. Lopulta kuitenkin työn tekeminen alkoi sujua ja pystyin tekemään opinnäytetyötä myös työn ohella.

Opinnäytetyö tarjosi laaja-alaisesti haasteita samalla opettaen ja kasvattaen tekijäänsä konepajan tuottavaan maailmaan. Työssä yhdistyivät hienosti teorian soveltaminen käytäntöön ja tämän ansiosta toimivan layout ratkaisun löytyminen osoittautui mielenkiintoiseksi. Opinnäytetyön tekijälle tämä antoi hienon pohjan siirtyä työelämään ja konepajalle valmistavaan teollisuuteen.

## Lähteet

ANDRITZ 2020. Andritz Oy. Viitattu 5.11.2020. Saatavissa <https://www.andritz.com/pulp-and-paper-en/locations/andritz-oy>

ANDRITZ 2020. Andritz Group. Viitattu 5.11.2020. Saatavissa <https://www.andritz.com/group-en/about-us>

ANDRITZ 2020. Andritz Oy. Viitattu 5.11.2020. Saatavissa <https://www.andritz.com/pulp-and-paper-en/locations/andritz-oy>

ANDRITZ 2020. Andritz Savonlinna Works Oy. Viitattu 4.11.2020. Saatavissa <https://www.andritz.com/pulp-and-paper-en/locations/savonlinna-works-oy>

ANDRITZ 2020. Andritz Savonlinna Works Oy. Viitattu 4.11.2020. Saatavissa <https://www.andritz.com/pulp-and-paper-en/locations/savonlinna-works-oy/history>

Esite-About us. Viitattu 22.4.2021. Saatavissa <https://esitevr.com/solutions/>

Haverila, Matti, Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: infacts. Viitattu 16.2.2021

Lean Enterprise Institute. What is Lean? Viitattu 22.2.2021. Saatavissa <https://www.lean.org/WhatsLean/>

Lepola, P. ja Ylikangas, R. 2016. Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Logistiikan Maailma. Tuotannon Layout. Viitattu 14.2.2021. Saatavissa <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>.

Miia Martinsuo, Saku Mäkinen, Petri Suomela, Jouni Lyly-Yrjäinen, V.2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Viitattu 12.1.2021.

Reid & R. D. & Sanders N. R. 2010. Operations Management, 4<sup>th</sup> Edition. USA: John Wiley & Sons. Viitattu 22.2.2021