



## Jauhemaalaamotoimintojen tehostaminen

Mikko Roivainen

Tekniikan koulutusalan opinnäytetyö  
Tuotantotalous  
Insinööri (AMK)

KEMI 2013

## ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni valmistumisesta kaikkia, jotka ovat vaikuttaneet ja auttaneet työn etenemiseen. Erityisesti haluan kiittää Corrotech Oy:n toimitusjohtajaa Tapio Herajärveä tästä mielenkiintoisesta työmahdollisuudesta, työn ohjauksesta ja neuvoista mitä olen opinnäytetyön aikana saanut.

Kiitokset hyvästä työn ohjauksesta, hyvistä neuvoista ja yhteistyöstä kuuluvat myös työn ohjaajille DI Juha Kaarelalle sekä ins. Arto Niskalalle sekä pulverimaalaamon työntekijöille.

Suuret kiitokset kuuluvat myös perheelleni, joka on opintojeni ja opinnäytetyön tekemisen aikana kannustanut ja tukenut minua.

Torniossa huhtikuussa 2013

Mikko Roivainen

## TIIVISTELMÄ

## KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Tuotantotalous
Opinnäytetyöntekijä:	Mikko Roivainen
Opinnäytetyön nimi:	Jauhemaalaamotoimintojen tehostaminen
Sivuja (+ liitesivuja):	55 (+4)
Päiväys:	23.04.13
Opinnäytetyön ohjaajat:	DI Juha Kaarela ins. Arto Niskala
<p>Tämän työn ensisijainen tarkoitus oli esittää layoutsuunnitelma Corrotech Oy:n pulverimaalaamolle sekä rakentaa hinnoittelumalli jauhemaalauksen kustannuksista. Lisäksi tehtävänä oli selvittää muita keinoja jauhemaalauksen toiminnan tehostamiseksi.</p> <p>Työn teoriaosuus aloitettiin kertomalla toimeksiantajayrityksestä sekä opinnäytetyön kohdetoiminnasta, jauhemaalauksesta. Sen jälkeen teoriaosuudessa käsiteltiin layoutsuunnittelua ja erityisesti layouttityyppejä. Layoutsuunnittelun olennainen osa, tuotannon ohjaus ja sen rakenteet sekä periaatteet käsiteltiin ennen kohdeyrityksen nykytilanteen kartoitusta.</p> <p>Työn tuloksena saatiin 3D- suunnitelma yrityksen maalaamohallin layoutista, kustannuslaskuri tilausten hinnoitteluun sekä muita kehitystoimenpide-ehdotuksia. Layoutsuunnittelun perustana käytettiin 5S- menetelmää, jonka periaate käytiin läpi teoriaosuudessa. Layoutsuunnittelussa toimivat apuna yrityksen toimitusjohtaja, työn ohjaaja sekä erityisesti jauhemaalaamon työntekijät.</p> <p>Työn tuloksia voidaan käyttää toteutukseen tai toimintojen jatkokehitykseen.</p>	
Asiasanat: jauhemaalaukset, layout, tarjouslaskenta, tuotannonohjaus.	

## ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Industrial management
Author:	Mikko Roivainen
Thesis title:	Improvement of Operational Efficiency of Powder Coating
Pages (of which appendixes):	55 (+4)
Date:	23 April 2013
Thesis instructors:	Juha Kaarela, FM MSc. Arto Niskala, BEng
<p>The primary purpose of this study was to propose a layout plan of Corrotech Oy powder coating shop and develop a pricing model of coating costs. In addition, the commission of the study included to finding effective way of doing powder coating activities.</p> <p>First the theory part deals with the client corporation of the study and powder coating. After that, the theory part deals with the layout design and layout types. The essential part of the layout design, production control and its structures together with the principles of production control were dealt before the survey of current situation of the client corporation.</p> <p>As a result, Corrotech Oy received a 3D- design of the coating shop, cost calculator to price orders of powder coating and other development propositions. The basis of layout planning was 5S-method, which can be found in the theory part. The experience and know-how of the managing director of the corporation, the instructor of the study and in particular the workers of the coating shop were utilized in the layout planning.</p> <p>The results of the study can be used for realization or further development.</p>	
Keywords: powder coating, layout, offer calculation, production control.	

## SISÄLLYS

ALKUSANAT .....	2
TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
1 JOHDANTO .....	7
2 STEEL HOUSE CORROTECH OY .....	8
2.1 Referenssit .....	8
2.2 Jauhemaalauk .....	10
3 LAYOUTSUUNNITTELU .....	11
3.1 Tuotantolinja .....	11
3.2 Funktionaalinen layout .....	12
3.3 Solulayout .....	13
3.4 Layoutsuunnittelun lähtökohdat .....	14
4 TUOTANNONOHJAUS .....	15
4.1 Tuotannonohjausperiaatteita .....	17
4.1.1 Työntöohjaus .....	17
4.1.2 Imuohjaus .....	18
4.1.3 Just In Time (JIT) .....	18
4.1.4 Lean- toiminnan periaatteet .....	19
4.1.5 5S- menetelmä .....	20
5 NYKYTILANTEEN KARTOITUS .....	22
5.1 Maalaushalli .....	23
5.2 Kokoonpanohalli .....	24
5.3 Valmistuotevarasto .....	25
6 SUUNNITTELU TYÖ .....	26
6.1 Materiaalivirtojen kehittäminen .....	26
6.2 Layoutsuunnitelma 5S-menetelmän avulla .....	27
6.2.1 Maalaushalli .....	27
6.2.2 Kokoonpanohalli .....	28
6.2.3 Valmistuotevarasto .....	32
6.2.4 Ylläpito .....	33
6.3 Työturvallisuus .....	34
6.3.1 Nosturiselvitys .....	34

6.3.2	Muita layoutsuunnittelussa huomioitavia kohteita.....	36
6.4	Layoutmuutoksen vaikutukset.....	38
7	JAUHEMAALAUKSEN KUSTANNUSLASKURI .....	39
7.1	Microsoft Visual Basic.....	39
7.2	Kustannuslaskurin ohjelmointi.....	40
7.2.1	Kustannuslaskurin toiminta .....	40
7.2.2	Kustannuslaskurin vaikeudet ja mahdollisuudet .....	43
8	KEHITTÄMISEHDOTUKSIA .....	45
8.1	Osien standardointi.....	45
8.2	Maalauslinjan käytettävyys .....	46
8.2.1	Kiskokuljettimen hajoamiseen vaikuttavia tekijöitä .....	46
8.2.2	Toimintavarmuuden lisääminen .....	48
8.2.3	Maalauslinjan panostus ja käyttö.....	49
8.2.4	Ajo-ohjelma päivittäiseen toimintaan.....	51
	POHDINTA .....	52
	LÄHTEET .....	54
	LIITTEET .....	55

## 1 JOHDANTO

Tämä työ on tuotantotalouden insinööriyö. Työn toimeksiantajana toimii Steel House Corrotech Oy. Opinnäytetyön tavoitteena on esittää järkevä ja toteutuskelpoinen jauhe-maalaamohallin layoutsuunnitelma. Layoutsuunnitelman avulla tavoitellaan materiaali-hallinnan helpottamista. Toimivilla materiaalivirroilla kasvatetaan tuotannon tehokkuutta ja toimivuutta, mutta myös helpotetaan työntekijöiden jokapäiväistä toimintaa. Materiaalivirtojen kehittämistä kohdennetaan myös varsinaiselle maalaamolinjalle. Linjan tarkastelussa tavoitellaan optimaalista materiaalin asettelua linjalle. Layoutsuunnittelua rajaa maalaamohallissa sijaitseva kiinteä maalaamolinja. Lisäksi työssä selvitetään jauhemaalauksen tarkat kustannukset, jonka tavoitteena on kehittää yksinkertainen laskuri toimeksiantajayrityksen käyttöön. Laskurilla tarkoitetaan esimerkiksi Excel-kaavaa, jolla saadaan selville erikokoisten ja lukumäärällisten tilausten maalauskustannukset.

Työn teko aloitetaan tutustumalla tarkemmin tarkasteltavaan tuotantotilaan, tuotantohenkilöstöön sekä heidän työkuvaansa. Tuotantohenkilöstön mielipiteet ovat tärkeitä materiaalikulun ja layoutinsuunnittelussa, sillä he ovat niitä, jotka materiaaleja liikuttelevat. Alkutarkastelun jälkeen aloitetaan materiaalivirta- ja layoutsuunnittelu. Kustannus selvitys aloitetaan opinnäytetyön alussa ja lopputarkastelu suoritetaan työn loppuvaiheissa, saaden näin laajempi skaala maalattavista kappaleista ja niiden kustannuksista.

Lopulta laaditaan layoutsuunnitelma materiaalivirtoineen sekä kustannuslaskenta Excel-kaavoineen.

## 2 STEEL HOUSE CORROTECH OY

Steel House Corrotech Oy on vuonna 1954 perustettu metallialan monialayritys. Se työllistää yli 40 metallialan ammattilaista. Asiakaskunta koostuu eri alojen johtavista yrityksistä Suomessa, Ruotsissa ja muissa Pohjoismaissa. (Steel House Corrotech Oy 2013, hakupäivä 10.1.2013)

Steel House Corrotech Oy:llä on kaksi tuotantoyksikköä, Ruotsin Haaparannalla ja Tornion Kyläjoella. Haaparannassa toimii ohutlevy-, laser- ja pulverimaalaustoiminnot. Tornion Kyläjoen konepajassa voidaan käsitellä keskiraskaita teräsrakenteita. Konepajassa käsitellään vuosittain tuhansia tonneja teräsrakenteita. (Steel House Corrotech Oy, hakupäivä 10.1.2013)

Tuotantoyksiköt muodostavat kokonaisuuden, jonka tuotteita ja palveluita ovat:

- teräsrakenteet, pintakäsittely
- pitkälle automatisoitu ohutlevytuotanto
- laserleikkaus- ja pulverimaalauslinja
- alumiiniovien- ja ikkunoiden valmistus (Shüco järjestelmät)
- plasmaleikkaus
- turvakaappien valmistus ja markkinointi
- kaksoissivujen urakointi
- äänieristettyjen tilojen valmistus
- erilaiset kokonaisprojektitoimitukset.

(Steel House Corrotech Oy, hakupäivä 5.5.2013)

### 2.1 Referenssit

Steel House Corrotech Oy on tuottanut palveluitaan moniin eri hankkeisiin. Osa Corrotech Oy:n toimittamista ratkaisuksista on oheisessa listassa:



- Kauppakeskus Iso Omena, Espoo, kokonaistoimitus 2000–2001 (kuva 1).
  - kaksoisjulkisivut 3100 m<sup>2</sup>
  - pysäköintitalo: teräsrakenteet ja lasijulkisivut 2900 m<sup>2</sup>
  - alumiinijulkisivut 7100 m<sup>2</sup>
  - RST- mainosrakenteet
  - teräsportaat 18 kappaletta
  - verkkoseinät
  - polkupyöräkatokset, hissitornin teräsrakenteet
  
- Outokumpu Oy, Tornio. Lukuisia eri toimituksia, kuten:
  - laboratoriorakennuksen runko
  - nestekaasuputkiston sillat
  - HP4 sekahappoaltaat
  - useita tuotantolinjojen valvomoita
  
- Vanha silta, Tornio:
  - pintakäsittely



Kuva 1. Kauppakeskus Iso Omenan kaksoisjulkisivu (Fresh Outdoor Oy, hakupäivä 27.4.2013)

## 2.2 Jauhemaalaus

Jauhemaalauksessa maali on levitysvaiheessa jauheen muodossa. Jauheena käytetään muovijauhetta, jotka yleisimmin ovat epoksi-, polyesteri- tai epoksi-polyesteriseosjauheita. Maalauksessa jauhe varataan sähköisesti ja kun maalattava kappale on maadoitettu pinta, jauhe tarttuu siihen. Jauheen levityksen jälkeen kappale vietään uuniin, jossa jauhe sulaa märeksi maaliksi, tällöin maali tarttuu kappaleen pintaan. Uunituksen jälkeen maalattu kappale annetaan jäähtyä, jonka jälkeen maalikalvo kovettuu lopullisesti. (Jokinen, Kuusela & Nikkari 2001, 120)

Jauhemaalaus on hyvin yleisesti käytetty menetelmä erityisesti kappalevaroiden pinnoittamisessa teollisuudessa johtuen sen eduista, kuten pienemmistä maalikustannuksista, maalatun pinnan kestävyydestä ja laitteiston käytettävyydestä. Lisäksi työturvallisuuden ja ympäristön kannalta pulverimaalaus on turvallisempi kuin märkemaalaus, sillä liuotainnehaittoja ei ole. (Jokinen ym. 2001, 121–122)

Steel House Corrotech Oy:n Ruotsin, Haaparannan tuotantoyksikössä toimii vuonna 2002 valmistunut, järeä jauhemaalauslinja. Maalauslinjassa on kiskokuljetin, jonka kuormavaunu plus koukkuyhdistelmään maalattavat kappaleet ripustetaan manuaalisesti. Automatiikalla käsiteltävien esineiden koko voi olla 1800 mm \* 1000 mm \* 5000 mm. Manuaalisesti käsiteltävien kappaleiden pituus voi olla 15 500 mm. (Steel House Corrotech Oy 2013, hakupäivä 11.1.2013)

### 3 LAYOUTSUUNNITTELU

”Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa”. (Haverila ym. 2009, 475). Layout määrittää näin ollen tuotantolaitoksen materiaalivirrat ja niiden vaikutukset kustannuksiin sekä tehokkuuteen. (Allington 2006, hakupäivä 16.1.2013)

Layoutia suunniteltaessa on tarkasteltava yrityksen omaa valmistustoimintaa; tuottaako yritys tai tehdas erilaisia, räätälöityjä tuotteita pienissä erissä vai suuria määriä, samantyyppisiä tuotteita jatkuvana virtana. Layoutit jaotellaan kolmeen päätyyppiin työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun mukaan. Päätyypit ovat: tuotantolinja-, funktionaalinen ja solulayout. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475)

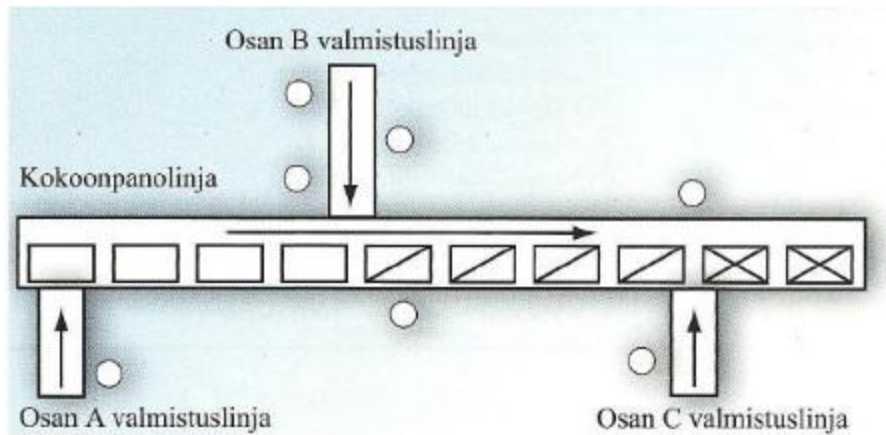
#### 3.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjalayout on erikoistunut tietyn tuotteen valmistamiseen. Tuotantolinjassa koneet ja laitteet on sijoitettu valmistettavan tuotteen työvaiheiden edellyttämässä järjestyksessä (kuvio 1). Tuotantosarjat ovat pitkiä, koska tuotteen vaihtaminen toiseen vaatii pitkän asetusajan. Tuotantolinjan kuormitusaste on korkea ja volyyymi suuri. (Haverila ym. 2009, 475–476)

Valmistus ja kappaleenkäsittely on automatisoitua, työnkulku selkeää ja tuotannonohjaus helppoa. Tuotantolinjan toimintaperiaate pakottaa ohjaamaan tuotantoa fifo- periaatteella (first in – first out), jonka ansiosta läpäisyajan hallinta on suhteellisen varmaa. Toisaalta tuotantolinjan häiriösiETOisuus on heikko, sillä pienikin häiriö vaikuttaa koko linjan tuottavuuteen. Tuotantolinjalla korostuu myös laadunvalvonta, sillä linja tuottaa tehokkaasti myös virheellisiä tuotteita. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 84; Haverila ym. 2009, 475–476)

Tuotantolinjat jaotellaan prosessilinjoihin ja kokoonpanolinjoihin. Prosessilinjat ovat kiinteitä ja niillä käsiteltävät raaka-aineet nesteitä tai rakeisia aineita. Prosessilinjalla materiaalin kulku on suoraviivaista. Kokoonpanolinjalle tulevat materiaalit ovat ominaisuuksiltaan vaihtelevia yksilöitä. Kuten prosessilinjalla myös kokoonpanolinjoilla ma-

teriallin kulku on suoraviivaista, työpisteestä toiselle kulkevaa jatkuvaa materiaalivirtaa. (Miettinen 1993, 32)



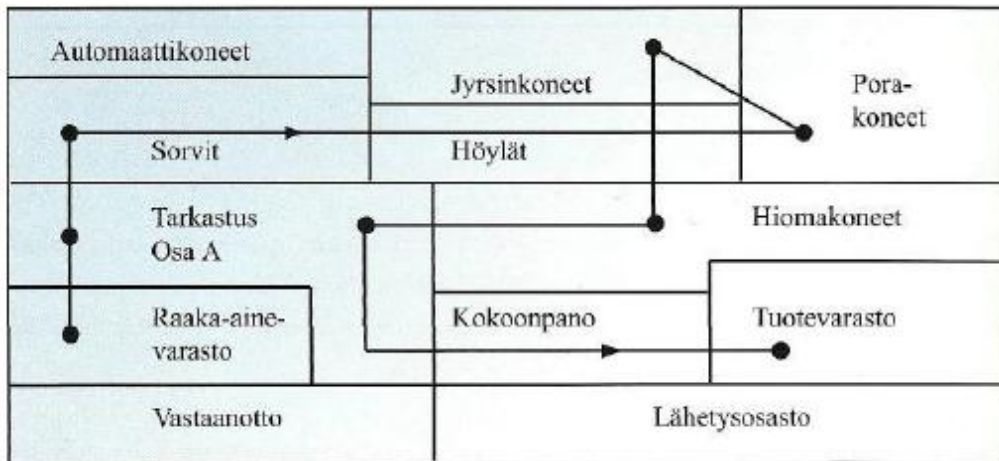
Kuvio 1. Tuotantolinjalayout (Haverila ym. 2009, 476)

### 3.2 Funktionaalinen layout

Toiminnallisessa eli funktionaalisisessa layoutissa koneet ja laitteet on jaoteltu niiden toiminnan samankaltaisuuden mukaan, kuten esimerkiksi kuviossa 2. Samanlaisista tai lähes samanlaisista työvaiheista vastaavat koneet on ryhmiteltyinä omiksi osastoikseen. (Miettinen 1993, 31)

Tuotteet etenevät osastoiden välillä niille asetettujen työvaiheiden mukaisesti. Osastot voivat sijoittua eri puolille tehdasta, jolloin materiaalivirrat ovat usein sekavia ja tuotannonohjaus siten hankalaa. Hankalan tuotannonohjauksen takia keskeneräisen tuotannon ja välivarastojen määrä kasvaa jolloin myös tuotteiden läpimenoaika pitenee, näin ollen myös edellä mainittuihin sitoutunut pääoma kasvaa. Lisäksi pitkien kuljetusmatkojen takia kuljetus- ja käsittelykustannukset nousevat suuriksi. (Haverila ym. 2009, 476)

Funktionaalisen layoutin etuja on joustavuus ja matalammat perustamiskustannukset verrattuna tuotantolinjaan. Joustavuuden ansiosta tuotantomäärät voivat vaihdella suuresti sekä uuden tuotteen ottaminen tuotantoon onnistuu helposti. Lisäksi funktionaalisen layoutin etuna on varmuus, mikäli yksi koneista hajoaa, ei se välttämättä pysäytä koko tuotantoa. (Miettinen 1993, 32; Haverila ym. 2009, 476)

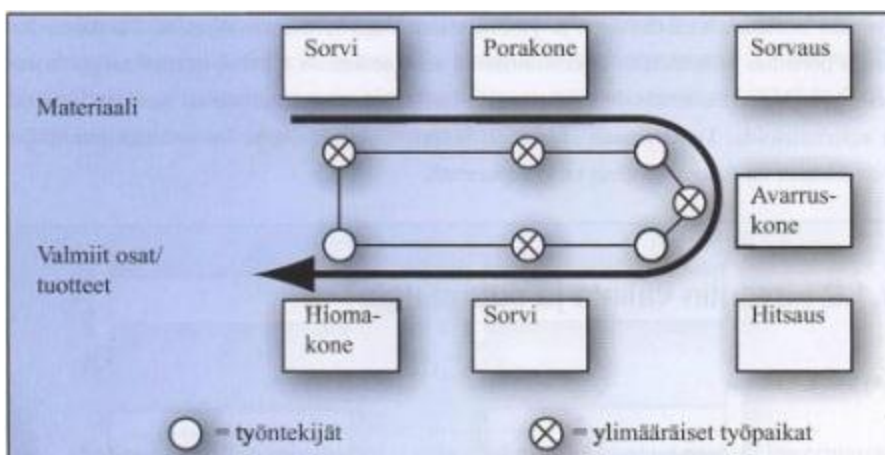


Kuvio 2. Funktionaalinen layout (Haverila ym. 2009, 477)

### 3.3 Solulayout

Funktionaalisen ja tuotantolinjan välimuotona pidetään solulayoutia (kuvio 3). ”Solulayout muodostaa itsenäisen, eri koneista ja työpaikoista kootun ryhmän, joka on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen” (Haverila ym. 2009, 477). Tuotantoa ohjataan suurempina kokonaisuuksina, mikä yksinkertaistaa tuotannonohjausta. (Miettinen 1993, 34)

Solun etu verrattuna tuotantolinjaan ja funktionaaliseen layoutiin on, että se pystyy valmistamaan omat tuoteryhmänsä joustavammin kuin linjasto ja lyhemmillä läpäisy-ajoilla verrattuna funktionaaliseen layoutiin. Solulayout ei sido tiettyihin tuotantomääriin tai kokoihin, vaan tuotteita voidaan valmistaa yksittäisinä kappaleina tai pieninä sarjoina. Solulayoutia puoltavat myös työntekävien kierrättäminen solun työntekijöiden kesken sekä helpottunut laadunvalvonta. (Haverila ym. 2009, 478)



Kuvio 3. Solulayout (Haverila ym. 2009, 478)

### 3.4 Layoutsuunnittelun lähtökohdat

Layoutsuunnittelun tärkein vaihe on määrittellä yrityksen tuotannon luonne. Layouttyypeistä valitaan soveltuvin yrityksen tuotannon lähtökohdaksi. Lopullinen layout on kuitenkin lähes aina kompromissi, sillä yksikään layouttyyppi ei sellaisenaan tyydytä tuotannon eri tekijöitä. (Haverila ym. 2009, 480–481)

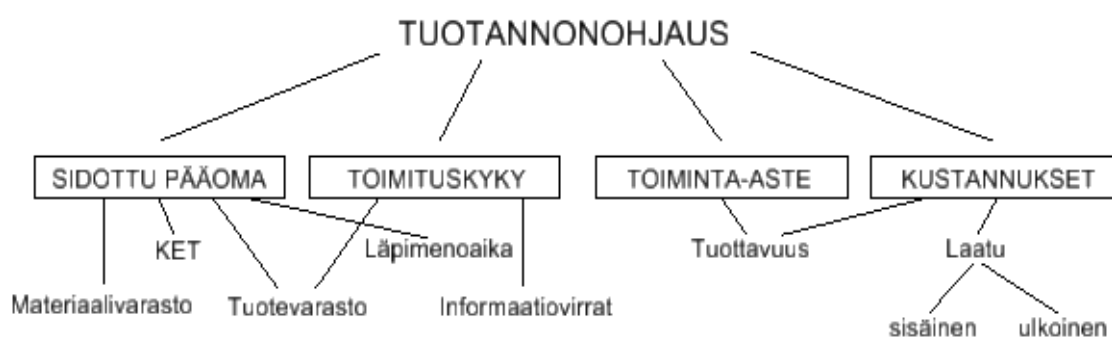
Layoutsuunnittelun perustuspylväät ovat:

1. Tuotteiden rakennetiedot
2. Työn vaiheet
3. Tuotantomäärä
4. Tuotannon aikajänne
5. Tukitoiminnot. (Haverila ym. 2009, 481)

Layoutsuunnittelun keskeisenä osana on materiaalivirtojen suunnittelu. Selkeillä materiaalivirroilla kehitetään ja helpotetaan sekä tuotannonohjausta että muuta yrityksen toimintaa. Tällöin myös työpisteiden ja osastojen sijoittelua suunniteltaessa suunnitellaan myös materiaalivirtoja. Layoutin ja materiaalivirtojen limittäisellä suunnittelulla materiaalien kuljetuskerrat ja -matkat voidaan minimoida. Toisena oleellisena huomioon otettavana kohtana layoutsuunnittelussa on muutos- ja laajenemistarpeet. Suunnittelun layoutin on pystyttävä joustamaan tuotannon kasvaessa. (Haverila ym. 2009, 482)

## 4 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan yksinkertaisesti menettelyä yrityksen ohjattaessa omaa tuotantoaan, jotta se pystyisi täyttämään tilattujen tuotteiden valmistamisen vaatimukset laadusta, määrästä ja toimitusajasta. Ohjaukseen kuuluu toiminnan tarvitsema suunnittelu, toteutus, informointi ja valvonta. Tuotannonohjauksen rakenne muodostuu neljästä päähaarasta (kuvio 4): sidotusta pääomasta, toimituskyvystä, toimintasuhteesta ja kustannuslaskennasta. (Miettinen 1993, 24–25).



Kuvio 4. Tuotannonohjauksen rakenne (Miettinen 1993, 25)

Tuotannonohjauksen osatavoitteena ovat **sidotun pääoman** eli vaihto-omaisuuden vapauttaminen pyrkimällä kasvattamaan tuotteen jalostusarvoa valmistusprosessissa tai kuljettamalla jo valmiit tuotteet pikimmiten asiakkaille. Sidottu pääoma muodostuu materiaali- ja valmisteverastoista sekä keskeneräisestä tuotannosta (KET). Sidotun pääoman vähentäminen vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen sekä pääoman tuottoasteeseen. (Miettinen 1993, 26)

**Toimituskyky** muodostuu toimitusajasta ja toimitusvarmuudesta. Toimitusajalla tarkoitetaan aikaa asiakkaan tilauksen saapumisesta valmiin tuotteen toimittamiseen asiakkaalle. Toimitusaika määräytyy kuitenkin eri tavalla katsottaessa asiakkaan tai tilauksen vastaanottavan yrityksen näkökulmasta, sillä asiakas alkaa laskea toimitusaikaa tilauksen lähettämisestä. Tämän takia toimintaa ohjaavien informaatiovirtojen tulisikin olla nopeita, jottei osapuolten laskemissa toimitusajoissa olisi suuria eroja. (Miettinen 1993, 25)

Toimitusaikojen pitävyyttä mitataan toimitusvarmuudella:

$$\text{Toimitusvarmuus} - \% = \frac{\text{Ajoissa toimitetut}}{\text{Kaikki toimitukset}} \times 100$$

**Toimintasuhdeella** kuvataan toiminta-asteen ja kapasiteetin suhdetta. Kapasiteetilla ilmoitetaan tuotannon määrä, joka normaalina työaikana ja normaaleilla tuotantovälineillä voidaan normaalilla organisaatiomiehityksellä saavuttaa. Toiminta-asteella ilmoitetaan yrityksen toteutuneen tuotannon määrä. Mikäli toimintasuhde on korkea, voidaan todeta, että yrityksen käytössä oleva kapasiteetti on tehokkaassa käytössä. Kuitenkaan yrityksen ei ole välttämättä edullista toimia aina täydellä kapasiteetilla, toimintasuhde vaihtelee kausiluontoisuuden ja kysynnän mukaan. (Miettinen 1993, 26; Isokangas & Kinkki 2002, 171)

**Kustannuslaskentaa** käytetään yrityksen eri tuotteiden suoritekohtaisten kustannusten ja kannattavuuden selvittämiseen. Kustannuksia syntyy, kun organisaatiot käyttävät tai kuluttavat tuotannontekijöitä toiminnassaan. Tuotannontekijöitä ovat työvoima, raaka-aineet, koneet, rakennukset ja energia. (Isokangas & Kinkki 2002, 153; Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen 2011, 91)

Kustannusten luokittelu menetelmiä on useita erilaisia. Yksi menetelmä on jakaa kustannukset muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Jako tehdään toiminta-asteen avulla. Toiminta-asteen muuttuessa osa kustannuksista muuttuu mukana ja osa säilyy vakiona. Mukana muuttuvat ovat muuttuvia kustannuksia ja vakiona säilyvät kustannukset, kiinteitä kustannuksia. (Suomala ym. 2011, 95)

Muuttuvat kustannukset ovat riippuvaisia valmistusmäärästä. Niiden suhdetta pidetään yleisesti tasasuhteisena eli tuotannon lisääntyessä tietyllä määrällä lisääntyvät muuttuvat kustannukset samassa suhteessa. Mikäli yrityksen tuotanto on pysähdyksissä, ei myöskään muuttuvia kustannuksia ole. Muuttuvien kustannusten tasasuhteisuus helpottaa laskelmien tekoa. Muuttuvia kustannuksia ovat esimerkiksi: raaka-aineiden, osien ja puolivalmisteiden aiheuttamat kustannukset, käyttötarvikkeet, valmistustyöpalkat, tavaran käsittely sekä voima- ja valovirran kulutusmaksut. (Isokangas & Kinkki 2002, 154–156)



Kiinteät kustannukset ovat tuotannosta riippumattomia ja siten tuotannon lisääminen tai vähentäminen ei vaikuta kiinteäksi luokiteltuihin kustannuksiin. Tuotannosta riippumattomuus tekeekin kiinteistä kustannuksista olennaisen riskin yritystoiminnalle, sillä esimerkiksi tuotantolaitosten rakentamiskustannukset kerääntyvät jo paljon ennen tuotteiden valmistamista ja niiden myynnistä saatuja tuloja. Kiinteitä kustannuksia ovat esimerkiksi: maa-alueiden, rakennusten ja koneiden vuokrat, tuotantolaitosten sitoman pääoman korot ja poistot, tuotantolaitosten ylläpito, matka-, edustus-, puhelinkustannukset sekä lääkintähuollon ja muun vapaan sosiaalitoimen kustannukset. Tarkasteltaessa kustannuksia pitkällä aikavälillä, myös kiinteät kustannukset ovat käytännössä muuttuvia kustannuksia. (Isokangas & Kinkki 2002, 157–158)

#### 4.1 Tuotannonohjausperiaatteita

Tuotannonohjausperiaatteilla tarkoitetaan tapaa, jolla tuotannonohjaus järjestetään.

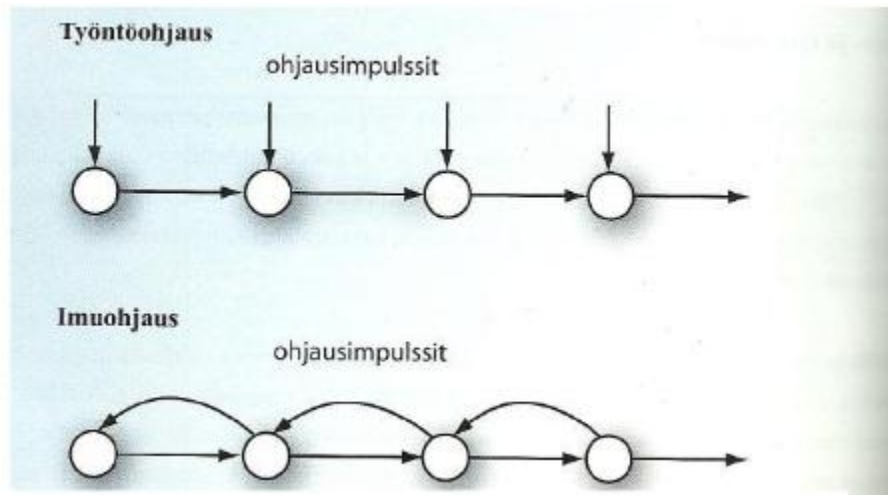
Ohjausperiaatteita ovat muun muassa:

- Työntöohjaus
- Imuohjaus
- Just In Time (JIT)
- Lean- toiminta
- 5S- menetelmä. (Miettinen 1993, 49)

##### 4.1.1 Työntöohjaus

Työntöohjaus perustuu ennalta tehtyyn valmistussuunnitelmaan, jonka on laatinut erillinen suunnittelija (kuvio 5). Valmistussuunnitelmassa ei huomioida tuotteiden todellista tarvetta, vaan tuotanto etenee suunnitelman aikataulun mukaan. Tällainen tuotanto vaatii työvaiheiden välille puskurivarastoja, jotta suunnitelman aikataulua voidaan noudattaa. (Haverila ym. 2009, 422)

Välivarastot kuitenkin osaltansa hankaloittavat tuotannonsuunnittelua ja läpimenoaikojen hallintaa, sillä varastojen kasvu kasvattaa hallittavien asioiden määrää. Toimiva työntöohjaus edellyttääkin selkeää valmistusprosessia ja kurinalaisuutta. (Haverila ym. 2009, 422)



Kuvio 5. Työntö- ja imuohjaus (Haverila ym. 2009, 423)

#### 4.1.2 Imuohjaus

Imuohjauksen tuotanto perustuu päinvastaiseen suunnitteluun kuin työntöohjaus, sillä tuotteita ja osia valmistetaan todellisen tarpeen verran. Ohjauksen avulla saadaan pienennettyä varastoja ja keskeneräistä tuotantoa. Imuohjauksen periaate etenee käänteisesti verrattuna työntöohjaukseen, lopusta alkuun. Ohjaus toteutetaan pienten nopeasti kiertävien välivarastojen avulla. Tuotannon käyttäessä osia imuohjauspuskurista antaa puskuri tilausimpulssin tarvittavien osien valmistajille (kuvio 5). (Haverila ym. 2009, 422)

Imuohjaus sopii vakio-osille ja materiaaleille, mutta toimiakseen ohjaus vaatii lyhyttä läpäisyäikää ja hyvää laatua, sillä jokainen valmistusvaihe on kriittinen sujuvan tuotantoprosessin osalta. Imuohjauksesta on olemassa useita erilaisia variaatioita, kuten esimerkiksi JIT- malli. (Lapinleimu ym. 1997, 221–222; Haverila ym. 2009, 422–423)

#### 4.1.3 Just In Time (JIT)

Just In Time on japanilaisten autonvalmistajien kehittämä tuotannonohjausperiaate, joka perustuu ajatukseen tuotteiden tuottamisesta vain, kun niille on tarvetta. JIT avain teesejä ovat varastojen ja keskeneräisen tuotantoon sitoutuneen pääoman minimointi sekä tuotannon asetusaikojen lyhentäminen, joka mahdollistaa pienempien erien tuottamisen

ilman tuotannon tehokkuuden kärsimistä. Eräkokojen pienentäminen lyhentää suoraan tuotannon läpimenoaikoja. (Miettinen 1993, 51; Haverila ym. 2009, 428)

JIT- ohjausperiaate vaatii selkeitä ja tehokkaita materiaalivirtoja, joissa tuotteiden kuljetusmatkat ovat lyhyitä. Tämä edellyttää layoutsuunnittelua tuotteen työjärjestyksen ehdoilla. Selkeät materiaalivirrat ja lyhyet kuljetusmatkat mahdollistavat välivarastojen ja keskeneräisen tuotannon määrän supistamisen. (Haverila ym. 2009, 428)

JIT- tuotanto on suunniteltu alun perin vakiotuotetuotantoon, mutta voidaan soveltaa myös muihinkin tuotantomuotoihin edellyttäen kuitenkin toiminnan korkeaa laatutasoa. JIT- tuotannossa esiintyvät virheet pysäyttävät nopeasti koko tuotannon, kasvattaen näin kustannuksia. Toisin ajateltaessa JIT- tuotanto helpottaa ja aktivoi henkilökuntaa osallistumaan laadun kehittämiseen, sillä tuotannossa esiintyvät virheet ja virheiden syyt selviävät nopeasti. (Haverila ym. 2009, 429)

#### 4.1.4 Lean- toiminnan periaatteet

”Käsite lean-toiminta otettiin käyttöön vuonna 1990 eri maiden autoteollisuusyritysten kilpailukykyä selvittäneessä tutkimuksessa. Tutkimuksesta huomattiin, että keskittymällä vain asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan voidaan säästää merkittävästi kustannuksia ja aikaa.” (Kajaste & Liukko 1994, 8).

Lean- ajattelussa keskitytään arvoa lisäämättömän työn poistamiseen, henkilöstön sitouttamiseen, jatkuvaan parantamiseen ja tehokkaisuuteen toimitusketjuihin. Toimitusketjuista poistetaan odotusajat, tarpeeton kuljettelu ja käsittely. Tarpeettomista varastoista luovutaan ja keskeneräisen tuotannon määrää vähennetään. Lisäksi virheet minimoidaan sekä turhat kustannukset, kuten ylituotanto karsitaan pois. (Kajaste & Liukko 1994, 8, 36)

Lean- ajattelussa ajetaan asennemuutosta yrityksen kaikille tasoille, jossa henkilöstö nostetaan avainasemaan. Yritykset, jotka pystyvät sitouttamaan henkilöstön yrityksen toimintaan menestyvät. Työntekijöitä rohkaistaan olemaan oma-aloitteisia, kehittämään omaa ja siten myös koko yrityksen työmenetelmiä. Kehittämisen ja yrityksen sisäisten,

yhteisten päämäärien avulla ongelmien nopea havaitseminen ja korjaaminen onnistuvat, jonka myötä päästään asetettuihin tavoitteisiin. (Kajaste & Liukko 1994, 8-9)

Lean- tuotannolle ominaista on keveys ja joustavuus, asiakkaan tarpeet pyritään toteuttamaan mahdollisimman vähillä resursseilla. Lisäarvoa tuottamattomat toiminnot lakautetaan. Turhien töiden poistolla, yksinkertaisella tuotantoprosessilla ja monitaitoisella henkilöstöllä tuotannon asetusaikat lyhenevät. Lyhyiden asetusaikojen ansiosta läpäsijajat lyhenevät. Lean- ajattelutavan toteuttamiseksi on kehitetty lukuisia työkaluja ja ohjausperiaatteita, joiden avulla tuottamatonta työtä saadaan vähennettyä ja tuotantoa tehostettua. (Miettinen 1993, 61–63)

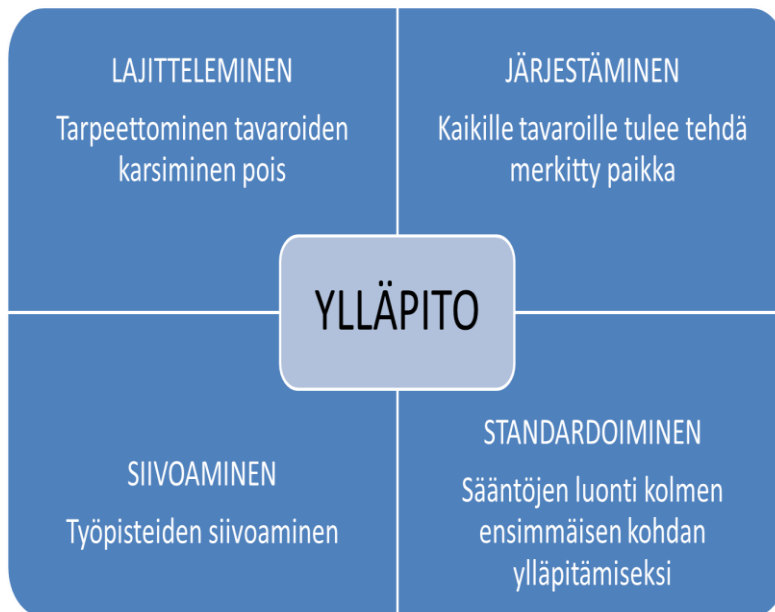
#### 4.1.5 5S- menetelmä

5S- menetelmä on lean- työkalu, joka lean- ajatusmallin mukaan tähtää arvoa tuottamattoman työn poistoon. 5S muodostuu viidestä japanilaisesta sanasta, jotka ovat seiri (lajittele), seiton (järjestä), seiso (puhdistaa), seikutsu (standardoi) ja shitsuke (ylläpidä) (kuviot 6). 5S:ssä keskitytään tehokkaaseen työpaikan organisointiin ja standardoituihin työmenetelmiin sekä laadun parantamiseen ja turvallisuuteen yksinkertaistamalla työympäristöä ja vähentämällä jätteen määrää. (Skaggs 2010, hakupäivä 27.1.2013)

Lajittelulla tarkoitetaan tarpeettomien tavaroiden poistoa työpisteistä. Yhtenä menetelmänä voidaan käyttää ”punaista koodausta”. Tarpeettomiin tavaroihin ja työkaluihin kiinnitetään punainen lappu ja ne vietään pois työpisteeltä. Harvakseltaan tarvittaville työkaluille ja tavaroille järjestetään säilytystila työpisteen ulkopuolelta, mutta tarpeettomat tavarat hävitetään. Lajittelulla saadaan vapautettua tilaa työpisteiltä. (Skaggs 2010, hakupäivä 27.1.2013)

Järjestelyn tarkoitusta kuvaa parhaiten motto: ”Paikka kaikille, kaikki paikalleen”. Jokaisella tavaralla on työkulun mukaan mietitty paikka työpisteessä, johon se palautetaan aina käytön jälkeen tai jossa se säilytetään jokapäiväisessä toiminnassa. Tällöin kyseinen tavara on aina helposti saatavilla, eikä sen etsimiseen kuluteta aikaa. (Skaggs 2010, hakupäivä 27.1.2013)

Lajittelun ja järjestelyn jälkeen seuraavana toimenä on roskien hävittäminen eli siivoaminen. Siivoamisesta täytyy tehdä toistuva rutiini, jotta työpisteen järjestys saadaan säilytettyä eikä tarpeetonta tavaraa ala uudelleen kertymään työpisteelle. Standardoinnilla kehitetään parhaita toimintatapoja, joiden avulla saadaan tehostettua työpisteiden toimintaa. Viimeisenä vaiheena on ylläpito. Ylläpito on 5S-menetelmän vaikein osuus, sillä ihmisluonto on taipuvainen vastustamaan uutta ja palaamaan vanhaan toimintatapaan. Yrityksen täytyykin sitoutua ja kannustaa työntekijöitä uuden tilan ylläpitoon. (Skaggs 2010, hakupäivä 27.1.2013)



Kuvio 6. 5S-menetelmä (Liker 2010, 151 mukaillen)

## 5 NYKYTILANTEEN KARTOITUS

Steel House Corrotech Oy:n jauhemaalaaamo muodostuu kolmesta väliseinin erotetuista halleista. Yhteensä neliöpinta-alaa on noin 1500 m<sup>2</sup>. Yritys maalaa omasta tuotannosta syntyviä tuotteita, esimerkiksi asekaappeja sekä alihankintana muille yrityksille. Sisään tuleva materiaalivirta muodostuu kolmesta haarasta: jauhemaalaaamon viereisestä tuotantohallista, yrityksen Torniossa sijaitsevasta tuotantoyksiköstä sekä yritysasiakkaista.

Jauhemaalalausprosessi käynnistyy linjan panostamisella eli maalattavien kappaleiden ripustamisella linjaan. Panostuksen jälkeen seuraa kappaleiden pesu sekä kuivaus, jonka jälkeen kappaleet liikkuvat valmistelusta maalaukseen. Maalauksesta kappaleet kuljetetaan uuniin, jossa ruiskutettu maalijauhe sulaa ja tarttuu kappaleeseen. Uunituksen jälkeen kappaleiden täytyy jäähtyä, jonka aikana maali kovettuu lopullisesti. Kappaleet kuljetetaan jäähdytyksen jälkeen joko odottamaan kokoonpanoa tai suoraan varastoon, josta kappaleiden matka jatkuu asiakkaille.

Kuitenkin tällä hetkellä maalaamon pääasiallinen ongelma on tilankäyttö, prosessissa käytettäville materiaaleille ja tuotteille ei ole merkitty tai tehty niille kuuluvaa paikkaa tai aluetta. Tästä johtuen alueella vaikuttaa yleinen sekaisuus, puolivalmiit tuotteet, valmiit tuotteet, kokoonpanossa ja pakkauksessa käytettävät materiaalit sekä maalaukseen tulevat tuotteet lasketaan tai kuljetaan sille paikalle, missä on tilaa. Lisäksi halleissa on runsaasti ns. roskatavaraa tai väliaikaisesti käyttämätöntä tavaraa, jotka ovat jääneet ”varastoon” maalaamon alueelle. Materiaalivirrat ovat näin ollen sekaisin ja toimivat sen mukaan missä tavara kulloinkin sijaitsee.

Layoutin ja materiaalivirtojen suunnittelulla voitaisiin yksinkertaistaa ja selkeyttää tuotannollinen toiminta niin, että kaikki lisäarvoa tuottamaton työ, kuten tavaroiden turha siirtely, voitaisiin poistaa. Kuitenkin jauhemaalaaamon layoutin ja materiaalivirtojen uudelleen suunnittelua rajoittavat putkistot, ilmastointikanavat sekä kiinteät tuotantovälit: kiskokuljetin tukirakenteineen, pesu- ja kuivauslaitteisto, maalauskoppi, lämmitysuuni ja maalaushallissa sijaitsevat alumiinin työstökoneet.

Käytän opinnäytetyössä jauhemaalaaamohalleista nimityksiä maalaushalli, kokoonpanohalli ja valmistuotevarasto. Maalaushallissa suoritetaan edellä kuvatun jauhemaalalausprosessin maalausosuus, jonka jälkeen kappaleet kuljetetaan uuniin. Kokoonpanohalliin

sijoittuu omien tuotteiden kokoonpano. Valmistuotevarasto toimii niin ikään valmiiden, maalattujen kappaleiden varastona, josta tuotteet matkaavat asiakkaille. Nykytilanteen kartoitus suoritettiin tarkkailemalla visuaalisesti linjahenkilöstön toimintaa eri tilanteissa sekä koko hallin rakennetta ja tavaroiden sijoittelua hallissa.

### 5.1 Maalaushalli

Varsinainen maalaustoiminta tapahtuu maalaushallissa olevassa maalauskopissa, joka on kuvattuna kuvassa 2. Lisäksi maalaushallissa sijaitsevat maalauslaitteisto, maalattavien kappaleiden kuivauslaitteisto, alumiinin työstökoneet sekä maalauksessa tarvittavien materiaalien, kuten maalijauheiden varasto.



Kuva 2. Maalauskoppi

Maalaushallissa materiaalivirtojen tehokkuuteen vaikuttavia muutoksia ei niinkään pysty tekemään. Maalattavat tuotteet kulkevat hallin läpi kiskokuljettimelle ripustettuina. Myös kappaleiden tarvittavat valmistelut tehdään kappaleiden roikkuessa kiskokuljettimen koukuissa. Lisäksi maalauksessa tarvittavat materiaalit, maalijauheet ym. omaavat omat varastonsa, joten niidenkään osalta ei ole suurta kehitystarvetta.

Haasteen muun tilan layoutsuunnitelmiin, tuo maalaushallissa vaikuttava maalipöly sekä yrityksen investoimat alumiinin työstökoneet. Maalipölyn laskeutuessa, sotkee pöly halliin sijoitetut tuotteet, jonka takia tilan käyttäminen missään muussa tarkoituksessa ilman pölyyn liittyvän ongelman ratkaisua, ei ole mielestäni suositeltavaa. Toiseksi

alumiinin työstökoneiden sijainti täytyy huomioida layoutsuunnitelmassa, sillä niiden sijainti kasvattaa käsiteltävän materiaalin määrää koko jauhemaalaamon alueella, joka voi sekavoittaa sujuvaa materiaalienhallintaa.

## 5.2 Kokoonpanohalli

Kokoonpanohallissa (kuva 3) suoritetaan muut jauhemaalaamon toiminnot:

- tuotteiden ripustaminen kiskokuljettimelle
- maalattujen tuotteiden poistaminen kiskokuljettimelta
- puolivalmiiden tuotteiden varastointi
- osatuotteiden kokoonpano ja pakkaus
- tulevien tuotteiden varastointi
- muutamien lähtevien tuotteiden varastointi



Kuva 3. Kokoonpanohalli sekä käsiteltäviä ja käsiteltyjä tuotteita

Kokoonpanohallin ongelmana on tuotantotilan organisointi. Kun samalla alueella suoritettavien työtehtävien määrä kasvaa, täytyy jokaisella työpisteellä ja tarvittavilla materiaaleilla olla työnkulkua edistävä merkitty paikka. Kuitenkin tällä hetkellä puolivalmiit tuotteet, valmiit tuotteet ja maalaukseen tulevat tuotteet ovat samalla alueella ilman varsinaista organisointia. Myös tuotantohenkilöstön käytössä olevat työtasot, kuormalavat tekevät tilasta sekaisen.



Huonon organisoinnin takia työpisteiden järjestys ei kohtaa teoreettisesti tehokasta materiaalivirtaa. Ripustettavia tuotteita on valmiiden tuotteiden takana ja maalattujen kokoonpantavien tuotteiden purkupaikka toisessa päässä hallia kuin niiden seuraava työjärjestyksen mukainen työpiste. Kun kokoonpantavat tuotteet ovat valmiita, kuljetetaan ne jälleen toiseen päähän hallia purkupaikan ohitse valmistuotevarastoon, josta tuotteiden matka jatkuu asiakkaille. Siirtelyt kasvattavat osaltansa läpimenoaikaa ja useat pienetkin siirtelyt kerryttävät vuositasolla mitattaessa paljon lisäarvoa tuottamatonta työtä.

### 5.3 Valmistuotevarasto

Jauhemaalaaamoprosessin viimeisenä pisteenä toimii varastointi (kuva 4). Valmistuotevarastoa käytetään jo nyt pääasiassa lähtevien tuotteiden varastointiin, mutta kuten edellä mainitun tilanpuutteen vuoksi halli ei vedä kaikkia maalaamosta valmistuvia tuotteita. Vaikkakin pääasiallinen käyttötarkoitus on varastointi, ei tila kuitenkaan vielä toimi täysipainoisena varastona vaan tilassa toimii putkenleikkauslaite sekä leikattavien putkien varastointi ja happoaltaat, joita käytetään kappaleiden puhdistamisessa maalausta varten.

Valmistuotevarastossa varastointi suoritetaan pakkauksen jälkeen vain lattiatasoon, kuten kuvassa 4 näkyy. Yhteen tasoon varastointi vie enemmän varastointitilaa sekä hankaloittaa tavaroiden liikuttelua. Lisäksi muiden prosessien toimiminen valmistuotevarastossa kasvattaa materiaalivahinkoriskejä.



Kuva 4. Valmistuotevarasto

## 6 SUUNNITTELUTYÖ

Layoutsuunnitelma perustuu seuraaviin ajatuksiin: tuloksen täytyy olla mahdollisimman toimiva, nykyinen työnkulku ei hidastu eikä vaikeudu mutta työturvallisuus kasvaa, muutoksen täytyy olla myös helposti ylläpidettävä sekä mahdollisimman toteutuskelpoinen. Lisäksi layoutmuutos ei aiheuttaisi suuria investointeja, eikä katkaisisi nykyistä maalaamon tuotantoa missään vaiheessa. Layoutsuunnitelman rajoittavina tekijöinä toimivat kiinteästi asennetut laitteistot, kuten koko maalaamolinja pesukontteineen, altaineen ja uunineen.

Varsinainen suunnittelun aloittaminen tuntui haasteellista, sillä suunnitelman kohteesta ei ollut muita piirustuksia kuin 2D- piirros, jossa koko halli oli tyhjä. Tästä johtuen aikaa kului runsaasti hallin laitteistojen ja niiden sijaintien mitoituksiin. Suunnitelman toteutus 3D:nä auttoi suunnitelman toimivuuden hahmottamisessa. Konkreettisten työkalujen kuten mittanauhan ja piirustusohjelmien lisänä toimi 5S-menetelmä. 5S- menetelmässä ”keskitytään tehokkaaseen työpaikan organisointiin ja standardoituihin työmenetelmiin sekä laadun parantamiseen ja turvallisuuteen yksinkertaistamalla työympäristöä ja vähentämällä jätteen määrää.” (Lainaus kappaleesta 4.2.5 5S-menetelmä).

Työn alussa tuotantotilojen layoutvaihtoehtoja oli esillä useita, mutta mallintamisvaiheessa toimeksiantajan hyväksynnästä lähdettiin kehittämään yhtä esitetyistä vaihtoehtoista. Layoutratkaisussa yhdistyy pääasiassa tuotantolinja ja solulayouttyypit. Tässä kohdassa, esitetään layoutehdotus, jossa on otettu huomioon myös mahdolliset tuotantomäärien tulevat muutokset, liittyen kokoonpanohallissa käsiteltäviin tuotteisiin. Layoutsuunnitelma on toteutettu Autodesk Inventor Professional 2012- ohjelmalla. Liitteessä 3 on esitetty suunnitelman 3D- malli kokonaisuudessaan.

### 6.1 Materiaalivirtojen kehittäminen

Jauhemaalaamon materiaalivirrat ovat tällä hetkellä sekaiset, kuten kappaleessa 5.1 on esitetty. Tulevat ja lähtevät virrat muodostavat solmukohtia ja varsinkin ulkopuolisen henkilön silmissä materiaalinhallinta näyttää epäselkeältä. Lisäksi maalattavat, puolivalmiit ja osa pakatuista tuotteista on samalla alueella, jolloin työpäivän aikana osa tehokkaasta työajasta kuluu tavaroiden edes takaisin siirtelyyn. Materiaalivirrat kehittyvät, kun jokaiselle tavaralle on sille kuuluva paikka. Kun paikat on kohdistettu tuotan-

non mukaisesti, materiaalivirrat muotoutuvat miltei automaattisesti ja näin materiaalien hallinta helpottuu. Materiaalivirtasuunnitelma on esitetty liitteessä 1.

Tulevien virtojen kulkureitti ei suunnitelmassa muuttunut, mutta selkeyttä saadaan muuttamalla prosessiin tulevien materiaalien säilytyspaikkaa. Kokoonpanotoiminnan osalta, muutos ja selkeys parantuvat siirtämällä ja muotoilemalla sekä grillien- että asekaappien ”kokoonpanolinjat” hallin ja päämateriaalivirtojen mukaisiksi. Tällä hetkellä grillien kokoonpano toimii poikittain kaikkeen muuhun toimintaan nähden ja katkaisee yhteyden asekaappien kokoonpanon ja puolivalmiiden asekaappien väliltä.

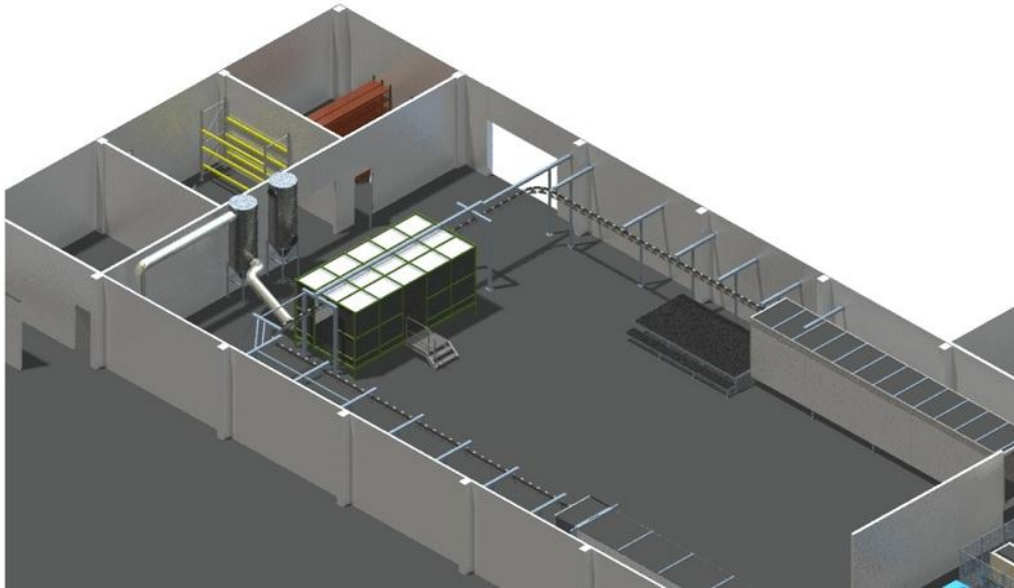
Lähtevät virrat selkeytyvät ja muotoutuvat kokoonpanolinjojen muutoksilla sekä toisen olemassa olevan kulkureitin käyttöönottamisella. Uudella kulkureitillä ohjataan lähtevät materiaalit lopputuotevarastoon. Tällä yksinkertaisella toimenpiteellä saadaan eroteltua päämateriaalivirrat toisistaan.

## 6.2 Layoutsuunnitelma 5S-menetelmän avulla

### 6.2.1 Maalaushalli

Maalaushallin (kuva 5) osuus jäi layoutsuunnittelussa vähäiseksi suhteessa muihin maalaamontiloihin, sillä maalaushallissa maalijauheiden ja osien varastoinnille on olemassa omat tilansa, joten muutoksia niiden sijaintiin ei tarvinnut suunnitella. Halliin on suunniteltu myös muuta tuotannollista toimintaa, joten hallin vapaa tila ei ole käytössä jauhemaalaukselle, varastoinnille tai asekaappien ja grillien kokoonpanolle.

5S-menetelmän avulla maalaushallin tilaa saadaan kuitenkin edelleen kehitettyä. Maalijauheille merkitään esimerkiksi värin mukaan oma sijainti hyllyssä, jonka avulla parannetaan henkilöstön kirjanpitoa varastossa olevasta materiaalista. Hallissa olevat tavarat lajitellaan ja tarpeettomat tavarat, kuten kuormalavat ja maalijätteet poistetaan hallista. Hallissa säilytettäville tavaroille, kuten työkaluille ja työpöydille merkitään niille kuuluva paikka. Siivoamisella vähennetään hallin lattialla ja ilmassa vaikuttavaa maalipölyä. Pölyn vähentyminen kasvattaa työturvallisuutta sekä hallissa säilytettävien muiden tuotteiden puhtaanapitoa ja visuaalista ilmettä. Lisäksi puhdas ympäristö vähentää laitteistovikoja ja helpottaa tarvittavia huoltotoimia.

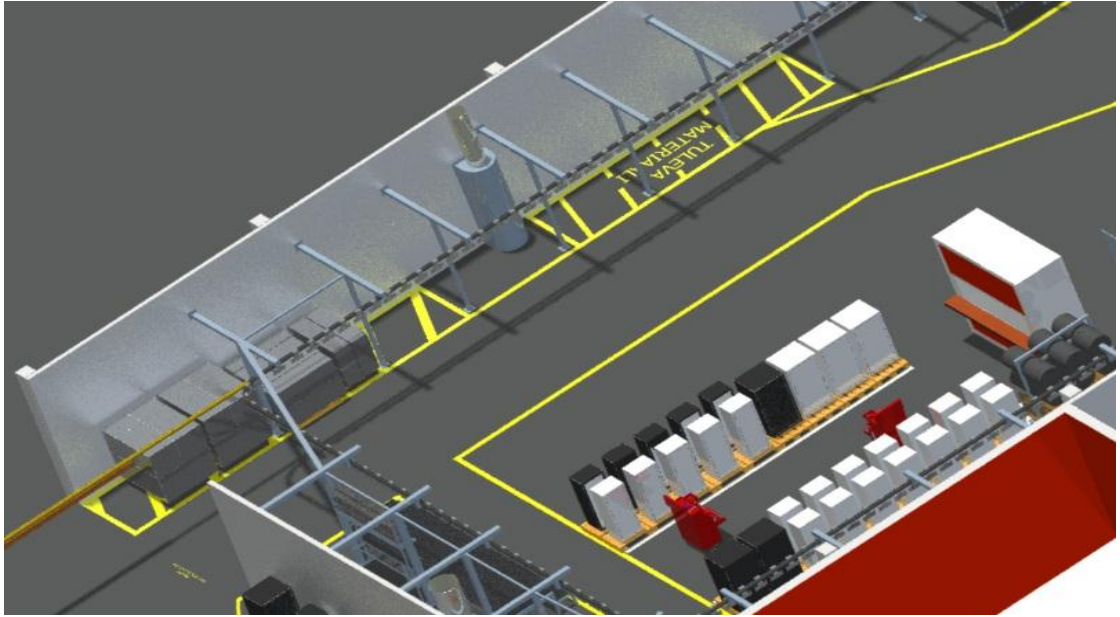


Kuva 5. Maalaushalli

### 6.2.2 Kokoonpanohalli

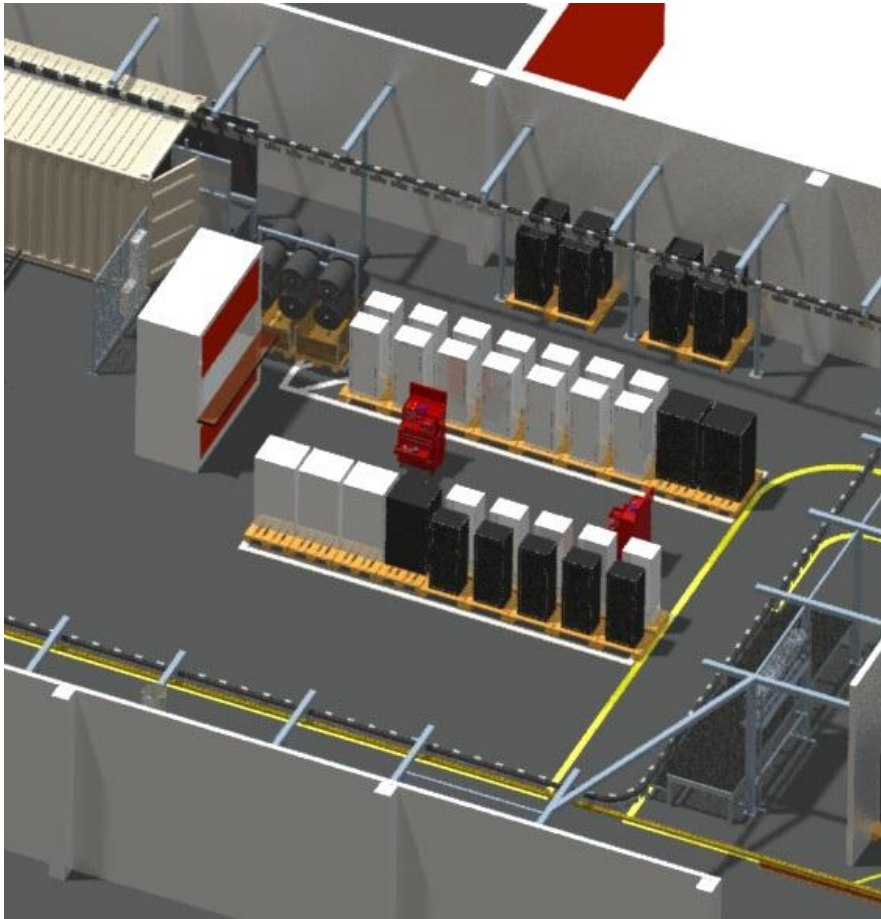
Layoutsuunnittelun ja muutosten keskipisteenä toimi kokoonpanohalli. Linjan panostusalue säilyy entisellään ja työtasoista tehdään kiinteät kuten myös maalaushallissa. Kiinteiden työtasojen avulla pienennetään työturvallisuusriskiä. Ripustuskoukuille ja laatikoille tehdään karkkihyllymäiset tasot, joiden avulla saadaan vapautettua runsaasti lattiatilaa.

Maalaukseen tulevalle materiaalille on varattu tila kokoonpanohallin seinältä (kuva 6), joka merkitään lattiamaalauksin. Seinäaluetta käytetään ensisijaisesti, mutta tilanteissa, joissa tulevien materiaalien määrä ylittää varatun tilan kapasiteetin voidaan väliaikaisesti viedä tilaa keskialueelta asekaappien kokoonpanoalueen sallimissa rajoissa. Tila siivotaan ja työtasoina toimineet kuormalavat poistetaan, kuten muutkin ylimääräiset kädestä laskupaikat, jotka turhaan keräävät roskaa. Etenkin kulkureitit maalataan, jonka avulla saadaan pidettyä vapaa kulku maalaushallin ja muiden tilojen välillä. Kun lattiapinnat ja erityisesti kulkureitit ovat vapaana ja puhtaana, kompastumisen ja liukastumisen riski vähenee. Lisäksi vapaat kulkureitit tehostavat materiaalien liikuttamista.

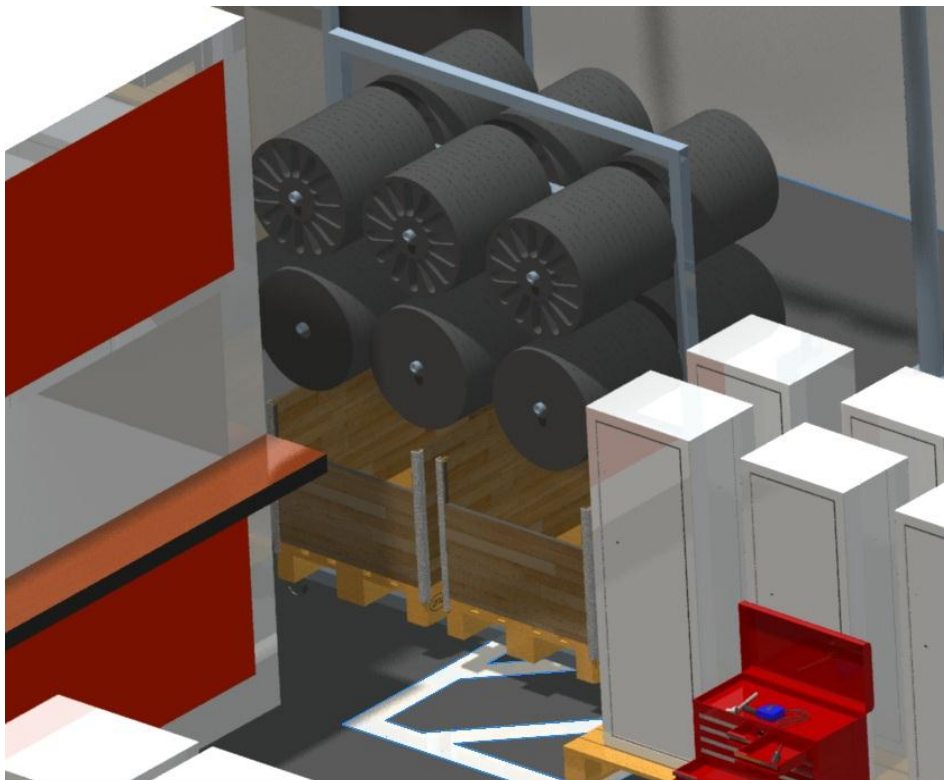


Kuva 6. Tulevan materiaalin säilytys kokoonpanohallissa, merkitty vinoviivoituksella.

**Asekaappien kokoonpanoalue** (kuva 7) on siirretty laajemmalle alueelle. Näin on huomioitu asekaappien tämän hetkinen jatkuva tuotannon kasvu. Lisäksi tällä siirrolla tuodaan kaikki kokoonpanoon liittyvät tavarat samalle alueelle. Myös kaappien toimitusaikaa saadaan nopeutettua, sillä muutoksella vapautetaan jokainen asekaappi työstö-  
vapaaksi. Suunnitelmassa on huomioitu myös valmistusvaraston rajallinen kapasiteetti, jonka takia osa valmiistakin kaapeista joudutaan varastoimaan kokoonpanohalliin. Muuten kokoonpano suoritetaan nykyisellä tavalla eli työkalut ja pienosat, kuten ruuvit ja lokerot kuljetaan liikuteltavilla työkalulaatikostoilla ja muut osat varastoidaan varastoautomaattiin. Kaapeissa käytettäville pehmusteille valmistetaan liikuteltava teline (kuva 8), jolloin pehmusteet ovat järjestelmällisesti käytettävissä ja saadaan vapautettua lattiatilaa suurista pahvilaatikoista.



Kuva 7. Asekaappien kokoonpanoalue

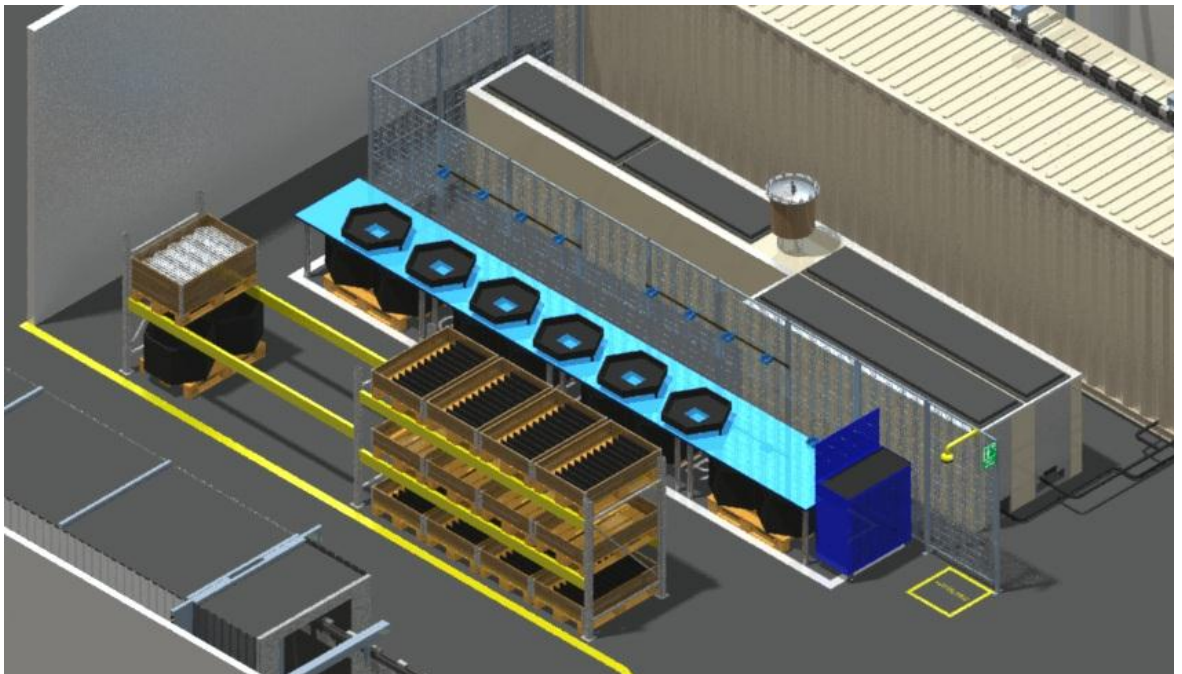


Kuva 8. Asekaappien pehmusteteline innovointi



**Grillien kokoonpanoalue** (kuva 9) käännetään hallin mukaiseksi, jolloin saadaan selkeytettyä materiaalivirtoja. Aluetta supistetaan grillin osien hyllyttämällä. Hyllyn sijoituksella mahdollistetaan sen toimiva käyttö niin kokoonpanossa kuin hyllyn täyttämässä suoraan trukin avulla. Hyllyyn merkitään jokaiselle osalle oma paikka, joka pysyy vakiona. Tieto osien tarkasta sijainnista, tekee kokoonpanosta automaattisempaa ja poistaa osien turhan etsimisen ja hakemisen. Kuten muuallakin hallissa, työtasoina toimineet kuormalavat poistetaan ja tilalle tuodaan pöydät, jotka mahdollistavat osien säilytyksen niiden alla. Tarvittavat työkalut ja kiinnitystarvikkeet sijoitetaan pöytien taakse, kokoonpanoalueen välittömään läheisyyteen. Työskentely-ympäristö pysyy vapaana, kun siellä säilytetään ainoastaan tarvittavat työkalut ja tarvikkeet niille merkityillä paikoilla.

Grillien kokoonpanoalueen suunnittelussa on otettu huomioon grilleihin liittyvä kausiluontoinen kysyntä. Kevät- ja kesäkaudella grillien tuotantomäärät ovat suuremmat kuin syksy- ja talvikaudella. Tällöin hiljaisina aikoina aluetta voidaan helposti hyllyä siirtämällä supistaa entisestään, mikäli muussa tuotannossa tarvitaan hetkellistä lisätilaa.



Kuva 9. Grillien kokoonpanoalue

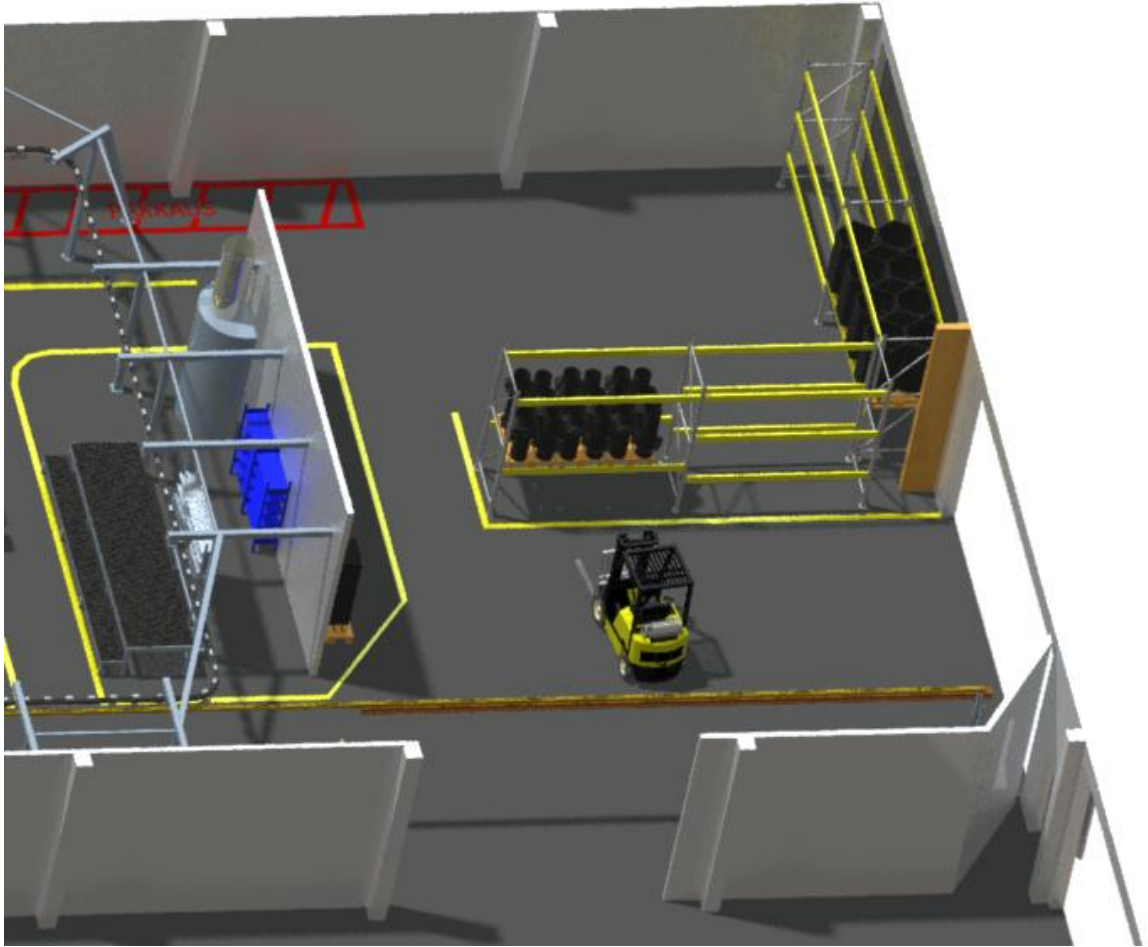
### 6.2.3 Valmistuotevarasto

Valmistuotevarasto pyhitetään nimensä mukaan valmiille, lähteville tuotteille. Varastosta poistetaan putkenleikkauspiste, jolle tehdään tilaa tilajärjestelyillä sen varsinaiselta käyttöalueelta eli hitsaamopisteistä. Lisäksi varastosta on tavoitteena tulevaisuudessa poistaa happoaltaat, joita käytetään maalaukseen tulevien kappaleiden puhdistuksessa. Jo nyt altaiden käyttö on hyvin vähäistä yrityksen kehitystyön ansiosta.

Pakkauspiste sijoitetaan kokoonpanohallin ja valmistuotevaraston välille (kuva 10), jonka jälkeen valmiit tuotteet kuljetetaan valmistuotevarastoon. Hyllytilan avulla vähennetään valmiiden, maalattujen tuotteiden määrää kokoonpanohallissa sekä selkeytetään ja lisätään varastointikapasiteettia valmistuotevarastossa. Hyllyjen sijainnin hallissa määrittelee hallin nosto-ovien sijainti. Hyllyt sijoitetaan käytöstä poistetun nosto-oven eteen. Hyllyjen määrää voidaan kasvattaa, kun yritys saa poistettua happoaltaiden tarpeen. Lattiasäilytystila on tarkoitettu suurille kappaleille ja valmiiden asekaappien varastoinnille. Tuotteiden oikea sijainti varastossa varmistetaan hylly- ja lattiamerkinnöin.

5S:n avulla varastosta, kuten muistakin tiloista saadaan siisti ja puhdas tila, joissa lattiatilaa eivät hallitse roskat. Siisteydellä ja järjestelmällisyydellä yrityksen sekä asiakkaiden valmistamat tuotteet säilyvät ehjinä ja puhtaina, jonka johdosta mahdolliset materiaalivahingot saadaan minimoitua.





Kuva 10. Valmistuotevarasto

#### 6.2.4 Ylläpito

Toimivien muutoksien ja siisteyden toteuttaminen ei yleisesti ottaen ole haastavaa, mutta muutoksien ja erityisesti siisteyden ylläpito tuottaa hankaluuksia ja työympäristö voi mahdollisesti luisua jopa lähtöpisteeseensä. Ylläpito pelkästään muun tuotannollisen toiminnan ohessa on lisäksi vaativaa ja päätty todennäköisesti epäonnistumiseen.

Ylläpitotoimille olisi näin ollen syytä varata oma aika tuotannon ohesta. Ylläpitotoimien aikana jokaiselle henkilöstön jäsenelle olisi varattu oma vastuualue ja alueelle määritellyt tehtävät. Tehtävä esimerkkejä:

- Tarkista hitsaamoalueen järjestys ja siisteys. Suorita korjaustoimenpiteet tarpeen vaatiessa.
- Tarkista työkalut sekä muut tarvikkeet. Kirjaa ylös puutteet tai rikkoutumiset.
- Tarkista laitteen x kaapelit ja puhdistu laite x tarkistuksen ohessa.

Ylläpitotoimien avulla huollettaisiin laitteistot ja voitaisiin ennakoida mahdolliset laiteviat. Ylläpitotoimien aloittaminen vaatii vastualueiden ja niille kuuluvien tehtävien tarkan kartoittamisen ja määrittämisen. Tehtävälistan määrittelyn jälkeen seuraisi henkilöstön ohjeistus.

Tehtävälistan laatiminen ja henkilöstön ohjeistus eivät yksinään takaa ylläpidon toimivuutta, sillä henkilöstö tarvitsee myös työkalut ylläpidon toteuttamiseen. Työkaluina tässä yhteydessä toimivat muun muassa lajitteluastiat, pahvinpaalaus koneet ja muut keinot, jotka mahdollistavat ylläpidon toteuttamisen.

### 6.3 Työturvallisuus

Työturvallisuus on noussut vuosien saatossa yhdeksi tärkeimmäksi osa-alueeksi eri alan yrityksissä. Työturvallisuuden kehittäminen palvelee jokaista osapuolta yrityksessä, niin omistajista esimiehiin kuin työntekijöihinkin. Jokainen voi lähteä työpäivän jälkeen yhtä terveenä kuin töihin saapuikin, jokaisen tietotaito säilyy yrityksen päivittäisessä käytössä eikä korvaavia työntekijöitä tarvitse hankkia tai jatkaa tuotantoa vajaalla miehistöllä. Lisäksi kustannuksellisesta näkökulmasta onnistunut työturvallisuuden jatkuva parantaminen laskee työtapaturmista johtuvien sairaskulukorvauksien suuruutta.

Työturvallisuus täytyy huomioida myös layoutsuunnittelussa. Suunnittelun kohdealueen toiminta määrittelee, mitä työturvallisuuteen liittyviä asioita täytyy alueella olla. Omasta suunnittelukohteestani, jauhemaalaaamosta löytyi muutamia erityishuomiota vaativia toimintoja, jotka täytyi huomioida alueiden ja laitteiden sijoittelussa. Käyn seuraavaksi läpi muutaman oleellisen työturvallisuuteen liittyvän kohteen, jotka täytyi huomioida suunnitellessani layoutia.

#### 6.3.1 Nosturiselvitys

Ensimmäinen merkittävä työturvallisuuteen kuuluva suunnittelutehtävä oli jauhemaalaaamolinjan panostamiseen mahdollisesti hankittavan nosturin selvitystyö. Tästä oli annettu myös erillinen tehtävä opinnäytetyön toimeksiannossa. Jauhemaalaaamossa käsiteltävien kappaleiden koko vaihtelee suuresti, mutta esimerkiksi yrityksen oman tuotteen, asekaapin paino on vähintään 80 kg ja tästä ylöspäin riippuen asekaappimallista. Lisäksi

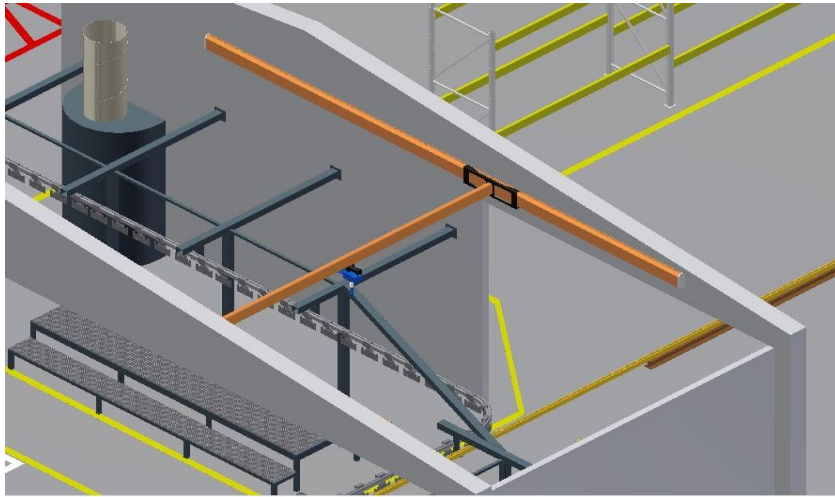
löytyy muita kappaleita, jotka painavat useita satoja kiloja. Tästä syystä kappaleiden turvallinen käsittely käsin ei onnistu. Tällä hetkellä kappaleita käsitellään varastotrukilla ja kuormalavan avulla, jotka kuitenkin eivät ole varsinaisesti tähän tarkoitukseen luotuja, joten turvallinen työskentely vaatii asianmukaisen nosturin/nostolaitteen. Kuitenkin turvallinen työskentely täytyy kulkea käsi kädessä käytettävyyden kanssa eli nosturivaihtoehtoja tarkastellessani pyrin kysymään mahdollisimman paljon informaatiota ja mielipiteitä linjalla operoivilta henkilöiltä. Tällöin on mahdollista saada kaikkia tyydyttävä ratkaisu, jonka lopputuloksena ei ole paluuta vanhaan.

Alkuvaihtoehtoina oli kolme eri nosturityyppiä seinäkääntönosturi, pylväskääntönosturi ja 1-palkkinen siltanosturi. Näistä seinäkääntönosturin hankintahinta olisi ollut edullisin, mutta vaatimaton toiminta-alue ja nosturin suunnitellun kiinnityskohdan edessä sijaitsevat ilmastointilaitteet pudottivat seinäkääntönosturin pois vaihtoehdoista. Ilmastointilaitteiden järkevä siirto olisi hankalaa, sillä laitteiden mahdollinen tila hallin seinän toisella puolella on myös varattuna.

Vaihtoehtoiksi jäivät pylväskääntönosturi ja 1-palkkinen siltanosturi. Corrotech Oy:n Haaparannan tuotantoyksikön hallien korkeus on suhteellisen matala ja kun maalaamolinjan kuljettimen korkeus on tilaan nähden korkealla, muodostuu nostokorkeudesta rajoittava tekijä nosturin valinnassa. Apuna nosturivaihtoehtoja miettiessäni ja mitoittaessa toimi Tiltek Oy /Cranes yrityksen edustaja Tomi Kämäräinen. Hänen kanssaan parhaimmaksi vaihtoehdoksi valittiin 1-palkkinen siltanosturi (kuva 11), jonka sijoituspaikka olisi kahden kattopalkin välissä maalaamolinjan panostusalueen päällä (kuva 12). Tällä ratkaisulla nostokorkeudesta saataisiin hallin maksimiarvo ja nosturin toiminta-alueesta mahdollisimman laaja ja monipuolinen. Lisäksi verrattuna pylväskääntönosturiin, siltanosturi ei veisi lattiatilaa. Molemmat vaihtoehdot on kuitenkin huomioitu jatkossakin ennen lopullista päätöstä.



Kuva 11. ABUS yksipalkkinen profiilinosturi EHB-X (Tiltek Oy:n tarjouksesta 15.2.2013)



Kuva 12. Siltanosturin sijoituspaikka ripustusalueen työtason päällä.

### 6.3.2 Muita layoutsuunnittelussa huomioitavia kohteita

Jauhemaalaaamossa käsitellään syövyttäviä ja ihmisille haitallisia aineita, esimerkiksi maalaamolinjan pesurissa sekä vielä käytössä olevissa happoaltaissa. Tällöin myös suunnittelussa täytyy ottaa huomioon, mitä varotoimenpiteitä tarvitaan, mikäli jostakin syystä kyseisiä aineita joutuu kosketuksiin ihon kanssa.

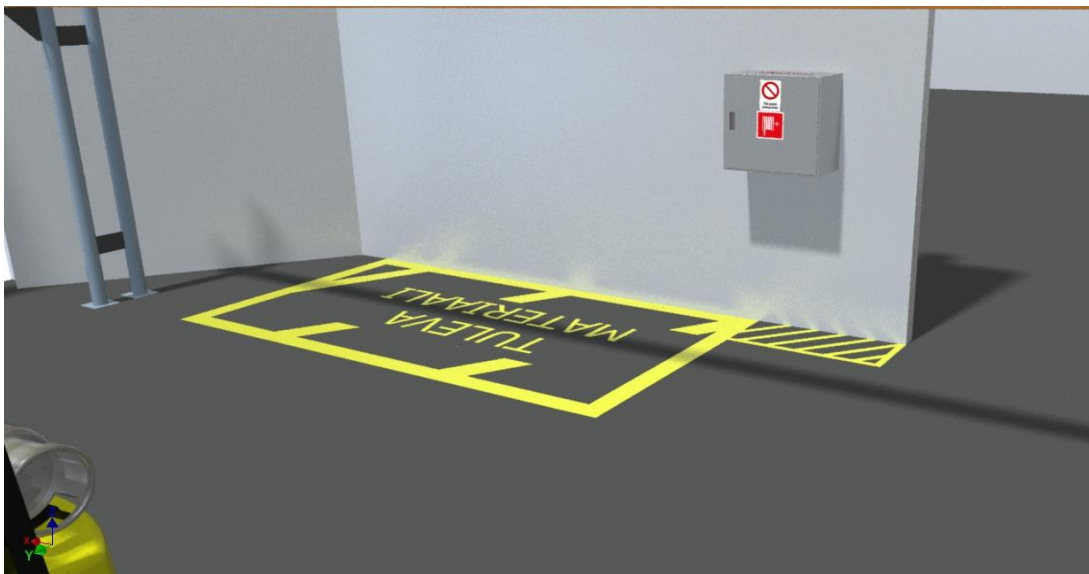
Varotoimenpiteinä on käytetty silmähuuhteita ja hätäsuihkua. Nämä täytyy olla helposti käytettävissä ja niille täytyy järjestää esteetön kulku. Eli niiden kohdalle ei saa asettaa mitään laitetta tai tavaraa ja niiden sijoituspaikka on oltava lähellä toimintapistettä, jos-

sa vaarallisten aineiden kanssa voi joutua kosketukseen. Alla olevassa kuvassa 13 on esitetty hätäsuihkupisteen sijainti ja merkitseminen maalaamolinjan pesurin lähetyville.



Kuva 13. Hätäsuihku

Toinen erittäin tärkeä turvallisuutta ja etenkin paloturvallisuutta nostava tekijä on sammutusvälineistön sijainnit. Sammuttimille ja paloposteille täytyy löytyä paikka, josta niitä on riipeä käyttää. Niiden eteen ei saa varastoida tavaraa tai mitenkään muutenkaan estää niille kulkua tai niiden löytymistä. Kuvassa 14 on esimerkki valmistuotevaraston palopostin huomioimisesta lattiamerkinnöin.



Kuva 14. Palopostin vapaana pitäminen.

#### 6.4 Layoutmuutoksen vaikutukset

Maalaamohallin layoutmuutoksien vaikutukset ovat monitasoiset. Pelkkä läpäisyajan määrittely ei kerro muutosten onnistumista. Layoutmuutokset vaikuttavat:

- henkilöstöön ja laitteistoon
- tuotannon tehokkuuteen ja
- markkinointiin.

Työtasojen muutoksella, vapailla kulkureiteillä, tarpeellisilla nostolaitteilla ja tilan järjestelmällisyydellä kasvatetaan henkilöstön työturvallisuutta. Tavaroiden ja työkalujen sijoittelulla, työpisteiden siisteydellä ja selkeillä materiaalivirroilla tehostetaan tuotantoa. Siisti ja järjestelmällinen tuotantotila sekä henkilöstön toiminta luovat lisäarvoa yritykselle markkinoinnin osalta.

## 7 JAUHEMAALAUKSEN KUSTANNUSLASKURI

Layoutsuunnitelman ohella opinnäytetyön tehtävänä oli toteuttaa hinnoittelumalli käytettäväksi jauhemaalaustarjousten pohjana. Alkuperäisenä ajatuksena oli selvittää kustannukset kellottamalla maalauksen eri työvaiheet ja tämän avulla saada laskettua työkustannukset ja energiakustannukset. Kuitenkin kellotusvaiheessa tuli itsellenikin esille tehtävän vaikeus tällä selvitysmenetelmällä. Vaikeuksia aiheuttivat maalauksen tulevien kappaleiden vaihtelevuus. Kappaleet olivat hyvin erikokoisia ja muotoisia ja tällöin ripustukseen, pesuun ja kuivaukseen sekä valmisteluun, maalaukseen, uunitukseen ja jäähtymiseen käytetty aika vaihteli suuresti.

Työn kuluessa ajatuksena oli jopa, että kustannusselvitys kohdennettaisiin ainoastaan asekaappeihin, mutta toimivan kustannuslaskurin avulla saatava hyöty kattaisi enemmän ja tällöin myös kaappeihin kuluvat kustannukset saataisiin laskurin avulla selvitettyä. Näin vaakakuppi kallistui kustannuslaskurin puolelle. Kustannuslaskurin ohjelmointi suoritettiin Microsoft Visual Basic 2008 Express Edition- ohjelmalla.

### 7.1 Microsoft Visual Basic

Visual Basic on osa Microsoftin ohjelmistoa. Se on Microsoftin kehittämä yleiskäyttöinen ohjelmointikieli. Visual Basic- kielen ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1991. BASIC sana muodostuu sanoista Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code. Ohjelmointikielenä Basic on ohjelmoijien eniten käyttämä kieli, sillä sen käyttö on yksinkertaista ja sitä käyttävät näin ollen sekä aloittelijat, että ammattilaiset. (Hyvärinen 2011, 7)

Visual Basic- ohjelmointikielellä ohjelmoidut ohjelmat ovat tapahtumaohjattuja. Tapahtumaohjatut ohjelmat odottavat ennalta määrättyä tapahtumaa ja suorittavat jotakin käsityksen saatuaan. Tapahtumana voi olla esimerkiksi ohjelmassa oleva painike, jota käyttäjä hiiren painikkeella painaessaan odottaa saavansa tapahtumalle vastauksen esimerkiksi asettamaansa ruudukkoon. (Hyvärinen 2011, 7)

## 7.2 Kustannuslaskurin ohjelmointi

Laskurin rakenteen tavoitteena oli yksinkertaisuus ja helppokäyttöisyys. Laskurin rakentaminen alkoi tuotantoon liittyvien kulujen selvityksellä. Kuluselvityksessä selvitetiin:

- työkustannukset
- yhteen uunitukseen kuluva työaika
- maalauslinjan sähköteho
- uunien sähkötehot
- tuotannon oheiskustannuksien, kuten valaistuksen kulutukset
- sähkönsiirto ja sähköenergian hinnat
- uunitusajat eri maaleilla sekä
- eri maalien kulutukset neliometriä kohden.

### 7.2.1 Kustannuslaskurin toiminta

Kustannusten laskeminen ohjelmoidulla kustannuslaskurilla perustuu neliöhinnan laskemiseen. Kustannusten laskeminen aloitetaan selvittämällä yhden maalattavan kappaleen neliömäärä (kuva 15). Neliömäärän jälkeen ilmoitetaan kappaleiden määrä, jonka perusteella kustannuslaskurin käyttäjä määrittelee tarvittavien uunituksien lukumäärän.

Väri vaihtoehtoina ovat yleisimmin tilatut värit; valkoinen, musta, keltainen ja harmaa. Nämä värit myös kattavat osittain muutkin vaihtoehdot, sillä karkeasti jaoteltuna jauhevärit jakautuvat kirkkaisiin, kuten valkoinen ja tummiin maaleihin, kuten musta. Kustannuslaskurissa uunitusajat ja maalien kulutukset ovatkin jaoteltu kirkkaisiin ja tummiin väreihin. Muuten maalien osalta eroja kustannuksiin tekevät maalien kilohinnat. Pohjamaali on eroteltu omaksi laskuriksi, sillä sen tilaukset ovat harvinaisempia.



Pulverimaalaus kustannuslaskuri

Perustiedot

Kappaleen pinta-ala / m<sup>2</sup>

Kappale määrä

Uunitusmäärä

Väri

Valkoinen

Musta

Keltainen

Hammaa

Muu (€ / kg)

Pohjamaali

Hiekkapuhallettu

Pohjamaali

Energia kustannukset / €

Kesto / uuni (min)


Linjan käyttöaika (h)

Työaika / h

Muut kustannukset

**Muut kustannukset / €**

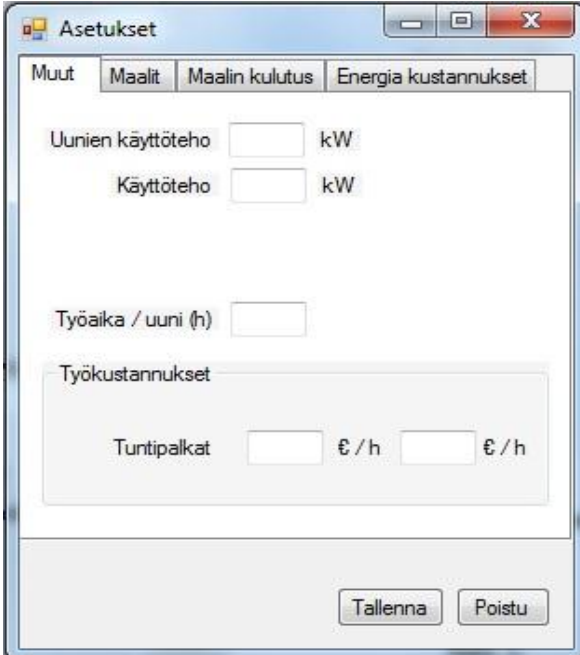
**Kate %**



Kuva 15. Kustannuslaskuri täytettynä esimerkki arvoilla.

Värin valinta asettaa automaattisesti sille kuuluvan uunitusajan. Uunien yhteenlaskettu teho ja linjan muut tehoarvot löytyvät ASETUKSET- kohdasta, josta arvoja pystyy helposti muuttamaan. Lisäksi asetuksista löytyvät (kuva 16):

- yhdelle uunille käytetyn työajan arvo
- tuntikustannukset per linjahenkilö
- maalien kilohinnat
- maalien kulutusarvot ja
- energiakustannukset.



The image shows a software window titled "Asetukset" (Settings) with a tabbed interface. The active tab is "Energia kustannukset" (Energy costs). The window contains several input fields: "Uunien käyttöteho" (Oven operating power) and "Käyttöteho" (Operating power) both in kW; "Työaika / uuni (h)" (Working time / oven in hours); and "Tuntipalkat" (Hourly rates) in €/h. There are "Tallenna" (Save) and "Poistu" (Exit) buttons at the bottom.

Kuva 16. Asetukset- ikkuna välilehtineen.

Maalikustannusten ja energiakustannusten jälkeen voidaan asettaa muille mahdollisille kustannuksille muodostuva arvo sekä kateprosentti. Kateprosentille on asetettu oma tyhjä lokero, sillä yrityksen haluamaa katetta voidaan tällöin muuttaa riippuen tarjouksen pyytävän asiakkaan tai tilauksen arvosta yritykselle. Asiakkaalta, joka voi toimia hyvänä referenssinä tai jolta voi olla tulevaisuudessa jatkuvaa tilausta jauhemaalaukselle, voidaan pyytää pienempää katetta ja näin säilyttää mahdollisuus suurempaan arvoon tulevaisuudessa. Mikäli asiakas nähdään kertaluontoiseksi, voidaan tällöin pyytää suurempaa katetta asiakkaan tilauksesta.

Yhteenvedo- painikkeesta ohjelma muodostaa helppolukuisen taulukon, josta löytyy eroteltuna käyttäjän asettamat perustiedot kappaleen pinta-alasta ja kappalemäärästä. Näiden alta löytyvät lasketut maalikustannukset ja maalien kulutukset, energia-, työ- ja muut kustannukset sekä kustannukset yhteensä ja kustannukset yhteensä lisättynä katteella. Yhteenvetotaulukko on esitetty kuvassa 17.

Yhteenvedo			
Kappaleen pinta-ala:	0	m <sup>2</sup>	
Kappale määrä:	0	kpl	
Maalikustannukset:	0	€	
Maalien kulutukset:	Väri	0	kg
	Pohja		kg
Energiakustannukset:	0	€	
Työkustannukset:	0	€	
Muut kustannukset:	0	€	
Yhteensä			
Kustannukset yhteensä:	0	€	
Kustannukset + kate:	0	€	

Kuva 17. Yhteenvetotaulukko

### 7.2.2 Kustannuslaskurin vaikeudet ja mahdollisuudet

Kustannuslaskurin rakentamisen jälkeen on pyritty testaamaan laskurin toimivuutta, mutta kuitenkin testaus on jäänyt ajallisesti vähäiseksi, joten tällöin varsinaisen käytön aikana voi ilmentyä joitakin ristiriitaisuuksia. Lisäksi laskurin ohjelmoiminen oli minulle ensimmäinen laatuaan ohjelmoinnin saralta, jonka johdosta ohjelman rakenteen muodostavia eri tekijöitä ei ole välttämättä osattu huomioida kokonaisuudessaan. Laskurista on kuitenkin pyritty karsimaan ylimääräiset vaiheet ja kun annettujen arvojen laskutoi-

mitukset tapahtuvat ohjelman sisäisesti, tulevan käyttäjän ulottumattomissa, jäävät risti-riittäisyydet todennäköisesti vähäisiksi tai ne on jo saatu testausvaiheessa poistettua.

Tulevaisuudessa ohjelman käyttö parantuu, laajentuu ja tarkentuu mahdollisesti saatavien palautteiden avulla. Yritys tulee käyttämään kustannuslaskuria, yleisesti kustannusten laskemiseen ja varsinaisen tarjouksen yritys muodostaa heillä käytössään olevalla tuotannonohjausohjelmalla. Kuitenkin, mikäli toimeksiantajayritys näkee tulevaisuudessa tarpeelliseksi esimerkiksi tallentaa jokaisen tarjouslaskennan, voidaan yhteenvetoon rakentaa pdf-muunnin jolloin yhteenvedot saadaan tallennettua suoraan pdf- muotoon.

## 8 KEHITTÄMISEHDOTUKSIA

### 8.1 Osien standardointi

Hyvin onnistuneen työmenetelmien standardoinnin avulla tehostetaan työpisteiden toimintaa. Standardointi voidaan ulottaa myös osien suunnitteluun. Näin ollen tulisikin käydä omien tuotteiden suunnitelmat läpi ja pohtia, voidaanko joitakin osien eri kokoja yhdistää tai jopa poistaa. Osien standardoinnilla; yhdenmukaistamisella pystytään:

1. Nopeuttamaan osien valmistusta: leikkaus ja valmistus tehostuvat vähentämällä osien mittojen vaihtelevuutta.
2. Yksinkertaistamaan osien varastointia; mikäli tiettyä osaa löytyy vain yhtä kokoa kahden sijasta, vähennetään turhaa osien lajittelua
3. Tehostamaan kokoonpanoa; oikeat osat löytyvät helposti ja kokoonpano nopeutuu.

Työmenetelmien tai osien standardointi ei ole kuitenkaan yksinkertainen ja nopeasti tapahtuva toimi. Osien standardointi voi vaatia neuvotteluita asiakkaiden kanssa, jotta muutoksia voidaan tehdä. Toisinaan standardointi voi myös epäonnistua, mikäli työmenetelmistä jää huomioimatta jokin kriittinen vaihe tai hankittu asiakassuhde säilyy ainoastaan laajan tuotevaihtoehtojen ansiosta.

Osien yksinkertaistamista on tutkittu Corrotech Oy:n jauhemaalaamossa yhdessä linjahenkilöstön kanssa. Muutamien osien osalta standardointi onnistuu helposti ja jotkin vaativat tarkempaa tarkastelua tai neuvotteluita asiakkaan kanssa. Kohdeosista annetaan esitys Corrotech Oy:lle.

## 8.2 Maalauslinjan käytettävyys

### 8.2.1 Kiskokuljettimen hajoamiseen vaikuttavia tekijöitä

Kuormavaunulla tarkoitetaan kiskokuljettimella olevaa vaunu ja koukku yhdistelmää, johon maalattavat kappaleet ripustetaan. Kuormavaunuissa on neljä laakeroitua pyörää ja vaunut on kiinnitetty toisiinsa noin 200 mm mittaisella kettingillä. Vaunujen välisen kettingin katkeaminen aiheuttaa prosessin pysähtymisen. Kettingin sijainti kiskokuljettimen profiilipalkin sisällä vaikeuttaa ja hidastaa korjaustoimia (kuva 18). Lisäksi hajonneet kettingin kappaleet saattavat jäädä palkin sisälle vaikeuttamaan kuormavaunujen liikkumista.



Kuva 18. Kiinnityskettinki palkin sisällä.

#### Kiskokuljettimen ongelmat:

- Kiinnityskettingin vaihteleva mitta. Katkenneiden tilalle asennettuiden kettinkien mitat vaihtelevat, jonka takia myös kuormavaunujen välinen etäisyys vaihtelee. Näin ollen linjaa kuormavaunuista pyörittävien ketjujen ja kuormavaunujen suhde ei säily, josta johtuen koko linjaa pyörittää välillä vain toinen moottoreista.
- Jatkuva veto. Kettingin luontaisesta liikkuvasta olemuksesta johtuen kuormavaunujen kiinnityskappaleeseen aiheutuu jatkuvaa yhdensuuntaista

vetovoimaa. Kettinkiin vaikuttava yhdensuuntainen vetovoima vain kasvaa, mikäli käy kuten kohdassa 1 eli vain toinen moottoreista vetää, tällöin myös moottorinkin rasitus kasvaa. Tarpeeksi kovan vedon aiheuttama rasitus hajottaa kettingin.

- Mutkien aiheuttama vääntö. Yhdensuuntaisesta vetovoimasta johtuvan leikkausvoiman lisäksi kiinnityskappaleena toimivaan kettinkiin kohdistuu vääntävää voimaa linjan mutkissa. Kettingin kiinnitystapa kuormavaunuun (kuva 18) ylittää liikerajansa tullessa linjan mutkaan, jonka seurauksena kiinnitystappiin ja kettinginlenkkiin kohdistuu leikkautuvaa ja vääntävää voimaa. Lisäksi kettingin väännöstä johtuen kuormavaunun ulkomutkan laakereihin kohdistuu lievää aksiaalista vääntöä. Kuvassa 19 näkyy kuormavaunun vääntyminen mutkassa verrattuna suoralla tulevien kuormavaunujen asentoon palkkia nähden.
- Kiskokuljettimen palkin rikkonaisuus (kuva 20). Kiinnitys tai kuormavaunujen hajotessa palkkiin on leikattu aukkoja, jotta silloinen vika on saatu korjattua. Aukot kuitenkin vaikeuttavat nyt kuormavaunujen sujuvaa liikettä vaunujen törmätessä aukkojen reunoihin. Törmäyksen aiheuttamat nykäisyt voivat johtaa kiinnityskappaleiden murtumiseen ja aiheuttavat sysäysrasitusta rataa liikuttaville moottoreille.



Kuva 19. Kuormavaunun vääntyminen mutkissa.



Kuva 20. Leikattu kohta radasta.

### 8.2.2 Toimintavarmuuden lisääminen

Maalausprosessin pysähtyminen voi tosin johtua useammasta eri tekijästä kuin mitä edellinen kappale antoi ymmärtää. Kuitenkin kiinnityskappaleena toimivalle kettingille vaihtoehdon löytäminen on yksinkertainen ja halpa keino toimintavarmuuden lisäämiseen.

Kiinnityskettingin korvaaminen lattaraudalla täyttää edellä esiintyneet ongelmat. Vakiomittaisten rautojen avulla kuormavaunujen välit saadaan vakioiksi, jolloin saadaan molempien moottoreiden voima välitettyä kuormavaunuille ketjujen ja kuormavaunujen suhteen säilyessä vakiona. Kiinnitysradoilla myös moottorien välittämä voima ei muodosta ainoastaan vetävää voimaa vaan myös työntävää voimaa. Liikkuessaan kuormavaunut samanaikaisesti vetävät takana olevia kuin työntävät edellä olevia vaunuja.

Lattaraudat asennettaisiin kuormavaunujen välille pulteilla. Pultit mahdollistavat kiinnityspisteelle suuremman vaakatason liikeradan kuin kettingin kiinnitystappi, joka näkyy kuvassa 18. Pääasiallinen pulttiin kohdistuva rasitus olisi leikkautuva rasitus.

Kiinnitys/välirauta -vaihtoehdot esitetään ainoastaan toimeksiantajayritykselle. Piirustuksia ei näin ollen ole opinnäytetyön julkisessa osuudessa.



### 8.2.3 Maalauslinjan panostus ja käyttö

Maalauslinjan panostamisella tarkoitetaan maalattavien tuotteiden asettamista maalauslinjalle. Panostettavien tuotteiden määrää rajaa uuniin mitta. Teoriassa radan pituus mahdollistaisi usean uunillisen panostamisen linjalle, mutta kuitenkin käytännössä useiden uunillisten samanaikainen panostaminen vaikeutuu, johtuen radan laitteistojen pesurin, kuivausuunin, maalauspisteen ja loppu-uunin sijoittelusta sekä niiden välisistä rataosuuksista. Alla olevassa taulukossa 1 on tarkastelu useiden uunillisten panostamis- ja käyttötilanteiden suhdetta sekä suhdetta vaikeuttavia ongelmia. Taulukossa esitettävien tilanteiden selvyytenä voi käyttää liitettä 2. Maalaamolinjan vaiheet.

**Taulukko 1. Maalauslinjan käyttötilanteita.**

Tilanne maalamolinjalla	Tulos	Ongelma
1. Kaksi tai useampi uunillinen perätysten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onnistuu yksinkertaisilla kappaleilla.</li> <li>• Maaleilla, jotka eivät vaadi tarkkaa loppu-uunitusta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monimutkaisissa kappaleissa maalauksen kuluttama aika suurempi kuin uunituksen.</li> <li>• Kaikkia tuotteita ei ehdi maalaamaan ennen ensimmäisten tuotteiden poistoa uunista, jolloin maalamattomat karkaavat.</li> <li>• Uunitusaika kriittinen, maali voi palaa ja pilaantua.</li> <li>• Kaksi maalattua uunillista ei mahdu uunia edeltävälle suoralle.</li> </ul>
2. Ensimmäinen uuni valmisteluun (4), toinen panostuksessa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onnistuu yksinkertaisilla kappaleilla.</li> <li>• Layout suunnitelman toteutuksella saavutetaan esteetön ja tehokkaampi linjan panostus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatii henkilöstön siirtymisiä linjan pisteiden välillä.</li> <li>• Monimutkaisilla kappaleilla kuivaus ja valmistelu voi jäädä vajaaksi.</li> <li>• Kasvaako tehokkuus?</li> </ul>

Tilanne maalaamolinjalla	Tulos	Ongelma
3. Ensimmäinen uuni pe- sussa (2), toinen panostuk- seen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yksinkertaisilla kappaleilla, kuten levyillä, jotka eivät manuaalista kuivausta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ongelmia loppu-uunin ja maalauksen suhteessa, kuten kohdassa 1.</li> <li>• Lokeroiset kappaleet vaativat henkilöstöä kuivauksessa, onnistuneen maalipinnan saavuttamiseksi.</li> </ul>
4. Linja täytettynä.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittelemalla kappaleiden sijainnin tarkasti radalla, jotta uunitus onnistuu.</li> <li>• Nopeasti maalattavilla kappaleilla,</li> <li>• kappaleilla joiden uunin jälkeinen jäähtymisaika lyhyt ja</li> <li>• maaleilla, jotka eivät vaadi tarkkaa loppu-uunitusta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isot kappaleet, jolloin jäähtymisaika pitempi. Radalta poistaminen vaikeaa.</li> <li>• Maalit jotka vaativat tarkan uunituksen.</li> <li>• Vajaita uuneja. Saavutetaanko tehokkuuden kasvua?</li> <li>• Vaativa panostussuunnitelma , voi muodostua ongelmaksi jossain maalausprosessinvaiheessa.</li> </ul>
5. Ensimmäinen uuni maa- lauksessa (5) toinen panos- tuksessa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onnistuu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maalaus hidastuu, kun toinen henkilöstöstä panostamassa.</li> <li>• Panostus ja maalaus hidasta yhdellä henkilöllä.</li> </ul>
6. Panostus loppu- uunituksen aikana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Layout suunnitelman toteutuksella saavutetaan esteetön ja tehokkaampi linjan panostus.</li> <li>• Uunin mitan jako puoleksi. Ensimmäisen puolikkaan panostus uunituksen aikana, toinen puolikas kun tuotteet on ajettu uunista jäähtymään.</li> <li>• Osa nykyistä toimintatapaa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panostusalue ei riitä yhdelle uunin mitalle, linjaa ei voida ajaa uunituksen aikana.</li> <li>• Täytyy huomioida jäähtymisaika, jolloin linja pysyy paikoillaan.</li> </ul>

Taulukosta huomaamme, että kappaleiden koko ja tilattu väri ovat ratkaisevia tekijöitä linjan tehokkaassa panostuksessa ja käytössä. Nykyisenkin käytännön mukaan linjaan panostetaan materiaalia enemmän, mikäli maalattavat kappaleet ja niille tilattu väri tekevät sen mahdolliseksi.

Toisaalta kappaleen koosta ja väristä riippumattomat taulukossa listatut ongelmat pystytään ratkaisemaan kehittämällä käytössä olevaa laitteistoa. Kuitenkin suurimmaksi kynnykseksi maalauslinjan kapasiteettia ja sen hyödyntämistä rajoittavaksi tekijäksi näen maalauslinjan kuljettimen rakenteen, enkä niinkään uunin mitan tai muiden laitteistojen sijoittelun. Kuljettimessa kuormavaunut ovat kaikki yhteydessä toisiinsa ja kulkevat samalla kehällä. Kun moottori vetää, koko rata liikkuu ja moottorin pysähtyessä, myös rata pysähtyy.

#### 8.2.4 Ajo-ohjelma päivittäiseen toimintaan

Vakiona toimivan panostusohjeen avulla ei saada suoranaista kasvua tehokkuuteen. Parannusta nykyiseen panostustehokkuuteen toisi päivittäinen ajo-ohjelma maalauslinjan henkilöstölle, jonka avulla panostustehokkuutta voisi saada kasvatettua rytmittämällä päivän aikana maalattavat tilaukset oikeaan järjestykseen.

Päivittäisessä ohjelmassa ilmoitettaisiin vähintään:

- päivän aikana maalattavat kappaleet/tilaukset
- tilauksen kiireellisyys
- väri.

Ajo-ohjelman avulla linjahenkilöstö tietäisi päivän tilaukset ja pystyisivät järjeilemään tilaukset oikeaan panostusjärjestykseen. Panostusjärjestyksen määrittely voitaisiin tehdä esimerkiksi kiireellisyyden mukaan tai värin mukaan, jolloin samaa väriä olevat tilaukset ajettaisiin perätysten. Päivittäisen ajo-ohjelman avulla saataisiin minimoitua eri tilausten tarvitsemat linjan asetusajat.

## POHDINTA

Opinnäytetyö kasvoi lukuisista tehtävistä johtuen, koko jauhemaalaamon toimintoja tarkasteltavaksi selvitykseksi. Pääasiallinen lähtökohta oli toimintojen tehostaminen. Maalaamohallin layoutin osalta tarkastelu painotettiin asekaappituotantoon, sillä asekaappien oletettu kysynnän kasvu nostaa tulevaisuudessa asekaapit toimeksiantajayrityksen pääasialliseksi tuotteeksi. Layoutsuunnitelma selventää toteutuessaan materiaalivirtoja sekä kasvattaa käytössä olevan tuotantotilan kapasiteettia niin tuotannon kuin varastoinnin osalta. Lisäksi layoutsuunnitelman tuloksena yrityksen dokumentointi omista tuotantotiloista parantui laitteiden mittojen ja sijainnin määrittelyn avulla.

Tehostaminen ylettyi myös jauhemaalaustarjouksien käsittelyyn. Opinnäytetyön ansioista yrityksellä on tulevaisuudessa käytössä kustannuslaskuri, jolla voidaan vastata nopeasti asiakkaiden tarjouspyyntöihin. Kustannuslaskuri antaa käyttäjälleen kattavamman tiedon tilaukseen liittyvistä kustannuksista. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua ohjelman testausajan puutteellisuus, jonka vuoksi laskurin käytössä voi ilmentyä ongelmia. Ohjelmaa kehitetään kuitenkin tulevaisuudessa tarpeiden mukaan.

Opinnäytetyössä parannetut toiminnat vaikuttavat yritykseen sisäisesti, mutta myös ulkoisesti. Toimintojen kehityksellä ja järjestelmällisyydellä saavutetaan myös visuaalisen ilmeen kohotus, joka toimii isossa roolissa erityisesti uusia asiakkaita hankkiessa. Tällaista muutosta voidaan pitää opinnäytetyön tuottamana lisäarvona toimeksiantaja yritykselle.

Opinnäytetyössä pyrittiin laajojen kokonaisuuksien lisäksi tarkastelemaan pienempiä yksittäisiä tekijöitä toiminnan tehostamiseksi. Osien standardoimisella saatavat hyödyt ovat ilmeisiä, mutta esimerkiksi päivittäisten ajo-ohjelmien lopullinen rakenne, toimivuus ja toteutus vaativat laajemman aikavälin ja useamman toiminnon tarkastelua, ennen kuin sen vaikutusta voidaan mitata.

Mikäli opinnäytetyön avainsanana toimi tehokkuus, voidaan vara-avainsanana pitää tulevaisuutta. Niin layoutsuunnittelussa kuin kehitystoimenpiteissä on katsottu tulevaisuuteen. Käsiteltävän materiaalin määrää kasvatettaessa tai sen kasvaessa pitää toiminta-alueen ja laitteiden kapasiteetti vastata tarpeeseen. Corrotech Oy:n päätettäväksi jää mitä opinnäytetyön tuloksista se lähtee kehittämään ja hyödyntämään.

Haasteena opinnäytetyössä koen kokonaisuuden hallitsemisen. Työn toimeksianto muodostui useista tehtävistä, jonka takia yhteen tehtävään käytetty aika täytyi rajata tiukasti. Lisäksi tarkasteltaviin kohteisiin syventyminen jäi vajaaksi, jolloin esimerkiksi layoutin osalta jäi vielä kehitettävää.

## LÄHTEET

- Fresh Outdoor Oy www-sivut. Hakupäivä 27.4.2013 <<http://www.freshoutdoor.fi>.>
- Haverila, Matti & Uusi-Rauva, Erkki & Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko 2009. Teollisuustalous 6. painos. Tampere: Infacs johtamistekniikka Oy
- Hyvärinen, Kalle 2011. Automaation toimintakaavioiden laatiminen Microsoft Visio 2010- ohjelmalla. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Jyväskylä
- Isokangas Jouko & Kinkki Seppo 2002. Yrityksen perustoiminnot. Helsinki: WSOY
- Jokinen, Isto & Kuusela, Arto & Nikkari, Tapani 2001. Metallituotteiden maalaus. Jyväskylä: Opetushallitus
- Kajaste, Veikko & Liukko, Timo 1994. Lean- toiminta suomalaisten yritysten kokemuksia. Tampere: Metalliteollisuuden Kustannus
- Lapinleimu, Ilkka & Kauppinen, Veijo & Torvinen, Seppo 1997. Kone- ja metallituote-teollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY
- Liker, Jeffrey K 2010. Toyotan tapaan Jyväskylä: WS Bookwell
- Miettinen, Pauli 1993, Tuotannon- ohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy
- Skaggs, Todd 2010. Essential in lean manufacturing is the 5-S philosophy. Hakupäivä 27.1.2013.  
<[www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/leanmfg/5sphilosophy.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/5sphilosophy.htm)>
- Suomala, Petri & Manninen, Olli & Lyly-Yrjänäinen, Jouni 2011. Laskentatoimi johtamisen tukena. Helsinki: Edita Prima Oy
- Steel House Corrotech Oy:n www-sivut. Hakupäivä 10.1.2013  
<<http://www.corrotech.fi/yritys.html>.>

**LIITTEET**

Liite 1. Jauhemaalaukslinjan/hallin materiaalivirrat.

Liite 2. Maalauslinjan rakenne.

Liite 3. Maalaamohallin 3D- malli.

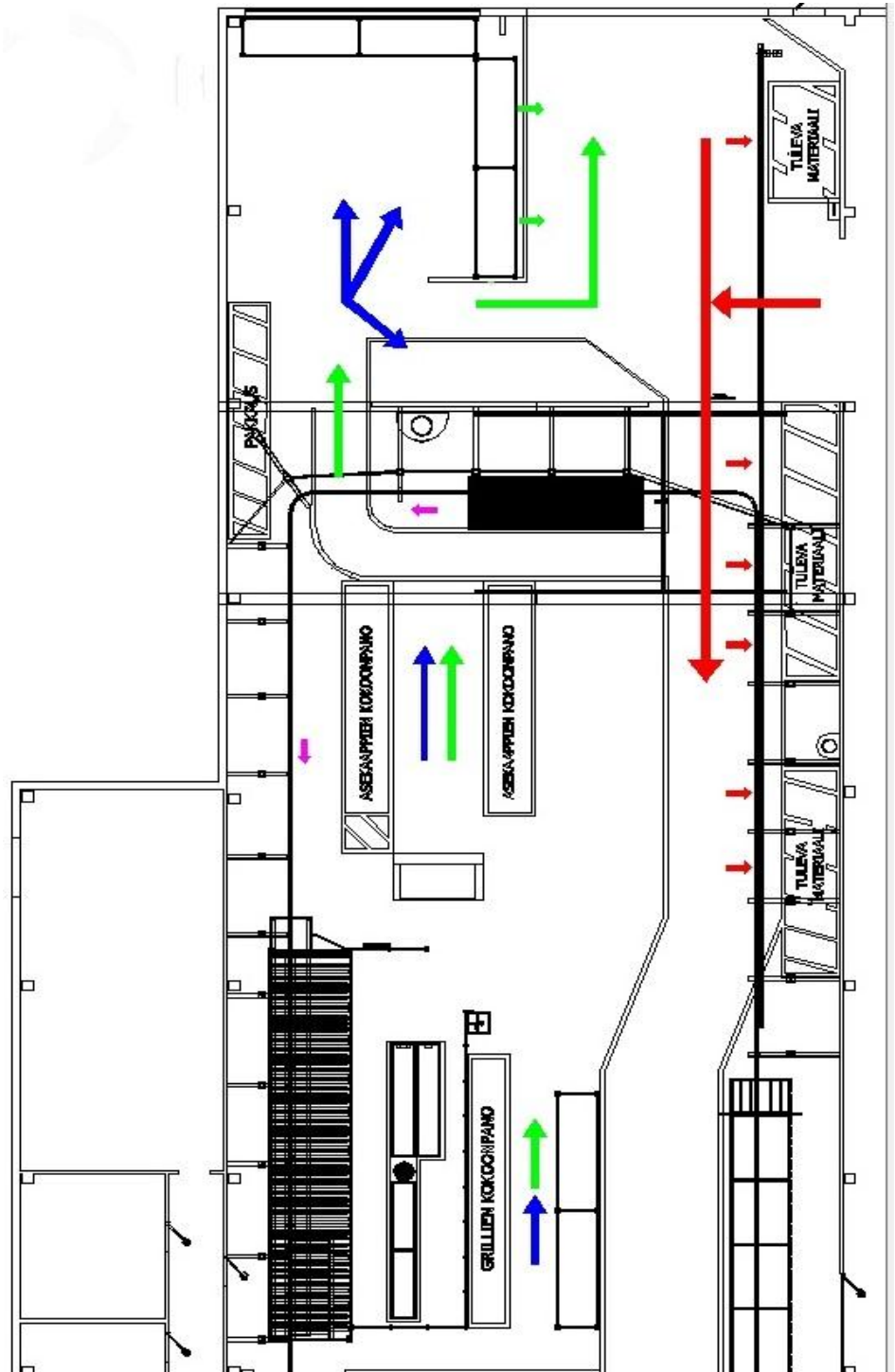
# Liite 1. Jauhemaalaukslinjan/hallin materiaalivirrat

→ Tuleva materiaali; asiakkailta ja omasta tuotannosta.

→ Lähtevä materiaali.

→ Varastoitava materiaali.

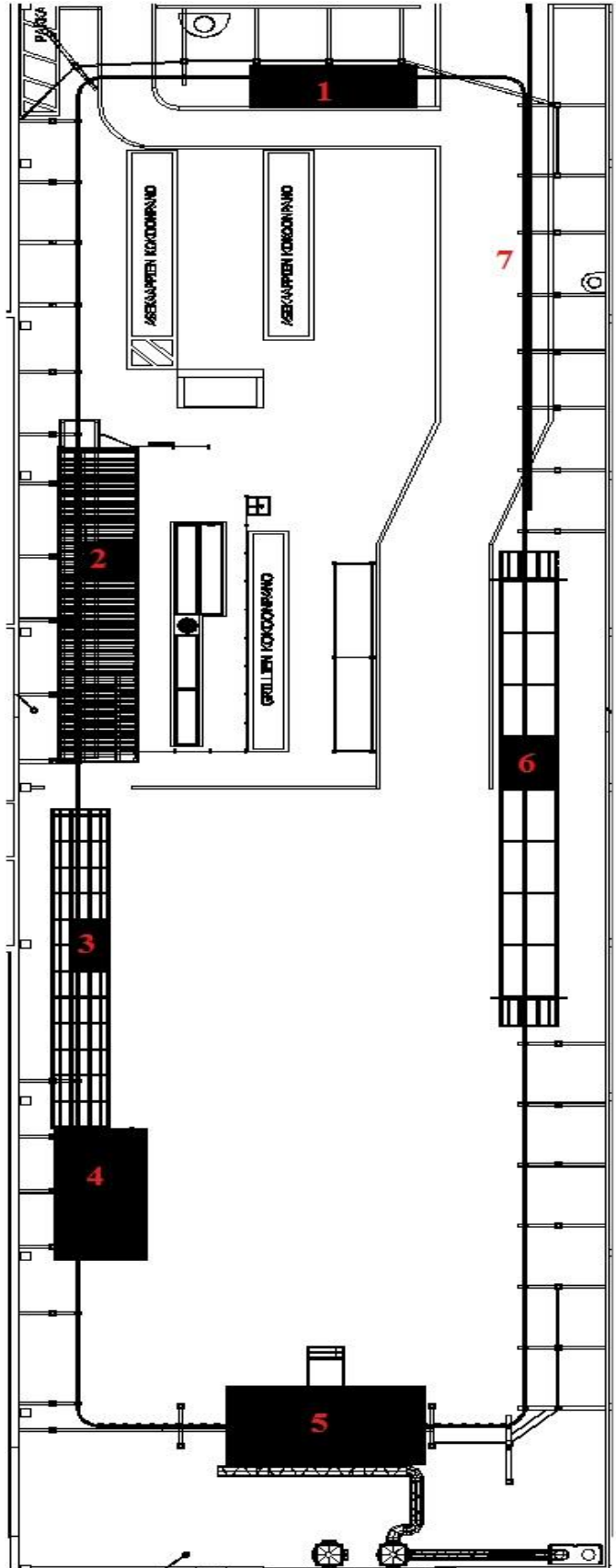
→ Materiaalin kiertosuunta maalauslinjalla



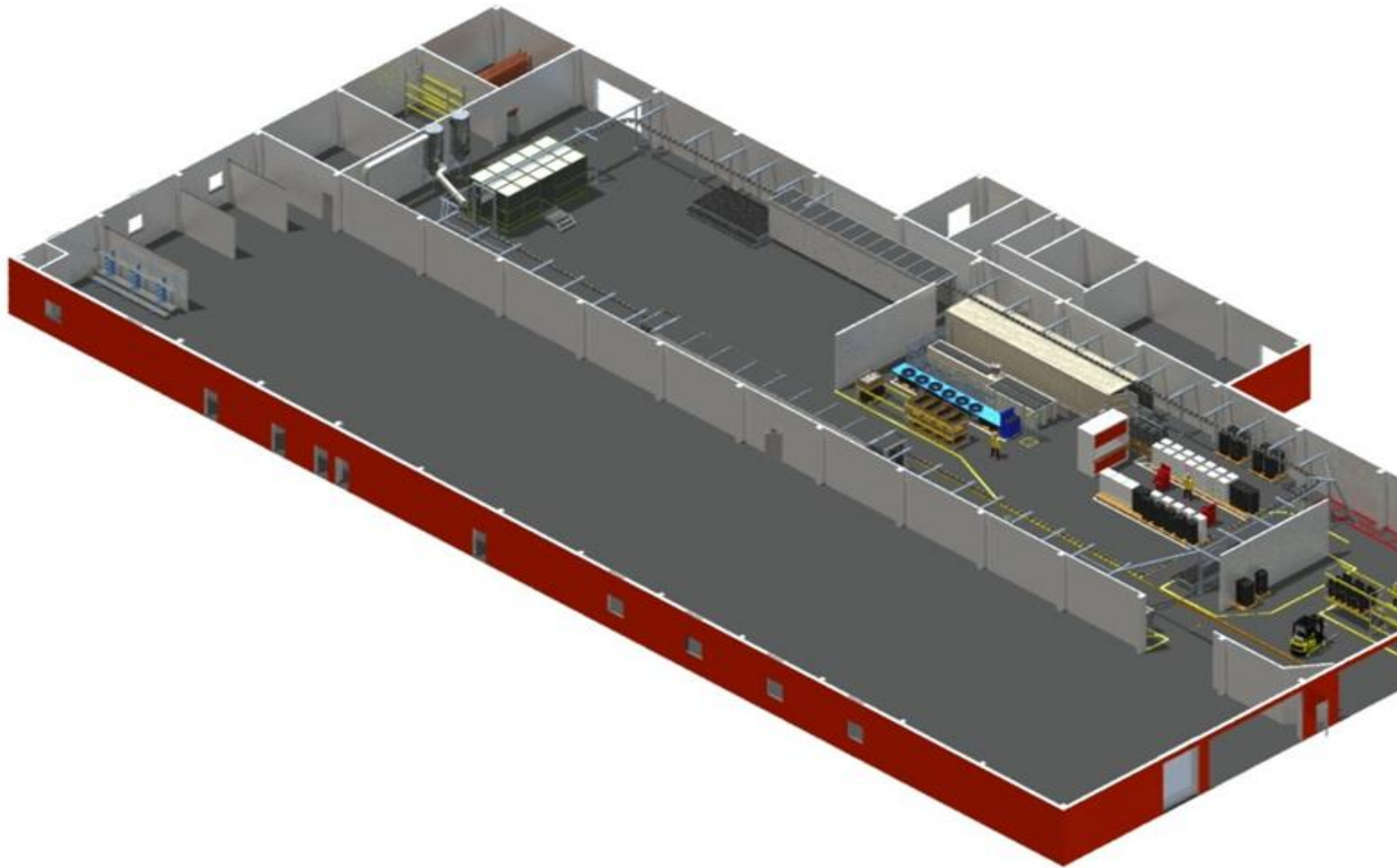


## Liite 2. Maalauslinjan rakenne

Numero	Linja
1	Panostusalue
2	Pesuri
3	Kuivausuuni
4	Valmistelu
5	Maalaamokoppi
6	Uuni
7	Jäähdytysalue



Liite 3 1(2). Maalaamohallin 3D- malli



Liite 3 2(2). Maalaamohallin 3D- malli

