



**SAVONIA**

# KONEISTAMON LAAJENNUKSEN LAYOUT-SUUNNITTELU

Opinnäytetyö

Eemeli Isoaho

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Eemeli Isoaho			
Työn nimi Koneistamon laajennuksen layout-suunnittelu			
Päiväys	12.12.2019	Sivumäärä/Liitteet	15/6
Ohjaaja(t) Pertti Varis, Mikko Nissinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Hot-Steel Oy			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön toimeksianto saatiin lehtimäkeläiseltä Hot-Steel Oy:ltä. Hot Steel Oy on vuodesta 1985 lähtien toiminut metallialan yritys, joka tuottaa laitteita ja komponentteja eri teollisuuden aloille. Toimeksiantajan pitkään suunniteltu toimitilojen laajennus oli käynnistymässä ja he halusivat ulkopuolisen näkemyksen tulevaan konekannan layoutiin. Yrityksen nykyiset toimitilat ovat noin 380 m<sup>2</sup> kokoiset ja tuleva laajennus noin 660 m<sup>2</sup>.</p> <p>Työssä käytiin läpi erilaisten layout-tyyppien erot sekä valittiin yrityksen toimintaa parhaiten tukeva malli pohjaksi suunniteltaville layouteille. Opinnäytetyössä suunniteltiin kolme erilaista konekannan layoutia, joita vertailtiin toimeksiantajalta saatuihin suunnitelmiin sekä toisiinsa. Toimeksiantaja sai työssä suunnitellut layoutit käyttöönsä heti niiden valmistuttua. Layout-suunnitelmat tehtiin Autodesk AutoCAD-ohjelmistolla. Kaikki layout-suunnitelmat piirrettiin toimeksiantajalta saatuihin pohjiin, eikä työssä täten käsitellä rakennuksen pohjapiirustusten suunnittelua, eikä varastointiin liittyviä yksityiskohtia.</p> <p>Laajennuksen rakentaminen on aloitettu opinnäytetyön valmistuessa, joten lopullisesta layoutista ei tähän opinnäytetyöhön saatu mallia. Opinnäytetyössä suunniteltujen layoutien tarkoituksena oli auttaa työn asettajaa luomaan yrityksen tarpeisiin sopivin kokonaisuus.</p>			
Avainsanat Layout, layout-suunnittelu, tuotanto			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Eemeli Isoaho			
Title of Thesis Designing a Layout for the Extension of a Machining Shop			
Date	12 December 2019	Pages/Appendices	15/6
Supervisor(s) Pertti Varis, Mikko Nissinen			
Client Organisation /Partners Hot-Steel Oy			
<p><b>Abstract</b></p> <p>This thesis was commissioned by Hot-Steel Oy. Hot-Steel Oy is a subcontracting machine shop located at Lehtimäki and it has been in business since 1985. The company's long planned machining shop extension was about to start, and they wanted a few blueprints drawn by an outsider to give some perspective to the layout of the extension. The company's current premises are approximately 380 square meters and the planned extension is approximately 660 square meters.</p> <p>In this thesis the differences between layout types were studied, together with the best suited layout type to support the company's operations. Three different blueprints for machining shop were made and they were compared to each other and to the blueprints made by the client. All blueprints made in this thesis were drawn with Autodesk AutoCAD, and they were made available to the client as soon as they were completed. All the blueprints were drawn based on the configuration made by the client, and this thesis did not cover designing the floor plan of the building, nor did it go into the details of storage systems.</p> <p>Construction of the extension was started during the completion of this thesis, so the final layout of the upcoming extension was still open. The blueprints in this thesis are meant to help the customer to create the best suited order for the company's machine shop.</p>			
<p><b>Keywords</b> layout, layout-designing, production</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	NYKYTILANTEEN KARTOITUS.....	5
3	LAYOUT-SUUNNITTELUN TEORIAA.....	6
3.1	Tuotelähtöinen layout .....	7
3.2	Funktionaalinen layout .....	8
4	LAYOUTIN SUUNNITTELU .....	9
4.1	Toimeksiantajan layout-suunnitelmat .....	10
4.2	Ensimmäisen layout-suunnitelman suunnittelu .....	12
4.3	Toinen työssä valmistunut layout-suunnitelma .....	13
4.4	Kolmas layout-suunnitelma.....	13
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	13
5.1	Yhteenveto.....	14
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	15
	LIITTEET .....	16
	Liite 1. Ensimmäinen toimeksiantajalta saatu layout-suunnitelma. ....	16
	Liite 2. Toinen toimeksiantajalta saatu layout-suunnitelma .....	18
	Liite 3. Kolmas toimeksiantajalta saatu layout-suunnitelma .....	20
	Liite 4. Ensimmäinen työssä suunniteltu layout. ....	22
	Liite 5. Toinen työssä suunniteltu layout. ....	24
	Liite 6. Kolmas työssä suunniteltu layout.....	26

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus suunnitella Hot-Steel Oy:n tulevaan laajennukseen konekannan layout. Nykyiset toimitilat ovat noin 380 m<sup>2</sup> ja suunniteltu laajennus noin 660 m<sup>2</sup>. Suurin osa koneista on tarkoitus siirtää uuteen laajennukseen ja jättää vanhoihin toimitiloihin varastointi-, tulityö- sekä toimistotilat.

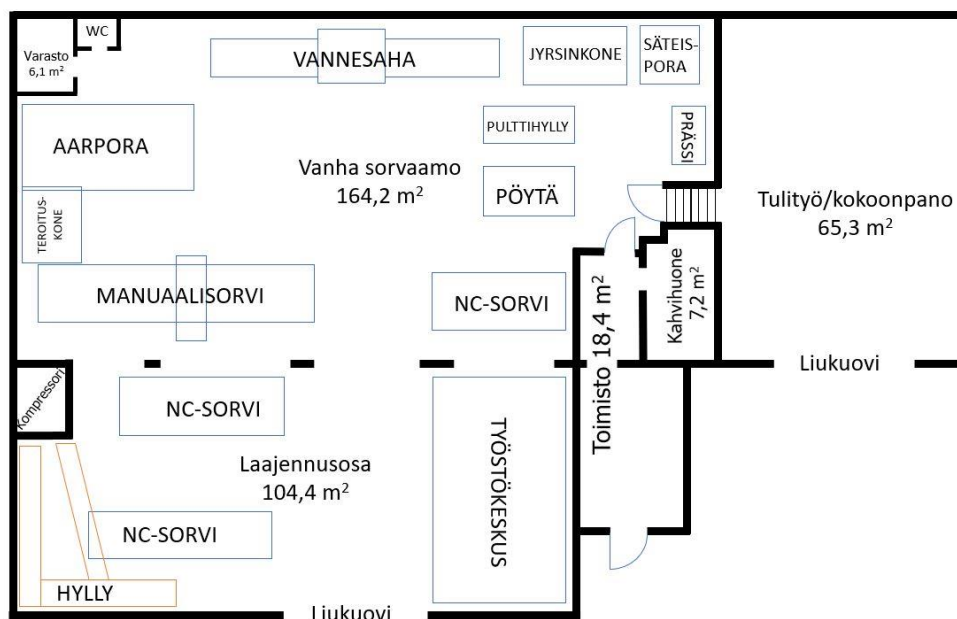
Hot-Steel Oy on vuonna 1985 perustettu Lehtimäen Rannankylällä sijaitseva metallialan yritys, jonka toimialaa ovat muun muassa suunnittelu, tuotekehitys, koneistus, hitsaus, erilaiset kokoonpanotyöt sekä laitevalmistus eri teollisuuden aloille. Asiakkaina ovat pääasiassa lähiseutujen yritykset, joiden kautta tuotteita päätyy eri puolille maailmaa.

Yrityksen tuotanto on suurimmaksi osaksi erätuotantoa ja samoja tuotteita voidaan valmistaa useita kertoja. Hot-Steel valmistaa myös yksittäistuotantona asiakkaille räätälöityjä tuotteita. Yrityksellä on tällä hetkellä 8 työntekijää.

Opinnäytetyössä käydään aluksi läpi erilaisten layout-tyyppien erot sekä valitaan niistä parhaiten yrityksen toimintaa tukeva malli pohjaksi työssä suunniteltaville layouteille. Toimeksiantaja on suunnitellut valmiiksi muutamia erilaisia layouteja, ja tämä työ tulee antamaan ulkopuolisen näkökulman koneiden järjestykseen. Kaikki layout-suunnitelmat on piirretty toimeksiantajalta saatuihin pohjiin, eikä työssä käsitellä rakennuksen pohjapiirustuksen suunnittelua. Varastojen layout tulee olemaan viitteellinen, eikä työssä käydä läpi varastointiin liittyviä yksityiskohtia. Työn lopputuloksena saatiin kolme erilaista konekannan layoutia, joita vertailtiin toisiinsa sekä yrityksen tekemiin suunnitelmiin.

## 2 NYKYTILANTEEN KARTOITUS

Yrityksen nykyiset toimitiloja on edellisen kerran laajennettu vuonna 2007 ja hallin pinta-ala kokonaisuudessaan on noin 400 m<sup>2</sup>. Hallin alkuperäisen osan sisäkorkeus on 2,8 metriä ja laajennuksen noin 4 metriä. Toimitiloissa on koneistamo, varasto-, tulityö-, kokoonpano- sekä toimisto- ja sosiaalitulat. Putket ja tangot varastoidaan koneistamoon vannesahan takana olevalle hyllylle, josta ne voidaan helposti nostaa leikattavaksi. Muut materiaalit varastoidaan seinustoilla ja pihalla oleviin hyllyihin, sillä koneet vievät suuren osan sisätiloista (kuva 1).



KUVA 1. Nykytilan hahmottava layout. (Eemeli Isoaho, 2019)

Puolivalmisteet varastoidaan kokoonpanotiloissa sekä kuvassa 1 vasemmassa alareunassa näkyvillä hyllyillä. Layoutia ei ole erikseen suunniteltu, vaan koneet on sijoitettu olemassa olevaan tilaan ja niiden järjestys on muokkaantunut vuosien varrella konekannan kehittyessä. Materiaaleja ja puolivalmisteita joudutaan kuljettamaan trukilla ulkokautta moneen eri suuntaan, ja varsinkin talvisin tähän kuluu paljon aikaa.

Nykyisin kaikki koneet eivät mahdu toimitiloihin ja yritys on joutunut vuokraamaan tilat muutamille työstökoneille läheisestä varastohallista. Vuokrahallissa olevia työstökoneita pyritään käyttämään mahdollisimman vähän, jottei tilojen välillä siirtyminen veisi turhaan työaikaa. Koneet on kuitenkin tarkoitettu käytettäväksi ja näinollen välimatkaa joudutaan kulkemaan useamman kerran viikossa.

### 3 LAYOUT-SUUNNITTELUN TEORIAA

Layoutin suunnittelu on oleellinen osa tuotantoyritystä laajennettaessa, mutta se on myös hyvä keino olemassa olevien tilojen parantamisessa. Oikein tehty layout mahdollistaa yritykselle tehokkaat materiaalivirrat sekä tilankäytön. Suunniteltaessa on huomioitava kulkuväylät, tarvittavat toiminnot, käsittelytilat, huoltotilat sekä mahdolliset konekannan päivityksen vaatimat tilat. Layoutin suunnittelu kannattaa aloittaa hyvissä ajoin tekemällä karkea suunnittelu helpottamaan tilatarvearviota. Myöhemmin voidaan tehdä esimerkiksi varasto- ja laitetekniikkatarkkuuteen omat layout-suunnitelmat. (Layoutin suunnittelu on perusta tehokkaalle tilankäytölle, 2015)

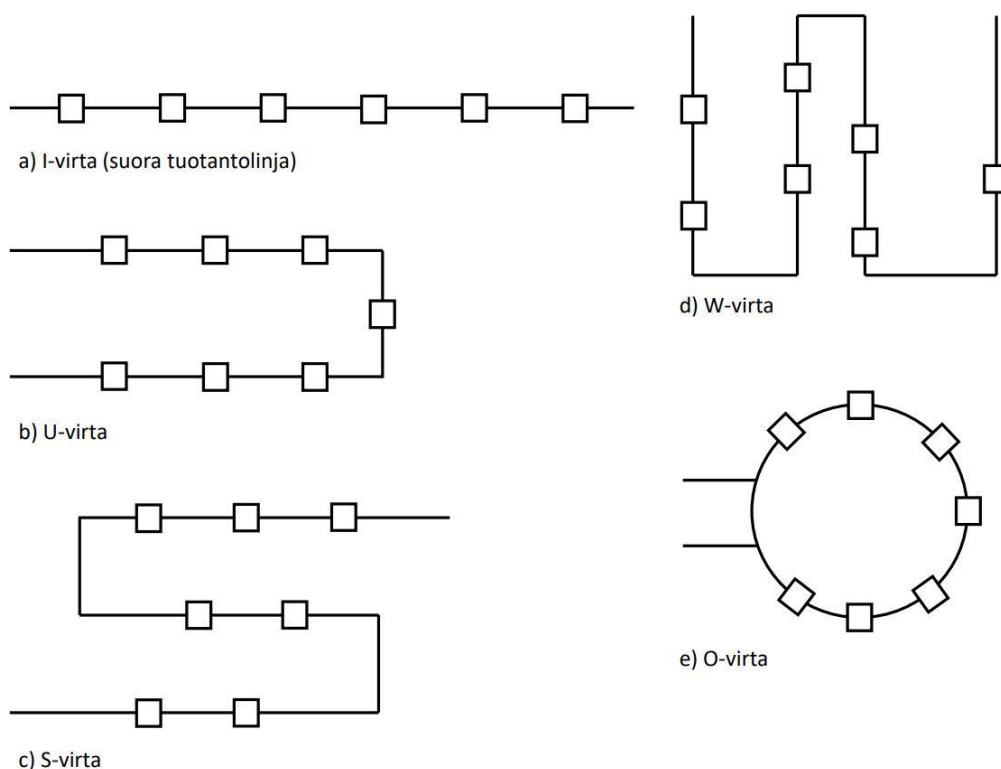
Layoutien suunnitteluun on monia erilaisia lähtökohtia. Usein ne jaetaan tyyppin mukaan esimerkiksi prosessilähtöisiin ja tuotelähtöisiin layouteihin, joista valitaan yrityksen toimintaan parhaiten sopiva malli.

### 3.1 Tuotelähtöinen layout

Tuotelähtöisessä layoutissa on huomioitu tuotteen luonnollinen valmistusjärjestys ja tuotanto toimiikin erittäin hyvin valmistettaessa samankaltaisia tuotteita. Tuotelähtöiset layoutit voidaan edelleen jakaa tuotantolinjoihin sekä solulayouteihin. Tuotantolinja voi olla vapaatahtinen eli tuotanto on linjamaisesti järjestetty mutta materiaalit eivät siirry pakkotahtisesti työpisteestä toiseen. Pakkotahtista tuotantolinjaa sovelletaan usein valmistettaessa suuria määriä samankaltaista tuotetta, kuten esimerkiksi autotehtaassa. Solulayout soveltuu pienivolyymiseen tuotantoon, jossa tuotteen tai puolivalmisteen tekemiseen tarvittavat toiminnot on sisällytetty yhteen soluun. (Tuotannon layout, 2019)

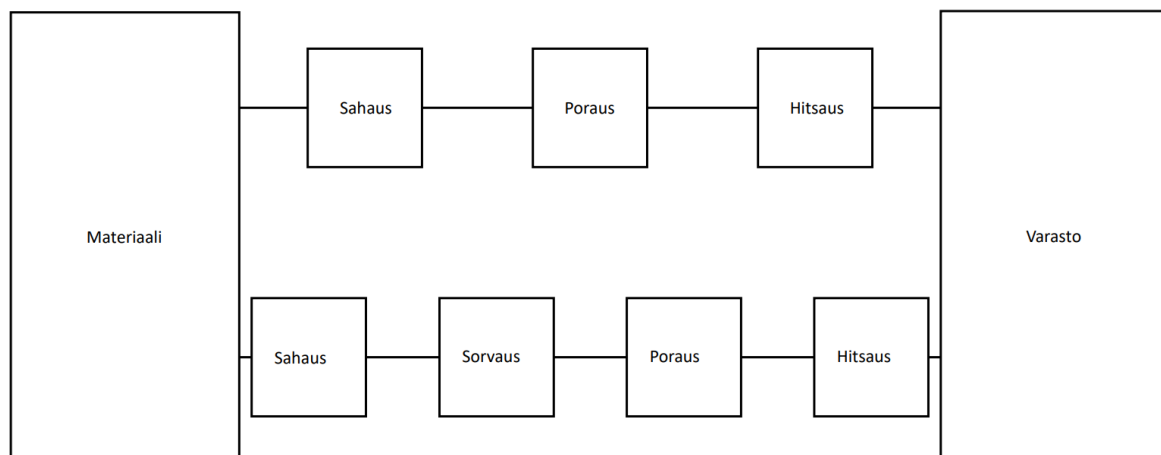
Tuotantolinjalla jokainen kappale kulkee saman matkan, mutta kaikki tuotteet eivät vaadi kaikkia työvaiheita. Tällöin tuotteen läpäisy aika työasemalla on 0. Pakkotahtisella tuotantolinjalla kaikki kappaleet on siirrettävä yhtäaikaan työpisteeltä toiselle ja kapasiteetin määrittää työpisteiden pisin läpäisy aika sekä kappaleen vaihto aika. Vapaatahtisissa jokainen kone voi työstää eri erää ja tuotteet varastoidaan puskurivarastoihin koneiden välille. Valmistettaessa suuria eriä puskurivarasto ei voi olla muutamaa kappaletta suurempi. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 81-83)

Tuotantolinjan voi virtauttaa monella eri tavalla, riippuen tuotantotilojen muodosta sekä valmistettavasta tuotteesta. Erilaisia variaatioita tuotantolinjan virtauksesta on esitetty kuvassa 2. Pitkä, suora tuotantolinja (a), vaatii kapean muotoisen rakennuksen joka vie paljon tilaa käytettävissä oleviin neliöihin nähden. Pitkiä tuotantolinjoja virtautetaan usein kuvioiden b-e mukaisesti, jotta tuotantotilat olisivat neliömäisemmät ja tuotantotilan koko tulisi paremmin käytetyksi. (Tompkins, White, Bozer, Tanchoco 2010, 91-93)



Kuva 2. Erilaisia tuotantolinjan virtauskuvioita. (Tompkins ym. 2010, 91)

Valmistettaessa samoissa tuotantotiloissa useampaa erilaista tuotetta voidaan eri tuotteiden linjat sijoittaa rinnakkain I-virtautetuiksi, jolloin tilankäyttö paranee ja valmiit tuotteet kulkeutuvat samaan varastoon (kuva 3).



Kuva 3. Kaksi rinnakkaista tuotantolinjaa. (Eemeli Isoaho, 2019)

Myös solulayout voidaan rinnastaa tuotelähtöiseksi layoutiksi, vaikka se onkin eräänlainen funktionaalisen ja tuotelähtöisen layoutin välimuoto, jossa eri koneista ja työpaikoista koostuu itsenäinen ryhmä. Solulayout on tuotantolinjaa joustavampi ja funktionaalista tehokkaampi järjestelmä, mutta se on myös herkempi tuotevalikoiman voimakkaille muutoksille ja kuormituksen vaihteluille kuin funktionaalinen layout. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen. 2009, 477-478)

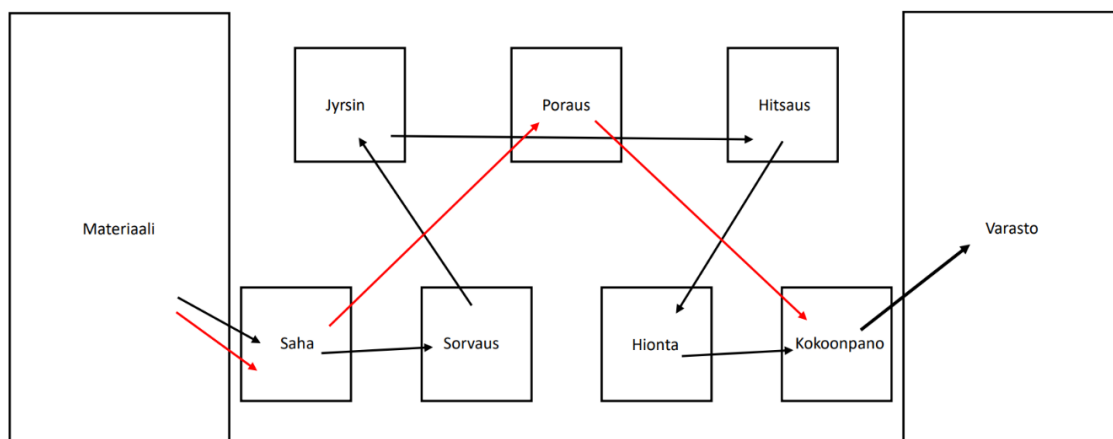
Solulayout voi helpottaa laadunvalvontaa, sillä samalla alueella tehdyt virheet ja puutteet voidaan korjata nopeasti. Solu toimii itsenäisesti ja sen työntekijät vastaavat itse tehtäviensä suorittamisesta sekä suunnittelusta, ja solulayoutia on perusteltukin tuottavuuden ja motivaation nousulla, sillä työntekijät voivat itse vaikuttaa tehtävien kierrättämiseen sekä keskinäiseen työnjakoon. (Haverila ym. 2009 478)

### 3.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisia layouteja voidaan kutsua myös prosessilähtöisiksi layouteiksi. Niissä samat toiminnot on kerätty yhteen omiksi osastoikseen, esimerkiksi koneistus, hitsaus, maalaus ja kokoonpano ovat omissa ryhmissään. Tämänkaltainen layout vaatii paljon ohjausta, mutta se myös mahdollistaa suuren tuotekirjon. (Tuotannon layout, 2019)

Prosessilähtöisillä layouteilla saadaan ylläpidettyä suurta tuotejoustavuutta, sillä tuotantomääriä ja tuotetyyppejä voidaan vaihdella. Koneiden käyttöä ei rajoiteta ja niillä voidaan valmistaa kaikkea sitä, mihin ne on tarkoitettu. Työkappaleiden jonottaessa koneelle voidaan käyttöaste saada lähelle 100 %:a. (Lapinleimu ym. 1997, 79) Tämän perusteella prosessilähtöinen layout soveltuu hyvin konepajalle jolla on suuri tuotevalikoima mutta pienet tuotantomäärät, eikä jokaiselle koneelle ole omaa käyttäjää.





KUVA 4. Prosessilähtöisen layoutin havainnoillistava kuvio. (Eemeli Isoaho, 2019)

Prosessilähtöisessä tuotannossa tuotteet ohjataan eri reittejä prosessin läpi, jonka johdosta työpisteitä on oltava useita. Jokaisessa suoritetaan omia työtehtäviä ja prosessin ohjaus hankaloituu koneita lisättäessä. Tuotelähtöiseen toimintatapaan verrattaessa tuotteen läpäisy aika on pitkä ja työasemille syntyy jonoja. Prosessilähtöistä toimintatapaa suositellaankin ainoastaan pienien yksiköiden käytettäväksi, jolloin ohjaus onnistuu yksikön omatoimisuuteen ja pienimuotoisuuteen perustuen. (Lapinleimu ym. 1997, 80)

Automaation soveltaminen prosessilähtöisissä layouteissa on haastavaa, sillä eri työvaiheet ovat eri mittaisia. Prosessilähtöinen layout on kuitenkin helpompi ja edullisempi toteuttaa verrattuna tuotantolinjaan, vaikka tuottavuus ja kuormitusaste jäävätkin tuotantolinjan tasosta ja tuotannonohjaus on haastavaa. (Haverila ym. 2009, 476)

#### 4 LAYOUTIN SUUNNITTELU

Kaikki työssä tehdyt suunnitelmat on tehty Autodesk AutoCAD-ohjelmistolla. AutoCAD on 2D- ja 3D-mallien suunnitteluun tarkoitettu CAD-ohjelmisto (Computer-aided Design), jolla voidaan luoda tarkkoja piirustuksia moniin eri käyttötarkoituksiin (AutoCAD-verkkosivut, 2019). Suunnitelmissa olisi voitu hyödyntää myös esimerkiksi SolidWorks 3D-mallennus-ohjelmistoa mutta sitä ei nähty tarpeelliseksi, sillä toimeksiantajan suunnitelmat oli piirretty AutoCAD-ohjelmistolla. Toimeksiantajalta saaduissa suunnitelmissa koneiden mitat olivat valmiina, ainoastaan koneiden huoltoluukut ovat työn tekijän lisäämiä. Näin ollen työssä ei tarvinnut erikseen mitata koneiden kokoja. Suunnitelmissa työstökoneet on merkitty yksinkertaista neliskanttiseksi, jotta niiden suunnitelmassa viemä tila olisi hieman todellista suurempi ja ympärille jäisi sopivasti tilaa koneen käyttöön. Suunnitelmista on muutenkin tarkoitus tehdä hieman väljät, jotta koneita päivitettäessä jokaista vieressä olevaa konetta ei tarvitsisi siirtää eri paikkaan.

Suunnitelmissa työkaluvaunut on nimetty selvyden vuoksi niiden valmistajan (Boxo) mukaan, ja ne on merkitty sinisellä värillä pyörällisten pöytien, lastulaatikoiden ja muiden siirrettävien tavaroiden

kanssa. Työkoneet on merkitty mustalla, hyllyt violetilla ja pöydät, kaapit sekä rakennuksen kevyemmät rakenteet punaisella värillä.

Suunnitellut layoutit ovat funktionaalisia, sillä toimeksiantajan laajan tuotekirjon vuoksi tuotelähtöiset layoutit eivät ole soveltuvia ja solulayoutien suuri määrä lisäisi työstökoneiden tarvetta.

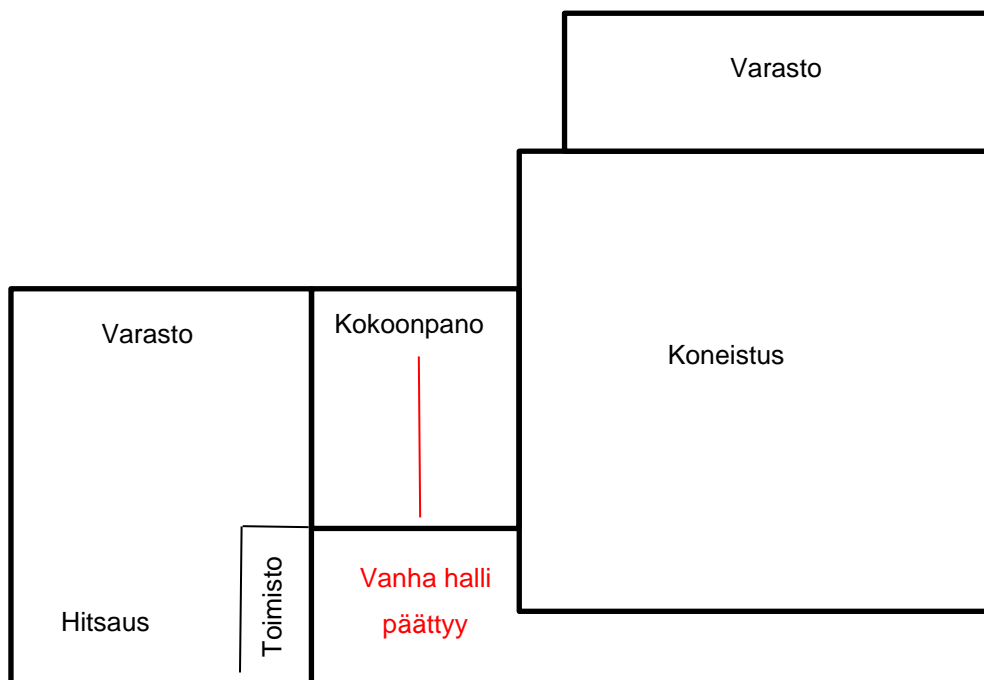
#### 4.1 Toimeksiantajan layout-suunnitelmat

Joulukuussa 2018 aloitetuissa alustavissa keskusteluissa toimeksiantajan kanssa laajennuksen suhteen oli vielä useita erilaisia suunnitelmia, joihin vaikuttivat sekä tontin rajallinen koko että rakennuksen takana oleva kallio. Suunnitellun laajennuksen koko oli kuitenkin jo hahmoteltu sopivaksi, eikä työssä ollut tarkoitus paneutua rakennuksen suunnitteluun, joten työ voitiin aloittaa jo ennen tietoa tulevan laajennuksen yksityiskohdista. Laajennuksen koko on määritelty yrityksen toimesta valmiille seinäelementeille sopivaksi.

Toimeksiantajalta saatiin tammikuussa 2019 ensimmäinen layout-suunnitelma (liite 1), jonka pohjalta työn suunnittelu aloitettiin. Pian tämän jälkeen kuitenkin pohjaratkaisua muutettiin, eikä tätä pohjaratkaisua käytetty työssä suunnitelmien tekoon. Kaikissa suunnitelmissa hallin takana on kylmä tila rautahyllyille, joissa varastoidaan materiaalit. Näin tulevat materiaalit voidaan purkaa hallin päädyssä suoraan rullaradalle, josta ne siirretään joko kylmään varastoon tai seinässä olevan luukun läpi NC-vannesahan rullaradalle ja siitä sahan takana olevalle seinähyllylle. Rautavarastossa materiaaleja voidaan siirtää siltanosturilla ja myös koneistamon puolella on siltanosturi helpottamassa suurempien kappaleiden siirtoa koneelta toiselle.

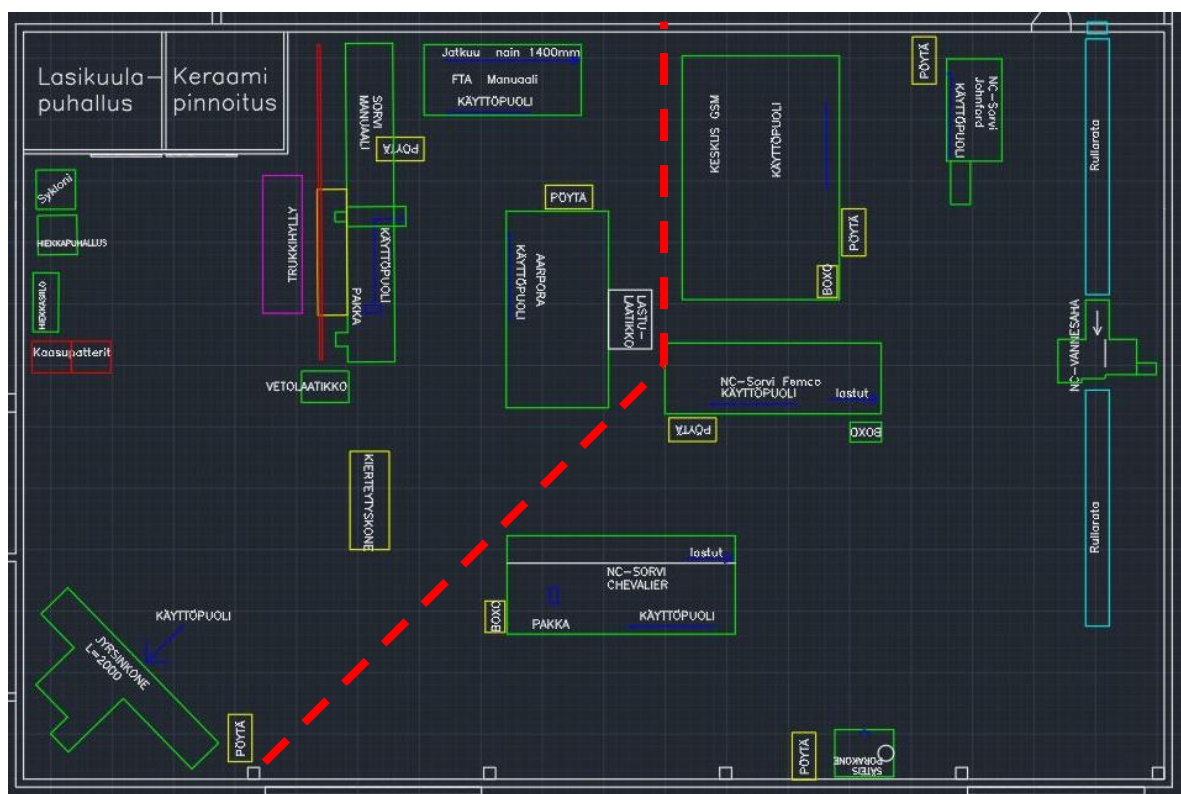
Toisessa suunnitelmassa (liite 2) koneistamo oli pidennetty 6 metriä ja sinne oli lisätty tilat lasikuulapuhallukselle sekä keraamipinnoitukselle. NC-koneiden järjestys on pysynyt lähes muuttamattomana, mutta manuaalikoneita on siirretty ja lasikuulapuhallus-huoneen viereen on lisätty hiekkapuhallustarvikkeet sekä kaasupatteri. Tämän suunnitelman pohjalta huhtikuussa 2019 valmistui tämän työn ensimmäinen layout-suunnitelma.

Suunnitelmissa tarkoituksena on ollut muodostaa eräänlainen funktionaalinen layout, jossa lähes kaikki nykyisin käytössä olevat työstökoneet on sijoitettu uuden laajennuksen puolelle ja vanhaan osaan jäisi tulityötilat, pukuhuone, varasto, toimisto sekä kokoonpanotilat (kuva 5).



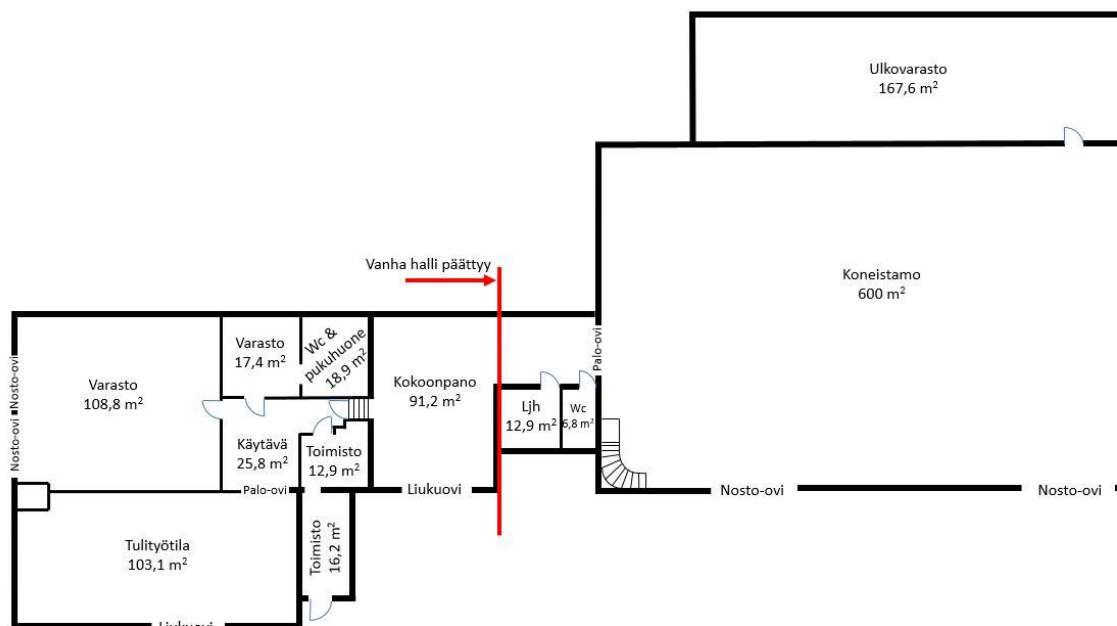
KUVA 5. Funktionaalinen layout-pohja Hot-Steel Oy:n tuleviin toimitiloihin. Rakennuksen eri osat on jaettu ryhmiä toimintojen mukaan. Kuvassa myös vanhan hallin rajaviiva. (Eemeli Isoaho, 2019)

Koneistamon layoutin lähtökohtana on ollut sijoittaa NC-koneet hieman erilleen manuaalikoneista, jolloin myös koneistamo voidaan jakaa funktionaalisesti (kuva 6). Jaottelemalla manuaalikoneet erilleen, voidaan tarkempien NC-koneiden työstöjälkeä ylläpitää tasalaatuisempaan pidempään vähemmällä huollolla. (Toimeksiantajan kanssa käydyt keskustelut talvella 2018-19)



KUVA 6. Koneistamon funktionaalinen layout, jossa on eroteltu omiksi ryhmikseen manuaalikoneet, NC-koneet, lasikuulapuhallus sekä keraamipinnoitus. Manuaalikoneet ovat kuvassa punaisen katkoviivan vasemmalla ja NC-koneet oikealla puolella. (Eemeli Isoaho, 2019)

Ensimmäisen layoutin valmistuttua toimeksiantajalta saatiin jälleen uusi pohja (liite 3), jossa laajennuksen ja vanhan rakennuksen väli-osa oli pidennetty 6 metriseksi ja siihen on lisätty toinen kerros taukokuoneelle. Taukokuoneelle vievät portaat ovat koneistushallin puolella (kuva 7). Suunnitelmassa on koneistamon puolelle sijoitettu lasikuulapuhallus- ja keraamipinnoitus-huoneiden lisäksi myös maalaushuone. Tätä pohjaa käytettiin toiseen ja kolmanteen työssä suunniteltuun layoutiin.



KUVA 7. Tulevan laajennuksen suunniteltu pohjapiirustus. Suunnitelmassa on nähtävissä myös kunkin rakennuksen osan pinta-alat sekä vanhan ja uuden osan raja. (Eemeli Isoaho, 2019)

Kolmannessa pohjaratkaisussa vanhaan halliin tulevan varaston koko on hieman yli 100 m<sup>2</sup> ja varastoon kulkua varten ulkoseinään on tehtävä trukille sopiva oviaukko. Pukuhuoneessa on wc- ja suihkutilat ja sen vieressä hitsaustarvikevarasto. Kokoonpanotilat suurenevat noin 25 m<sup>2</sup> nykyisistä ja niiden lisäksi uutta tulityötilaa on yli 100 m<sup>2</sup>. Seinustoille tulee hyllyjä työkaluille sekä tarvikkeille, eikä kaikkia niistä ole merkitty suunnitelmiin. Toiseen pohjakuvaan verrattaessa kolmannessa suunnitelmassa koneistamo on noin 50 m<sup>2</sup> suurempi, sillä sen seiniä pidennettiin metrillä.

#### 4.2 Ensimmäisen layout-suunnitelman suunnittelu

Kuten edellä todettiin, ensimmäinen työssä tehty layout-suunnitelma (liite 4) tehtiin toiseen toimeksiantajalta saatuun pohjakuvaan. Toimeksiantajan suunnitelmaan verrattaessa vanha osa on identtinen, mutta koneistamossa keraamipinnoitus-huone on siirretty päätyseinustalle ja ainoastaan vannesaha, jyrsinkone ja työstökeskus ovat samoilla paikoilla. Lasikuulapuhallus- ja keraamipinnoitus-huoneet on suurennettu 3x3 m kokoisista 3,5x4 m kokoisiksi.

Kaasupatterit on siirretty ulos rautavaraston oven lähetyville, sillä kaasupulloja tulisi säilyttää ulkona hyvin tuuletetussa ja auringon valolta suojaisessa katoksessa (Kaasupullojen varastointi ja säilytys, 2019). Toinen nosto-ovi on siirretty 6 metriä kesemmälle, jotta nurkkaan on saatu tilaa NC-sorville.

Lasikuulapuhallus- ja keraamipinnoitus-huoneiden päälle muodostuvaa parvea voidaan käyttää varastona erilaisille harvemmin käytetyille tavaroille ja kemikaaleille.

#### 4.3 Toinen työssä valmistunut layout-suunnitelma

Toisessa layoutissa (liite 5) on hyödynnetty ensimmäisen teossa huomattuja virheitä ja puutteita. Pohjapiirustus on koneistamon osalta suurempi, kuin myös väli-osa. Kaasuille on piirretty oma katos hallin pohjoisimpaan kohtaan ja sen koko on ainoastaan viitteellinen. Taukuhuoneelle vievien portaiden alla on säilytyspaikkoja liikuteltaville työpöydille sekä kierteytyskoneelle. Manuaalijyrsin on sijoitettu hieman vinoon muihin koneisiin nähden, jotta sitä ja aarpuraa voitaisiin käyttää samaan aikaan. Vanha osa ei ole täysin identtinen toimeksiantajan suunnitelmaan, sillä siihen on lisätty palo-ovet tulityötilojen eristämiseksi muista rakennuksen osista.

Maalaus-, lasikuulapuhallus- ja keraamipinnoitus-huoneet ovat 3,3x4 m kokoiset. Suunnittelun lähtökohtana oli työstökeskuksen sijoittaminen ulko-ovien väliin, jolloin siinä voitaisiin tarvittaessa koneistaa suurempiakin kappaleita. Suunnitelmassa on myös ensimmäistä paremmin huomioitu NC- ja manuaalikoneiden keskinäinen järjestys. NC-sorvien läheisyyteen on sijoitettu hyllyjä teräpaloja ja muita tarvikkeita sekä työkaluja varten. Johnford NC-sorvin vieressä on tilaa kahdelle 200 litran tynnyrille, esimerkiksi leikkuunesteelle ja öljylle. Hiekkapuhalluskaappi siirrettiin lasikuulapuhallus-huoneesta takaseinustalle ja Schaerer manuaalisorvi käännettiin toisin päin käytön helpottamiseksi.

#### 4.4 Kolmas layout-suunnitelma

Kolmannessa versiossa (liite 6) on lasikuulapuhallus-, maalaus- ja keraamipinnoitus-huoneiden kokoa jälleen muutettu, ja ne ovat 3,5x4 m kokoiset. Suunnitelmassa on muutamia eroja toiseen suunnitelmaan, kuten Johnford NC-sorvin siirto taukuhuoneen portaiden ja ulko-oven väliin. Sen paikalle vannesahan rullaradan päähän on siirretty hiekkapuhalluskaappi tarvikkeineen. Edellisessä suunnitelmassa taukuhuoneen portaiden alla olleet siirreltävät pöydät sekä kierteytyskone ovat nyt keskellä koneistushallia ja portaiden alla on varastohylly, jossa voidaan säilyttää esimerkiksi Johnford NC-sorvin teräpaloja ja muita tarvikkeita. Schaerer manuaalisorvi on takaseinustalla, jyrsinkone on suorassa Femco NC-sorvin takana ja aarpora rajaa manuaalikoneiden käyttöalueen lasikuulapuhallus-huoneen seinän tasalle. NC-vannesahan edessä on tarvittaessa tilaa siirtolavoille ja koneiden välissä on riittävästi tilaa trukille. Vanhan osan layout on identtinen edellisen suunnitelman kanssa.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli suunnitella Hot-Steel Oy:lle erilaisia layout-vaihtoehtoja yrityksen tulevaan laajennukseen. Tuloksena työssä saatiin kolme erilaista layout-suunnitelmaa, jotka on esitetty työssä kronologisessa järjestyksessä vanhimmasta alkaen. Suunnitelmien pohjalta toimeksiantaja voi valita omaan toimintaansa parhaiten sopivan layout-suunnitelman tai yhdistellä mielestään parhaat ominaisuudet jokaisesta suunnitelmasta.

Mielestäni viimeinen työssä tehty suunnitelma on paras, sillä verratessa sitä aikaisempiin suunnitelmiini muunmuassa tilankäyttö sekä järjestyksen logiikka ovat kehittyneet. Esimerkiksi ensimmäiseen suunnitelmaan verratessa kolmannessa on selkeä manuaalikoneiden ryhmittymä, joka

rajaa NC-koneet omaksi osastokseen toimeksiantajan toiveiden mukaisesti. Verrattaessa toiseen suunnitelmaan manuaalikoneiden järjestys on tiiviimpi eivätkä koneet vie yhtä paljoa tilaa, sillä ne ovat suorassa toisiinsa nähden. Lisäksi tilaa toi nosto-ovien takana olevan tyhjän tilan hyödyntäminen, sillä toisessa suunnitelmassa eteistilat ovat jopa liian suuret.

Parasta suunnitelmassa on koneiden käyttöä varten oleva tila, joka on suurempi kuin muissa suunnitelmissa. Koneistushallissa on myös eniten hyllytilaa, ja koneiden välit on mitoitettu tarkasti siirreltäville pöydille sopiviksi. Tiukin yleinen kulkuväli on Schaerer-manuaalisorvin ja maalaushuoneen oven välissä, ja sekin on lähes 2 metriä. Trukilla mahtuu ajamaan normaalilevyisen kuorman kanssa lähes jokaiseen väliin.

### 5.1 Yhteenveto

Opinnäytetyötä tehtäessä tutuiksi tulivat niin layout-suunnittelun teoria ja AutoCAD-ohjelmiston käyttö, kuin myös hieman aihetta sivuavat tekniset ratkaisut. Toimeksiantajan kanssa käydyissä keskusteluissa mietittiin mm. sopivaa materiaalia kaasulinjoille, niiden reititystä sekä liittimien paikkoja, mutta aiheen laajuuden vuoksi ne rajattiin työstä pois jo alkuvaiheessa. Koneiden järjestys on kuitenkin suunniteltu sähköjohtojen sekä kaasulinjojen helppoa toteutusta ajatellen. Myös erilaisia kulkuovien paikkoja mietittiin, mutta päädyin suunnitelmissa yksinkertaisiin nosto-ovissa oleviin kulkuoviin, eikä niitä näinollen ole merkitty suunnitelmiin.

Suunnitelmien valmistuttua laajennuksen rakentaminen aloitettiin, toteutuneen pohjaratkaisun erot työssä tehtyihin suunnitelmiin olivat laajennuksen takana olevan rautavaraston pidentäminen koko seinustan mittaiseksi sekä nosto-ovien paikat, jotka tulivat toimeksiantajan piirtämien suunnitelmien mukaisesti.

Jatkoa ajatellen manuaalikoneiden keskelle voisi sijoittaa koneiden käyttöä varten tarpeellisia tavaroita vetolaatikoihin, joista muodostuu samalla hyvä työpöytä. Hiekkapuhalluslaitteiston päivitykselle on myös hyvin tilaa, ja työstökeskuksen taakse voisi sijoittaa sopivan hyllyn. Uuden laajennuksen käyttöönoton koittaessa yrityksen voisi olla hyvä soveltuvilta osin käyttöönottaa Lean-ajattelun 5S-menetelmä, jonka avulla yrityksen tilat olisivat järjestykselliset sekä hyvin tuottavat ja turvalliset.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. ja Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. Painos. Tampere: Infacs johtamistekniikka, 476-478

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. ja Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. 1. painos. Porvoo: WSOY, 79-83

Tompkins, J., White, J., Bozer, Y. ja Tanchoco, J.M.A. 2010. Facilities Planning. 4. Painos. John Wiley & Sons, 91-93

Hot-Steel Oy verkkosivut, [www.hotsteel.fi](http://www.hotsteel.fi). Luettu 10.2.2019

Layoutin suunnittelu on perusta tehokkaalle tilankäytölle, 2015. <https://ep.fi/fi/logistiikan-suunnittelu-ja-konsultointi/layoutin-suunnittelu/>. Luettu 5.3.2019

Tuotannon layout, <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>. Luettu 5.3.2019

Kaasupullojen varastointi ja säilytys, [https://www.aga.fi/fi/safety\\_health\\_ren/cylinder\\_safety/storing\\_gas\\_cylinders/index.html](https://www.aga.fi/fi/safety_health_ren/cylinder_safety/storing_gas_cylinders/index.html). Luettu 5.3.2019

AutoCAD verkkosivut, <https://www.autodesk.fi/products/autocad/overview>. Luettu 30.5.2019

## LIITTEET

Liite 1. Ensimmäinen toimeksiantajalta saatu layout-suunnitelma.

