



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TUOTANTOTILOJEN LAYOUT-SUUNNITTELU

KUOPION RAKENNEASENNUS OY

TEKIJÄ: Samuli Sahi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Samuli Sahi			
Työn nimi Tuotantotilojen layout-suunnittelu			
Päiväys	22.05.2020	Sivumäärä/Liitteet	33+3
Ohjaajat Sami Ipatti, lehtori; Pertti Varis, lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Kuopion Rakenneasennus Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin metallirakenteita ja -tuotteita valmistavan Kuopion Rakenneasennus Oy:n toimeksiannosta. Tilaajayrityksellä oli tuotannon kehittämisen tarve, sekä lisäksi tuotannon laitekannan päivitys, synnytti tilaajayritykselle tarpeen uuden layoutin suunnittelulle. Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella tilaajayritykselle uusi toimiva layout.</p> <p>Ennen varsinaisen suunnittelutyön aloittamista tehtiin lähtötilanneselvitys. Siinä perehdyttiin yrityksen tuotantotiloihin ja tuotantoon. Yrityksen työnjohtajia ja tuotannon työntekijöitä haastateltiin, sekä tuotantotiloissa käytiin seuraamassa tuotannon toimintaa. Haastattelujen sekä tuotantotiloissa havainnoinnin tavoitteena oli saada kattavat pohjatiedot vanhasta layoutista ja tuotannon tilasta. Haastatteluista saatuja tietoja pohdittiin ja pyrittiin löytämään vanhasta layoutista ongelmia aiheuttavat tekijät. Layoutiin suunniteltiin parannuksia ongelmien korjaamiseksi. Parannuksilla pyrittiin lisäämään tuotannon toimivuutta, materiaalien virtausta, sekä tuotantotilojen siisteyttä. Layout-suunnitelma toteutettiin SolidWorks 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmistolla. Kaikista layouttiin olennaisista tuotantotilojen osista mallinnettiin 3D-mallit. Mallit yhdistettiin layoutin muodostavaksi kokoonpanoksi.</p> <p>Työn tuloksena yritykselle suunniteltiin uusi toimivampi layout-malli. Uudessa layoutissa korjattiin lähtötilanneselvityksessä selvinneitä ongelmia. Työn tuloksena tilaajayritys sai myös kaikki työn aikana syntyneet 3D-mallit. Niiden avulla yrityksen on mahdollista myös tulevaisuudessa päivittää tai muuttaa layoutia, mikäli sille tulee tarvetta.</p>			
Avainsanat layout, layout-suunnittelu, funktionaalinen layout			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Samuli Sahi			
Title of Thesis Layout Planning of Production Facilities			
Date	22 May 2020	Pages/Appendices	33+3
Supervisors Sami Ipatti, lecturer; Pertti Varis, lecturer			
Client Organisation /Partner Kuopion Rakenneasennus Oy			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was commissioned by Kuopion Rakenneasennus Oy, which manufactures metal structures and products. The client company had a need to develop production, and upgrade of production machinery created a need for the client company to design a new layout. The goal of the thesis was to plan a new functional and efficient layout for the client company.</p> <p>Before starting the actual layout plan, a baseline study was made. The company's production facility and production was researched in the baseline study. Foremen and employees of the company were interviewed. The production process was observed at the production facility. The aim of the interviews and the observation were to obtain in-depth background information of the old layout-plan. The information obtained from the interviews was considered and an attempt was made to find problems and their causes in the old layout. Problems were fixed by planning improvements for the new layout. The aim of the improvements was the improved functionality of production, the flow of material and the cleanliness of production facility. The new layout plan was made by using SolidWorks computer-aided design program. 3D-models were modeled from all parts of the production facilities relevant to the layout. 3D parts were brought together into a layout-forming assembly.</p> <p>As a result of the work a new more functional layout was planned to the client company. Problems found in the baseline study were fixed in the new layout plan. The client company also received all the 3D-models created during the thesis. Models make it easy for the company to update or change the layout in the future if there will be a need.</p>			
<p>Keywords Layout, layout plan, functional layout</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	KUOPION RAKENNEASENNUS OY	7
3	LAYOUT-SUUNNITTELU	8
3.1	Layout-tyypit	8
3.1.1	Tuotantolinjalayout	8
3.1.2	Funktionaalinen layout	9
3.1.3	Solulayout	10
3.1.4	Kiinteä layout.....	11
3.2	Layout-tyypin valinta.....	11
3.3	Layout-suunnittelun peruslähtökohdat ja tavoitteet	12
3.4	Funktionaalisen layoutin suunnittelu.....	13
4	LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS.....	14
4.1	Tuotantotiloihin tutustuminen	14
4.2	Haastattelut.....	14
4.3	Tuotantotilat.....	15
4.3.1	Korkea halli.....	15
4.3.2	Kokoonpanohalli.....	16
4.3.3	Levyhalli	18
4.4	Lähtötilanteen layout ja tuotantotyyppi	21
4.5	Johtopäätökset lähtötilanteesta.....	21
5	LAYOUT-SUUNNITELMAN 3D-MALLINNUS	22
5.1	Osien 3D-mallinnus	22
5.2	3D-kokoonpanon luominen	22
5.3	Asennuskuva	23
6	SUUNNITTELUTYÖ	24
6.1	Layout-tyypin valinta.....	24
6.2	Parannukset	24
6.2.1	Kokoonpanohallin parannukset.....	25
6.2.2	Kaasupullojen varastointi	25
6.2.3	Levyhallin parannukset	26
6.3	Layout-suunnitelman mallinnus ja toteutus.....	29

7	YHTEENVETO JA TULOKSET	31
7.1	Työn tavoitteet	31
7.2	Työn tulokset.....	31
8	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	34

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan Kuopion Rakennesennus Oy:lle uusi tuotantotilojen layout. Yrityksen toiminta siirtyi nykyisiin toimitiloihin vuonna 2014. Lähtötilanteen layout on muodostunut ajan myötä ilman tarkkaa suunnittelua. Tuotantolaitteiden lisääntyminen, vaihtuminen ja muut parannustarpeet loivat layoutin suunnittelulle tarpeen. Tavoitteena on tutustua yrityksen tuotantotiloihin ja kartoittaa nykyisen layoutin ongelmakohdat ja suunnitella toimivampi layout, joka mahdollistaa tehokkaan tuotannon ja tilankäytön.

Opinnäytetyössä perehdytään ensimmäiseksi layout-suunnittelun teoriaan. Teoria osiossa käydään läpi layout-suunnittelun teoriaa, syvennytään erilaisiin layout-tyyppisiin ja perehdytään niiden perusominaisuuksiin, hyötyihin ja ongelmiin. Teoriaosiossa perehdytään myös layoutin valintaan, suunnittelun vaiheisiin ja tavoitteisiin.

Yrityksen tuotantotilojen lähtötilanne selvitetään ennen varsinaisen suunnittelutyön aloittamista. Kartoituksessa selvitetään layoutin lähtötilanne, rajoitukset ja mahdolliset ongelmat. Kartoituksessa haastatellaan yrityksen työnjohtajia, sekä tuotannon työntekijöitä. Kartoituksen tavoitteena on kerätä perusteelliset pohjatiedot varsinaiselle layout-suunnitelmalle.

Layout-suunnitelma toteutetaan SolidWorks 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmistolla. Suunnitelmassa mallinnetaan layout 3D-mallina. Layout-malli arvioidaan ja siihen tehdään parannusehdotukset. Parannukset päivitetään luotuun layoutin 3D-malliin.

2 KUOPION RAKENNEASENNUS OY

Kuopion Rakenneasennus Oy on erilaisia metallirakenteita valmistava ja asentava perheyritys. Yritys on perustettu vuonna 1987 Kuopiossa. Yritys valmistaa erilaisia metallirakenteita asiakkaiden suunnitelmien pohjalta. Yritys on erikoistunut raskaiden ja keskiraskaiden teräsrakenteiden kuten runkorakenteiden, siltarunkojen, piippujen ja säiliöiden valmistukseen. (Kuopion Rakenneasennus Oy, 2015.)

Yrityksen tuotanto on yksittäis- ja sarjatuotantoa. Eräkoot vaihtelevat yksittäisistä kappaleista kymmeneen. Valmistettavien tuotteiden massat vaihtelevat muutamista kiloista tuhansiin kiloihin. Tuotannossa käytetään pääosin metallia muovaavia, leikkaavia ja liittäviä valmistusmenetelmiä, kuten mangleointia, särmäystä, plasmaleikkausta ja hitsausta. Tuotteet valmistetaan pääosin rakennusliikkeiden, infrarakentajien, voimalaitosten sekä teollisuuden tarpeisiin. (Kuopion Rakenneasennus Oy, 2015.)

Yrityksen nykyiset toimitilat (kuva 1) sijaitsevat Siilijärven Toivalassa ja ne ovat suuruudeltaan noin 3000 neliometriä. Henkilöstöä yrityksellä on 30. Konekanta on moderni ja monipuolinen ja se mahdollistaa hyvin monipuolisen metallirakentamisen. (Kuopion Rakenneasennus Oy, 2015.)



KUVA 1. Kuopion Rakenneasennus Oy:n toimitilat. (Samuli Sahi, 2020)

3 LAYOUT-SUUNNITTELU

Layout termillä tarkoitetaan tuotantoprosessin fyysisten osien, kuten tuotantolaitteiden, työpisteiden, kulkureittien ja varastointipaikkojen sijoittelua (Logistiikan maailma, n.d.). Layout-suunnittelu voidaan jakaa kahteen erilaiseen suunnitteluun: Laajaan ja suppeaan. Laajassa layout-suunnittelussa käsitellään koko tuotantoprosessin, esimerkiksi tuotantolaitoksen järjestelmän suunnittelua. Suppea layout-suunnitelma tarkoittaa taas tuotantotilojen sisäistä sijoittelua. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, 309.)

Toimivalla layoutilla saavutetaan huomattavia etuja, kuten selkeytetään tuotannon materiaalivirtoja. Materiaalien siirtotarve vähenee ja siirtomatkat lyhenevät, koska työpisteet sijoitellaan optimaalisesti. Toimivassa layoutissa tilankäyttö on tehokasta. Layoutissa otetaan myös työturvallisuus ja -tyytyväisyys huomioon. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 482.)

3.1 Layout-tyypit

Layoutit voidaan jakaa työkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayouttiin, funktionaaliseen layouttiin sekä solulayouttiin. Sopiva päätyyppi valitaan tuotannon tarpeiden mukaan. Vaikuttavia tekijöitä valintaan ovat esimerkiksi tuotevalikoiman laajuus ja tuotettavat määrät. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 475). Päätyyppien määrittelytapoja on kuitenkin useampia. Tersinen (1980, 339) mukaan layoutit voidaan jakaa prosessi-layoutiksi, tuote-layoutiksi ja kiinteäksi layoutiksi.

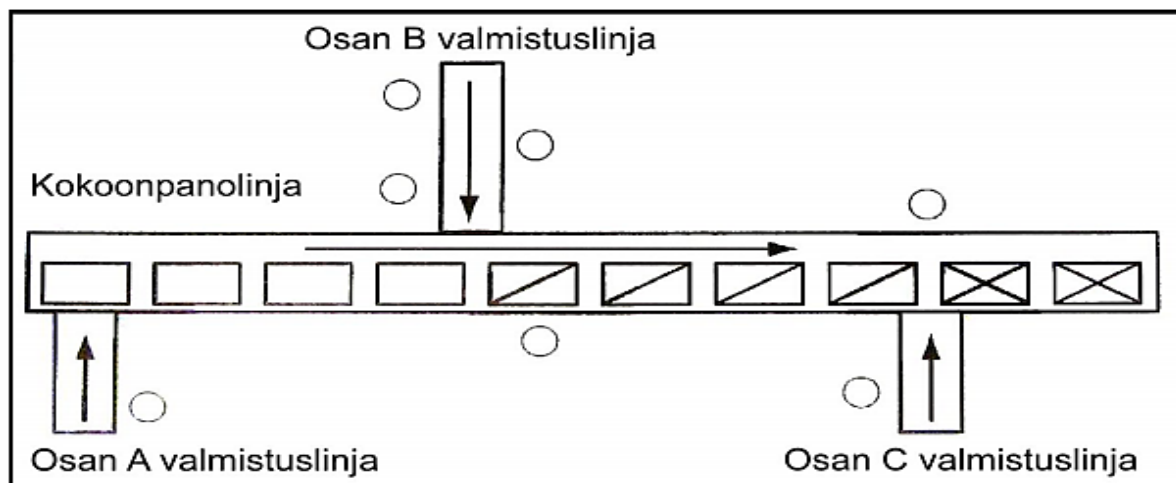
3.1.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa tuotantolaitteet ja -koneet, sekä työpisteet ovat tuotantojärjestyksen mukaisessa järjestyksessä tuotantolinjan varrella (kuva 2). Tuotantolinjaa hyödyntäessä samanlaisia tai samankaltaisia tuotteita tehdään suurella volyymillä, jolloin tuotantojärjestys pysyy samana. Tällöin on järkevää pitää tuotantojärjestys samana ja sijoittaa tuotantolaitteet tietyn reitin varrelle. Tuotantolinjalla on helppo hyödyntää automaatiota ja tämän takia tuotantolinjat ovatkin usein pitkälle automatisoituja. Tuotantolinjalayoutissa kuormitusaste on yleensä hyvin korkea. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 475.)

Tuotantolinjan hyödyt ovat suuret tuotantomäärät ja korkea kuormitusaste. Suuren tuotantovolyymin ansiosta tuotteiden yksikköhinta on alhainen. Tuotantolinjan rakennuskustannukset ovat korkeat. Tuotantolinja kannattaa rakentaa vain silloin, kun tarkoituksena on valmistaa tuotteita suurissa erissä. Tuotantolinjassa tuotantosarjat ovat pitkiä, koska tuotteen vaihtaminen toiseen vaatii yleensä pitkän asennusajan tuotantolinjalla. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 475.)

Tuotantolinja on häiriöaltis. Pienikin häiriö linjassa voi pysäyttää tai tukkia koko linjan tuotannon. Tämän takia tuotantolinjassa laadunvalvonta on tärkeää. Tuotantolinjalla pystytään valmistamaan myös viallista tai virheellistä tuotetta tehokkaasti. Tuotannonohjaus on tuotantolinjalla helppoa,

koska linjaa pystytään käsittelemään yhtenä kokonaisuutena, eikä tuotantojärjestys muutu. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 475-476.)



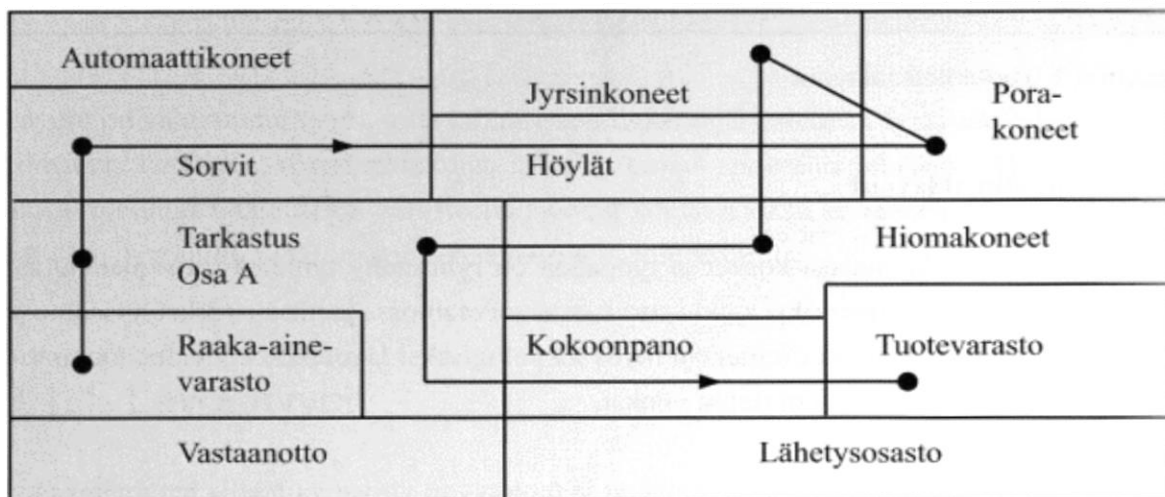
KUVA 2. Tuotantolinjalayout. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 476)

3.1.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa työkoneet ja -pisteet sijoitetaan niiden funktion, eli tehtävän perusteella (kuva 3). Saman funktion omaavat työkoneet ja -pisteet muodostavat solun. Solut nimetään siellä tehtävän työn mukaan. Esimerkiksi hitsauskoneet ja -paikat sijoitetaan hitsaamoon ja kaikki sorvit sijoitetaan sorvaamoon. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 476.)

Funktionaalinen layout on joustava ja se sallii tuotantomäärän ja tuotetyyppien vaihtelevuuden. Funktionaalisisessa layoutissa tuotteiden työkulku on usein hyvin vaihteleva eri tuotteiden välillä. Konekanta on yleensä monipuolinen ja sisältää paljon yleiskoneita, joita voidaan hyödyntää monien kappaleiden valmistuksessa. Tuotteet tehdään pienissä sarjoissa tai yksittäiskappaleina ja tuotetyyppien vaihtelevuus on suuri. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 476.)

Funktionaalisisessa layoutissa ongelmia aiheuttaa usein työjonot, jotka kasvattavat keskeneräistä tuotantoa ja lisäävät välivarastointeja. Suuret etäisyydet työkoneiden välillä lisää kappaleiden turhaa liikuttelua. Funktionaalinen layout on helppo ja halpa toteuttaa verrattuna tuotantolinjaan. Tuottavuus on kuitenkin tuotantolinjaa heikompi, sekä kuormitusasteet jäävät yleensä mataliksi. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 476-477.)

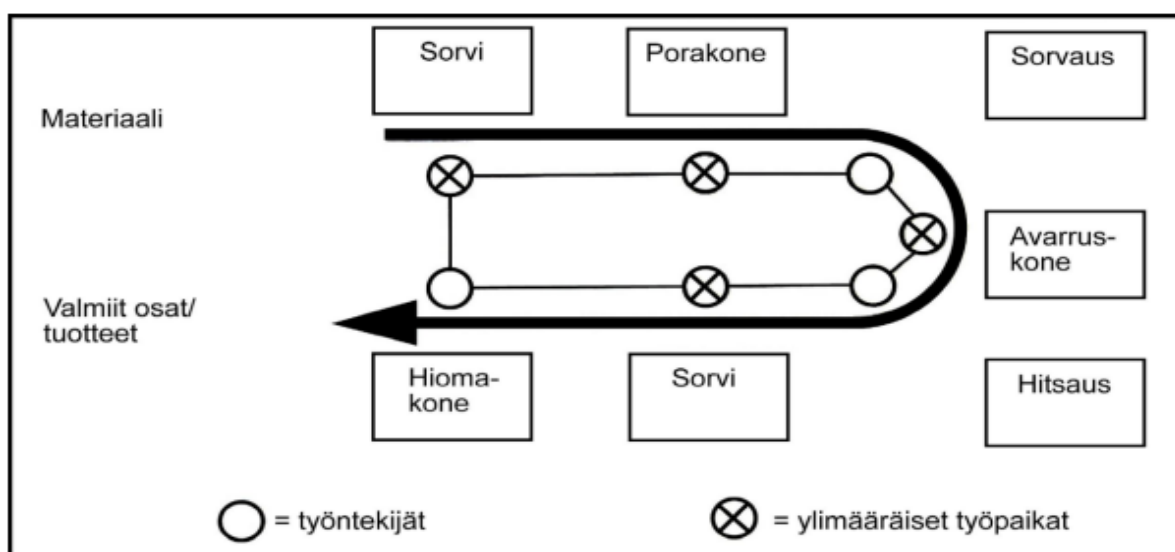


KUVA 3. Funktionaalinen layout. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 477)

3.1.3 Solulayout

Solulayout koostuu useista työkoneiden ja -paikkojen muodostamista ryhmistä (kuva 4). Solulayoutin muodostavat ryhmät ovat erikoistuneet tiettyjen osien tai työvaiheiden suorittamiseen. Solulayout on kompromissi tuotantolinjalayoutin ja funktionaalisen layoutin välillä. Solujen läpäisyajat ovat nopeampia kuin funktionaalisisessa layoutissa ja materiaalivirrat ovat selkeitä. Haverilan mukaan solulayout on joustavampi kuin tuotantolinjalayout ja myös tehokkaampi kuin funktionaalinen layout oman tuoteryhmänsä puitteissa. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 477.)

Solulayoutissa ei esiinny välivarastoja funktionaalisen layoutin tapaan. Solulayoutissa työvaiheet tehdään samalla alueella peräkkäin. Se pitää materiaalivirran selkeänä ja helpottaa laadunvalvontaa. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 477-478.)

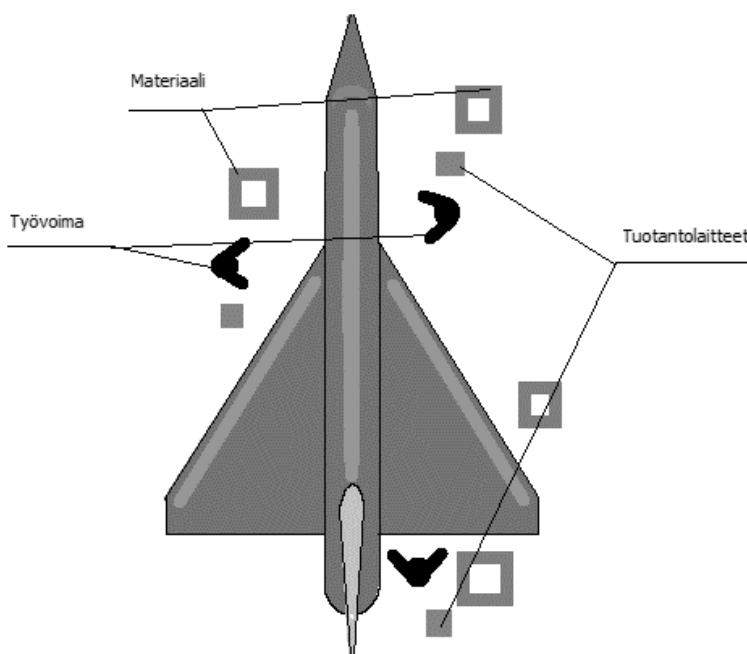


KUVA 4. Solulayout. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 478)

3.1.4 Kiinteä layout

Kiinteä layout (kuva 5) ei ole kovin yleinen tuotantotehtaissa, vaan sitä käytetään yleisemmin erityäin suurten kappaleiden, kuten laivojen, lentokoneiden ja rakennusten valmistuksessa. Tässä layoutissa valmistettava tuote on paikallaan ja tarvittavat tuotantolaitteet ja -resurssit tuodaan sen luokse (Tersine, 1980, 343). Kiinteässä layoutissa kappaleet ovat niin suuria, että tuotantolaitteet ja -resurssit ovat helpompia tuoda kappaleen ympärille.

Kiinteän layoutin hyötyjä ovat töiden monipuolisuus, työntekijöiden sitoutuminen projektiin, sekä joustavuus. Töiden monipuolisuus pitää työvoiman osaamista yllä. Projektiin sitoutuminen lisää työntekijöiden ylpeyttä saavutuksistaan ja tekemistään töistä. (Kumar, 2009, 46.)



KUVA 5. Kiinteä layout. (Samuli Sahi, 2020)

3.2 Layout-tyyppin valinta

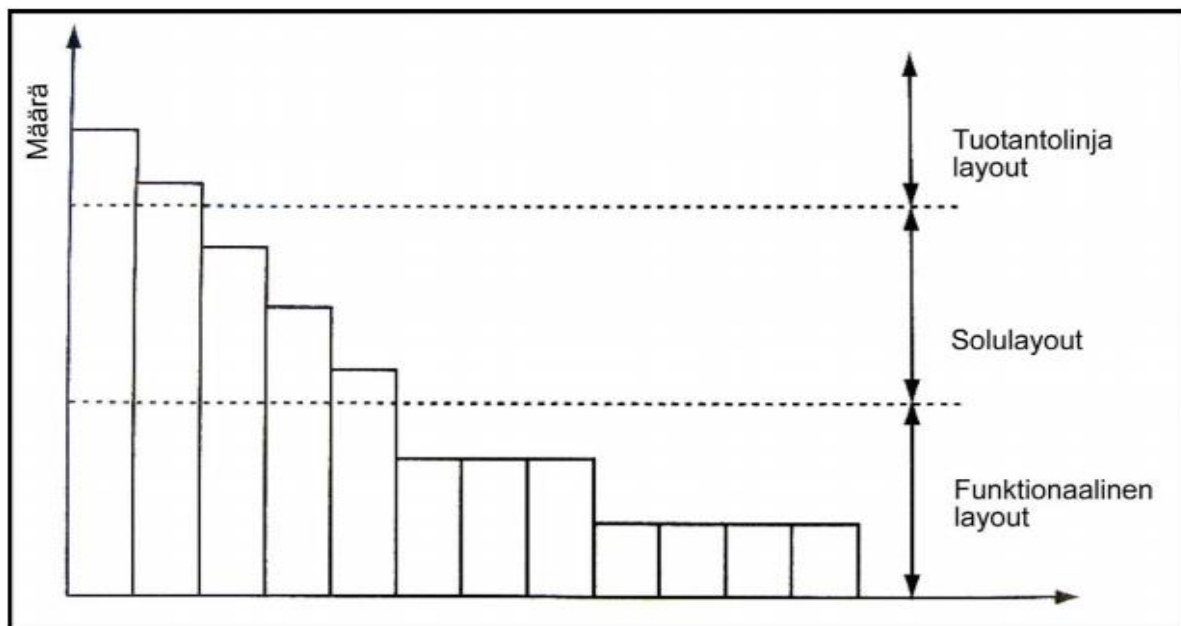
Layoutin valinta perustuu tuotannon tarpeisiin ja edellytyksien täyttymiseen. Tuotevalikoiman laajuus ja tuotettavien tuotteiden määrä ovat keskeisessä osassa layoutin valintaa. Tuotantolinjalayoutin soveltaminen on paras valinta silloin, kun tavoitellaan suuria tuotantovolyymejä. Tällöin samantyyppisten tuotteiden valmistusmäärät ovat suuria ja tuotetyyppien määrät ovat pieniä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 475-479.)

Funktionaalisen layoutin valinta on paras ratkaisu päinvastaisessa tilanteessa. Funktionaalisesta layoutista hyödytään silloin eniten, kun tuotetyyppien määrät ovat suuria, mutta valmistusmäärät ovat pieniä. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 476-479.)

Solulayout on kannattava silloin, kun samankaltaisia tuotteita tehdään toistuvasti, muttei kuitenkaan niin suurina määrinä, että kalliin tuotantolinjan rakentaminen olisi kannattavaa. Solulayout sallii myös

tuotantolinjaa suuremman määrän erityyppisiä tuotteita tuotannossa. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 477-479.)

Tuotemääräanalyyseillä voidaan tarkastella tuotannon tuotevalikoiman laajuutta ja tuotettavien tuotteiden määrää. Tuotemääräanalyysi antaa suuntaa layoutin valinnassa (kuva 6). (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 479.)



KUVA 6. Tuotemääräanalyyssi. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 479.)

3.3 Layout-suunnittelun peruslähtökohdat ja tavoitteet

Layout-suunnittelun lähtökohdana voidaan pitää suunnitteluun johtavaa tarvetta. Layout-suunnitteluun johtavia tekijöitä on monia. Syynä voi olla esimerkiksi uudet tuotantotilat, vanhojen tuotantotilojen laajennus tai tuotannon toiminnan tehostaminen muutoksilla.

Ennen tuotantotilojen toiminnan tehostamista uuden layoutin avulla kannattaa perehtyä lähtötilanteeseen. Layoutin uudistamista tukevia seikkoja ovat esimerkiksi:

1. Heikosta tilankäytöstä aiheutuvat ylimääräiset tilakustannukset.
2. Materiaalien ja työkalujen siirtelystä ja etsimistä aiheutuva työajan menetys.
3. Materiaalien säilytys väliaikaissäilytyspaikoissa hetkellisen tilanpuutteen vuoksi.
4. Tuotantotilojen laajennus halutaan välttää.
5. Vaikeasti siirrettäviä tuotantolaitteita ei haluta siirtää ilman perusteellisia syitä
6. Tuotannon muutossuuntiin halutaan varautua ennakkoon.

(Tehdaskehitys, 2020.)

Layout-suunnittelu on prosessi, jossa on suuri määrä erilaisia muuttujia. Layoutin suunnittelu on miltei aina kompromissi, koska täysin optimaalista layoutia ei ole yleensä löydettävissä. Layoutsuunnittelun peruslähtökohtana on huolellinen perehtyminen tuotantoprosessiin, tuotteisiin ja tavoitteisiin. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 480-481.)

Tuotteet ja niissä käytettävät komponentit, puolivalmisteet ja materiaalit tulee tietää. Myös työvaiheet ja niiden järjestys on tiedettävä. Työvaihesuunnittelussa määritetään työn vaiheet, kunkin vaiheen sisältö, tarvittavat koneet ja työn valmistusyksikkö. Tuotantomäärän perusteella valitaan tuotantolaitteet, ja määritellään tuotantomuoto ja -tekniikka. Tuotannon aikajänteen pituus auttaa perustelemaan mahdollisten investointien kannattavuutta. (Lapinleimu;Kauppinen;& Torvinen, 1997, 313.)

Layout-suunnittelun tavoitteena on luoda tuotantoprosessille mahdollisimman hyvä tuottavuus ja toiminnanohjaus. Työpisteiden sijoittelussa tulee huomioida syntyvät välimatkat, sillä materiaalin turha kuljettelu ja siirtely tulisi minimoida. Toimivassa layoutissa tilankäyttö on tehokasta. Tilan käytössä huomioidaan eri valmistusvaiheiden erityistarpeet sekä mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet. Tärkeänä osana suunnittelua on myös työturvallisuuden ja -tyytyväisyyden huomiointi. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 481-482.)

3.4 Funktionaalisen layoutin suunnittelu

Funktionaalisisessa layoutissa saman tyyppiset tuotantokoneet ja -laitteet sijoitetaan omiin osastoihinsa. Funktionaalisen layoutin suunnittelussa keskeisenä ajatuksena on osastojen välisten siirtomatkojen ja -kertojen minimointi. Funktionaalisisessa layoutissa tärkeää on myös pyrkiä mahdollisimman suureen joustavuuteen. Kiinteiden ja hankalasti siirrettävien laitteiden sijoituspaikkaa suunnittellessa tulee ottaa huomioon, että layoutin on pysyttävä joustavana. Tuotteiden vaihtelun vuoksi on todennäköistä, että layout vaatii muutoksia tulevaisuudessa. Kevyessä valmistuksessa ja kokoonpanossa layoutin muutokset kuuluvat normaaleihin toimenpiteisiin. (Haverila;Uusi-Rauva;Kouri;& Miettinen, 2009, 482.)

4 LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS

Lähtötilanteen kartoituksessa selvitettiin tuotannon lähtötilanne ennen varsinaista layout-suunnitelua. Kartoitus tehtiin tutustumalla tuotantoon yrityksen tuotantotiloissa. Selvityksessä kerättiin tietoa työnjohtajia ja työntekijöitä haastatteleamalla. Kartoituksen tavoitteena oli selvittää lähtötilanteen layoutista tuotantoa tukevat ja heikentävät tekijät, joista tuotantoa tukevat tekijät säilytettiin ja tuotantoa heikentävät tekijät korjattiin uudessa layout-suunnitelmassa. Tuotantoa heikentävät ongelmat tunnistettiin ja pyrittiin löytämään niiden juurisyyt.

4.1 Tuotantotiloihin tutustuminen

Lähtötilanneselvitys aloitettiin tuotantotiloihin tutustumalla. Tutustumis- ja tarkkailukäynneillä kartoitettiin tuotantotilojen kokoa, muotoa ja jaottelua. Siinä selvitettiin tuotantotilojen osastot ja osastojen funktiot. Tuotantotiloista tehtiin muistiinpanoja, joissa määriteltiin esimerkiksi reunaehdot tulevalle layout-suunnittelulle. Tutustumiskäynnillä aloitettiin tulevan layoutin hahmottelu ja eri vaihtoehtojen pohtiminen.

4.2 Haastattelut

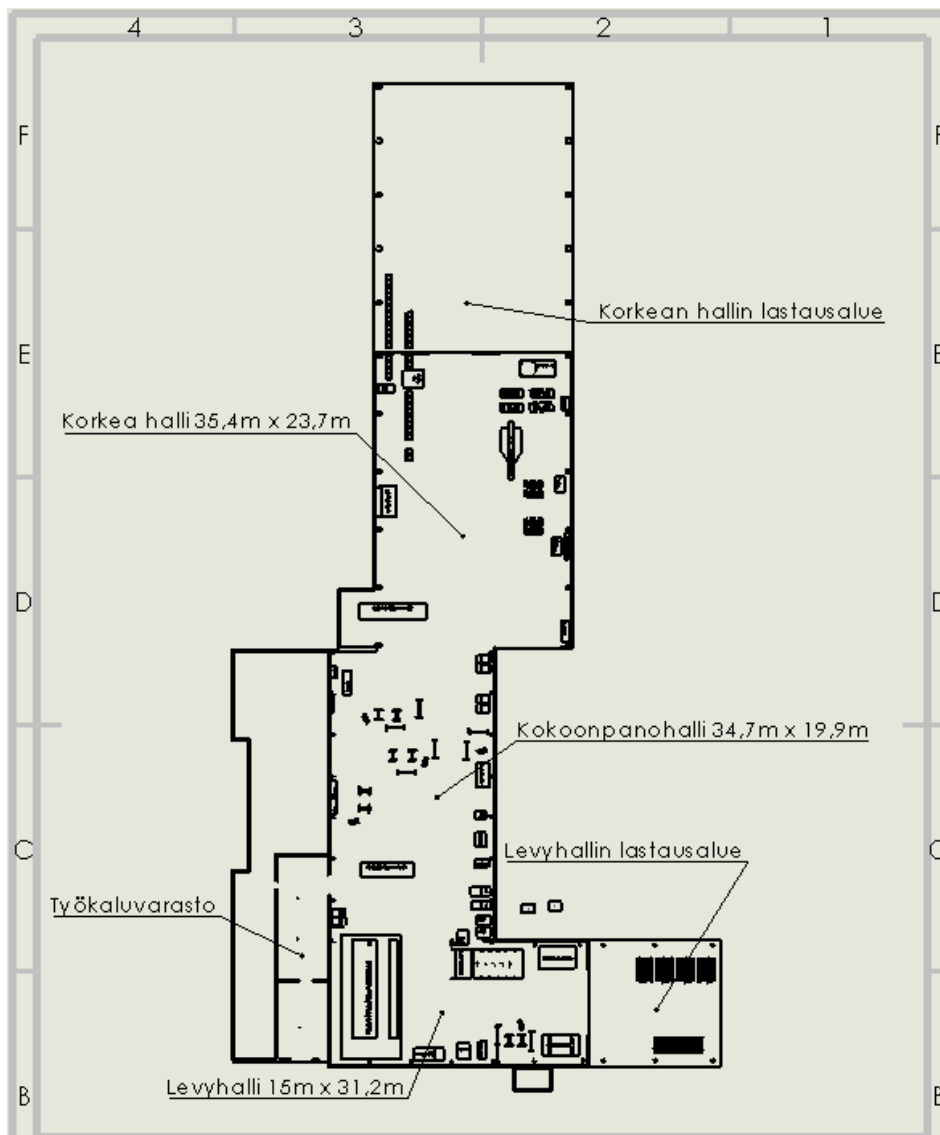
Lähtötilanteen kartoituksessa haastateltiin tuotannon työntekijöitä sekä yrityksen työnjohtajia. Haastattelut olivat suullisia keskusteluja, joiden tavoitteena oli kartoittaa ja selvittää tuotantoon liittyviä tekijöitä. Haastatteluissa ilmenneet tiedot kirjattiin ylös muistioon. Haastattelumenetelmänä käytettiin teemahaastattelua. Haastattelujen teema muodostui tuotannon yleistilaa ja lähtötilannetta koskevista kysymyksistä. Haastatteluissa kysyttiin mm. tuotannon, osastojen ja työpisteiden haasteista, materiaalin siirtelystä ja varastoinnista, sekä kehitystarpeista. Pohjatietojen hankkimisen keinoksi valittiin haastattelut, koska haastattelujen avulla saadaan perusteelliset tiedot tuotannon tilasta. Haastateltujen ihmisten työkokemus ja päivittäinen työnteko yrityksen toimitiloissa on antanut heille tarkan näkemyksen tuotannon toiminnasta.

Tuotantotyöntekijöitä haastateltiin tuotantotiloissa tuotantotöiden ohessa. Haastateltavia oli seitsemän ja haastattelut tehtiin nimettöminä. Kaikki haastateltavat olivat yrityksen tuotantotyöntekijöitä, kuten levyseppähitsaajia, koneistajia ja asentajia. Haastatellut tuotantotyöntekijät olivat tyytyväisiä nykyiseen tuotantoon, eivätkä juuri osanneet sanoa kehitysideoita layouttiin liittyen. Haastatteluissa ilmeni kuitenkin kritiikkiä materiaalin varastoinnista. Haastattelujen mukaan tuotantotyöntekijöiden työaika on kulunut turhaan materiaalin etsimiseen varastoista ja hyllyistä, koska niiden sisältöä ei tiedetä tarkkaan. Talvella ulkona varastoitavien materiaalien päälle kasaantunut lumi on vaikeuttanut materiaalien löytämistä entisestään.

Työnjohtajien haastattelussa haastateltiin yrityksen toimitusjohtajaa Teemu Tillestä, sekä työnjohtajaa Joni Pursiaista. Haastattelut toteutettiin palavereissa, tapaamisissa sekä muiden töiden ohessa. Haastatteluissa selvisi tuotannon tarpeita, suunnitteluun vaikuttavia reunaehtoja, tuotantoon tulevia muutoksia, kuten esimerkiksi uusi tuotantoon tuleva särmäyspuristin, sekä layoutin parannusideoita.

4.3 Tuotantotilat

Lähtötilanteen kartoituksessa selvisi layout-suunnittelua rajoittavia tekijöitä. Tuotantotilojen muoto aiheutti tietyt reunaehdot suunnittelulle. Tuotantotilat koostuivat L-mallisesta hallista, joka oli jaettu kolmeen osastoon (kuva 7). Korkeassa hallissa tuotanto liittyi suurten kappaleiden kokoonpanoon ja tuotantoon. Kokoonpanohallin tuotannossa keskityttiin pienten ja keskikokoisten kappaleiden kokoonpanoon ja tuotantoon. Levyhallin tuotannossa keskityttiin levyjen leikkaamiseen ja muovaamiseen.



KUVA 7. Tuotantotilojen muoto 2D-mallissa (Samuli Sahi, 2020)

4.3.1 Korkea halli

Korkeassa hallissa oli osasto, jossa valmistettiin suuret kappaleet. Osasto oli kooltaan noin 35,3 m x 23,7 m. Osaston koko pituudella kulki siltanosturirata, joka ulottui osaston päässä sijaitsevalle lastausalueelle. Nostureina oli kaksi nostokapasiteetiltaan 25 tuhannen kilon siltanosturia. Osaston molemmissa päädyissä oli nosto-ovet, joista suuret kappaleet mahtuivat sisään ja ulos. Tämä osasto oli korkeampi, kuin kokoonpanohalli ja levyhalli. Hallissa oli nostokapasiteetiltaan suurimmat nosturit.

Useat korkean hallin tuotantolaitteista olivat sellaisia, että niitä olisi ollut hankala siirtää. Tällaisia laitteita olivat esimerkiksi jauhekaarihitsaustorni sekä Faccin levymankele (kuva 8). Jauhekaarihitsaustorni kulki lattiaan valetun kahdesta kiskosta koostuneen radan päällä. Tämän laitteen siirto olisi vaatinut uuden radan tekemisen. Lattiaan oli myös valettu kiskot koko hallin pituudelle kappaleiden pyörittämiseksi varten. Levymankele oli kiinnitetty betonilattiaan tehtyyn syvennykseen. Lisäksi mankele painoi kymmeniä tuhansia kiloja, joten sen siirto olisi ollut hankalaa. Nämä tekijät asettivat suunnittelulle reunaehdoja, joiden mukaan suurien kappaleiden tuotantoa ei voitaisi siirtää pois tästä hallista.



KUVA 8. Faccin levymankele oli upotettu betonilattiaan. (Samuli Sahi, 2020)

Korkean hallin päädyssä sijaitsi materiaalin sahauspiste. Sahauspiste koostui kahdesta sahausradasta, jotka koostuivat metallivannesahasta sekä noin 20 metriä pitkästä rullaradasta. Rullarata mahdollisti pitkien kappaleiden liikuttamisen sahauspisteellä. Rullarata alkoi korkean hallin lastausalueelta ja jatkui hallin sisäpuolelta. Hallin seinään oli tehty aukot, jotka mahdollistivat kappaleiden kulun rullarataa pitkin lastausalueelta sisälle tuotantotiloihin. Sahauspiste oli sijoitettu korkean hallin päätyyn, koska siellä oli sahauspisteen vaatima pitkä alue, sekä hallin sisä- ja ulkopuolella. Sahauspiste oli yli 30 metrin päässä kokoonpanohallista, jossa tarvittiin paljon sahattua materiaalia. Sahauspisteen sijainti aiheutti pitkän materiaalin siirtomatkan, mutta sahauspisteelle ei ollut löydetty parempaa sijoituspaikkaa.

4.3.2 Kokoonpanohalli

Kokoonpanohallissa tuotanto keskittyi pienten ja keskisuurien kappaleiden kokoonpanoon ja valmistukseen. Kokoonpanohalli oli kooltaan noin 34,7 m x 19,9 m. Kokoonpanohallissa ei ollut nosto-ovea,

joka hankaloitti valmiiden kappaleiden kuljettamista ulos hallista ja lisäsi osastojen välisiä materiaalin siirtoja. Osaston koko pituudella kulki siltanosturirata, jossa oli kaksi nostokapasiteetiltaan 6,3 tuhannen kilon siltanosturia. Siltanosturirata ei kuitenkaan ylettynyt toisille osastoille, joten kappaletta kuljettaessa osastolta toiselle jouduttiin nosturi vaihtamaan toisen osaston nosturiin. Kappaleiden siirtely suoritettiin pääosin siltanostureilla, mutta myös trukkeja käytettiin. Raaka-aineet ja rakennusmateriaalit tulivat osaston molemmilta puolilta levyhallista sekä korkeasta hallista.

Kokoonpanossa kappaleet hitsattiin pääosin liikuteltavien metallisten pukkien päällä (kuva 9) tai kappaleita varten rakennettujen telineiden varassa. Kokoonpanohallissa oli oltava paljon vapaata tilaa, jotta hitsauspukkeja pystyttiin liikuttamaan tuotannon tarpeiden mukaan.

Kokoonpanohallin konekanta muodostui pääasiassa metallia muovaavista, leikkaavista ja liittävistä tuotantolaitteista. Kokoonpanohalliin oli sijoitettu mm. kaksi säteisporakonetta, monitoimileikkuri, sorvi, keskikokoinen ja pieni levymankele, muotorautamankeli ja kymmeniä hitsauskoneita.



KUVA 9. Kokoonpanotyöt tehtiin pääosin liikuteltavien pukkien päällä. (Samuli Sahi, 2020)

Kokoonpanohallissa sijaitti kaasupullojen säilytyspiste (kuva 10). Se oli ongelmallinen. Kaasupullot säilytettiin neljällä kaasupullolavalla. Säilytyspisteessä kaasupullolavat estivät esteettömän kulun alkusammutuskalustolle. Pelastuslaki edellyttää kiinteistön omistajaa, haltijaa tai toiminnanharjoittajaa varautumaan tulipalojen sammuttamiseen, sekä pitämään sammutus- ja pelastustöitä helpottavat laitteet toimintakunnossa (379/2011, 3:12 §). Toimintakunnolla tarkoitetaan esimerkiksi esteetöntä kulkua alkusammutuskalustolle. Kaasupulloja ei myöskään lain mukaan saa varastoida tai säilyttää hätäpoistumisteiden välittömässä läheisyydessä. Säilytyspisteellä on oltava kyltti, joka ilmaisee nestekaasun säilytyksestä (344/1997, 1:3 §). Kaasupulloja säilytettiin aiemmin tuotantorakennuksen

ulkopuolella. Kaasupullojen säilytys ulkona ei ollut kuitenkaan käytännöllistä talvella. Säilytyspisteen päälle satanut lumi tamppaantui pisteen eteen luoden liukkaan jäisen kynnyksen, joka aiheutti työturvallisuusriskin. Tämän vuoksi kaasupullot oli siirretty sisätiloihin.



KUVA 10. Kaasupullojen säilytys lähtötilanteessa. (Samuli Sahi, 2020)

4.3.3 Levyhalli

Levyhallissa tuotanto keskittyi metallilevyjen leikkaukseen ja muokkaamiseen. Leikattavat metallilevyt olivat pääasiassa terästä, ruostumatonta terästä sekä alumiinia. Levyhalli oli kooltaan noin 15 m x 31,2 m. Levyhallin koko leveydellä kulki siltanosturirata, joka ulottui levyhallin lastausalueelle. Siltanostureina toimi kolme nostokapasiteetiltaan 10 tuhannen kilon nosturia. Levyhallin konekantaan kuului pääasiassa metallilevyjen leikkaamiseen ja muovaamiseen tarkoitettuja tuotantolaitteita. Konekantaan kuului esimerkiksi plasmaleikkuri, plasmaleikkurin pölynpoistojärjestelmä, särmäyspuristin ja levyleikkuri.

Lähtötilanteen kartoituksessa selvisi, että levyhallissa tilaa ei ole käytetty tehokkaasti. Levyhallista oli vapautettava tilaa levymateriaalin säilytystä, sekä uutta Alikon särmäyspuristinta varten. Levyhallissa seinustalla sijainneen plasmaleikkurin pölynpoistolaitteen (kuva 11) varaama tila pystyttäisiin käyttämään tehokkaammin. Pölynpoistolaitteen säilytys levyhallissa varasi hieman yli 5 neliometriä lattia-pinta-alan.



KUVA 11. Levyhallissa sijaitseva pölynpoistolaite. (Samuli Sahi, 2020)

Lähtötilanteessa plasmaleikkurilla leikatut metallilevyt, eli raakalevyt säilytettiin levyhallin lastausalueella. Materiaalin siirtomatka lastausalueella sijaitsevilta levytelineiltä plasmaleikkurille oli noin 35 metriä. Yleisimmin leikattaville standardikokoisille metallilevyille tarvittiin säilytystilaa lähemmäksi plasmaleikkuria. Tällä saataisiin tehostettua materiaalin virtausta, kun materiaalien siirtomatkat lyhenisivät.

Raakalevyistä leikattiin plasmaleikkurilla levyleikkeitä. Levyleikkeet pyrittiin leikkaamaan raakalevystä niin, että hukkamateriaalia olisi syntynyt mahdollisimman vähän. Levyt eivät kuluneet aina kokonaan, vaan jäljelle jää uudestaan leikattavia levyjä, joissa oli vielä käyttökelpoista materiaalia. Nämä levyt säästettiin ja säilytettiin seuraavaa leikkausta varten. Levyhallissa oli puutteellisesti tilaa jämälevyille. Jämälevyt säilytettiin levyleikkurin rullaradan vieressä seinustalla. Paikka oli ahdas, eikä telineessä ollut tarpeeksi tilaa levyille (kuva 12). Jämälevyjä säilytettiin myös seinustoilla ja kuormalojen päällä tilanpuutteen vuoksi.



KUVA 12. Jäljelle jääneiden levyjen säilytys lähtötilanteessa. (Samuli Sahi, 2020)

Levyhallissa oli teräksisten muottien korjaukseen tarkoitettu liikuteltava teline (kuva 13), sekä hitsauspiste. Nämä eivät liittyneet levytuotantoon, joten ne olivat väärällä osastolla. Nämä veivät levyhallista suuren tilan haitaten osaston levytuotantoa.



KUVA 13. Muottien korjausteline ja hitsauspiste. (Samuli Sahi, 2020)

4.4 Lähtötilanteen layout ja tuotantotyyppi

Lähtötilanteessa yrityksen tuotantotiloissa oli käytössä funktionaalinen layout. Korkeassa hallissa layout-tyyppi oli sekoitus funktionaalista ja kiinteää layoutia. Suuret kappaleet koottiin paikallaan eikä niitä juuri liikuteltu, vaan materiaalit ja tuotantolaitteet tuotiin kappaleen luo. Yhden kappaleen tekeminen saattoi kestää kuukausia. Lähtötilanteen layoutia ei ollut suunniteltu erikseen, vaan työ-koneiden ja laitteiden paikat olivat muodostuneet tarpeisiin perustuen vuosien varrella. Tuotantokoneet olivat sijoitettu paikkoihin, joissa niitä oli tarvittu.

4.5 Johtopäätökset lähtötilanteesta

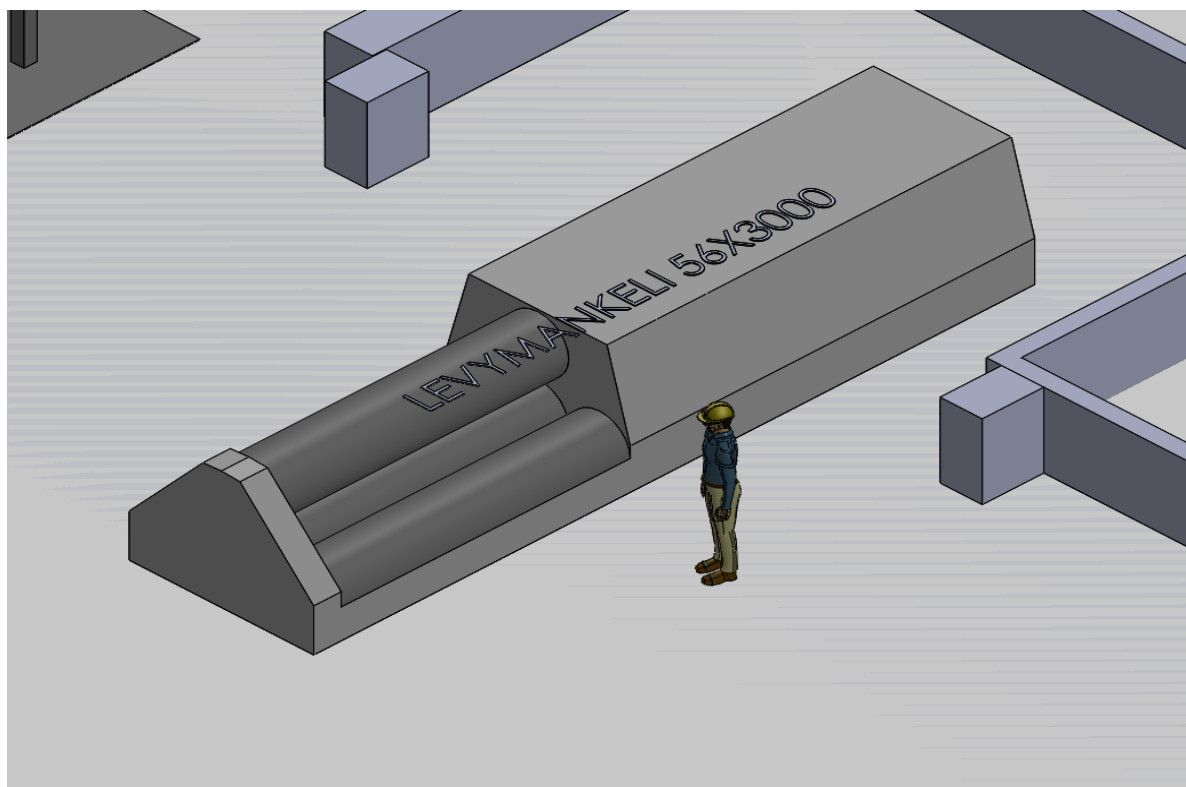
Lähtötilanteen kartoituksessa saatiin kerättyä kattavasti tietoa tuotantotilojen toiminnasta ja yrityksen tuotannosta yleensäkin. Lähtötilanneselvityksessä vanhasta layoutista löydettiin parannettavaa. Ongelmia aiheuttavia syitä mietittiin. Syyt korjattiin uuteen layouttiin tehtävillä muutoksilla. Korkean hallin tuotanto oli lähtötilanteessa melko toimivaa ja toisaalta osastoa olisi ollut vaikeaa muokata suurten tuotantolaitteiden vuoksi. Layout-suunnittelussa keskitytään eniten levyhalliin ja kokoonpanohalliin, koska niissä oli eniten tuotantoa haittaavia ongelmia.

5 LAYOUT-SUUNNITELMAN 3D-MALLINNUS

Layout suunnitelmasta tehtiin 3D-malli. Yritys käytti 3D-suunnitteluohjelmassa SolidWorks-ohjelmaa, joten sitä päätettiin käyttää myös layout-suunnitelman mallinnukseen. Tämä mahdollisti jatkossa layout-suunnitelman muokkauksen, mikäli siihen olisi tarvetta. Layoutin 3D-mallin muokattavuuden ansiosta on tuotantolaitteita mahdollista siirtää ja tutkia erilaisia vaihtoehtoisia layout ratkaisuja.

5.1 Osien 3D-mallinnus

Tuotantotilojen tontista, rakennuksesta, työkoneista ja muista tuotantotilan olennaisista tavaroista tehtiin 3D-mallit (kuva 14). Osien mallinnuksessa käytettiin SolidWorks-ohjelman Part-osiota. Mallien yksityiskohtainen mallintaminen ei ole tarpeellista layout-suunnittelussa. Mallit pidettiin mahdollisimman yksinkertaisina, ettei lopullisesta kokoonpanosta tulisi liian suurta tiedostoa. Liian suuri tiedosto hidastaa suunnitteluohjelman toimintaa ja hankaloittaa työskentelyä. Mallien yläpuolelle kirjoitettiin koneen nimi.

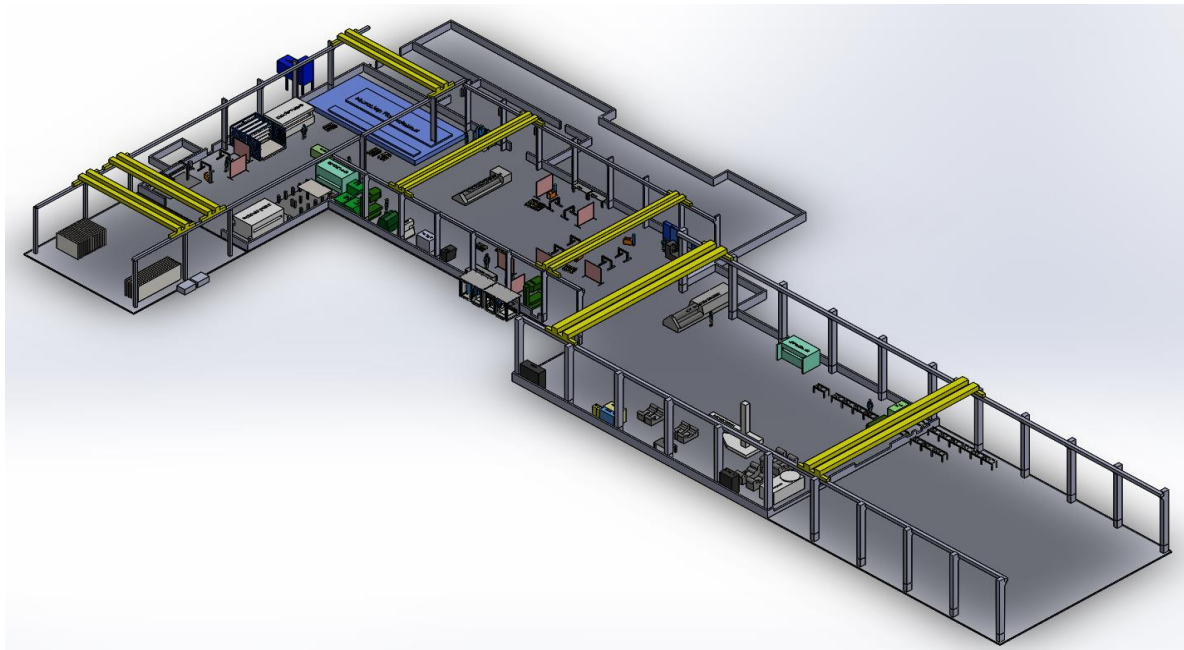


KUVA 14. Levymankelista luotu yksinkertainen 3D-malli. (Samuli Sahi, 2020)

5.2 3D-kokoonpanon luominen

Layoutin kokoonpano oli usean 3D-mallinnetun osan muodostama kokonaisuus (kuva 15). Kokoonpano muodostettiin SolidWorks-ohjelman Assembly-osiassa. Layout-kokoonpano muodostui tuotantotilojen tontista, rakennuksesta, tuotantokoneista ja muista aiemmin 3D-mallinnetuista osista. 3D-mallit liikkuvat 3D-ympäristössä X, Y ja Z akselin suuntaisesti. Kokoonpanon osille määritettiin suhteita, jotka rajoittivat niiden liikettä. Kokoonpanossa tuotantotilojen tontin ja tuotantorakennuksen 3D-mallit ankkuroitiin kokoonpanoon niin, etteivät ne liikkuneet minkään akselin suuntaisesti vaan

pysyvät paikallaan. Muille kokoonpanon osille, kuten tuotantolaitteille määritettiin suhteita tuotantorakennukseen nähden. Esimerkiksi tuotantokoneet kiinnitettiin kokoonpanoon niin, että koneiden pohjat olivat aina kiinni tuotantotilan lattiassa, sekä koneen vaakasuorassa kulkeva sivu on tietyn seinän suuntainen. Määriteltyjen suhteiden avulla mallinnettuja tuotantolaitteita oli vaivatonta siirtää mallinnetussa tuotantotilassa ja kokeilla erilaisia layout vaihtoehtoja.



KUVA 15. Layoutista 3D-mallinnettu kokoonpano. (Samuli Sahi, 2020)

5.3 Asennuskuva

Asennuskuva on ylhäältäpäin kuvattu kaksiulotteinen kuva layoutista. Asennuskuvassa käy ilmi koneiden ja laitteiden asettelu tuotantotiloissa. Tuotantokoneiden ja -laitteiden, hyllyjen ja kaiken layoutiin oleellisesti vaikuttavien tekijöiden asennusmitat käyvät ilmi asennuskuvassa. Asennuskuvassa mittapisteenä käytetään tuotantorakennuksen kiinteää kohtaa, kuten seinää tai palkkia. SolidWorks-ohjelmassa kokoonpanosta pystytään tekemään asennuskuva helposti käyttämällä ohjelman Make Drawing from Assembly-toimintoa. Toimintoa käyttämällä kokoonpanossa määritetyt koneiden mitat siirtyvät asennuskuviin.

6 SUUNNITTELUTYÖ

Suunnittelutyö osiossa kerrotaan Kuopion Rakennus Oy:n uuden layoutin suunnittelusta. Osiossa kerrotaan suunnitteluprosessista ja siinä tehdyistä työvaiheista. Suunnittelutyön aluksi mietittiin oikeaa layout-tyyppiä yrityksen tuotantoon, jonka jälkeen pohdittiin lähtötilanneselvityksessä saatuja tietoja ja ongelmia. Ongelmia aiheuttavat syyt pyrittiin selvittämään ja parannuksia tehtiin. Saatujen tietojen pohjalta lähdettiin toteuttamaan layout-suunnittelua.

6.1 Layout-tyyppin valinta

Layout-tyyppin valinnassa perusteena oli tuotannon luonne, tarpeet sekä tuotannon edellytyksien täyttäminen. Yrityksen tuotanto perustui asiakkaiden suunnitelmien pohjalta valmistettaviin tuotteisiin. Tuotettavat kappaleet vaihtelivat paljon, eikä tuotantosarjat olleet pitkiä. Tuotantojärjestys vaihteli eri kappaleiden välillä, joten tuotannossa ei pystytty hyödyntämään tarkasti vakiintuneita työvaiheita.

Tuotantolinjalayout ei ollut kannattava valinta yrityksen tuotannon luonteen takia. Tuotantovolyymit eivät olleet suuria, sekä valmistettavat tuotteet vaihtelivat paljon. Samankaltaisia tuotteita ei tehty suurissa erissä, joten tuotantolinja ei toisi tuotantoon etua. Tuotantolinjan perustaminen olisi lisäksi kallista. Tuotantolinjan rakentaminen ei olisi ollut perusteltua.

Solulayout olisi ollut sovellettavissa tiettyyn osaan yrityksen tuotantoa. Kokoonpanohallissa tuotettiin kappaleita myös erissä, mutta tämä oli kuitenkin vain osa yrityksen koko tuotannosta. Tuotantosolun perustaminen haittaisi muiden osastojen toimintaa, kun tietyt työkonet olisivat varattuna tuotantosolussa.

Funktionaalinen layout soveltui vaihtoehtoista parhaiten yrityksen tuotannon luonteeseen ja edellytyksiin. Yrityksen tuotanto oli hyvin vaihtelevaa. Erilaisia tuotteita valmistettiin paljon. Kappaleiden koot vaihtelivat, joten layoutissa oli tärkeää huomioida kappaleiden valmistukseen vaadittava tilantarve. Funktionaalinen layout on joustava ja se sallii tuotetyyppien vaihtelevuuden. Funktionaalista layoutia on myös helppo muokata verrattuna solu- ja tuotantolinjalayouttiin. Yrityksen tuotannon konekanta oli monipuolinen ja sisälsi paljon moderneja yleiskoneita, joita pystyttiin hyödyntämään useiden kappaleiden valmistuksessa. Konekanta soveltui hyvin funktionaaliseen layout-tyyppiin.

6.2 Parannukset

Lähtötilanteen kartoituksessa saatiin kattavasti tietoa tuotantotilojen toimivuudesta ja ongelmista. Tuotantoa haittaavia ongelmia ja niiden syitä käsiteltiin ja pohdittiin. Yksi ongelma oli esimerkiksi levyhallin sotkuisuus ja syy siihen oli levyhallin huono tilankäyttö ja riittämätön varastointitila metallilevyille. Kaikki ongelmien juurisyyt pyrittiin selvittämään ja poistamaan parantamalla layoutia.

6.2.1 Kokoonpanohallin parannukset

Kokoonpantavien kappaleiden rakennusmateriaalit tulivat kokoonpanohalliin aina toisen osaston kautta. Sahattavat kappaleet tulivat sahauspisteeltä ja levyleikkeet tulivat levyhallista plasmaleikkurilta tai levyleikkurilta. Myös valmiit kappaleet jouduttiin siirtämään ulos toisten osastojen nosto-ovista. Tämä aiheutti ylimääräistä osastojen välistä materiaalin siirtelyä. Yksi funktionaalisen layout-suunnittelun pääperiaate on minimoida osastojen väliset materiaalien siirtomatkat ja -kerrat. Materiaalin liikkutun minimoinnilla saavutetaan parempi materiaalinvirtaus.

Nosto-oven lisääminen kokoonpanohalliin vähentää valmiiden tuotteiden siirtelyä.

Nosto-oven viereen suunniteltiin kulkuovi. Alla olevassa kuvassa (kuva 16) on esitetty nosto-oven suunniteltu sijainti ulkoapäin katsottuna. Tuotantotilojen 2D-malliin tehtiin kokoonpanohallin materiaalivirtaa kuvaavat mallit (liite 1 ja liite 2). Liitteessä 1 kuvataan materiaalivirtausta ennen nosto-ovea. Liitteessä 2 kuvataan materiaalivirtausta nosto-oven valmistuttua.

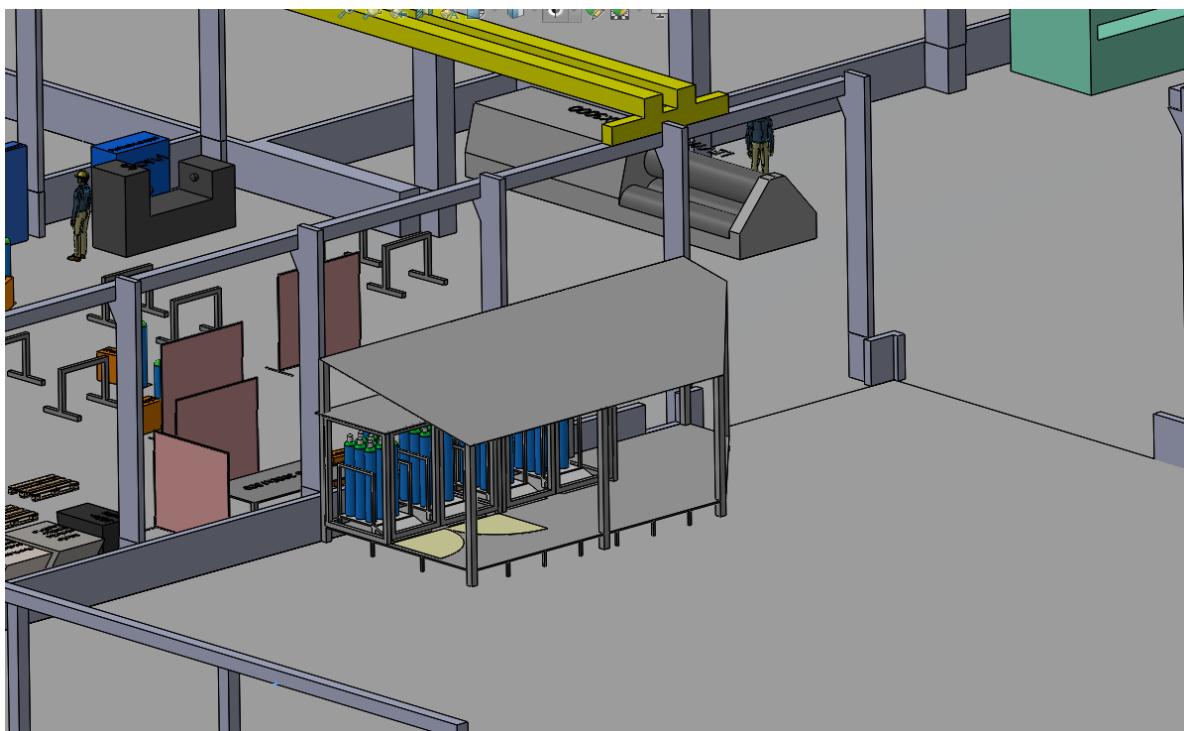


KUVA 16. Punaisella rajatut alueet esittävät ovia suunnitellut sijainnit. (Samuli Sahi, 2020)

6.2.2 Kaasupullojen varastointi

Kaasupullojen säilytyspisteen kohdalla olleelle seinustalle suunniteltiin kokoonpanohallin nosto-ovi, joten kaasupulloille oli suunniteltava uusi säilytyspiste.

Turvallisuus- ja kemianviraston (lyh. Tukes) ohjeistuksen mukaisesti paloturvallisuuden vuoksi syttyvät nesteet ja kaasupullot olisivat suositeltavaa sijoittaa ulkovarastoon. Kemikaalien varastointia tuotantotiloissa tulisi välttää. Tukesin mukaan paras ratkaisu olisi erillinen varastorakennus, mutta myös varastokatos tai pelkkä varastoalue tulisi kysymykseen, jos mahdolliset kemikaalivuodot pystytään keräämään talteen ja sadevesien keräily on järjestetty hallitusti. (Vaarallisten kemikaalien varastointi, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, 2015, s. 38.) Kaasupullojen säilytyspiste suunniteltiin sijoitettavaksi uudelleen tuotantorakennuksen ulkopuolelle. Tällä pyrittiin parantamaan paloturvallisuutta ja vapauttamaan tilaa tuotantotiloista. Uuteen sijoituspaikasta suunniteltiin ritilätaso ja katos (kuva 17). Katoksen ja ritilätason avulla minimoidaan lumen kertyminen säilytyspaikalle.

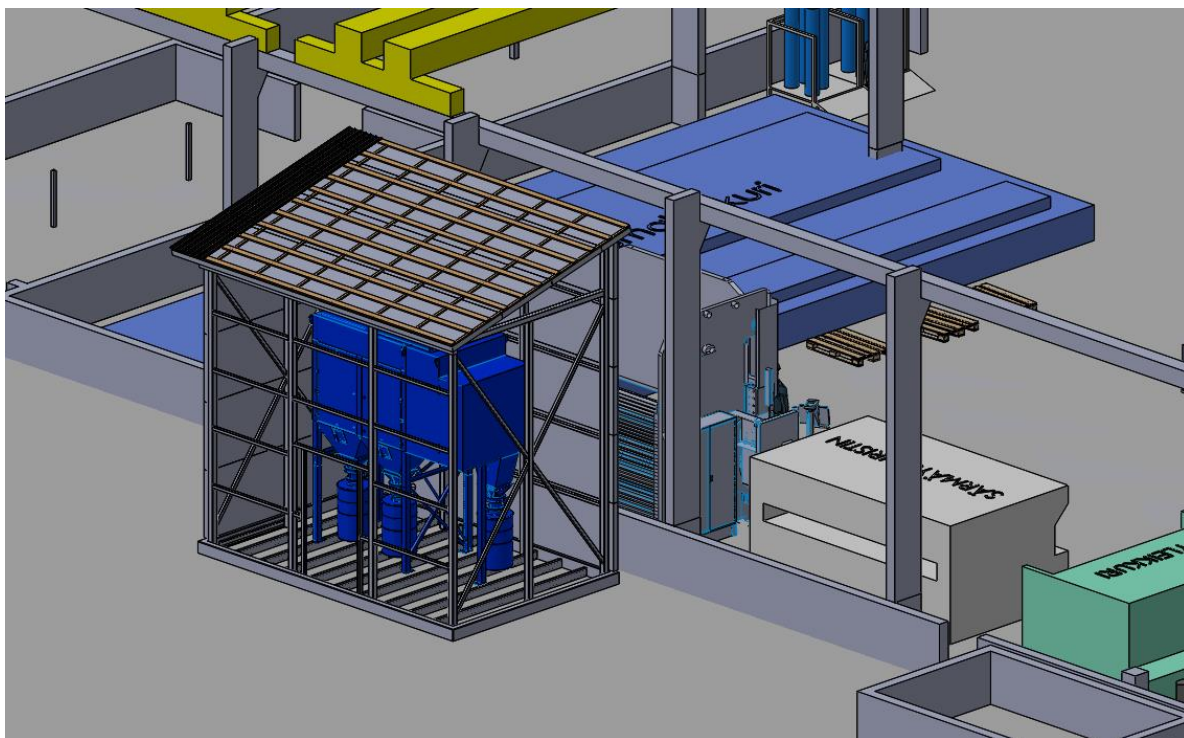


KUVA 17. Kaasupullojen säilytyspiste layout-suunnitelmassa. (Samuli Sahi, 2020)

6.2.3 Levyhallin parannukset

Levyhallista löytyi eniten tuotantoa heikentäviä ongelmia. Hallin tilankäyttö ei ollut lähtötilanteessa tehokasta. Hallin tilankäyttöä heikentävät tekijät pyrittiin selvittämään ja keksimään vaihtoehtoisia ratkaisuja tilankäytön parantamiseksi. Uuden tuotantolaitteen myötä myös vanhoja tuotantolaitteita oli sijoitettava käytännöllisempiin paikkoihin.

Levyhallin seinustalle oli sijoitettu plasmaleikkurille tarkoitettu pölynpoistolaitte. Pölynpoistolaitteen ei tarvinnut olla sen toimivuuden kannalta tuotantotiloissa. Layout-suunnitelmassa se päätettiin siirtää pois levyhallista. Laitteen siirrolla vapautettiin yli 5 neliometriä lattiapinta-alaa. Levyhallin ulkopuolelle oli suunniteltu kontti, johon pölynpoistolaitte sijoitettiin. Kontista oli tehty 3D-kokoonpano, joka liitettiin varsinaiseen layout-suunnitelman 3D-kokoonpanoon (kuva 18).



KUVA 18. Pölynpoistolaite sijoitettiin konttiin tuotantotilojen ulkopuolelle. (Samuli Sahi, 2020)

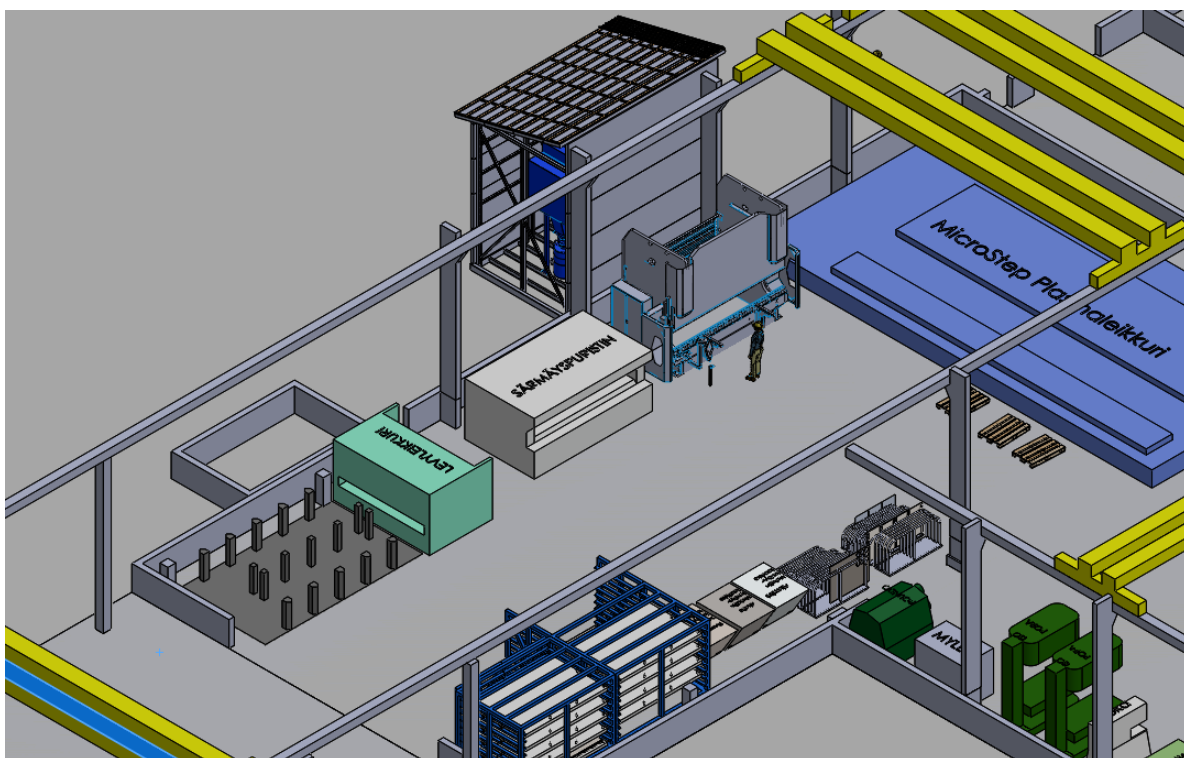
Levyhalliin oli tulossa uusi Alikon valmistama särmäyspuristin. Särmäyspuristimella särmättäisiin jopa 10 metrisiä kappaleita, jolloin särmäyspuristimen etupuolella tulisi olla tilaa särmättäviä kappaleita varten. Särmäyspuristinta ei voi liikuttaa sen asennuksen jälkeen, koska se upotetaan betonilattiaan. Mallinnetuissa layout-suunnitelmissa uutta särmäyspuristinta kokeiltiin useaan paikkaan, mutta lopulta se sijoitettiin siirretyn pölynpoistolaitteen paikalle.

Levyleikkurin eteen oli rakennettu rullarata (kuva 19), joka helpotti levyjen syöttämistä levyleikkuriin. Rata oli 2 metriä leveä ja 6 metriä pitkä. Leikattavat levyt olivat pääasiassa mitoiltaan 1500 mm x 3000 mm, joten lyhyempi rata olisi riittänyt. Radan pituuden puolituksella vapautettaisiin noin 6 neliometriä lattiapinta-alaa. Levyleikkurin rullarata oli kiinteästi lattiassa. Levyleikkurin uudeksi paikaksi suunniteltiin levyhallin toinen seinusta, joten myös rullarata siirretään. Tässä vaiheessa rataa olisi mahdollista leikata, mikäli tilaa halutaan vapauttaa lisää.



KUVA 19. Levyleikkurin edessä oleva levyjen leikkaamista helpottava rullarata. (Samuli Sahi, 2020)

Uudessa layout-suunnitelmassa levyhallissa ollut liikutettava teräsmuottien kunnostusteline siirrettiin varastoon ja tarvittaessa se voidaan siirtää kokoonpanohalliin muottien kunnostustöiden ajaksi. Myös telineen vieressä ollut hitsauspiste siirrettiin. Tarvittavat hitsaustyöt voidaan suorittaa kokoonpanohallissa. Levyleikkuri, rullarata, sekä Hacon särmäyspuristin siirrettiin vapautettuun tilaan. Kaikki levyjen tuotantoon liittyvät tuotantolaitteet siirrettiin samalle seinustalle (kuva 20). Siirrolla vapautettiin hallin toinen seinusta leikattavien metallilevyjen säilytykseen.

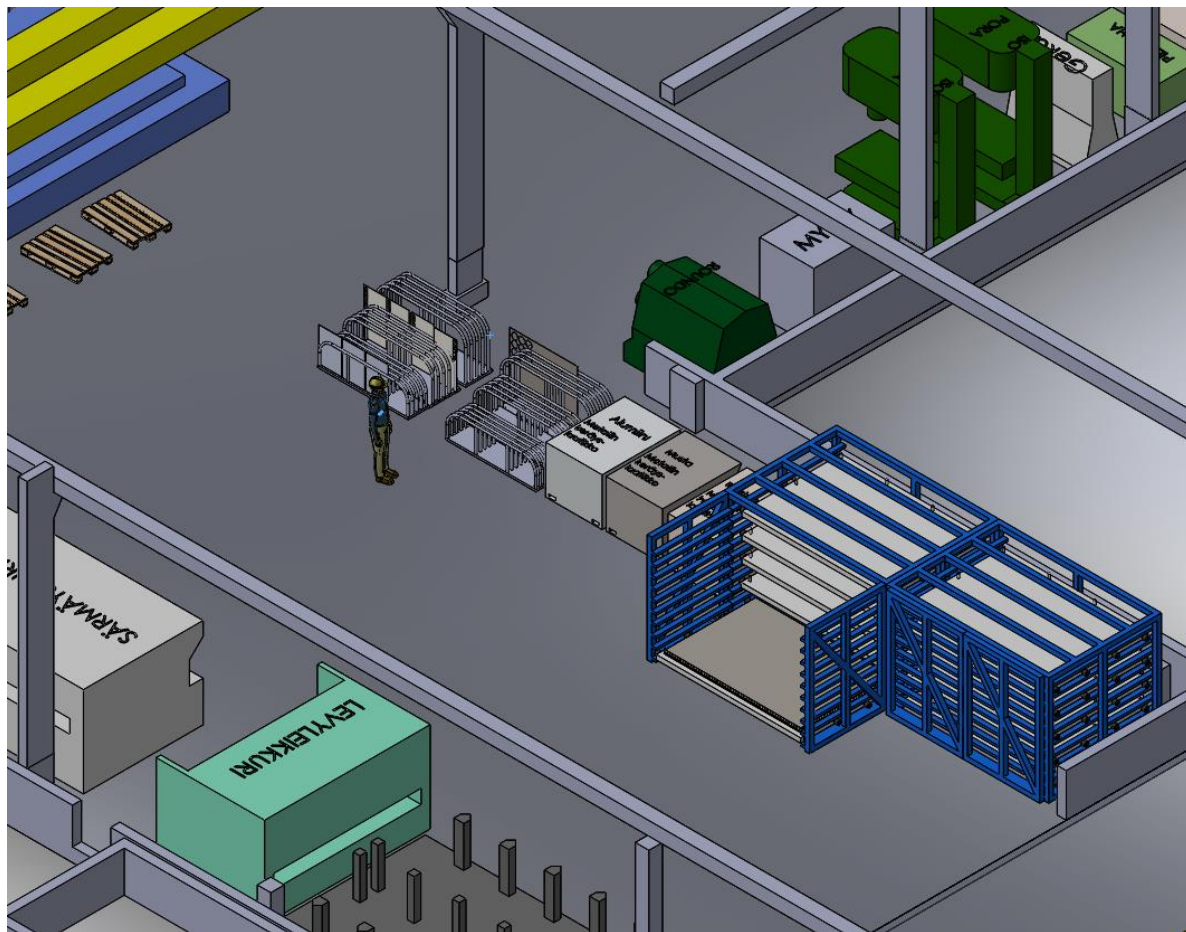


KUVA 20. Kaikki levytuotantoon liittyvät laitteet siirrettiin samalle seinustalle. (Samuli Sahi, 2020)

Suunnitelmassa levyhalliin vapautuneeseen tilaan sijoitettiin levyhyllyt yleisimmille standardikokoisille metallilevyille. Tilaan lisättiin myös säilytystelineitä plasmaleikkauksessa syntyville jämälevyille. Levy-

jen säilytyspiste siirtyi lähemmäksi plasmaleikkuria, jolloin materiaalien siirtomatkat lyhenivät. Yleisimmille levyille tarkoitetut hyllyt, sekä jäljelle jääneille levyille tarkoitetut telineet sijoitettiin samalle seinustalle (kuva 21). Näin tuotantolaitteet, eikä rullarata ole levyjen siirtoreittien edessä.

Osaston siistiyden ylläpitämiseksi kokoonpanohallin ja levyhallin välissä olevat osastojen yhteiset metallijäteastiat suunniteltiin keskeisemmälle paikalle levyhalliin. Suunnitelmassa kokoonpanohalliin lisättiin omat metallijäteastiat. Muutoksen tavoitteena on lyhentää metallijätteiden kuljetusmatkaa osastoilla. Jäteastiat tyhjenetään trukeilla isompiin metallinkeräyspisteisiin. Uusissa sijoituspaikoissa ne ovat myös trukilla helpommin saavutettavissa.



KUVA 21. Layoutiin suunniteltu metallilevyjen säilytys. (Samuli Sahi, 2020)

6.3 Layout-suunnitelman mallinnus ja toteutus

Layoutista tehtiin ensimmäinen 3D-mallinnettu versio. Ensimmäinen versio oli luonnos uudesta layoutista ja siinä otettiin huomioon lähtötilanneselvityksessä esille tulleet parannusideat ja kehitystarpeet. Ensimmäinen layout-suunnitelma käytiin läpi tilaajayrityksen vastuhenkilön kanssa. Siihen syntyi vielä parannusideoita ja koneiden sijoittelua pohdittiin eri näkökulmista. Palaverissa selvisi uuden särmäyspuristimen tarkat mitat, sekä plasmaleikkurin pölynpoistolaitteelle tulevan kontin mitat. Näistä oli mallinnettu 3D-mallit, jotka lisättiin seuraavaan layoutin versioon.

Seuraavaa versiota lähdettiin tekemään päivittämällä ensimmäistä 3D-mallia. Levyhallin tuotantolaitteita siirrettiin, sekä levyjen säilytyshyllyjä muokattiin. Kaasupullojen säilytyspiste siirrettiin ritilätason päälle, sekä sen päälle suunniteltiin katos. Layoutin lopullinen versio (liite 3) lähetettiin tilaajayritykselle. Tilaajayritys tutustui malliin ja hyväksyi suunnitelman. Asennuskuvat layout-suunnitelmasta päätettiin jättää tekemättä, koska tilaajayrityksellä oli käytössä SolidWorks ja kaikki asennukseen tarvittavat mitat ovat saatavissa jo mallinnetussa kokoonpanomallissa.

Valmistuneen layout-suunnitelman myötä suunnittelutyö oli toteutettu ja valmis. Tilaajayritys aloitti heti layoutin muutostöiden toteutuksen (kuva 22 ja 23).



KUVA 22. Pölynpoistolaitte siirrettiin pois tuotantotiloista. Lattiaan tehtiin syvennys uutta Alikon särmäyspuristinta varten. (Samuli Sahi, 2020)



KUVA 23. Pölynpoistolaitte sijoitettiin sitä varten rakennettuun konttiin. (Samuli Sahi, 2020)

7 YHTEENVETO JA TULOKSET

Tässä osiossa tarkastellaan työlle asetettuja tavoitteita ja työn tuloksia. Osiossa pohditaan työn tavoitteiden täyttymistä.

7.1 Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena oli suunnitella Kuopion Rakennusasennus Oy:n tuotantotiloihin toimiva ja tuotantoa tukeva layout, joka mahdollistaa tehokkaan tuotannon ja tilankäytön. Layoutin tavoitteina oli hyödyntää lähtötilanteen layoutista löytyneet positiiviset tekijät, mutta korjata negatiiviset tekijät uuteen layoutiin suunniteltavilla muutoksilla. Tavoitteena oli myös tuottaa tilaajayritykselle muokattavat 3D-mallit layoutista, jotta yritys voi tarvittaessa suunnitella itse tuotantotiloihin päivityksiä sekä muutoksia.

7.2 Työn tulokset

Työn tuloksena Kuopion Rakennusasennus Oy sai layout-suunnitelman. Työn tuloksena lähtötilanteen layoutin ongelmat saatiin selvitettyä ja niille keksittiin parannukset uuteen layouttiin. Vanhan layoutin ongelmia oli esimerkiksi tehoton tilankäyttö tietyillä osastoilla, materiaalien siirtelyyn ja etsimiseen kuluva ylimääräinen työaika ja materiaalien väliaikaissäilytys tilanpuutteen vuoksi.

Uuteen layouttiin tehdyillä muutoksilla levyhallista ja kokoonpanohallista saatiin vapautettua tilaa, kun esimerkiksi kaasupullojen säilytyspiste ja plasmaleikkurin pölynpoistolaitte siirrettiin pois tuotantotiloista. Vapautunut tila pystyttiin hyödyntämään tuotantoa tukeviin sovelluksiin. Levyhalliin vapautuneeseen tilaan pystyttiin sijoittamaan uusi Alikon särmäyspuristin, sekä hyvin organisoitu levyjen säilytystila. Levyjen säilytystila vähentää materiaalin siirtelyä ja materiaalin etsimiseen kulunutta työaikaa. Kokoonpanohallista kaasupullojen säilytyspisteen uudelleen sijoitus tuotantotilojen ulkopuolelle lisää paloturvallisuutta. Säilytyspisteelle suunniteltu ritilätaso ja katos estää lumen kerääntymisen säilytyspisteelle lisäten työturvallisuutta. Kokoonpanohalliin vapautuneeseen tilaan pystytään sijoittamaan uudet metallinkeräysastiat. Näin levyhalliin sekä kokoonpanohalliin saadaan omat metallinkeräysastiat. Astiat saadaan molemmille osastoille keskeisemmille paikoille, joka vähentää materiaalin kuljetteluä. Kokoonpanohalliin suunniteltu nosto-ovi helpottaa tuotantoa sekä vähentää osastojen välistä materiaalin siirtelyä. Oven avulla kokoonpanohallissa valmistetut valmiit tuotteet saadaan suoraan siirrettyä ulos osaston omasta nosto-ovesta. Uuteen layouttiin suunniteltujen muutosten avulla tuotantotilojen tilankäyttöä pystytään tehostamaan. Tuotantotiloista pystytään vapauttamaan tilaa tuotannon tarpeisiin ja se parantaa tuotantotilojen järjestystä ja siisteyttä. Työn tuloksena Kuopion Rakennusasennus Oy:lle saatiin myös tuotettua helposti muokattavat uuden layoutin 3D-mallit

8 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Valmistuneen työn myötä tilaajayritys sai suunnitelman uudesta tuotantotilojen layoutista. Suunnitelma on teoria siitä, kuinka käytännössä tuotantotiloja tulisi muuttaa positiivisten vaikutusten saavuttamiseksi. Suunnitelmassa saatujen lähtötietojen pohjalta koottiin teoria, jonka pohjalta parannusideoita kehitettiin. Työssä tilaajayritykselle ei tehty mitään konkreettisia parannuksia, vaan parannukset konkretisoituvat tuloksiksi vasta, kun ne toteutetaan käytännössä. Työn aikana layout-suunnitelman vaikutuksia käytännössä ei nähty, joten on mahdotonta sanoa toteutuvatko suunnitelmassa asetetut tavoitteet uudessa layoutissa. Tavoitteiden toteuttamiseen vaaditaan myös uuden layoutin ratkaisujen hyödyntäminen käytännössä. Uskon kuitenkin, että suunnitelma oli tulevaisuuden kannalta tilaajayritykselle hyödyllinen, ja toteutettu suunnitelma saavuttaa asetetut tavoitteet.

Layoutin suunnittelussa on tärkeää, että suunnittelijan, toimeksiantajan ja tuotantotyöntekijän näkemykset kohtaavat. Ulkopuolisena suunnittelijana suunnittelutyön tärkein vaihe on mielestäni perusteellinen lähtötilanteen kartoitus. Ilman perusteellista tietopohjaa ja kaikkien osapuolien näkemystä tuotannosta uutta layoutia on vaikeaa suunnitella, kun käytännön näkemys tuotannon nykytilasta ja tulevaisuudesta puuttuu. Tässä työssä suunnittelijana olisin voinut käyttää lähtötilanteen kartoitukseen enemmän aikaa ja resursseja. Lähtötilanneselvityksen laajuuteen vaikutti kuitenkin rajallinen aikataulu, ja Suomessa vallitsevan koronavirus pandemian hillitsemiseksi annetut rajoitteet. Pandemian hillitsemiseksi työn toteutuksessa noudatettiin Suomen hallituksen ja THL:n antamia suosituksia. Työ tehtiin pääosin etätyönä ja palavereissa suosittiin etäyhteyttä, mikäli se oli mahdollista.

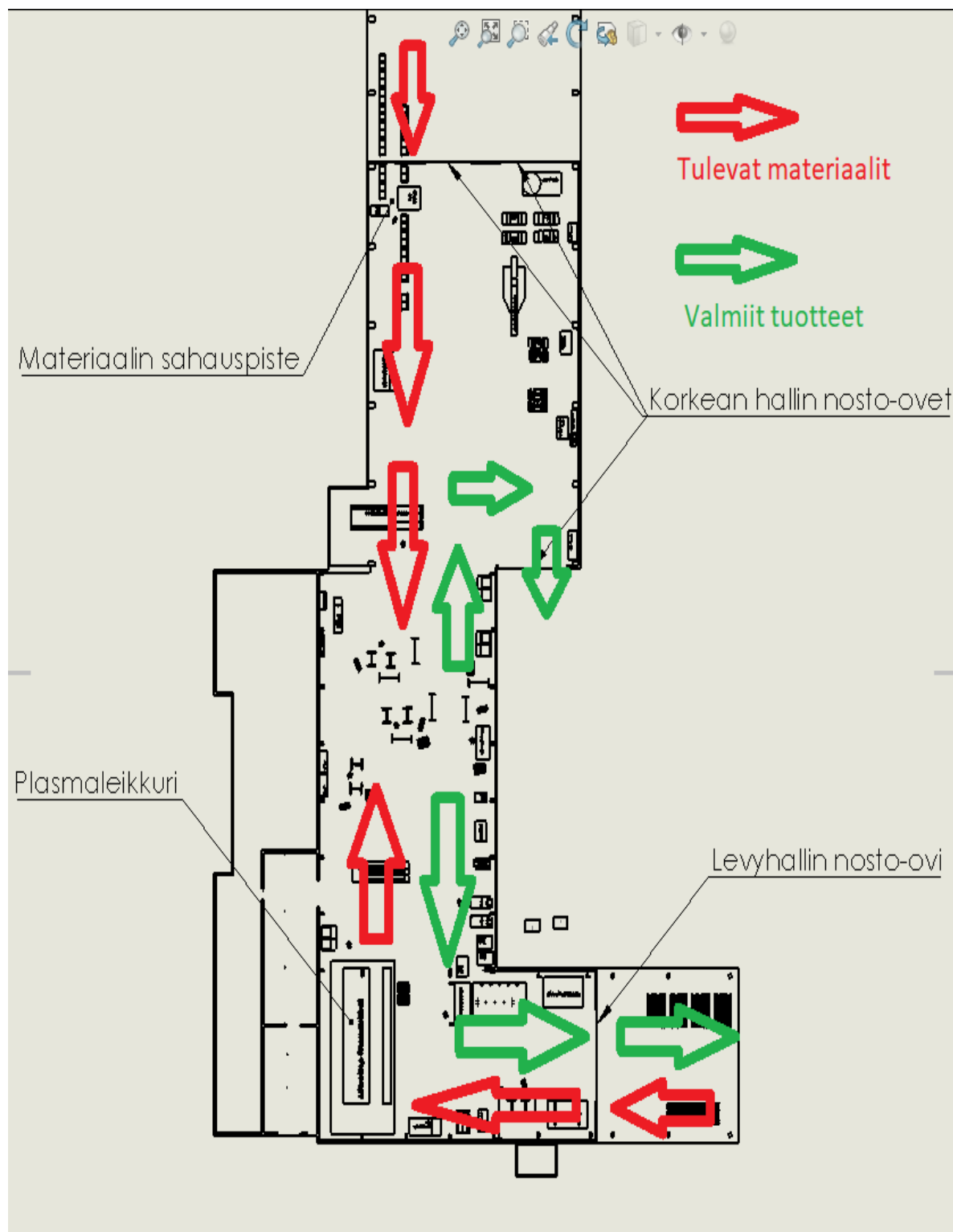
Työn jatkoprojektina voisi kehittää esimerkiksi varastoinnin layoutia ja yrityksen sisäistä logistiikkaa. Työn lähtötilanteen kartoituksessa ilmeni, että ulkovarastoinnissa olisi kehitettävää. Uskon, että ulkovarastoinnin parannuksilla saataisiin kehitettyä ja tehostettua tuotantoa.

LÄHTEET

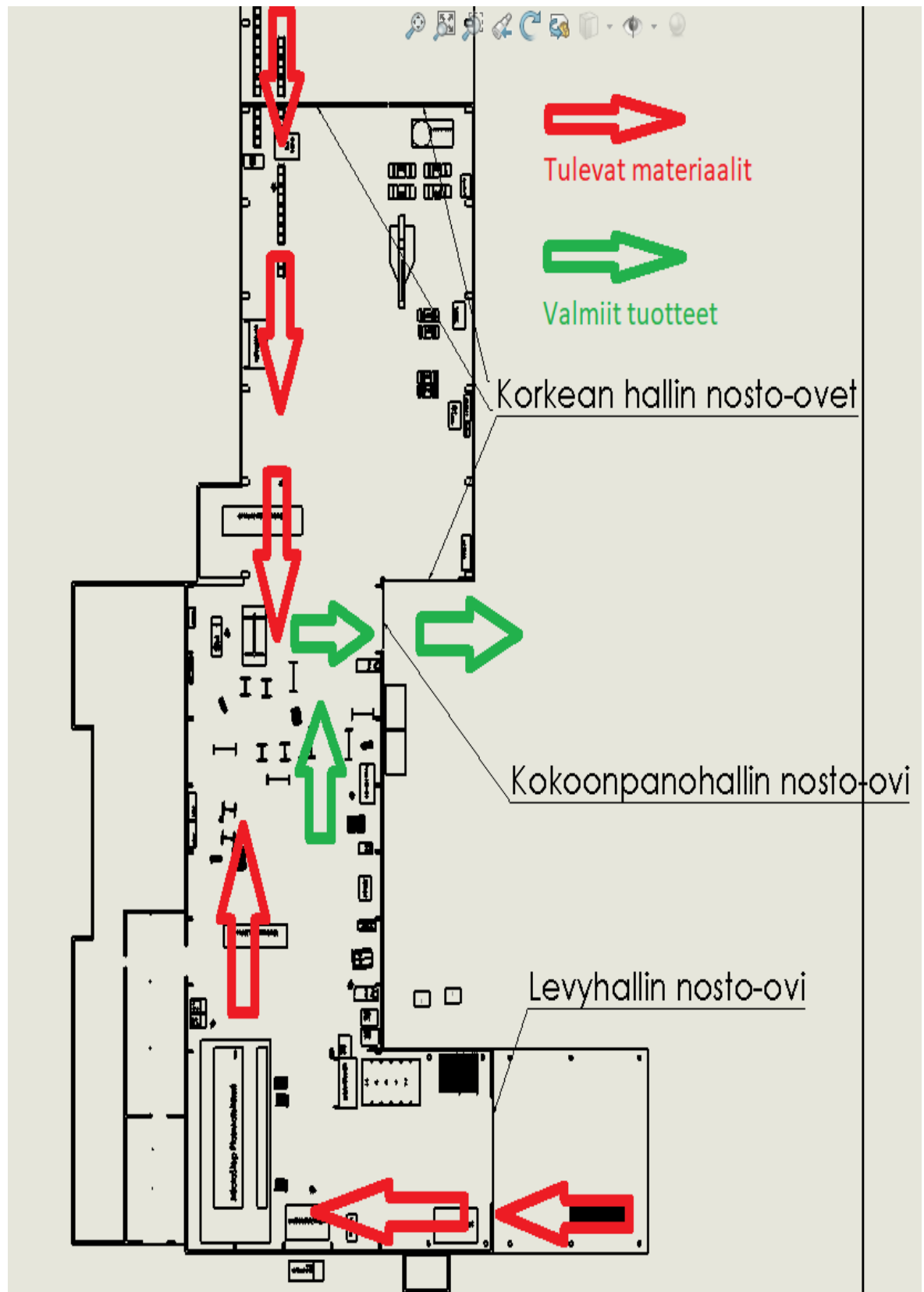
- 344/1997. (1997). *Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös nestekaasuasetuksen soveltamisesta*. Haettu 15. 5. 2020 osoitteesta Finlex: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/1997/19970344#Pidp447095936>
- 379/2011. (2011). *Pelastuslaki*. Haettu 21. 5. 2020 osoitteesta Finlex: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379#L3P11>
- Haverila, M.;Uusi-Rauva, E.;Kouri, I.;& Miettinen, A. (2009). *Teollisuustalous*. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy.
- Kumar, S. A. (2009). *Production and Operations Management*. New Age International Pvt Ltd.
- Kuopion Rakennusasennus Oy. (2015). *Rakennusasennus*. Haettu 15. 5. 2020 osoitteesta <https://rakennusasennus.fi/>
- Lapinleimu, I.;Kauppinen, V.;& Torvinen, S. (1997). *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY.
- Logistiikan maailma. (ei pvm). *Tuotannon layout*. Haettu 21. 5. 2020 osoitteesta <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>
- Tehdaskehitys. (2020). *Layout*. Haettu 20. 5. 2020 osoitteesta <http://www.tehdaskehitys.fi/tuotanto/layout/>
- Tersine, R. J. (1980). *Production/operations Management: Concepts, Structure, and Analysis*. New York: Elsevier north Holland Inc.
- Vaarallisten kemikaalien varastointi, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. (2015). *Vaarallisten kemikaalien varastointi*. Haettu 15. 5. 2020 osoitteesta [tukes:](https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Vaarallisten_kemikaalien_varastointi.pdf)
https://tukes.fi/documents/10197/8647605/Vaarallisten_kemikaalien_varastointi.pdf

LIITTEET

Liite 1. Materiaalin virtaus lähtötilanteessa. (Samuli Sahi, 2020)



Liite 2. Materiaalin virtaus nosto-oven lisäämisen jälkeen. (Samuli Sahi, 2020)



Liite 3. Kuva mallinnetusta layoutista. (Samuli Sahi, 2020)

