

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Koneautomaatioinsinööri

2018

Alex Siren

APUTYÖKALU VAATIVAN TEHDASYMPÄRISTÖN LAYOUT-PIIRUSTUKSILLE

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2018 | 31 sivua, 2 liitesivua

Alex Siren

APUTYÖKALU VAATIVAN TEHDASYMPÄRISTÖN LAYOUT-PIIRUSTUKSILLE

Opinnäytetyö on tehty autoteollisuuden palveluja tarjoavan Valmet Automotiven toimeksiannosta. Tehtävänä oli kehittää vaativaan tehdasympäristöön soveltuva aputyökalu suunnittelijoiden tueksi. Aputyökalun tärkeimpinä tavoitteina oli nopeuttaa, helpottaa ja yhtenäistää layout-piirustusten laatimista sekä päivittämistä. Työtä varten aineistoa kerättiin kirjallisuudesta, internetsivuilta ja asiantuntijoita haastatteleamalla.

Aputyökalua kehitettiin layout-suunnittelijan näkökulmasta. Työntekijöiden yrityksessä käyttämä suunnitteluohjelma valikoitui työkalun kehitysalustaksi. Layoutin päivityksen aikana ilmeni useita kehityskohteita ja näihin keksittiin ratkaisuja piirtämisen helpottamiseksi. Näiden ratkaisujen ympärille alkoi muodostumaan itse aputyökalu. Aputyökalun valmistuttua konseptivaiheeseen, sitä alettiin kehittämään testiprosessin avulla. Testiprosessiin osallistui kohdeyrityksen omat määrätyt layout-suunnittelijat. Testivaiheessa kerätyn palautteen perusteella aputyökalua kehitettiin edelleen, kunnes kehitettävää ei enää helposti löytynyt.

Testaamisen ansiosta saatiin ratkaisut tärkeimpiin kehityskohteisiin. Tästä syystä layout-piirustusten aputyökalu otettiin heti sen valmistuttua käyttöön. Osa ratkaisuista oli opinnäytetyön tekijän omia havaintoja, jotka testivaiheessa todettiin hyödyllisiksi. Osalla yrityksen layout-suunnittelijoista oli jo useamman vuoden kokemus layoutien suunnittelusta, mikä teki testauksen tuloksista luotettavampia.

Aputyökalu tuli yrityksen todelliseen tarpeeseen. Layout-piirustusten tekemiseen ja päivittämiseen osallistuu monta suunnittelijaa ja ilman yhteistä ohjeistusta piirustusten tyyli vaihteli rajusti, mikä vaikeutti piirustusten tulkintaa. Nopea käyttöönotto helpotti layout-piirustuksien ja niiden päivittämisen ongelmia saman tien. Lisäksi yritys sai käyttöönsä paljon kaivatun ohjeen dokumenttien hallintaohjelman käyttämiseen.

ASIASANAT:

Autoteollisuus, dokumentointi, layout, ohjeet, piirustukset, suunnittelu, testaus.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

2018 | 31 pages, 2 pages in appendices

Alex Siren

GUIDE TOOL FOR LAYOUT DRAWINGS IN A DEMANDING MANUFACTURING PLANT ENVIRONMENT

The thesis was commissioned by Valmet Automotive, an automobile industry services provider. The commission was to develop a guide tool for the making of layout drawings in a demanding manufacturing plant environment to help designers do their work. The most important goals were to make the process of drawing layouts quicker, easier and congruent. All the information required for this thesis was collected from literature, web pages and by interviewing experts.

The guide tool was developed from the layout designer's perspective. The CAD program which the company uses for designing layouts was used to make the tool document. During updating the layout drawings several targets for development came up. Solutions were immediately figured out for these targets. The guide tool began to form after these solutions were implemented on the guide tool document. When the guide tool had been developed into the stage of concept, it was put out for testing. The testing was done by the company's own layout-designers. The guide tool concept was in the test phase as long as there were no more easily made improvements.

All the major solutions for development targets' were figured out because of the testing. As a result, the guide tool was immediately published for guiding drawing layouts. Some of the solutions came from the author's own observations, which proved to be useful. Some of the company's layout designers had many years of experience in drawing layouts, which made the test results more reliable.

The guide tool was proven to help the company's layout problems. The layout drawings did not have any congruence before. That was because there are many designers working on them and everyone has their own way of drawing the layouts, which causes confusion when trying to interpret them. The quick publication of the guide tool helped the layout designers to immediately start solving the problems. Furthermore, the company now has a long-awaited guide for using the document management program.

KEYWORDS:

Automobile industry, design, documentation, drawings, instructions, layout, testing.

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 VALMET AUTOMOTIVE OY	8
2.1 Historia	8
2.2 Yritys	9
2.3 Liiketoimintalinjat	10
3 LAYOUT	11
3.1 Layout ja sen vaikutus tuotannon tehokkuuteen	11
3.2 Layout-tyypit	11
3.2.1 Kiinteäasemainen layout	12
3.2.2 Funktionaalinen layout	12
3.2.3 Solulayout	13
3.2.4 Tuotantolinjalayout	13
3.3 Muut layoutiin vaikuttavat piirteet	14
3.4 Hyvän layoutin ominaisuudet	15
4 LAYOUT-TYÖKALUT	16
4.1 Tietokoneavusteinen piirtäminen (CAD)	16
4.2 Dokumenttien hallinta	17
4.3 Toiminta yhdessä	18
5 LAYOUT-PIIRUSTUKSET	19
5.1 Layout-piirustus yleisesti	19
5.2 Layout-piirustuksen rakenne	19
5.3 Käyttökohteet	20
6 LAYOUTIN PÄIVITYS JA OPINNÄYTETYÖAIHEEN KARTOITTUMINEN	22
6.1 Työn aloitus	22
6.2 Aiheen kartoittuminen	23
6.3 Tehtaan layoutin rakenne	24
6.3.1 Kokoonpanon layout	25
6.3.2 Muiden osastojen layoutit	25

7 APUTYÖKALU	26
7.1 Ulkonäkö	26
7.1.1 Symboliruudukko	26
7.1.2 Muut ohjeet	27
7.2 Toimintaperiaate	28
7.3 Testivaihe	28
7.3.1 Palaute	28
8 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30

LIITTEET

- Liite 1. Factory layout aputyökalun avausnäkyvä
 Liite 2. Factory layout aputyökalun kokonaisnäkyvä

KUVAT

Kuva 1. Valmet Automotiven uusi logo (Valmet Automotive 2018d).	8
Kuva 2. Uudenkaupungin autotehdas (Valmet Automotive 2018e).	9
Kuva 3. Layoutin hallinnointi (Hakanen 2018).	10
Kuva 4. Laivanrakennusperiaate (Transtutors 2018).	12
Kuva 5. Funktionaalisen layoutin periaate (Dolcemascolo 2007).	12
Kuva 6. Solulayoutin periaate (Pearson Education 2007).	13
Kuva 7. Tuotantolinjalayoutin periaate (ScriGroup 2018).	13
Kuva 8. Uudenkaupungin tehtaan kokoonpanolinja (Länsi-Suomi 2016).	14
Kuva 9. AutoCAD ohjelmalla tehty 2D-malli. (Softpedia 2018).	16
Kuva 10. Dokumenttien kulku.	18
Kuva 11. Opinnäytetyön kohdeyrityksen koordinaattipylväät layout-pohjapiirustuksessa (Rakenne-Rauma 2008).	20
Kuva 12. Esimerkkisolulayout eri näkymillä. Oikealla olevasta kuvasta on helppo laskea solun robottien lukumäärä ja hahmottaa niiden sijainnit (Laukkanen & Siren 2018).	21
Kuva 13. Autotehtaan osastot (Laukkanen 2017).	24
Kuva 14. Sinisellä korostettu solu liitetty viitekuvana kokoonpanon layout-piirustukseen 1-linjalla (Laukkanen & Siren 2018).	25
Kuva 15. Aputyökalun symboliruudukko.	26
Kuva 16. Karkea kuvaus piirustusohjeiden rakenteesta symboliruudukon ympärillä.	27

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

VA	Valmet Automotive
MB	Mercedes-Benz
CAD	Computer-Aided Design (tietokoneavusteinen suunnittelu)
ME	Manufacturing Engineering (Tuotantotekniikka)
EKP	Esikokoonpano
PDF	Portable Document Format (Ohjelmistoriippumaton tiedostomuoto)
DWG	Drawing (suom. piirustus) (CAD-ohjelmistojen tiedostomuoto)

1 JOHDANTO

Työskentelyn alettua Valmet Automotivella ensimmäiseksi tehtäväksi tuli päivittää kokoonpano-osaston layout-piirustukset nykyhetkeen. Piirustusten päivittämisen ohessa kehittyi useampikin ajatus opinnäytetyön aiheesta ja mitä pidemmälle päivittämisessä edettiin, sitä selvemmäksi jonkinlaisen layouteihin liittyvän ohjeistuksen tai aputyökalun kehittäminen tuli.

Layoutsuunnittelu kuuluu olennaiseen osaan tuotteita valmistavaan menestyvään yritykseen. Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa. (Haverila ym. 2009, 475). Mitä isompi tehdas on, sitä enemmän se vaatii layoutsuunnittelulta, mikä taas vaatii enemmän layout-piirustuksilta.

Opinnäytetyön tehtävänä on kehittää suomalaiselle ajoneuvovalmistajalle Valmet Automotivelle aputyökalu layout-piirustusten piirtämiseen ja ylläpitoon. Uudessakaupungissa sijaitsevassa suuressa tuotantolaitoksessa tehdään usein muutoksia layoutiin, joita hoitaa usean suunnittelijan tiimi, joista jokaisella on oma tapansa työskennellä. Tämän takia layout-piirustusten aputyökalu tulee tarpeelliseksi. Piirustusten tekemisen ja päivittämisen nopeuttaminen sekä yhtenäistäminen säästävät aikaa, rahaa ja helpottavat niiden tulkitsemista.

Opinnäytetyön lähteinä toimivat suuressa osassa Valmet Automotiven layout-suunnittelijat, sillä suoria lähteitä layout-piirustuksiin liittyen ei löytynyt. Tästä voi päätellä, että yritykset kehittävät näitä työkaluja itse omiin tarpeisiin. Sen sijaan lähteitä löytyi runsaasti pienempiin osa-alueisiin, kuten dokumenttien hallintaan, tuotetiedon hallintaan ja CAD-ohjelmiston käyttöön layout-näkökulmasta.

Tärkeimpinä tavoitteina on helpottaa ja nopeuttaa layoutin piirtämistä sekä aloittaa kaikkien piirustusten yhtenäistäminen. Layout-piirustusten päivittäminen kuuluu usean suunnittelijan, niin tuotantosuunnittelijan kuin tuotekehityssuunnittelijan tehtäviin, minkä takia jokainen piirustus on erilainen tyyliltään. Lisäksi layout-piirustusten päivittämiseen kuluu niin paljon aikaa, että sitä ei tehdä läheskään niin usein kuin pitäisi.

2 VALMET AUTOMOTIVE OY

2.1 Historia

Valmet Automotive perustettiin vuonna 1968. Yrityksen historia alkaa Uudestakaupungista, jonne perustettiin Saab-Valmet niminen yhteisyritys. Vuoden kuluttua perustamisesta valmistui ensimmäinen Saab-merkkinen auto tehtaalta. Valmistettu auto osoittautui niin laadukkaaksi, että vientimarkkinat avautuivat nopeasti. Kyseisen automerkin valmistus jatkui tämän jälkeen vielä 30 vuotta. Vuonna 1986 tuotantoon lisättiin Saab-avoautojen valmistus. Tämä avoautomalli on myös suunniteltu Suomessa ja siitä tuli menestys markkinoilla. Yhdeksän vuotta myöhemmin vuonna 1995 yrityksen nimi vaihdettiin Valmet Automotiveksi ja neljä vuotta sen jälkeen Metsosta tuli yrityksen omistaja. Hieman ennen Metson omistajuutta, aloitettiin Porsche Boxterin valmistus ja vuonna 2005 lisättiin myös Porsche Cayman tuotantoon. Sinä aikana yrityksen kasvu kiihtyi. (Valmet Automotive 2018b.)

Kymmenen vuotta sitten (v. 2008) yritys alkoi panostaa suunnittelupalveluihin ja julkisti strategian, joka painotti tulevaisuuden liikkumisratkaisuja. Vuonna 2009 alettiin tuottaa ensimmäistä täyssähköistä THINK City –autoa. Vuosi myöhemmin suomalaiset sijoitusyhtiöt Pontos Group ja Tesi tulivat yrityksen osaomistajiksi. Tämän jälkeen tulevaisuuden liikkumisratkaisut –strategia painottui vielä enemmän kohti sähköistä liikennettä. Vuonna 2015 Pontos Group ja Tesi ostivat koko Valmet Automotiven osakekannan. (Valmet Automotive 2018b.)

Takaisin vuonna 2010 Valmet Automotive osti saksalaisen Karmann-yhtiön kattoliiketoiminnan ja tämän vaikutuksesta nousi yhdeksi maailman suurimmista avoautojen kattovalmistajista. 2013 VA sai Daimlerin asiakkaakseen ja näin alkoi Mercedes-Benzin A-sarjan valmistus Uudessakaupungissa. Neljä vuotta myöhemmin käynnistyi myös MB GLC-katumaasturin tuotanto ja hitsaamoon investoitiin yli 300:lla robotilla, mikä on Suomen historian suurin robotikauppa. (Valmet Automotive 2018b.)

Vuonna 2017 kiinalainen maailman johtava sähköautoakkujen valmistaja Contemporary Amperex Technology Limited eli CATL ryhtyi yhteistyöhön Valmet Automotiven kanssa ja osti osakekannasta n. 23%. Samana vuonna VA osti teknologiayritys Semconilta sen Saksassa sijaitsevat autonsuunnittelutoimipaikat, jolloin VA:n insinööriimi kasvoi 800:lla. Vuoden 2018 puolessa välissä yritys uudisti brändinsä ja jatkaa panostustaan sähköiseen liikenteeseen. Mercedes-Benz A-sarjan automallin neljännen sukupolven tuotanto aloitettiin myös samana vuonna Uudessakaupungissa. (Valmet Automotive 2018b.)



VALMET AUTOMOTIVE

Kuva 1. Valmet Automotiven uusi logo (Valmet Automotive 2018d).

2.2 Yritys

Valmet Automotive on aina ollut autoteollisuuden palveluita tuottava yritys. Tällä hetkellä VA toimii maailman toiseksi suurimpana autojen sopimusvalmistajana ja kolmanneksi suurimpana kattojärjestelmien toimittajana. Yrityksen suurimpia omistajia ovat suomalaiset sijoitusyhtiöt sekä kiinalainen teknologia-alan yritys. (Valmet Automotive 2018a.)

Nykyään VA:lla on toimipaikkoja ympäri Eurooppaa. Suomen lisäksi niitä on Espanjassa, kattoliiketoiminnan suunnittelulaitos Saksassa ja kattojärjestelmien tuotantolaitos Puolassa. Työntekijöitä on tällä hetkellä n. 6000. Palvelutarjonta ei rajoitu vain pelkästään autojen ja kattojärjestelmien valmistamiseen ja suunnitteluun vaan muita suunnittelupalveluita löytyy myös. Esimerkiksi sähköautoihin liittyviä suunnittelupalveluita on kasvatettu runsaasti vuosien varrella. (Valmet Automotive 2018b.)

Uudenkaupungin tehtaalla yritys on valmistanut jo 1,4 miljoonaa korkean laatuluokan autoa, joista viimeisen 25 vuoden aikana on 370 000 kappaletta ollut avoautoja. Tuotettuja automerkkejä ovat mm. Saab, Porsche ja Mercedes-Benz. Puolan Zaryn tehtaassa on 10 vuoden sisällä valmistunut yli 1,2 miljoonaa kattojärjestelmää ja niiden suunnittelulaitos sijaitsee Osnabrückissä Saksassa. (Valmet Automotive 2018a.)

Valmet Automotive toimii Tier 1-toimittajan asemassa korkeajännitteisten akku- ja avoautojen kattojärjestelmissä. Vuonna 2017, kun yksi maailman johtavista sähköautoakkujen valmistajista eli CATL:sta tuli Valmet Automotiven osaomistaja, tuli VA:sta sähköisten voimalinjojen ja akkujärjestelmien huipputoimittaja. (Valmet Automotive 2018b.)



Kuva 2. Uudenkaupungin autotehdas (Valmet Automotive 2018e).

2.3 Liiketoimintalinjat

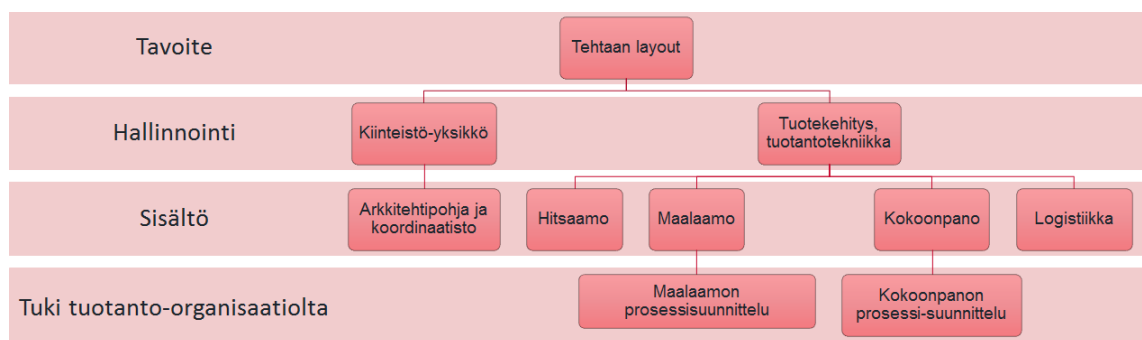
Valmet Automotiven toimihenkilöiden perehdytysoppaassa (2018a) kerrotaan, että yrityksessä on yhteensä 900 suunnittelijaa, joista 150 työskentelee Suomessa. Nämä suunnittelijat työskentelevät yhteensä neljällä eri liiketoimintalinjalla:

- Sopimusvalmistus: kokoajoneuvot, korien valmistus, osakokonaisuudet, korkean arvoluokan autot, avoautot ja sähköautot.
- Suunnittelupalvelut: tuotantotekninen suunnittelu, koko ajoneuvon suunnittelu, sähköisten voimasiirtojärjestelmien kehitys ja prototyypit.
- Akkujärjestelmät: konseptisuunnittelu, akunhallintajärjestelmä, akkupakettien integraatio, validointi ja testaus sekä akkupakettien kokoonpano.
- Kattojärjestelmät: avoautokattojärjestelmät ja kinemaattiset järjestelmät.

(Valmet Automotive 2018c.)

Opinnäytetyön tekijä itse työskentelee Valmet Automotiven Uudenkaupungin tehtaan tuotekehitysosastolla. Uudenkaupungin toimipisteellä toimii kolme edellä mainituista neljästä liiketoimintalinjasta, jotka ovat sopimusvalmistus, suunnittelupalvelut ja akkujärjestelmät. Sopimusvalmistuslinja toimii tehdasrakennuksessa ja muut erillisessä tuotekehitysrakennuksessa. (Valmet Automotive 2018c.)

Tuotekehitysosasto toimittaa palveluja myös muille asiakkaille kuin Valmet Automotivelle. Layout-näkökulmasta tuotekehitysosaston tuotantotekniikan (ME, Manufacturing Engineering) tiimi huolehtii layout-muutoksista, piirustusten päivittämisestä ja ylläpidosta. Tuotanto-organisaatio toimii tässä heidän tukenaan ja heidän kiinteistöyksikkönsä huolehtii arkkitehtipohjasta ja koordinaatistosta.



Kuva 3. Layoutin hallinnointi (Hakanen 2018).

3 LAYOUT

Tässä luvussa käsitellään layoutia kokonaisuudessaan. Aluksi käydään läpi mitä layout tarkoittaa ja mitä hyötyä siitä on tuottavalle yritykselle. Sen jälkeen luetellaan yleisimmät layout-tyypit ja keskitytään työn kannalta niistä olennaisimpaan. Lopussa kerrotaan miten pienet ja jopa usein huomaamattomatkin asiat voivat vaikuttaa paljon layoutiin sekä todetaan millaiset layoutin ominaisuudet ovat osoittautuneet hyväksi.

3.1 Layout ja sen vaikutus tuotannon tehokkuuteen

Siellä missä on jokin toiminto, on myös layout. Minkä tahansa toiminnon layout liittyy aina henkilöiden ja välineiden fyysisiin sijainteihin. Layout on yleensä ensimmäinen asia mikä toiminnossa huomataan, koska tarkkaan määritelty asettelu heijastuu sen ulkonäköön. Layout tarkoittaa esimerkiksi välineiden, pöytien, koneiden, työkalujen ja ihmisten sijoittelua toiminnon sisällä. Se määrittelee kuinka turvallinen, miellyttävä, joustava ja tehokas työprosessi on. Se myös määrittää kuinka materiaalit ja resurssit kulkevat prosessin läpi. Pienetkin muutokset riittävät aiheuttamaan suuren eron prosessin tehokkuuteen ja kustannuksiin kuten esimerkiksi kaupan näytteillepanon siirto, urheilukaupan sovituskoppien siirtäminen tai tuotantolaitteen siirto tehtaassa. (Slack ym. 2016, 216–217.)

Slack toteaa kirjassaan (2016, 217), että Layoutin rakenteeseen voidaan sanoa vaikuttavan kolme asiaa. Ensimmäinen asia on, että kuinka muuttuvat resurssit on järjestetty toisiinsa nähden. Toiseksi, kuinka vaihtelevat tehtävät ovat kohdennettu näihin resursseihin ja kolmanneksi, miltä toiminto näyttää ulospäin. Yhdessä nämä kolme asiaa määrittävät kuinka tehokkaasti resurssit hyödynnetään prosessissa.

Jos näiden kolmen edellä mainitun kohdan perusteella valitaan väärä layout, voi se johtaa esimerkiksi liian pitkiin tai sekaviin materiaalivirtauksiin, odottaviin asiakkaisiin, pitkiin prosessiaikoihin, joustamattomiin työprosesseihin, arvaamattomiin resurssivirtauksiin, korkeisiin kuluihin ja/tai huonoihin reaktioaikoihin. Lisäksi suuri muutos layoutiin voi aiheuttaa epävakautta meneillään oleviin prosesseihin, johtuen mahdollisesti asiakkaan tyytymättömyyteen ja/tai menetettyyn prosessiaikaan. Tästä johtuen voi layoutin päättäminen olla vaikeaa ja kallista, joka johtaa haluttomuuteen tehdä sitä turhan usein. Sen takia layoutin määrittelemisessä on sitouduttava haluttuihin tavoitteisiin koko määrittelyprosessin ajan. (Slack 2016, 217.)

3.2 Layout-tyypit

Käytännöllisimmät layoutit johdetaan vain neljästä eri layout-tyypistä;

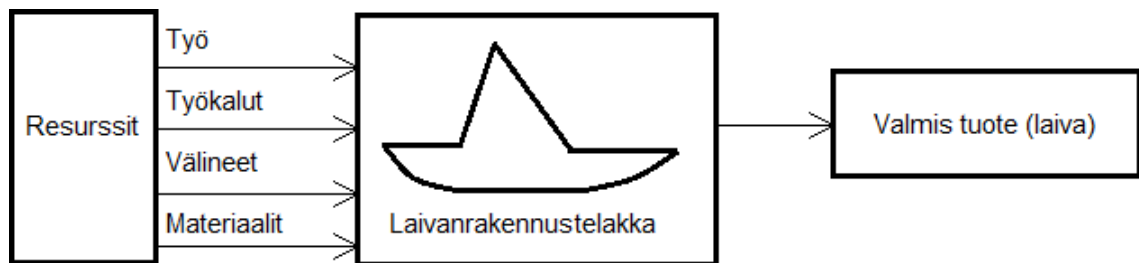
- Kiinteäasemainen
- Funktionaalinen

- Solu
- Tuotantolinja

(Slack ym. 2016, 220.)

3.2.1 Kiinteäasemainen layout

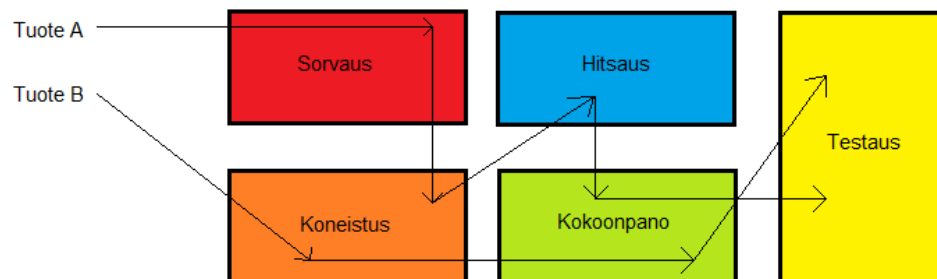
Kiinteäasemainen layout sopii sellaiselle prosessille, jossa toiminnon aiheuttama tuote pysyy paikoillaan ja toiminnon sisältämä välineistö, koneet, asema ja henkilöstö liikkuvat prosessin mukaan. Tuote voi tällöin olla liian iso tai herkkä liikuteltavaksi suhteessa muihin. Tällaisia tuotteita on esimerkiksi tienrakennus tai laivanrakennus. (Slack ym. 2016, 220.)



Kuva 4. Laivanrakennusperiaate (Transtutors 2018).

3.2.2 Funktionaalinen layout

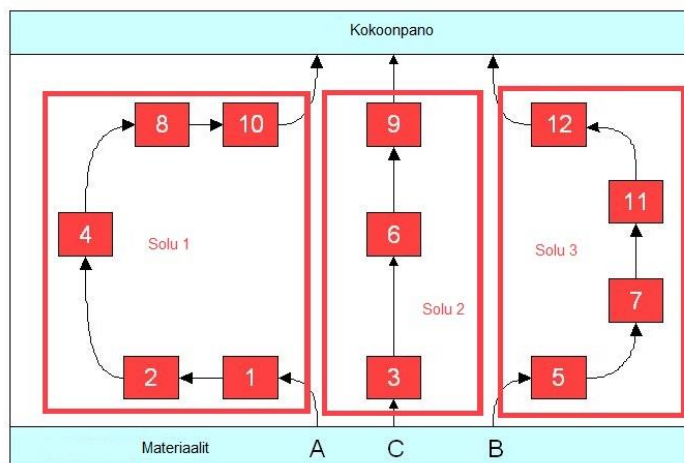
Funktionaalisisessa layoutissa pyritään asettamaan samankaltaiset resurssit tai työvaiheet yhteen. Tällöin resurssit virtaavat tarpeen mukaan eri työpisteiden välillä. Etuna on se, että tällä tavalla pystytään tuottamaan joustavasti erilaisia tuotteita. Eri tuotteet kulkevat eri reittiä pitkin työpisteeltä työpisteelle, joka tekee resurssien virtauskuviosta monimutkaisen. Funktionaalinen layout on käytössä esimerkiksi sairaaloissa, joissa laboratoriot ja röntgenkuvaus sijaitsevat tietyssä paikassa, jonne potilaat menevät tarpeensa mukaan. Toisena esimerkkinä on koneistuskeskukset, joissa saatetaan tarvita erikoisasiantuntijaa, joka pystyy tukemaan useampaa keskusta kerrallaan. (Slack ym. 2016, 222.)



Kuva 5. Funktionaalisen layoutin periaate (Dolcemascolo 2007).

3.2.3 Solulayout

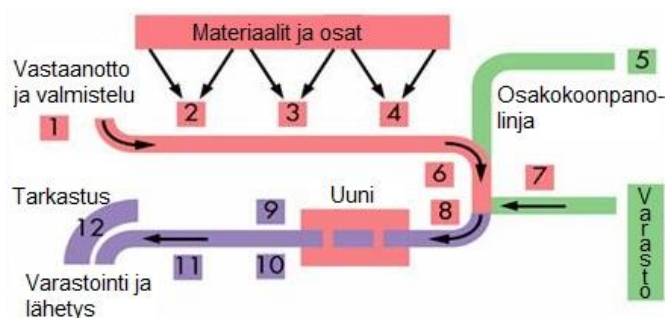
Solulayoutissa sen sijaan tuodaan yhteen kaikki työvaiheet mitä tarvitaan valmiin tuotteen tekemiseksi. Solu itsessään voi muistuttaa joko funktionaalista tai tuotantolinjalaisesta layoutia. Kun resurssit tuodaan yhteen soluun, voi se vielä jatkaa matkaa toiseen soluun. Tällä tavalla voidaan yksinkertaistaa funktionaalisen layoutin monimutkaisia virtauskuvioita. Solulayoutia voidaan käyttää esimerkiksi tietokonepakettien kokoamisessa, jolloin saadaan räätälöityä jokainen paketti erikseen asiakkaiden vaatimusten mukaan. (Slack ym. 2016, 223.)



Kuva 6. Solulayoutin periaate (Pearson Education 2007).

3.2.4 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayout asetetaan sellaiseksi, että valmistettava tuote ikään kuin kulkee ennalta määritetyllä "linjalla", joka sisältää tuotteen valmistamiseksi vaadittavat toiminnot tietyssä järjestyksessä. Materiaaliresurssit siis virtaavat linjalle tuotteen tarpeiden mukaisesti. Tämän tyyppistä layoutia kutsutaan myös virtaus- tai tuotelayoutiksi. Resurssien virtaus on selkeää, ennustettavaa ja näiden myötä myös helposti hallittavaa. Yleisesti tämäntyyppinen layout valitaan tuotteen tai palvelun standardivaatimusten takia. (Slack ym. 2016, 224–225.)



Kuva 7. Tuotantolinjalayoutin periaate (ScriGroup 2018).

Tuotantolinjalayout Valmet Automotivessa

Tuotantolinjalayout on näistä edellä mainituista layouteista tärkein tämän opinnäytetyön aiheen kannalta. Valmet Automotiven Uudenkaupungin autotehtaan tuotantolinja on järjestetty juuri tällaisella layoutilla ja sitä käyttävät myös useimmat muutkin autotehtaat. Auto on valmistusprosessin tuote, joka kulkee tiettyä linjaa pitkin. Linjalla kuljetettava auto käy monen työvaiheen läpi tietyssä järjestyksessä. Se onnistuu siten, että automalli itsessään pysyy samana ja asiakkaan valitsemat lisäominaisuudet pystytään järjestämään joustavilla työpisteillä. Näin voidaan todeta myös, että tuotantolinjalayout ei ole ainut layout-muoto esimerkiksi autotehtaassa, vaan sen ympärillä on myös muotoja muista perus-layouteista kuten esimerkiksi solulayoutista, joita kutsutaan autotehtaassa esikokoonpanoksi.



Kuva 8. Uudenkaupungin tehtaan kokoonpanolinja (Länsi-Suomi 2016).

3.3 Muut layoutiin vaikuttavat piirteet

Toiminnon resurssivirtauksien lisäksi Slack kertoo kirjassaan (2016, 231) layoutin ulkonäön voivan myös vaikuttaa yleiseen tehokkuuteen. Ulkonäköön vaikuttaa tietenkin layout-tyyppi ja sen määrittämät tilat, mutta esimerkiksi työntekijän tunteella tilasta voi olla vaikutus työntekijän omaan tehokkuuteen ja sitä myötä myös layoutin tehokkuuteen. Ihmisen sopivuutta omaan työympäristöönsä ei tulisi väheksyä. Ympäristöön vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi lämpötila, melu, ergonomia ja valoisuus. Työpiste ja koko prosessi on paljon muutakin kuin pelkkien koneiden ja työkalujen oikean järjestyksen selvittäminen. Niihin liittyy myös esimerkiksi huonekalut, tilankäyttö ja jopa seinien väri. Näillä edellä mainituilla keinoilla yritys voi vaikuttaa myös oman organisaationsa kulttuuriin, jonka osana työntekijät ovat.

3.4 Hyvän layoutin ominaisuudet

Layout pyritään aina suunnittelemaan siten, että materiaalivirrat olisivat mahdollisimman tehokkaita. Materiaalivirtojen keskeisimmät kohdat ovat niiden kuljetuskerrat ja –matkat, joiden on tarkoitus olla minimaaliset osastojen ja työpisteiden välillä. Tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta kannattaa pyrkiä selkeisiin materiaalivirtoihin. Lisäksi layoutsuunnittelussa on huomioitava mahdolliset laajennus- ja/tai muuttotarpeet.

Tavoiteltavat ominaisuudet:

- Selkeät materiaalivirrat
- Helposti ja joustavasti muokattava layout
- Pieni materiaalien siirtotarve
- Lyhyet kuljetusmatkat
- Keskitetty erityisosaamista vaativa valmistus
- Sisäiset palvelut käyttöpaikan lähellä
- Tehokas materiaalin vastaanotto ja jakelu
- Helppo sisäinen kommunikointi
- Valmistusvaiheiden erityistarpeet on huomioitu
- Tehokas tilan käyttö
- Työturvallisuus ja –tyytyväisyys on otettu huomioon

(Haverila ym. 2009, 482.)

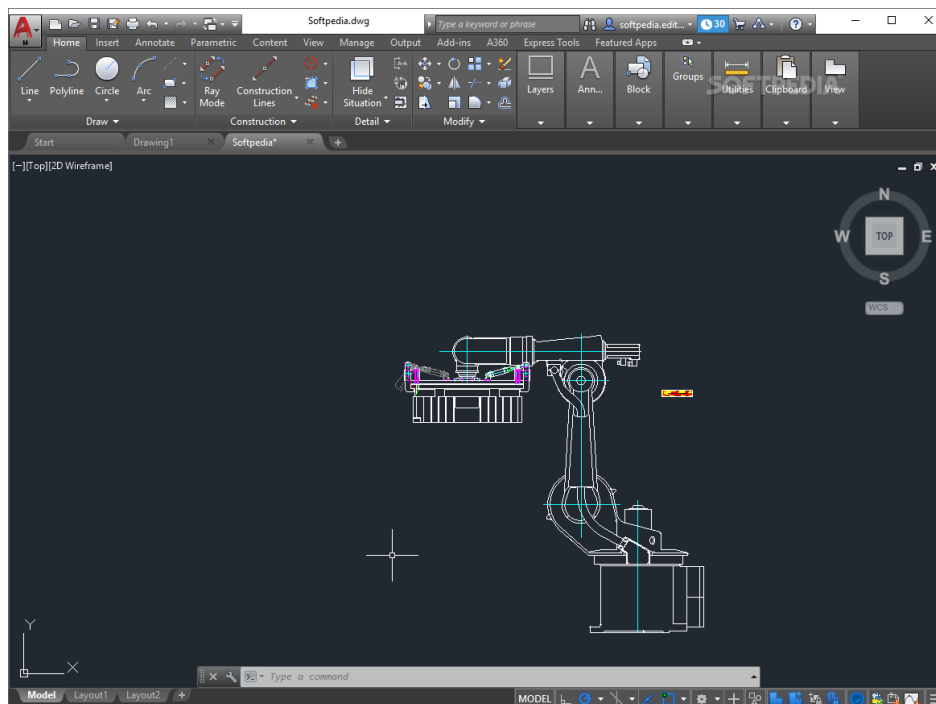
4 LAYOUT-TYÖKALUT

Luvussa puhutaan yleisesti yrityksen suunnittelijoiden tietokoneella käytettävistä työkaluista ja niiden välisestä integraatiosta. Työkalujen esittelyssä paneudutaan myös syvemmin niiden lähtökohtiin ja muihin toimintoihin joihin ne vaikuttavat. Yhdessä nämä työkalut muodostavat järjestelmän, joka helpottaa yrityksen sisäistä kommunikointia ja suunnittelijoiden työtä.

4.1 Tietokoneavusteinen piirtäminen (CAD)

Computer-aided design, eli tietokoneavusteinen suunnittelu, viittaa tietokoneen ja siihen asennetun suunnitteluohjelman avulla tuotettuun kolmi- ja kaksiulotteiseen mallintamiseen. CAD-ohjelmistojen määrä on nykyään erittäin laaja ja niitä löytyy monille eri aloille. Suunnittelijat pystyvät ohjelmien avulla tutkimaan useita mallinnuksia nopeasti ja visualisoimaan niitä tarkasti. Lisäksi CAD-ohjelmat mahdollistavat tehokkaan kommunikoinnin suunnitteluprosessin eri tekijöiden välillä. (Bryden 2014, xv–xvi.)

Opinnäytetyön tekemisessä käytettiin AutoCAD Mechanical 2015 CAD-ohjelmaa. AutoCAD on 2D- ja 3D-suunnitteluohjelma, jota käytetään hyvin laajalti suunnittelualan töissä. CAD-ohjelmiston käyttämisen etuja ovat muun muassa mahdollisuus muuttaa tehtyä piirustusta ja liitettävyys esimerkiksi dokumentointiohjelmiin (Pere 2009, 9–1). Opinnäytetyön kohdeyrityksessä CAD-ohjelmaa käytetään lähinnä 2D-mallintamiseen eli tasomallintamiseen.



Kuva 9. AutoCAD ohjelmalla tehty 2D-malli. (Softpedia 2018).

AutoCAD on Autodesk –nimisen yhtiön kehittämä suunnitteluohjelma, josta VA:lla on käytössä mechanical –lisäosaversio. Mechanical-versiossa voi normaaliversion lisäksi luoda kirjastostandardeihin perustuvia eri osia, joiden avulla voi luoda, muokata ja dokumentoida mekaniikkasuunnitelmia valmistukselle, automatisoida mekaniikkasuunnittelun tehtäviä, luoda osia, kokoonpanoja ja muita piirustuksia tuotesuunnittelulle käyttämällä erikoistyökaluja. Lisäksi käytössä on yli 700 000 älykästä valmistusosaa, ominaisuutta ja symbolia tukemaan ISO-, ANSI-, DIN-, JIS-, BSI-, CSN-, ja GB-standardeja. (Autodesk 2018.)

Ohjelmiston valinta layout-aputyökalun tekemiseen oli selvä, sillä kaikki layout-piirustukset on tehty ja tullaan ainakin lähitulevaisuudessa tekemään AutoCAD:llä. Lisäksi opinnäytetyön tekijällä on aikaisempaa kokemusta ohjelmiston käytöstä koulu-kursseilta, joten työn aloitus sujui hyvin.

4.2 Dokumenttien hallinta

Tänä päivänä käytännössä kaikki piirustukset ja muut dokumentit tehdään henkilökohtaisilla tietokoneilla. Yrityksen monet työntekijät pystyvät omilla tietokoneillaan tuottamaan ja muokkaamaan päivän aikana useita dokumentteja. Ongelmaksi tällaisessa tilanteessa voi nopeasti muodostua dokumenttien hallinta. Kukaan ei esimerkiksi tiedä missä dokumentit sijaitsevat, mitä versioita niistä on olemassa, mikä on viimeisin versio ja onko joku tällä hetkellä jo tekemässä uutta versiota. (Peltonen ym. 2002, 47.) Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät kirjassaan (1997, 344) Lapinleimu ym. ohjeistavat, että dokumentoinnilla varmistetaan mallin hyödynnettävyys jatkossa. Jos mallin tehnyt henkilö on vaihtunut, on hyvä varmistaa että uusi henkilö ymmärtää miten malli on tehty ja miten se toimii. Dokumentointi mallin rakentamisen yhteydessä on tärkeää, koska muuten se voi jäädä kokonaan tekemättä.

Peltonen ym. neuvovat kirjassaan (2002, 15), että dokumenttien hallintajärjestelmä ei itsessään tuo valmista ratkaisua yrityksen dokumenttihakemajaan. On tiedettävä tai keksittävä mitä järjestelmällä halutaan tehdä. Tuotetiedon hallinta perustuu nimensä mukaisesti tuotetietoon, joka tieto vaihtelee yritysten omien tuotteiden mukaan. Tuotetiedot määrittävät dokumenttien hallintajärjestelmässä nimikkeet, joiden perusteella dokumentit eritellään. Tätä varten yrityksen täytyy käydä läpi nimikkeiden hallintaprosessi, jotta se voi suunnitella järjestelmän käyttöönottoa.

Tuotteiden ja niihin liittyvien prosessien liiketoimintaympäristön muuttuessa nopeammin ja aggressiivisemmaksi, on niiden nopeasta ja tehokkaasta hallinnasta tullut tärkeä kilpailutekijä. Kun olemassa olevaa nimikkeistöä lähdetään muuttamaan on muutosprosessissa otettava huomioon useampi tekijä kuten muun muassa minkä tyyppistä nimikettä muutetaan, mikä on muutettavan nimikkeen tila ja mihin muutos vaikuttaa. Tuotetietojen muutosprosessi vaikuttaa koko organisaatioon. Kontrollioimattomat muutokset johtavat suunnittelulaadun huononemiseen, koska työntekijät voivat ajatella, ettei nyt ole aikaa tarkistamiseen ja lykkäävät muutoksen tekemistä. Tietylainen byro-

kratia toimii tällaisessa vaiheessa, koska siten voidaan parantaa tuotteiden laatua ja pienentää muutosten määrää. (Peltonen ym. 2002, 77–78.)

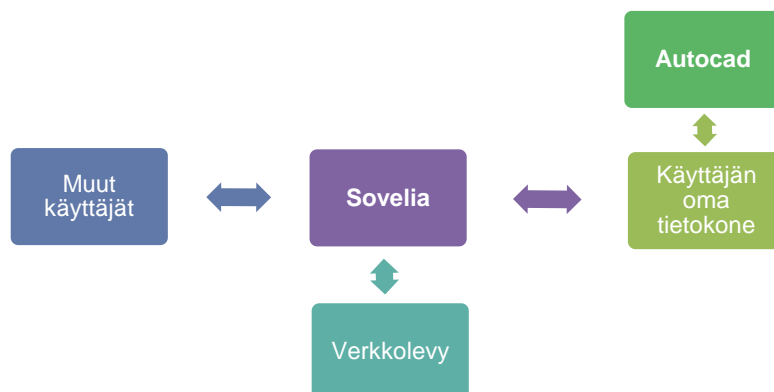
Opinnäytetyön kohdeyrityksessä käytetään Sovelia Engineering –nimistä ohjelmistoa dokumenttien hallintaa varten. Sovelia Engineering on suomalainen Symetri -nimisen monikansallisen yrityksen omistama tuotetiedon jakamiseen tarkoitettu ohjelma. Ohjelman avulla yritys pystyy hallitsemaan, jakamaan ja käyttämään tuotetietoa tehokkaasti ja turvallisesti. (Symetri 2018.)

Valmet Automotivessa hallinnoidaan Soveliassa lähinnä rakennuksen kiinteistödokumentteja. Näihin dokumentteihin lukeutuu myös layout-piirustukset. Kaikkien dokumenttien nimityksiin liittyy oma standardinsa, joten niitä on helppo hakea dokumenttien hallintaohjelmasta ja ne ovat loogisessa järjestyksessä.

4.3 Toiminta yhdessä

Edellä mainittujen ohjelmien myötä yritykseen on rakennettu järjestelmä, joka helpottaa, nopeuttaa ja selkeyttää työntekijöiden töitä. Käytännössä järjestelmä toimii siten, että ensimmäisenä asiana suunnittelija luo tiedoston. Tiedoston luomisen jälkeen se tallennetaan omalle koneelle, jonka jälkeen dokumenttien hallintaohjelmaan. Tässä vaiheessa tiedostoon pääsee käsiksi kaikki työntekijät, joilla on pääsy yhteisessä verkossa oleville levyille. Dokumenttien hallintaohjelma luo tiedostosta dokumentin, jonka löytää helpoiten käyttämällä ohjelman hakutoimintoa. Käytännössä tiedosto on perinteiseen tapaan verkkolevyn kansiossa, mutta sille ei voi tehdä mitään ilman dokumenttien hallintaohjelmaa.

Dokumenttien hallintaohjelma siis lukitsee tiedoston vain luku -tilaan, eikä anna käyttää sitä ilman lupaa. Dokumenttia voi muokata, poistaa, nimetä uudelleen jne. vain ohjelmiston kautta. Tämän hyöty on se, että kukaan ei pysty vahingossa tekemään peruuttamattomia muutoksia dokumenttiin. Jos joku on muokannut tiedostoa, nähdään dokumentin tiedoista suoraan kuka sen on tehnyt. Ohjelmisto luo aina varmuuden vuoksi automaattisesti varmuuskopiot kaikista dokumenteista, jotka voi virheen tapahtuessa palauttaa.



Kuva 10. Dokumenttien kulku.

5 LAYOUT-PIIRUSTUKSET

Tämä luku eroaa layout luvusta perehtymällä tarkemmin layout-suunnittelun tuotteen eli piirustuksiin. Käytännössä layoutia suunniteltaessa tehdään aina piirustuksia, koska se on tarkempaa, helpompaa muokata ja kätevämpää esitellä. Esimerkkeinä käytetään opinnäytetyön kohdeyrityksen Valmet Automotiven omia layout-piirustuksia.

5.1 Layout-piirustus yleisesti

Aikojen saatossa ihmiset ovat oppineet kommunikoidaan keskenään, kun he ovat halunneet jakaa ajatuksiaan toisilleen. Tästä syystä on kehittynyt yhteinen kieli, jota muut pystyvät ymmärtämään. Teknisellä alalla tämä kieli muuttuu äkkiä erittäin monimutkaiseksi ja osittain jopa mahdottomaksi. Tarvitaan siis jokin keino helpottamaan kommunikointia entisestään. Tässä kohtaa on kehittynyt uusi kommunikointitapa nimeltään tekninen piirtäminen, jonka avulla tekniset asiat voidaan selittää perusteellisesti. Tänä päivänä tämä ”visuaalinen kieli” on integroitunut niin vahvasti tekniikan alalle, että ilman sitä ei pystytä edes käyttämään nykytekniikkaa. (Pere 2009, 1.)

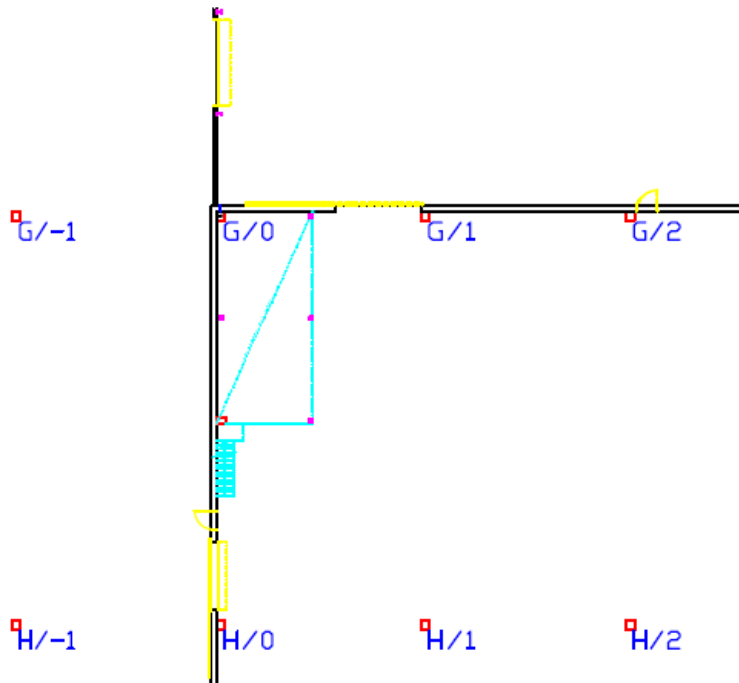
Layout-piirustukset ovat teknistä piirtämistä, mutta kun puhutaan yleisesti layoutista, ei siihen välttämättä aina liity piirustuksia. Layoutin voi tehdä myös ilman piirustuksia, perustuen sitä kehittävän tekijän omiin kokemuksiin ja hyväksi havaittuihin ratkaisuihin. Pahimmassa tapauksessa layout on ainoastaan sitä pohtivan henkilön päässä. Usein kuitenkin layoutista tehdään paperille edes jonkinlainen karkea hahmotelma, jota ei varsinaisesti kutsuta piirustukseksi. Paras tapa kuitenkin suunnitella layout on tehdä siitä 2D-piirustus suunnitteluohjelmalla, jota voi helposti muokata, mitoittaa tarkasti ja esitellä muille.

5.2 Layout-piirustuksen rakenne

Layout-piirustus on pohjimmiltaan samanlainen kuin rakennuksen pohjapiirros, joka voi usein jopa toimia layout-piirustuksen pohjana. Layout-piirustuksissa ei kuitenkaan ole mitään standardeja, ellei yritys niitä erikseen määrittele. Layoutiin liittyvät piirustukset ovat siis hyvin vapaamuotoisia eli ne voivat olla tarkkoja, hahmotelmia tai sisältää vain tietyt tuotantoon liittyvät asiat. Periaatteessa layout-piirustuksiin kuitenkin käytetään yleisesti määriteltyjä perusvaatimuksia eli sen täytyy olla yksikäsitteinen ja selkeä, jotta väärin tulkintojen vuoksi ei tapahtuisi virheitä (Pere 2009, 2).

Jos layout-piirustusten alustana on käytetty pohjapiirroksia, voivat ne olla karsittuja ylimääräisistä rakennuspiirteistä. Esimerkiksi tuotantohallit voivat sisältää niin paljon välineistöä, että on viisainta käyttää vain välttämättömiä rakennusviivoja, jotta piirustuksesta ei tulisi liian sekavaa. Lisäksi layout-piirustuksissa ovat tärkeitä ne kohdat, joista itse layout voidaan mitoittaa. Piirustuksissa olisi hyvä olla jonkinlaisia mittauspisteitä, kuten esim. hallissa sijaitsevat mahdolliset tukipilarit, joita ei voi helposti siirtää.

Alla esimerkki tällaisista koordinoiduista tukipilareista opinnäytetyön kohdeyrityksen layout-pohjapiirustuksesta.

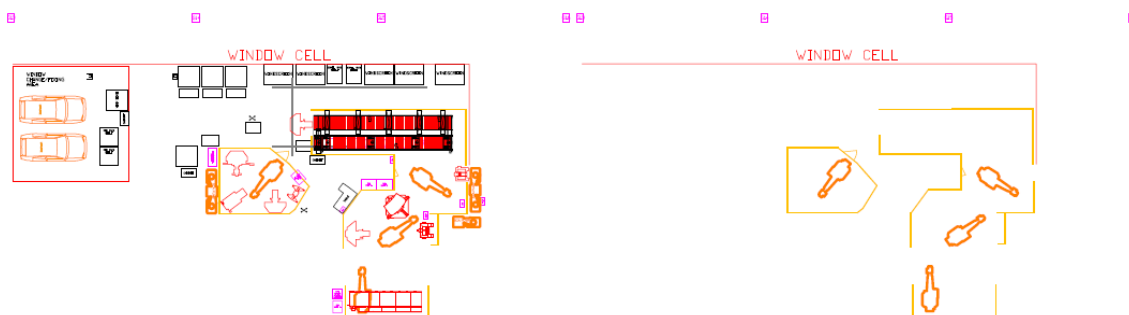


Kuva 11. Opinnäytetyön kohdeyrityksen koordinaattipylväät layout-pohjapiirustuksessa (Rakenne-Rauma 2008).

5.3 Käyttökohteet

Layout-piirustusten ensimmäinen käyttökohde on itse layoutin suunnittelu. Nykyaikaisien työkalujen avulla layoutista voi luoda helposti muokattavat piirustukset, joilla voi kätevästi muokata layoutia piirtämättä sitä uudestaan. Lisäksi simulointiohjelmalla voidaan hankkia faktatietoa tuotannon tehokkuudesta ja toimivuudesta.

Kun layout on jo suunniteltu ja siitä on tehty ajankohtaiset piirustukset, voi piirustuksia käyttää moneen eri tarkoitukseen. Piirustuksista saadaan tarkkaa tietoa esim. tuotannon laitteista ja niiden sijainneista. Erilaisten näkymien avulla voidaan helposti kuvata tiettyjä kohteita ja tehdä suunnitelmia niiden perusteella. Esim. näyttämällä vain solurajat voidaan esimerkiksi suunnitella käytävien ja muiden tilojen siivousreittejä ja alueita. Alla esimerkki suunnitteluohjelmalla luodusta näkymästä.



Kuva 12. Esimerkkisolulayout eri näkymillä. Oikealla olevasta kuvasta on helppo laskea solun robottien lukumäärä ja hahmottaa niiden sijainnit (Laukkanen & Siren 2018).

Laukkanen kertoi haastattelussa (2018), että hyvä layout-piirustus auttaa myös asiakassuhteiden solmimisessa. Asiakkaille voi esitellä selkeää ja olennaiset asiat sisältävää layoutia ja siitä voi kaivaa mitä tahansa tietoa asiakas voi haluta tietää. Tämä antaa asiakkaalle ammattimaisen kuvan yrityksestä ja voi helpottaa sopimuksen aikaansaamista. Erityisesti Valmet Automotivessa tämä on tärkeää, koska autotehtaassa valmistetaan melkein pelkästään asiakkaiden kehittämiä autoja.

Layout-piirustus voi myös olla yrityksen ainut visuaalinen malli tuotannosta. On siis suositeltavaa, että piirustusta voi halutessaan katsoa muutkin, kuin vain suunnitteluohjelmaa käyttävät työntekijät. Layout-piirustuksesta saa helposti tehtyä esimerkiksi lähes jokaisella elektronisella laitteella avautuvan PDF-tiedoston, jota voi käyttää esimerkiksi uusien työntekijöiden perehdyttämiseen, yleisenä karttana tuotantotiloista tai tarkkojen kuvien esittelemiseen tietyistä alueista. Lisäksi layoutin sisältämiin objekteihin voidaan lisätä tietoa, kuten esimerkiksi robottien malleihin voidaan lisätä niiden käyttöönottopäivämäärä, käyttötunnit, huollot ja korjaukset.

6 LAYOUTIN PÄIVITYS JA OPINNÄYTETYÖAIHEEN KARTOITTUMINEN

Luvussa kerrotaan miten työt kohdeyrityksessä alkoivat. Ennen opinnäytetyön varsinaista aihetta, päivitettiin kohdeyrityksen kokoonpano-osaston layout-piirustukset nykyaikaan. Tämän päivitysprojektin aikana kartoitettiin myös opinnäytetyön aihe.

6.1 Työn aloitus

Opinnäytetyön aihe kehittyi yrityksen layout-päivitysprojektin aikana. Opinnäytetyön tekijällä oli tehtävänä päivittää Uudenkaupungin autotehtaan vanhentuneet kokoonpano-osaston layout-piirustukset. Tehtaan layout koki suurempia muutoksia noin vuosi sitten, kun uutta Mercedes-Benz GLC katumaasturia alettiin valmistamaan, eikä layoutia ole tämän jälkeen päivitetty. Piirustukset päivitettiin suuntaa-antavasti, koska alue oli liian suuri ja monimutkainen päivittää yksityiskohtaisesti ennen heinäkuun lopussa alkavaa tuotantoseisahdusta. Päivitysprojekti tuli siis saada valmiiksi ennen seisahdusta, koska päivitettyjä layout-piirustuksia tarvitaan sen aikana tehtäviin muutoksiin.

Layoutin päivitys toteutettiin tulostamalla A3-paperille vanhasta layout-piirustuksesta kokoonpanoalueen koordinaatiston kolme ensimmäisen rivin pylvästä. Tulostuksessa käytettiin 1:100 mittasuhdetta eli kymmenen millimetriä paperilla vastasi yhtä metriä paikan päällä. Tämän jälkeen kuljettiin tehtaassa piirustuksista tulostetulle paikalle ja verrattiin piirustusta siihen, mitä siellä tänä päivänä on. Paperille tehtiin muutosmerkinät kuulakärkikynän ja viivoittimen avulla. Piirustuksiin ei merkattu liikkuvia eikä tavallisia roskisia pienempiä esineitä. Mittauksissa käytettiin Würth WDM 3-12 lasermittauslaitetta ja mittaustarkkuutena käytettiin 10cm. Mittauksen referenssipisteinä käytettävien pylväskoordinaattien etäisyydet toisistaan ovat itä-länsisuunnassa 12000mm ja pohjois-eteläsuunnassa 23450mm.

Uusia soluja, jigejä ja monimutkaisempia laitteita, joita ei vanhentuneista piirustuksista löytynyt, ei mallinnettu erikseen. Niiden layout-piirustukset löytyivät yrityksen projektikansioista, joista ne saatiin kopioitua päivitettyihin piirustuksiin. Yrityksen kansioista haetut layout-piirustukset sisälsivät yleensä jokaisen yksityiskohdan, joten niitä yksinkertaistettiin. Lisäksi solujen piirustukset muokattiin vastaamaan pääpiirustusten tyyliä. Joidenkin piirustusten etsimiseen kului hyvin paljon aikaa, koska ne olivat sijoitettuna välillä hyvinkin hajanaisesti eri kansioihin. Haasteeksi osoittautui myös osastolla muutuneiden solujen, jigien ja laitteiden nimet, joista ainoastaan aluepäälliköt tiesivät. Muutoksista ei siis varsinaisesti pidetä selkeää kirjaa, josta näkisi kronologisessa järjestyksessä tehdyt uudistukset.

Piirustusten päivittämissä projektin alettua tuli ilmi, että layoutien piirtämiseen ei ole mitään varsinaista standardia tai ohjeistusta. Tämä huomattiin, kun piirustuksia alettiin käsitellä paikan päällä tehtyjen mittausten ja vertailujen jälkeen. Piirustusten luominen

ja ylläpito on tähän mennessä suunniteltu siten, että jokaisen tuotanto-alueen suunnittelijan tulisi hoitaa oman alueensa layoutia. Layoutiin tehtävät muutokset toteuttaa usein joku alihankkija, joka tekee myös piirustukset uudistuksista. Tästä johtuen lähes jokainen erillinen viitekuva, solu ja osat tuotantolinjoista olivat erinäköisiä. Opinnäytetyön tekijällä ei ollut ennen tätä projektia kokemusta layout-piirustusten tekemisestä, joten mallia olemassa olevista piirustuksista oli hankala ottaa.

Layout-piirustusten uusien versioiden lähtökohdaksi asetettiin se, että niiden tiedostokoko koitetaan saada mahdollisimman pieneksi, jotta niitä olisi helpompi käsitellä. Liian raskaat tiedostot alkavat helposti jumittamaan CAD-ohjelmassa, eikä niitä välttämättä saa muutettua PDF-muotoon ennen kuin ohjelma kaatuu liian suuren tiedoston muuntamisen takia. Piirustuksia päivitettäessä päätettiin myös vaihtaa yksityiskohtaiset laitepiirustukset yksinkertaisempiin valmiiksi tehtyihin symboleihin, joihin voi myöhemmin lisätä tarkemmat laitetiedot. Joidenkin piirustusten kohdalla päästiin 5000 kilotavun tiedostokoosta jopa 200 kilotavuun.

6.2 Aiheen kartoittuminen

Layout-piirustuksia päivitettäessä kehitettiin jonkinlainen standardikompromissi olemassa olevien piirustuksien pohjalta. Piirustuksien selkeyden vuoksi on niiden tyylin oltava samanlainen. AutoCAD -ohjelmalla tehtäessä piirustuksia, on aina määriteltävä mm. käytetyn viivan väri, joka on hyvä olla sama, kuin muilla samankaltaisilla objekteilla. Tästä kehkeytyi ajatus layout-ohjeistuksen tekemisestä. Ohjeistus, joka määrittäisi kaikkien objektien ominaisuudet suunnitteluohjelmassa ja tavan, joilla niitä tehdään. Näihin tapoihin kuuluu layereiden eli tasojen, blockien eli symboleiden ja nimeämiskäytäntöjen määrittäminen.

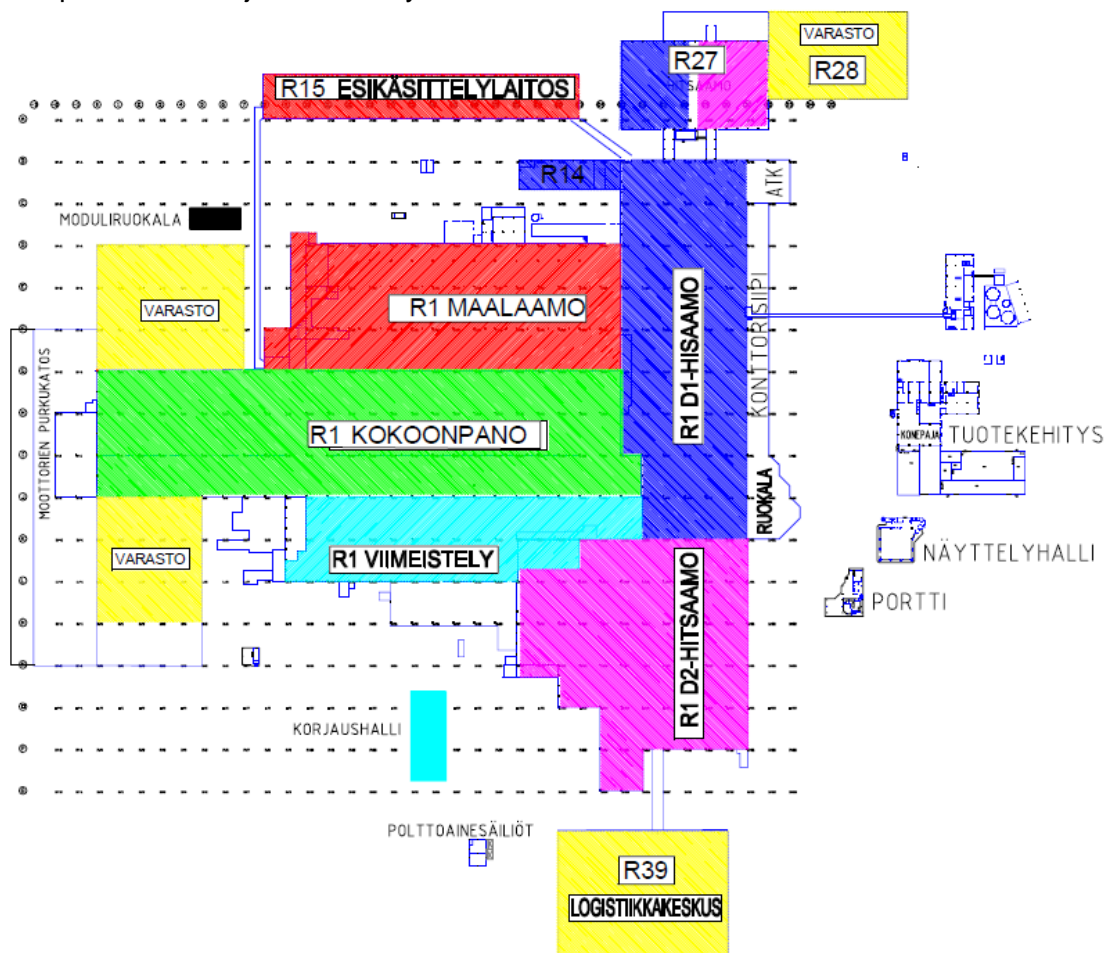
Suunnitteluohjelmalla kun tehdään piirustuksia, määritellään aina käytettävät tasot. Jos tasoja ei erikseen lisätä, jäävät kaikki viivat 0-tasolle, jota ei voi poistaa tai piilottaa. Kun ohjelmalla piirretään viiva, kuuluu se aina jollekin tasolle. Esimerkiksi piirustus robotista piirretään ennalta määritetylle robotti-tasolle. Toinen asia mitä tasoille määritetään nimen lisäksi on väri. Värikoodatut tasot on helppo erottaa toisistaan, kun piirustuksessa on monta viivaa. Monimutkaisissa piirustuksissa on pakko käyttää eri värejä kuvaamaan eri asioita, koska muuten kuvasta olisi hyvin vaikea saada selvää. Jos piirustukseen määritellään esimerkiksi tuotantolinjat punaisiksi ja kaikki muut asiat valkoisiksi, saadaan tuotantolinja erottumaan selkeästi kuvasta.

Layout-ohjeistuksen laatimista esiteltiin layoutista vastaaville suunnittelijoille palaverissa. Monet olivat sitä mieltä, että sellainen olisi hyvä olla olemassa. Lopullisen myöntävän päätöksen aiheelle teki kohdeyrityksen kiinteistöyksikön layout-suunnittelija, joka toimi opinnäytetyöprojektin tukihenkilönä kohdeyrityksessä. Ohjeistuksen rakenne alkoi hahmottua jo pian sen tekemisen aloittamisen jälkeen ja samaan aikaan toteutettavana ollut tiedostonimien vaihto kansainvälisempään muotoon eli suomesta englantiin saatiin myös lisättyä ohjeistukseen.

Kun ohjeistus alkoi olla jo konseptivaiheessa, alkoi ohjeistus –nimi tuntumaan epäsopi-valta kyseiselle dokumentille. Työn tavoitteeksi oli määritelty kuitenkin layout-piirustusten tekemisen ja päivittämisen helpottaminen sekä nopeuttaminen eikä pelkäs-tään vain yhtenäistäminen tai ohjeiden luominen. Näin ohjeistuksen nimi vaihdettiin aputyökaluksi, joka kuvaa paremmin dokumentin ominaisuuksia tavoitteiden täyttämi-seksi.

6.3 Tehtaan layoutin rakenne

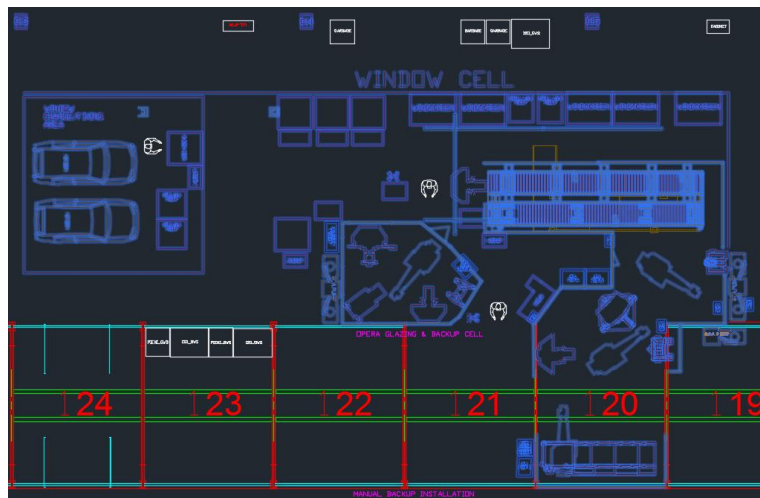
Koko tehtaan layout-piirustus on jaettu neljään eri osastoon; hitsaamoon, maalaamoon, kokoonpanoon ja logistiikkaan. Nämä yhdessä muodostavat koko autotehtaan layoutin. Alla olevassa kuvassa on esitettyä autotehtaan osastot. Viimeistelyosasto on osa ko-koonpano-osastoa ja esikäsittelylaitos on osa maalaamo-osastoa.



Kuva 13. Autotehtaan osastot (Laukkanen 2017).

6.3.1 Kokoonpanon layout

Kokoonpano-osaston layout koostuu kolmesta kokoonpanolinjasta ja niiden ympärillä olevista esikokoonpanoista. Kokoonpanolinjat on nimetty numeroin yhdestä kolmeen ja ne muodostavat ikään kuin s-kirjaimen 1-linjan kääntyessä 2-linjalle, joka taas kääntyy 3-linjalle. Suurimmat esikokoonpanoalueet ovat moottori- ja alustaesikokoonpanot. Näiden kahden lisäksi on useita pienempiä esikokoonpanoja. Näistä kokoonpanolinjat on mallinnettu suoraan kokoonpano-osaston layout-piirustukseen ja muut on lisätty siihen viitekuvina eli ne on mallinnettu erikseen omina layout-piirustuksinaan, jotka on myöhemmin liitetty pääpiirustukseen.



Kuva 14. Sinisellä korostettu solu liitetty viitekuvana kokoonpanon layout-piirustukseen 1-linjalla (Laukkanen & Siren 2018).

Kokoonpano-osaston layout-piirustus koostuu siis osista pienempiä piirustuksia. Tässä on etuna se, että kun suunnittelijat alkavat muokkaamaan osaa piirustusta, heidän ei tarvitse lukita koko tehtaan piirustusta. Tällä tavoin muut suunnittelijat voivat samaan aikaan työstää muita piirustuksia.

6.3.2 Muiden osastojen layoutit

Hitsaamon layoutin rakenne on periaatteessa samanlainen kuin kokoonpanon. Hitsaamon solut tulevat myös alihankkijoilta, joten heiltä saadaan myös layout-piirustukset niihin. Kokoonpano-osaston layout-piirustuksen ongelmat näkyvät myös hitsaamossa; molempien layout-piirustusten tyylit eroavat toisistaan. Hitsaamon layout-päivitysprojekti oli opinnäytetyön tekemisen aikana kokoonpanolayoutia edellä, joten sieltä otettiin muutamia ohjeistuksia apputyökaluun. Hitsaamosta otettiin robottien ja liimapumppujen yleissymbolit, sekä muutamien kohteiden värikoodit. Muiden osastojen layout-päivitysprojektit olivat sen sijaan enemmän jäljessä, joten niihin ei opinnäytetyön aikana puututtu.

7 APUTYÖKALU

Luvussa esitellään opinnäytetyön tuloksena syntynyt aputyökalu –dokumentti. Aputyökalun keskeisimpinä ominaisuuksina käsitellään sen ulkonäköä eli sisäistä asetelmaa, ohjeistusten rakennetta ja sisältöä sekä sen pohjimmaista toimintaperiaatetta. Lopussa paneudutaan aputyökalun testivaiheeseen, josta saatiin arvokasta palautetta sen kehittämiseen.

7.1 Ulkonäkö

Aputyökalun kehittäminen aloitettiin pohtimalla mille alustalle sitä aletaan rakentaa. Vaihtoehtoisiksi päätyivät PDF, Powerpoint, DWG (AutoCAD tiedostomuoto) ja Microsoft Word. Layout-piirustusten päivittämisen aikana huomattiin, että tiettyjä objekteja joutui kopioimaan useita kertoja toisista ja vanhoista piirustuksista uusiin. Tässä kohtaa heräsi ajatus koota objektit yhteen tiedostoon, jonka olisi oltava piirustusten kanssa samassa tiedostomuodossa, jotta niitä voisi hyödyntää suunnitteluohjelmassa. Näin aputyökalu-dokumenttia alettiin kehittää DWG-tiedostomuodossa, jota piirustusten tekemiseen käytettävä AutoCAD-ohjelmisto tukee.

7.1.1 Symboliruudukko

Osa objekteista oli jo valmiiksi muutettuna symboleiksi ja loput muutettiin myöhemmin. Objektin muuttaminen symboliksi tarkoittaa sitä, että sen piirustusviivat yhdistetään yhdeksi yksiköksi. Yksikköä voi muokata ainoastaan erillisessä symbolinmuokkaustilassa, mutta sen voi kuitenkin kätevästi kopioida ja siirtää toiseen piirustukseen. Kun objekteja alkoi kerääntyä enemmän, alettiin tarkemmin pohtimaan niiden asetelua. Pohdiskelun jälkeen päädyttiin ruudukkoratkaisuun, jossa jokaisella vaakarivillä on tietyn aihepiirin objektit. Esimerkiksi kaikki erilaiset kuljettimet ovat samalla rivillä ja eri kokoiset kaapit toisella rivillä. Tällainen ruudukko ei olisi onnistunut muilla harkituilla tiedostomuodoilla. Alla on kuva ruudukosta.



Kuva 15. Aputyökalun symboliruudukko.

Kaikki symbolit on pohjimmiltaan piirretty 0-tasolle. Tämä on tehty siitä syystä, että niitä on helpompi muokata jälkeenpäin eikä niistä aiheudu virheitä. Symbolit kuitenkin sijoitetaan piirustuksessa sitä kuvaavalle tasolle, kuten esimerkiksi moottorinkuljetuskärry sijoitetaan kärrytasolle. Näin symboleista on tehty mahdollisimman neutraaleja objekteja eikä suunnittelijan tarvitse kuin päättää vain taso, jolle se sijoitetaan. Ruudukon symboleille on myös esimerkkinä laadittu omat tasonsa, jotka myös kopioinnin yhteydessä siirtyvät uuteen piirustukseen prosessin nopeuttamiseksi. Symboliruudukon ympärille alettiin rakentaa aputyökalua. Ruudukon ylä- ja alapuolelle täydennettiin piirustusohjeet. Piirustusohjeet –osio käsittää kaikki tarvittavat ohjeet layout-piirustusten teknisten ominaisuuksien määrittämiseen. Piirustusohjeista löytyy järjestyksessä symbolien, värien, tasojen, nimitysten ja muiden pienempien asioiden ohjeet. Symboliruudukko on laitettu symbolien selityksen yhteyteen.



Kuva 16. Karkea kuvaus piirustusohjeiden rakenteesta symboliruudukon ympärillä.

7.1.2 Muut ohjeet

Piirustusohjeet -otsikon lisäksi aputyökalusta löytyy myös otsikot Ohjelmien ominaisuudet ja Sovelian käyttöohjeet. Ohjelmien ominaisuudet –otsikon alla on esittelytekstit AutoCAD suunnitteluohjelmalle ja Sovelia dokumenttien hallintaohjelmalle. Esittelyteksteissä kerrotaan ohjelmien hyödyllisistä ominaisuuksista ja AutoCAD osio sisältää käytövinkkejä helpompaan ja nopeampaan suunnitteluun. Tulevaisuudessa tähän osioon voi lisätä mahdollisesti uusien ohjelmien tai muita yrityksessä käytössä olevien ohjelmien esittelyitä.

Sovelian käyttöohjeet –osio sisältää kolmeen eri toimintoon ohjeet. Ensimmäinen ohje on Sovelian käyttöönotto, toinen on uuden dokumentin luonti ja kolmas on revisiointi. Ohjeet on asetettu ylhäältä alas edellä mainitussa järjestyksessä ja ne on eritelty värein ohjeiden erottamisen helpottamiseksi. Jokaisen ohjetekstin yhteyteen on lisätty kuva, joka auttaa hahmottamaan tekstin sisältöä. Ohjeista tuli melko pitkät tästä syystä, mutta samalla myös tarkat.

7.2 Toimintaperiaate

Aputyökalun toimintaperiaate on toimia layout-piirustusten piirtämisen ja päivittämisen tukena. Koska työkalu on samassa formaatissa kuin piirustuksetkin, voi siitä siirtää informaatiota työn alla olevaan dokumenttiin. AutoCAD –ohjelmassa kaikki piirustukset ovat auki välilehtinä. Näin aputyökalusta tulee myös yksi välilehti, kun sen avaa suunnitteluohjelmassa. Kun piirustusta aletaan työstämään ja tarvitaan aputyökalun symboleita tai ohjeita, voi sen siirtää erilliseksi ikkunaksi vaikka toiselle tietokoneen näytölle. Näin työskentelystä tulee sujuvaa ja työkalu on koko ajan suunnittelijan nähtävillä.

Aputyökalu on kuvassa aseteltu siten, että jokainen osio on selkeästi erillään muista. Tämän ansiosta jokainen osio on selkeä ja helppolukuinen. Käyttäessä työkalukuvaa on käyttäjän pakko pitää vain yhtä osiota kerrallaan näkyvissä. Sovelia-ohjeet on tehty siihen liittyvää koulutusta silmällä pitäen. Ohjeistuksen mukaan kaikki layout-suunnittelijat käyvät lyhyen kiinteistöyksikön järjestämän Sovelia-koulutuksen. Koulutuksessa on tarkoitus esitellä layoutien aputyökalu ja siinä olevat Sovelia-ohjeet muistin virkistämistä varten. Ohjelman käyttö kuitenkin sisältää paljon muistettavaa, joten ohjeista tehtiin hieman tarkemmat.

7.3 Testivaihe

Aputyökalun kehityttyä ensimmäiseen versioonsa, se annettiin muille testattavaksi. Työkalua ehti testaamaan vain pari henkilöä layout-suunnittelutiimistä ja yksi toisesta tiimistä, jolla oli aikaisemmasta työpaikasta kokemusta layout-piirustuksista. Aputyökaludokumenttia tehtäessä tiedettiin, että sitä ei tule käyttämään aivan uudet työntekijät, joten se tehtiin hieman pohjatietoa edellyttävällä tasolla. Testauksessa suunnittelijat saivat itsenäisesti kokeilla työkalua ja antaa palautetta milloin vain.

Pohjatietoa edellyttävällä tasolla tarkoitetaan sitä, että henkilö osaa perusteet layoutiin liittyvissä ohjelmissa eli AutoCAD:ssä ja Soveliassa. Yrityksessä myös järjestetään erikseen koulutusta kyseisten ohjelmien käyttämiseen.

7.3.1 Palaute

Testivaiheen ollessa käynnissä, layout-suunnittelijoilta kysyttiin suullista palautetta. Palautteen määrä oli vähäinen, mutta kuitenkin positiivinen. Palautteen myötä aputyökaluun lisättiin Sovelia-ohjeistus ja lisättiin tarkempia ohjeita layoutien nimeämiseen. Muuten aputyökalu sai positiivista palautetta erityisesti symboliruudukosta ja yleisesti muista ohjeista. Vertauskohteiden puute saattoi vaikeuttaa palautteen antamista, koska suunnittelutyöhön ei aikaisemmin ole tehty mitään ohjeistusta tai perehdytystä, johon aputyökalua voisi verrata.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää jokin keino, jolla saataisiin nopeutettua, helpotettua ja yhtenäistettyä layout-piirustuksia. Pääongelmana yrityksen layoutissa olivat vanhentuneet piirustukset, jotka piti saada nykyaikaan. Alun layout-piirustusten päivitysprojektin aika ilmeni myös, että piirustukset olivat vaikeaselkoisempia ja tiedostokooltaan suurempia kuin niiden olisi tarvinnut olla.

Tulokseksi saatiin kehitettyä tavoitteiden mukainen layout-piirustusten aputyökalu -dokumentti. Dokumentin kehitys alkoi, kun päivitysprojektin aikana ilmeni, että suunnittelijat joutuvat tekemään paljon ylimääräistä työtä. Heti kesken piirustusten päivittämisen alettiin rakentaa dokumenttia, jotta ylimääräistä työtä saataisiin vähennettyä. Tässä vaiheessa dokumentin tiedostomuodoksi valittiin sama, mitä suunnitteluohjelmakin käyttää, koska mitkään muut tiedostomuodot eivät olisi voineet tukea piirustusten laadintaa yhtä hyvin.

Projektin aikana sai hyvin tukea kollegoilta työkalun kehittämiseen ja se on ollut tervetullut lisä layout-suunnittelijoiden työn tekoon. Yrityksessä ei ennen tätä ole ollut minkäänlaista selkeää ohjeistusta tai standardia layoutien päivittämiseen. Aputyökalun kehittäminen suoritettiin suurissa osin projektin tekijän omien havaintojen perusteella, mutta ongelmakohtia ja toiveita saatiin kuitenkin jonkin verran selvitettyä. Omien havaintojen ja toisten suunnittelijoiden kertomuksien perusteella saatiin työkalua varten hyvä määrä tietoa, jotta aputyökalusta tulisi oikeasti hyödyllinen. Alaan liittyvää kirjallisuutta tuli myös kerättyä, jotta työn perusteet ja hyväksi havaitut tavat saatiin selvitettyä.

Suurin haaste teoriapohjan keräämiseen osoittautui lähes olematon määrä lähteitä koskien layout-piirustuksia. Kirjallisuutta löytyi kuitenkin layout-piirustukseen liittyvistä muista aiheista. Työn lopputulokseen vaikutti myös se, että opinnäytetyön kohdeyrityksessä ei ollut ennestään mitään erikseen tehtyä ohjeistusta liittyen layouteihin. Työ toimi siis samalla myös eräänlaisena pilottina työohjeiden tekemiseen. Tietoa opinnäytetyön tuloksena syntyneestä aputyökalu -dokumentista varten kerättiin lähinnä suullisesti ja ottamalla muistiinpanoja. Yrityksestä löytyi suunnittelijoita, joille oli jo kertynyt useampi vuosi kokemusta layout-piirustusten tekemisestä, joka helpotti dokumentin suunnittelussa ja päätöksenteossa koskien epävarmoja asioita.

Lopulta aputyökalu layoutien piirtämiseen paljastui juuri sellaiseksi tuotokseksi, jota yritys tarvitsi, sillä layoutien kanssa oli ollut pidempään jo ongelmana päivittämisen hitaus ja vaihteleva tyyli. Jatkossa on toivottavaa, että aputyökalu päätyy osaksi kaikkien layout-suunnittelijoiden rutiinia ja sitä kehitetään jatkuvasti tulevaisuuden haasteita vastaamaan, sillä aputyökalu on riippuvainen layoutin tulevasta kehityksestä ja muutoksista.

LÄHTEET

- Autodesk 2018. AutoCAD Mechanical –ohjelmiston ominaisuudet. Viitattu 16.7.18.
<https://www.autodesk.fi/products/autocad/included-toolsets/autocad-mechanical>
- Bryden, D. 2014. CAD and Rapid Prototyping for Product Design. Laurence King Publishing.
- Dolcemascoco, D. 2007. Achieving One Piece Flow. Viitattu 25.7.2018.
<https://www.emsstrategies.com/dd040107article.html>
- Hakanen, J. 2018. Tuotantolayout ylläpito-kaavio. Powerpoint. Valmet Automotive tuotantotekniikan osasto.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. p. edn, Infacs, Tampere.
- Länsi-Suomi 2016. Valmet Automotive rekrytoi 150 autonrakentajaa. Viitattu 25.7.2018.
<https://ls24.fi/uutiset/valmet-automotive-rekrytoi-150-autonrakentajaa>
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. WSOY, Porvoo ; Helsinki ; Juva.
- Laukkanen 2018. Haastattelu. Valmet Automotiven kiinteistöyksikön layout-suunnittelijaa Seppo Laukkasta haastatteli 22.05.2018 Alex Siren
- Laukkanen, S. & Siren, A. 2018. Factory Layout D GA Window cell. Viitattu 25.7.2018. Saatavilla Valmet Automotiven omalla verkkolevyllä: arkisto (K:) > Arkisto > Kiinteistödokumentit
- Laukkanen, S. 2017. Opaskartta. Viitattu 25.7.2018. Saatavilla Valmet Automotiven omalla verkkolevyllä: arkisto (K:) > Arkisto > Kiinteistödokumentit
- Pearson Education 2007. Cellular Layout Solution. Viitattu 25.7.2018.
<https://www.slideserve.com/dolan/process-layout>
- Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002. PDM : tuotetiedon hallinta, Edita, IT Press, Helsinki.
- Pere, A. 2009. Koneenpiirustus 1 & 2. [10. uud. p.] edn, Kirpe, Espoo.
- Rakenne-Rauma 2008. Valmet Automotive, Uudenkaupungin tehdas, pohjapiirustus. Viitattu 25.7.2018. Saatavilla Valmet Automotiven omalla verkkolevyllä: arkisto (K:) > Arkisto > Kiinteistödokumentit
- ScriGroup 2018. Production of Quality Goods and Services. Viitattu 25.7.2018.
<http://www.scrigroup.com/limba/engleza/105/Production-of-Quality-Goods-an65429.php>
- Slack, N., Brandon-Jones, A. & Johnston, R. 2016. Operations management. Eighth edition edn. Pearson Education. Harlow, United Kingdom.
- Softpedia 2018. AutoCAD Mechanical. Viitattu 25.7.2018.
<http://www.softpedia.com/get/Science-CAD/AutoCAD-Mechanical.shtml>
- Symetri 2018. Sovelia Engineering. Viitattu 16.7.2018. <https://www.symetri.fi/tuotteet-jaratkaisut/tuotteet/sovelia-engineering/>
- Transtutors 2018. Fixed Position Layout. Viitattu 25.7.2018.
<https://www.transtutors.com/homework-help/industrial-management/plant-layout/fixe-position-layout.aspx>

Valmet Automotive 2018a. Perehdytysopas toimihenkilöille. Viitattu 16.7.18. Saatavilla yrityksen intranetissä: plaza.valmet-automotive.com > Henkilöstö > Henkilöstöasiat > Ura ja perehdyttäminen

Valmet Automotive 2018b. Yritys. Viitattu 16.7.18. <https://www.valmet-automotive.com/fi/yritys/>

Valmet Automotive 2018c. Palvelut. Viitattu 23.7.18. Saatavilla yrityksen intranetissä: plaza.valmet-automotive.com > Strategiamme > Palveluntarjonta

Valmet Automotive 2018d. Materiaalikirjasto. Viitattu 23.7.18. Saatavilla yrityksen intranetissä: plaza.valmet-automotive.com > Työpaikkamme > Aineistot > Materiaalikirjasto

Valmet Automotive 2018e. Esitykset. Viitattu 23.7.18. Saatavilla yrityksen intranetissä: plaza.valmet-automotive.com > Työpaikkamme > Aineistot > Esitykset

Factory Layout Aputyökalu

