

Vesa Laukkonen

LAYOUTIN TOTEUTUS KOHDEYRITYKSEEN

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma

Kesäkuu 2012

TIIVISTELMÄ

Yksikkö Tekniikan ja liiketalouden yksikkö, Kokkola	Aika Kesäkuu 2012	Tekijä/tekijät Vesa Laukkonen
Koulutusohjelma Teknologiaosaamisen johtaminen – koulutusohjelma (ylempi AMK)		
Työn nimi Layoutin toteutus kohdeyritykseen		
Työn ohjaaja KTT Pekka Nokso-Koivisto Tkl Eero Pikkarainen		Sivumäärä [67 + 10]
Työelämäohjaaja DI Petri Vornanen		
<p>Tämän tutkimuksen toimeksiantaja oli Beamex Oy Ab. Tutkimuksen tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa tuotannon laajennuksen yhteydessä koko alueelle uusi layout. Layoutsuunnitelman perusteella muutettiin kokonaan tuotannon vanha osa rajoitteita lukuun ottamatta ja hankittiin uuteen osaan kaikki työpisteiden kalusteet.</p> <p>Tutkimus tehtiin toimintatutkimuksena. Tutkimusmenetelmänä oli osallistuva havainnointi ja kysely. Yrityksen sisälle perustettiin projektiryhmä ja henkilöstön edustajia oli myös mukana kehittämässä layoutia.</p> <p>Työn alkuosassa perehdytään logistiikkaan, tuotantotoiminnan tavoitteisiin, layout suunnittelun tavoitteet ja prosessit, layout tyypit sekä ergonomiaan.</p> <p>Työn keskiosassa esitellään tutkimuksen tekemisen taustaa.</p> <p>Työn loppuvaiheessa perehdytään tutkimuksen kulun vaiheisiin ja saavutettuihin tuloksiin, yrityksen asettamien rajausten mukaan. Tutkimuksella saatiin vastaus asetettuun tutkimusongelmaan.</p> <p>Layoutsuunnitelman toteutuksen onnistumisesta ja käyttökokemuksista tehtiin kahden kuukauden käytön jälkeen kysely kaikille työpisteiden käyttäjille. Tulosten perusteella työntekijät ovat melko tyytyväisiä toteutukseen, mutta myös parannuskohteita löytyi tulevaisuuteen.</p>		
Asiasanat Ergonomia, layout, logistiikka, solu, työpiste		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date June 2012	Author Vesa Laukkonen
Degree programme Master's Degree for Technology Competence Management		
Name of thesis Layout implementation for the target company		
Instructor Pekka Nokso-Koivisto Eero Pikkarainen		Pages [67 + 10]
Supervisor Petri Vornanen		
<p>This research was consigned by Beamex Oy Ab. The aim of this research was to plan and implement a new layout for the production (department) during the enlargement of the premises. Based on the layout plan, the old part of the production (department) was altered, bearing in mind its constraints and new furniture was purchased for the new part.</p> <p>The research was done as an activity analysis. The research method was participating observation and survey. A project group was established in the company and employees were also in the team developing the layout.</p> <p>The beginning of this thesis concentrates on logistics, goals of production, goals of layout planning and processes, types of layouts and ergonomics.</p> <p>The middle part of this thesis presents the background of the research work.</p> <p>The end of this thesis presents the phases of the research and the results based on the constraints given by the company. The research gave results to the commissioned task.</p> <p>After two months of use, all workers were asked what they thought about the new layout and what the experiences of the new layout were. Based on the results, the workers were for the most part content with the implementation, but also found some improvements for the future.</p>		
Key words Ergonomics, cell, layout, logistic, workstation		

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Beamex Oy Ab:lle, joka sijaitsee Pietarsaassa. Tutkimus on tehty oman työn ohessa. Se on ollut pitkä ja iso projekti yrityksen ja tekijän kannalta. Johdon yhteistyöllä ja henkilöstön mielipiteitä kuuntelemalla se saatiin valmiiksi ajallaan.

Haluan lausua kiitokset yrityksen johdolle ja haastatteluryhmän muille jäsenille sekä ulkopuoliselle asiantuntijalle Jouni Juutille. Suuri kiitos kuuluu tuotannon henkilöstölle oman työyhteisön kehittämisestä ja halusta parantaa sitä edelleen.

Erityiset kiitokseni esimiehelleni Petri Vornaselle, joka toimi Beamex Oy Ab:n puolesta valvojanani sekä koulutusohjelman vetäjälle Pekka Nokso-Koivistolle.

Ilman työnantajani Beamex Oy Ab:n tukea ja myönteistä suhtautumista tutkintoon johtavaan koulutukseen, tätä kehittämistehtävää olisi ollut mahdoton toteuttaa.

Vesa Laukkonen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 BEAMEX OY AB	3
2.1 Tuotteet lyhyesti	3
2.2 Suureet	6
3 LAYOUT	7
3.1 Logistiikka	7
3.1.1 Sisäinen logistiikka	8
3.1.2 Ulkoinen logistiikka	9
3.2 Tuotantotoiminnan tavoitteet	10
3.3 Layout suunnittelun tavoitteet	11
3.4 Layoutin suunnitteluprosessi	12
3.5 Layout-tyypit	13
3.5.1 Tuotantolinja	14
3.5.2 Funktionaalinen layout	14
3.5.3 Solulayout	15
3.5.4 Tuotetehtaat ja verstaat	16
3.6 Ergonomia	17
3.6.1 Ergonomia työpaikan suunnitteluprosessissa	17
3.6.2 Tilat ja ihmisten käyttäytyminen	18
3.6.3 Ergonomian suunnitteluperiaatteita ja ohjeita	19
3.6.4 Valaistus, ääniympäristö ja lämpöolot	27
4 TUTKIMUKSEN TEKEMISEN TAUSTAA	30
4.1 Layout-menetelmien kehittämismenetelmät	30
4.1.1 Tuotemääräanalyysi	32
4.1.2 Toimintoanalyysi eli riippuvuusmenetelmä	33
4.1.3 Liiketoiminnan nelikenttäanalyysi SWOT	34
4.2 Tutkimuksen menetelmät	36
4.3 Haastattelututkimus	39
4.4 Pohdintaa	41
5 TUTKIMUKSEN KULUN VAIHEET	42
5.1 Tutkimusmenetelmän valinta	42
5.1.1 Haastateltavat	42
5.1.2 Haastattelun kulku ja kysymykset	43
5.2 Nykytilanne	43
5.3 Tavoitteet	46
5.4 Tutkimuksen päävaiheet	47

6 TUTKIMUSTULOKSET	49
6.1 Tavoitteiden ja rajausten keskeisimmät tulokset	49
6.1.1 Tuotemäärä analyysi	52
6.1.2 Toimintoanalyysin tulokset	53
6.1.3 SWOT-analyysin tulokset	54
6.2 Uusi layout suunnitelma	55
6.3 Muutoksen toteutus	59
6.4 Kyselytutkimuksen tulosten yhteenveto	60
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	63
LÄHTEET	66
LIITTEET	68

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

Akkreditoitu	Valtuutettu
Kalibrointi	Toimenpiteet, joiden avulla spesifioiduissa olosuhteissa saadaan mittauslaitteen tai mittausjärjestelmän näyttämien tai kiintomitan tai vertailuaineen edustamien suureen arvojen ja vastaavien mittanormaaleilla toteutettujen arvojen välinen yhteys.
KET	Keskeneräinen tuotanto tarkoittaa tuotannossa olevia töitä, joihin on sitoutunut materiaalia ja työtä.
SWOT -analyysi	Työkalu, joka määrittelee yrityksen ja toimintaympäristön muutostekijöiden roolin. Sen tavoitteena on kartoittaa organisaation sisäiset vahvuudet (S) ja heikkoudet (W) sekä ulkoiset mahdollisuudet (O) ja uhat (T).
Fyysinen ergonomia	Keskittyy fyysisen toiminnan sopeuttamiseen ihmisen anatomisten ja fysiologisten ominaisuuksien mukaisiksi. Fyysinen ergonomia korostuu työympäristön, työpisteiden, työvälineiden ja työmenetelmien suunnittelussa.
Kognitiivinen ergonomia	Keskittyy järjestelmien ja niiden käyttöliittymien sopeuttamiseen vastaamaan ihmisen tiedonkäsittelyn ominaispiirteitä. Kognitiivinen ergonomia korostuu järjestelmien ja niiden käyttöliittymien (näytöt ja ohjaimet) ja tiedon esittämistapojen suunnittelussa.
Organisatorinen ergonomia	Keskittyy teknisen järjestelmän ja sosiaalisen järjestelmän yhteensovittamiseen. Organisatorinen ergonomia korostuu mm. henkilöstön, työprosessien, työkokonaisuuksien ja työaikajärjestelyjen suunnittelussa, ja se liittyy myös tuotannon ja palveluiden kehittämiseen sekä henkilöstön yhteistyön kehittämiseen.
5S	Systemaattinen työkalu, jolla pidetään tehdas ja työpiste hyvässä kunnossa. Työkalua käytetään tehdäkseen työpisteestä siistimmän ja turvallisemman sekä työtä yksinkertaisemman ja tyydyttävän.

1 JOHDANTO

Tämä tutkimus tehdään Beamex Oy Ab:lle, joka on maailman johtava kalibrointityön laatua ja tehokkuutta parantavien kalibrointijärjestelmien toimittaja. Jatkuvaa kasvua haetaan kansainvälisiltä markkinoilta kehittämällä korkealuokkaisia tuotteita asiakkaiden ehdoilla, myyntiin ja markkinointiin sekä tuotekehitykseen voimakkaasti panostaen. Yrityksen liikevaihto on kasvanut reippaasti viime vuosina, sitä myötä tuotteiden kysyntä on kasvanut ja tuotannon toimitilat ovat käyneet ahtaiksi.

Beamexin tietovirtoja, materiaalivirtoja ja jakelun suunnittelua varten myynti ennustaa tuotannolle viisi kvartaalia etukäteen lopputuotteiden kappalemäärät ja optiot. Tuotanto tekee ennusteiden ja tilauskannan perusteella nettotarvelaskennan tuotannonohjausta ja hankintaa varten. Lopputuotteilla on imuohjaus, puolivalmisteilla on varasto-ohjaus rakennetietojen perusteella ja loppukokoonpano-osilla on tilauspisteeseen perustuva ohjaus.

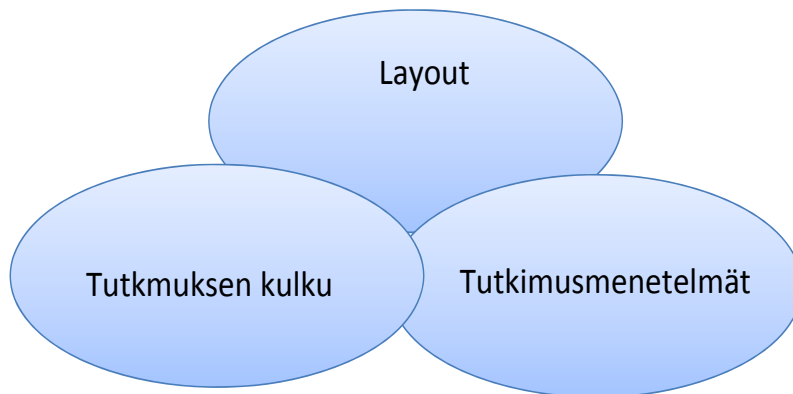
Nykyinen tuotantokapasiteetti ei riitä, vaan tulevaisuutta varten tarvitaan lisää resursseja kasvun toteuttamiseksi. Materiaalivirrat ja työpisteiden sijoittelu eivät ole nykytilanteessa riittävän selkeitä. Toinen havaittu ongelma on nykyisten työpisteiden puutteellinen ergonomia: työpöydän korkeutta ei voi säätää ja yksittäiset työpisteet ovat epäkäytännöllisiä.

Tyydyttääkseen voimakkaasti kasvavaa kapasiteettitarvetta, yrityksessä on käynnistetty projekti tuotantotilojen laajentamiseksi ja tuotannon uudelleen järjestämiseksi. Henkilöstön mielipiteet huomioidaan layout-suunnitelman tekemisessä.

Tämän tutkimuksen ongelma on, millaisella tuotantolayoutilla voidaan tyydyttää tulevien vuosien kasvutavoitteet. Reunaehtoina ovat, paljonko yritys kasvaa kolmessa vuodessa, mihin tuotteisiin kasvu kohdistuu sekä ergonomiaan ja tiedonkulkuun liittyvät tarpeet. Tuotanto ei saa häiriintyä merkittävästi layoutin muuttamisen vuoksi.

Työntekijöiden kokemuksia uusien tilojen käytöstä kerätään tekemällä sähköpostikysely kaikille tuotannon valmistaville työntekijöille.

Viitekehyksessä kuvion 1 mukaisesti käsitellään layoutia, tutkimusmenetelmiä ja tuotannon toimintatapaa, ja miten toteutettu uuden layoutin suunnittelu. Teoriaosiossa kerrotaan layoutin tutkimusmenetelmistä ja työkaluista.



KUVIO 1. Viitekehys

Tutkimuksen pääaine on hyvin laaja ja siihen kuuluu monta eri osa-aluetta. Tutkijan oikeudella olen rajannut layoutin suunnittelun ja toteutuksen ainoastaan tuotannon valmistuksen osaan. Logistiikka on rajattu sisäiseen logistiikkaan, ulkoinen logistiikka on rajattu pois. Ergonomiassa keskitytään fyysiseen ergonomiaan, ulkopuolelle jätetään kognitiivinen ergonomia ja organisatorinen ergonomia. Tutkimus keskittyy suunnittelemaan tuotemääräanalyysin, toiminto- ja SWOT- analyysin avulla annettujen tavoitteiden ja rajausten mukaisesti uusi layout tulevaisuus huomioiden.

2 BEAMEX OY AB

Beamex Oy Ab on perustettu 1975, ja se on kuulunut vuodesta 1984 lähtien Sarlin-konserniin. Henkilökuntaa oli 2011 tilikauden aikana Beamex Oy Ab:ssä Suomessa keskimäärin 93 henkeä.

Beamex Oy Ab on keskikokoinen yritys Pietarsaassa. Yritys kehittää, valmistaa ja markkinoi tuotteita ja palveluita prosessi-instrumenttien tarpeenmukaisen ja jäljitettävän mittatarkkuuden ylläpitämiseksi. Markkina-alueena on koko teollinen maailma. (Beamex Oy Ab, 2012.)

Beamex Oy Ab:n liikevaihto oli vuonna 2011 vajaa seitsemäntoista miljoonaa euroa, josta viennin osuus oli noin 94 %. Vienti suuntautui pääasiassa Euroopan teollisuusmaihin, Venäjälle ja Pohjois-Amerikkaan sekä eräisiin Kaukoidän maihin. Iso-Britanniassa Beamex markkinoi tuotteitaan oman tytäryhtiön Beamex Ltd:n kautta ja USA:ssa on oma tytäryhtiö Beamex Inc. Myynnin tukitoimistoja on Intiassa, Kiinassa ja Saudi Arabiassa. Muualla myynti ja markkinointi tapahtuvat edustajaverkon kautta. (Beamex Oy Ab, 2012.)

Beamex on saanut Tuottava Idea -palkinnon 1980, Pietarsaaren-seudun Yrittäjäpalkinnon 1985 ja Tasavallan Presidentin Vientipalkinnon 1989.

Beamexillä on ollut vuodesta 1992 lähtien laatujärjestelmäsertifikaatti, joka on auditoitu DNV ISO 9001:2008:n mukaisesti, vuodesta 1993 lähtien Mittatekniikan keskuksen akkreditoima kalibrointilaboratorio K026 ja vuodesta 2002 alkaen VTT:n myöntämä ATEX -hyväksyntä räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävien laitteiden valmistukseen.

2.1 Tuotteet lyhyesti

Beamexin tuotteet jakautuvat neljään eri tuoteryhmään; kenttäkalibraattoreihin, kalibrointiohjelmistoihin, kalibrointityöpisteisiin tarkoitettuihin kalibrointipöytiin, sekä

lämpötilatuotteisiin (mm. kuivalohkouunit ja lämpötila-anturit). Lisäksi yrityksen tarjontaan kuuluvat palvelut (integrointi, asennus, koulutus, huolto ja uudelleenkalibrointi).



KUVIO 2. MC6 -kenttäkalibraattori ja -kommunikaattori (Beamex Oy Ab, 2012)

Kuviossa 2 näkyy MC6 kalibraattori, joka on edistyneellinen ja erittäin tarkka kenttäkalibraattori ja -kommunikaattori. Se soveltuu paineen, lämpötilan ja erilaisten sähkösuureiden kalibrointiin. MC6 sisältää myös täydellisen HART-, FOUNDATION Fieldbus- ja Profibus PA -kenttäväyliin sopivan kenttäväyläkommunikaattorin. (Beamex Oy Ab, 2012.)



KUVIO 3. MC4 monitoimikalibraattori (Beamex Oy Ab, 2012)

Kuviossa 3 näkyy MC4 dokumentoiva monitoimikalibraattori. Yhdessä kalibrointiohjelmiston kanssa se muodostaa kalibrointijärjestelmän, josta saa kalibrointitodistukset automaattisesti.



KUVIO 4. MC5P-kalibraattori (Beamex Oy Ab, 2012)

Kuviossa 4 näkyy MC5P kalibrointityöpaisteisiin asennettava pääyksikkö, johon voidaan liittää erilaisia sähkö-, lämpötila- ja painemoduuleita (Beamex Oy Ab, 2012).



KUVIO 5. MC5-IS-monitoimikalibraattori (Beamex Oy Ab, 2012)

Kuviossa 5 näkyy MC5-IS ATEX -direktiivin mukainen monitoimikalibraattori. Se mahdollistaa toimimisen räjähdysvaarallisissa tiloissa, joissa voi esiintyä räjähtävää pölyä tai kaasua. (Beamex Oy Ab, 2012.)



KUVIO 6. FB -kuivalohkouuni (Beamex Oy, 2012)

Kuviossa 6 näkyy FB150-R kalibrintuuni. FB -uunit ovat teollisuuteen ja kenttäkäyttöön soveltuvia kuivalohkouuneja, jotka ovat kevyitä, tarkkoja ja nopeita. R-optiolla varustettuihin malleihin voi kytkeä ulkoisen referenssianturin.

2.2 Suureet

Akkreditoidun kalibrintilaboratorion K026 suureita ovat sähköiset suureet, paine ja lämpötila. Kalibrintilaboratorio on jaettu kahteen erilliseen tilaan: paine ja sähköiset suureet samassa huoneessa ja lämpötila omassa huoneessa. Molemmilla tiloilla on omat ilmastoinnit ja erilaiset vaatimukset olosuhteille.

Sähköisten suureiden alueet:

- DC jännite 0 ... 1000V
- DC virta 0A ... 1A
- Resistanssi 0Ω ... $10M\Omega$
- Taajuus 1Hz ... 1000MHz

Painealueet:

- Mittausalue 0,13bar abs ... 42bar ylipainetta, väliaineena ilma
- Mittausalue 1bar ... 1000bar, väliaineena öljy

Lämpötila on uusi suure Beamexin akkreditoidulle kalibrintilaboratoriolle. Sen lämpötila-alue on, -80°C ... 660°C . Kalibrointia voidaan tehdä kuivalohkouuneille, Platinaantureille sekä termoelementeille.

3 LAYOUT

3.1 Logistiikka

Logistiikka käsitteenä on syntynyt materiaalitalouden ja kuljetustalouden perillisenä kuvaamaan materiaalien hyödykkeiden toimittamiseen liittyviä koordinoitavia tehtäviä. Näiden tehtävien kunnialla hoitaminen vaatii tuotannon, raaka-ainevirtojen, jakelun, palveluiden, informaatio- ja rahavirtojen ym. kokonaisvaltaista osaamista ja kokonaisuuksien ymmärtämistä. Samalla on kehitettävä johtamistaitoja, analysointi- ja ratkaisukykyä ja seurattava yhteiskunnan, lainsäädännön ja kilpailun sekä nykyisten ja mahdollisesti tulevien yhteiskumppanien kehitystä. (Karrus 2001, 12–13.)

Logistiikka voidaan määritellä seuraavasti:

Logistiikka on materiaali- ja tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huollon- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäpalveluiden sekä asiakaspalvelun ja –suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä. (Karrus 2001, 13.)

Nykyaikainen logistiikkakäsitys yhdistää yrityksen useita eri toimintoja, joita ovat ostot, tuotanto, jakelu ja markkinointi. Ne yhdessä muodostavat toimivan kokonaisprosessin. Tällöin logistiikka ikään kuin leikkaa läpi yrityksen perinteisten toimintojen joukon ja muodostaa oleellisen osan yrityksen arvoketjusta. Arvoketju koostuu niiden toimintojen ketjusta, joilla yritys tuottaa lisäarvoa ja kilpailee toimialallaan muiden asiakkaille arvoa tuottavien yritysten joukossa. (Karrus 2001, 14.)

Logistiikassa tunnetaan kaksi perusvirtaa, fyysinen materiaalivirta ja informaatiovirta. Informaatiovirta ei ole yksisuuntaista, se on vuorovaikutusta asiakkaan ja tuottajan välillä. Tuottaja ottaa yhteyttä potentiaalisiin asiakasryhmiin. Silloin se tekee markkinatutkimusta, jotta voisi vastata tuotteillaan kysynnän tarpeisiin. Informaatiovirta on logistisista virroista tärkein, sillä sen avulla ohjataan yhtäältä koko materiaalien toimitusketjua raaka-ainelähteeltä loppukäyttäjälle, ja toisaalta loppukäyttäjältä materiaalilähteelle palautuvia maksusuorituksia. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 14.)

Logistisen yrityshallinnon tavoitteena on informaatio – ja materiaalivirtojen järjestäminen mahdollisimman tehokkaaksi kokonaisuudeksi. Sillä tarkoitetaan sitä, että tiedon sekä materiaalin siirto tapahtuu ilman viivytyksiä ja oikeaan osoitteeseen. Tämä on koko yrityslogistiikan kulmakivi kun se hallitaan. Yritys voi tällöin antaa omistajilleen parhaan mahdollisen tuoton. (Hokkanen ym. 2011, 50.)

3.1.1 Sisäinen logistiikka

Yrityksen omaan tuotantoon ja tuotantotapaan voimakkaasti perustuva materiaaliajattelu kohdistaa päähuomion yrityksen sisäiseen logistiikkaan. Sisäisessä logistiikassa toiminta ja päätökset keskittyvät yrityksen omaan tuotantoon. Sen ympärillä on tavarantuotantoa, palveluita ja myyntiä. Samalla varastoinnista tulee päämekanismi tuotannon häiriöttömyyden takaamiseen. (Karrus 2001, 21–22.)

Varastosta voidaan erottaa kaksi tärkeää toimintaa, varastointi eli säilytys ja materiaalien käsittely. Nämä toiminnot voidaan erottaa kaikissa varastoissa. Materiaalin käsittelyllä tarkoitetaan tavaroiden purkamiseen, siirtelyyn ja lähettämiseen liittyviä toimintoja. (Hokkanen ym. 2011, 130.)

Materiaalin ohjauksen tavoitteena on varmistaa ostettujen raaka-aineiden ja osien saatavuus sekä myyntivalikoimaan kuuluvien tuotteiden toimituskyky. Sen tavoitteena on myös toteuttaa hankinnat tai oma valmistus niin optimaalisesti, että vaihto-omaisuudesta ja hankinnasta aiheutuva työ jää mahdollisimman pieneksi. Materiaalin ohjauksen tavoitteet liittyvät työn ja pääoman tuottavuuteen ja tilankäytön tehokkuuteen. (Sakki 2009, 115.)

Valmistustoiminnassa on olemassa kaksi erilaista materiaalin ohjauksen menetelmää. Toinen perustuu materiaalitovelaskentaan ja toinen imuohjaukseen. Imuohjaus perustuu paljolti tämän hetkiseen tarpeeseen. Tulevaa tarvetta ei siinä paljon mietitä tai ennakoita. Materiaalitovelaskenta pohjautuu tuleviin tarpeisiin. Ennustamisella on siinä tärkeä rooli. (Sakki 2009, 127–128.)

Materiaalitarpeiden ennakointiin perustuvaa menetelmää kutsutaan työntöohjaukseksi (push-system). Siinä päätökset materiaalivirtojen kulusta tuotannon läpi tehdään keskitetysti ja tavarat siirretään seuraavaan valmistusvaiheeseen. Keskeinen työkalu suunnittelussa on materiaaltarvelaskenta (MRP, material requirements planning). Sen avulla eri valmistusvaiheessa tuotettavat määrät suunnitellaan kerralla lopputuotteen myyntiennusteiden, tuotteiden rakennetietojen ja kulloistenkin varastomäärien pohjalta. (Sakki 2009, 128.)

Imuohjaus liittyvä käsite JIT (just-in-time) syntyi alkujaan japanilaisessa autoteollisuudessa. Se konkretisoituu Kanban -kortteissa, joiden avulla kokoonpanon työvaiheet tilaavat tarvittavan määrän osia edelliseltä työvaiheelta. Se vaikuttaa myös hankintatoimintaan ja ulkopuolisiin osatoimittajiin. JIT- valmistuksen yksi tavoite on pienemmät keskeneräiset työn varastot. Sen johdosta varastoimisen kulut alenevat ja varastotilaa tarvitaan vähemmän. (Sakki 2009, 129.)

3.1.2 Ulkoinen logistiikka

Huolinta on ulkomaankauppaan ja kansainvälisiin kuljetuksiin liittyvää toimintaa. Kansainvälistymisen ja laajentuneiden markkina-alueiden myötä huolinnasta on tullut tärkeämpi osa logistista ketjua. (Hokkanen ym. 2011, 119.)

Kuljetustenohjaus on varastonohjauksen ohella logistisen ohjauksen tavanomaisin osa-alue. Sillä pyritään saamaan toimitukset oikea-aikaisesti oikeaan osoitteeseen mahdollisimman kustannustehokkaasti. Kuljetustenohjauksella varmistetaan asiakkaalle paras aika-, paikka- ja kustannushyöty. (Hokkanen ym. 2011, 191.)

3.2 Tuotantotoiminnan tavoitteet

Tuotantotoiminta pitää sisällään kaiken sen, mitä prosessilta vaaditaan koko sen elinkaaren ajan. Näitä toimintoja ovat:

- markkinointi sisältäen ne osa-alueet, joissa määritellään tuotteeseen tulevat asiakaskohtaiset räätälöinnit
- valmistaminen, eli osa-alue, jossa raaka-aineet muutetaan tuotteiksi
- logistiikan suunnittelu ja sen toteutus
- materiaalin hankinta.

Tuotannon tärkein tavoite on kustannustehokkuus, eli valmistaa laadukkaita tuotteita mahdollisimman pienin kustannuksin ja mahdollisimman lyhyessä ajassa niillä resursseilla, mitä tuotannolla on käytettävissä. Näitä resursseja ovat mm. työ, pääoma, aika, materiaalit, tieto ja taito sekä kaikki muu toiminta mitä vaaditaan tuotteen aikaan saamiseksi. Lisäksi tuotannolta vaaditaan joustavuutta yllättävien ja ennakoimattomissa olevien tilanteiden varalta sekä kykyä valmistamaan tuotteet aikataulujen mukaisesti. Tuotantostrategiset päätökset ja siellä määritellyt kilpailutekijät antavat suunnan tuotantotoimien toteuttamiselle. Tuotantostrategia määriteltessä yritykselle luodaan usein menestystekijät, joilla yritys haluaa menestyä kilpailussa ja täyttää asiakkaan tarpeet. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 357–358.)

Kustannustehokkuus varmistetaan tehokkaalla resurssien käytöllä sekä minimoimalla toimintaan sitoutunutta pääomaa. Virheettömällä tuotantoprosessilla ja täyttämällä asiakkaan tuotteelle sekä liiketoimelle asettamat vaatimukset varmistetaan tuotteen sekä palveluiden laatu. Tämä voidaan saavuttaa vain poistamalla tuotantoprosessista olemassa olevat tai mahdollisesti esiin nousevat virheet. Tällöin säästytään resursseja sekä rahaa kuluttavilta korjaustoimenpiteiltä. Tuotannossa esiintyvät virheet tulee eliminoida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ennen prosessin aloittamista, sillä mitä aikaisemmin virhe havaitaan, sen vähemmän siitä aiheutuu kustannuksia. (Haverila ym. 2005, 357.)

Tilausohjautuvassa (Make-To-Order) tuotannossa lyhyet läpäisyajat ovat erityisen tärkeässä asemassa. Lyhyen läpäisyajan tavoittelu tehostaa prosesseja sekä parantaa toiminnan laatua, saavuttaakseen nopeasti ja joustavasti toimivan tuotantoprosessin

yrittäjien on pakko kehittää toimintaansa. Joustavuuden ja nopeiden läpäisyajojen avulla yritys kykenee vastaamaan paremmin alati muuttuvan kilpailukentän tarpeisiin ja näin ollen yritys pysyy paremmin mukana kilpailussa. (Haverila ym. 2005, 358.)

3.3 Layout suunnittelun tavoitteet

Layoutilla tarkoitetaan kokoonpanojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, osa- ja loppukokoonpanopaikkojen, varastojen ja kulkureittien sijoittelua tuotantotiloihin.

Layoutsuunnittelussa on tiettyjä keskeisiä tavoitteita, joilla varmistetaan uuden layoutin toimivuus ja tehokkuus. Kun työpisteet ja varastot sijoitellaan järkevästi, samalla pystytään minimoimaan materiaalien ja tuotteiden kuljetuskerrat sekä kuljettamisesta syntyvät matkat. Tämä tarkoittaa myös sitä, että layoutin sijoittelussa pitää ottaa huomioon paitsi tuotantolaitteet ja varastot, myös tehtaan sisäisten palvelujen paikka. Tämä etenkin sellaisissa tilanteissa, joissa esimerkiksi loppukokoonpano tapahtuu solussa, mutta eri osat tai osakokonaisuudet tulevat muilta työpisteiltä tuotantolaitoksen sisältä. Sijoittelun avulla myös materiaalivirrat saadaan selkeiksi ja näin ollen tuotannonohjaus mahdollisesti myös helpottuu. (Haverila ym. 2005, 482.)

Layoutin mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet tulevaisuudessa pitää myös ottaa huomioon suunnittelussa. Tuotannon lisääntyminen tai väheneminen voi johtaa tilanteisiin, jossa ainoa mahdollisuus nopeaan vastaamiseen on tuotannon muuttaminen. Tällöin etenkin isojen, raskaiden ja vaikeasti siirrettävissä olevien koneiden ja laitteiden sijoittelun pitää olla valmiiksi harkittua. Ne eivät myöskään saa olla esteenä layoutin kehittämiseksi. (Haverila ym. 2005, 482.)

Lisäksi oleellisena asiana on työturvallisuuden huomioonotto yhdessä työtyytyväisyyden ja työergonomian kanssa (Haverila ym. 2005, 482).

Turvallisen ja ergonomisen ympäristön kanssa työntekijöiden tyytyväisyys ja motivaatio kasvavat, sairauspoissaolot vähenevät ja tuottavuus paranee (Euroopan työterveys- ja

työturvallisuusvirasto 2009). Kuitenkaan työntekijöiden mielipiteet eivät saa vaikuttaa liian paljon työympäristön suunnitteluun.

3.4 Layoutin suunnitteluprosessi

Layoutin suunnittelussa ensimmäisenä tulisi määritellä kokoonpanon kannalta tärkeimmät tekijät, joiden pohjalta layout-suunnitelma tehdään. Layoutin pitäisi olla tuotantostrategiassa tehtyjen linjausten mukainen ja näiden pohjalta tavoitteena on löytää organisaation toimintamalliin parhaiten sopiva layoutmalli. (Fogelholm & Karjalainen 2001, 62; Haverila ym. 2005, 475.)

Layout-suunnittelu pitää sisällään materiaalien kulkureittien, työpisteiden fyysisen sijoittelun sekä niiden käytettävissä olevan tilan suunnittelun. Suunnittelussa pyritään luomaan työskentelylle miellyttävät työpisteet, joissa työn tekeminen on helppoa ja tehokasta. Käytettävät apuvälineet ja työkalut voidaan sijoittaa joko keskusvarastoon, josta ne haetaan tarpeen mukaan tai jokaiselle työpisteelle luodaan omat työkalupisteet, joissa on pisteessä tehtävien töiden vaatimat työkalut ja apuvälineet. Työpisteiden suunnittelussa ja työkalujen paikoittamisessa voidaan käyttää apuna 5S menetelmää, jolloin tuottavuus kasvaa työpisteen selkeyden ja järjestelmällisyyden avulla. Onnistuneella layoutilla tuottavuus nousee ja tuotannon ohjaus helpottuu layoutin ja materiaalivirtojen selkeyden avulla. (Krajewski & Ritzman 1990, 296–297.)

Kokoonpanolle suunnitellut tuotantotilat eivät saa olla liian ahtaat, sillä ahtaat tilat voivat aiheuttaa mahdollisia vaaratilanteita sekä työn tekeminen vaikeutuu. Toisaalta liian isot tilatkaan eivät ole tarkoituksenmukaiset, sillä välimatkat pitenevät ja ylimääräisistä liikkeistä syntyy arvoa tuottamatonta toimintaa. Tilan määrä ja etenkin sen muokattavuus ovat näin ollen tärkeässä asemassa layoutsuunnitteluprosessissa.

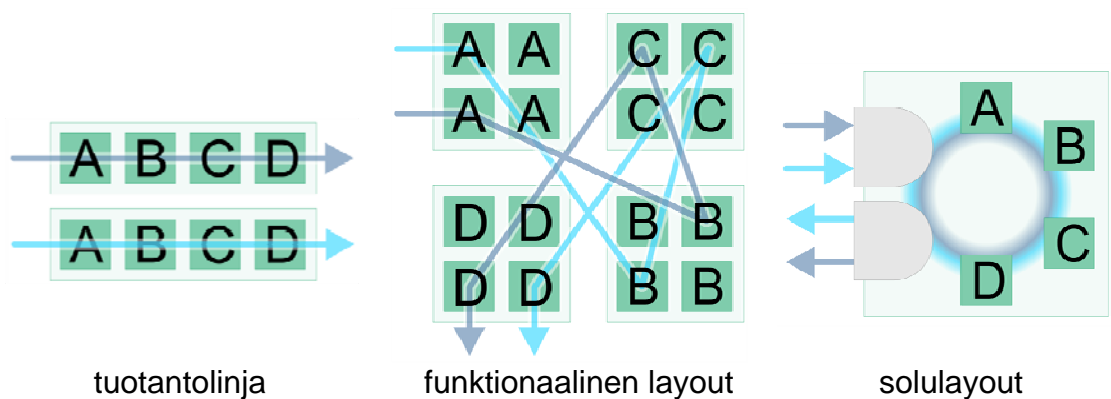
Kokonaiskuvan kannalta työpisteiden ja niiden kulkureittien suunnittelu on tärkeässä roolissa tuotantotiloja suunniteltaessa. Käytettävissä olevat tilat tulee hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla ja tuotannon materiaalivirtojen reitit tulee olla selkeät ja esteettömät. Tuotantostrategiset tekijät vaikuttavat materiaalivirtojen suunnittelussa, sillä eri

tuotantomallit vaikuttavat työpisteiden sijoitteluun ja näin ollen myös materiaalin kulkuun. Strategiset linjaukset ja tarpeet määrittelevät järjestelmän muokattavuuden sekä kuinka joustava toimintamallista ja järjestelmästä halutaan. (Krajewski & Ritzman 1990, 296–297.)

3.5 Layout-tyypit

Työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layout voidaan jakaa kappaletavara tuotannossa kolmeen päätyyppiin.

- Tuotantolinja layout
- Funktionaalinen layout
- Solulayout
- Tuoteverstaat. (Launis & Lehtelä 2011, 216.)



KUVIO 7. Layoutin perusmuotoja (mukaillen Launis & Lehtelä 2011, 217)

Kuviossa 7 on kuvailtu eri layout-tyyppien periaatekuvat. Yrityksen toiminnasta riippuen valitaan sopivin vaihtoehto. Samassa yrityksessä voi olla käytössä useampikin layout vaihtoehto, sen määrää tuotteen valmistusmenetelmä.

3.5.1 Tuotantolinja

Tuotantolinja layout on suunniteltu tuotteille, joiden työnkulku on jatkuvasti sama. Materiaalivirta kulkee pitkin linjastoa, kunnes materiaaleista valmistettu hyödyke on valmis toimitettavaksi eteenpäin. Ohjattavuus on helppoa, sillä materiaali kulkee juuri sovittua reittiä. Etuna saavutetaan suuri tuotevolyymi ja pienet yksikkökustannukset. Rajoittajina tekijöinä mainittakoon, että häiriön sattuessa se vaikuttaa koko tuotantolinjaan ja lisäksi eri tuotevariaatioiden määrä on rajoitettua. (Slack, Chambers & Johnston 2004, 212–213.)

3.5.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa samankaltaiset työvaiheet kerätään yhtenäisiksi ryhmiksi. Esimerkiksi vesileikkaus, taivutus, pesu ja maalaus keskitetään omiksi ryhmiksi. Huonona puolena on se, että materiaalivirrasta voi tulla hyvinkin monimutkainen ja jalostamaton työaika voi kasvaa korkeaksi. (Slack ym. 2004, 208.)

Funktionaalisisella systeemillä on etuja, joista merkittävin on suuri tuotejoustavuus. Systeemillä voidaan valmistaa kaikkea, mitä systeemin sisältyvillä resursseilla ylipäättänsä on valmistettavissa. Toinen etu on kapasiteetin käytön tehokkuus. Kolmas etu on ammattitaidon keskittyminen resurssiryhmään, joka parantaa osaamista. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 79.)

Funktionaalinen layout on johtanut erikoistumiseen ja monesti myös yksipuoliseen toistotyöhön, kun työnjaolla on niukasti erotettu toisistaan itse tuotantotyö ja suunnittelu, kunnossapito ja koneiden asetus. Työnjakoa muuttamalla on tuotantotyötä voitu suhteellisen helposti laajentaa ja rikastaa. (Launis & Lehtelä 2011, 218.)

Suurin negatiivinen piirre funktionaalisisessa toimintatavassa on huono ohjattavuus. Ohjaus on työlästä ja läpäisy silti hidasta. Tuotteet on ohjattava erilaisia reittejä pitkin prosessin läpi. Se merkitsee seuraavaa:

- runsaasti ohjattavia työpisteitä

- runsaasti ohjauspulsseja tuotteille
- yhteensä paljon hoitoja
- työasemille syntyviä jonoja
- pitkää läpäisyäikää
- monimutkaisen järjestelmän pitkän läpäisyn epävarmuutta, jolloin toiminta kärsii
- läpäisyajan seurauksena vaihto-omaisuus sekä KET kasvaa. (Lapinleimu ym. 1997, 80.)

Funktionaalisen systeemin huono ohjattavuus pahenee koon kasvaessa. Funktionaalisen systeemin ohjaus onnistuu, jos systeemi on riittävän pieni, arviolta 3-6 ohjauspistettä tai henkilöä. Funktionaalista toimintatapaa suositellaan käytettäväksi vain pieninä yksikköinä. (Lapinleimu ym. 1997, 80.)

3.5.3 Solulayout

Solulayout muodostaa itsenäisen, eri koneista ja työpaikoista kootun ryhmän, joka on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solun tuotannonohjaus on helppoa, koska tämä muodostaa vain yhden kuormituspisteen. (Launis & Lehtelä 2011, 217.)

Solulayout pitää sisällään ajatuksen monipuolisesta ja kokonaisvaltaisesta työtehtävästä. Niissä keskeinen periaate on, että kukin työntekijä hoitaa itsenäisesti jonkin tuotteen tai osakokonaisuuden valmistuksen. Tehtäviin kuuluu suunnittelua, valmistusta ja erilaisten työvaiheiden tekemistä, ja tuloksena on usein niin sanottu kokonaisvaltainen merkityksellinen työkokonaisuus. (Launis & Lehtelä 2011, 218.)

Solujen läpivientiajat ovat huomattavasti lyhyemmät verrattuna funktionaaliseen layoutiin. Materiaalivirta on selkeä eikä välivarastoja ole. Solu pystyy valmistamaan sille suunniteltuja tuotteita joustavasti. Asetusajat tuotteen vaihtuessa ovat lyhyet. Solu joustaa paremmin kuin tuotantolinja ja on tehokkaampi kuin funktionaalinen järjestelmä oman tuoteryhmänsä puitteissa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 477–478.)

Tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella suuresti. Tuotteita valmistetaan pienissä sarjoissa tai yksittäiskappaleina. Tuotannon ohjaus on helppoa, koska solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen. (Haverila ym. 2009, 478.)

Laadunvalvonta on helppoa, koska valmistusvaiheet suoritetaan peräkkäin samalla alueella. Virheiden löytäminen ja korjaaminen on helppoa. Koneiden ja laitteiden kuormitus voi vaihdella huomattavasti keskenään, keskimääräisesti ne jäävät matalammiksi kuin tuotantolinjalla. Solu layout on herkempi kuormituksen vaihteluille ja tuotevalikoiman suurille muutoksille kuin funktionaalinen layout. (Haverila ym. 2009, 478.)

Soluvalmistus lisää työntekijöiden motivaatiota ja tuottavuutta, sillä solun ryhmä vastaa itse tehtävien suunnittelusta ja suorittamisesta. Työntekijät voivat itse vaikuttaa työnjakoon ja työtehtävien kierrättämiseen. (Haverila ym. 2009, 478.)

3.5.4 Tuotetehtaat ja verstaat

Suurten tuotantolaitosten toimintaa voidaan jakaa pieniin erikoisyksiköihin, kuten tuotetehtaisiin tai verstaisiin. Käsitettä verstaas ja verstaatus on aiemmin käytetty kuvaamaan tuotannon jakamista pieniin itsenäisiin yksikköihin. Nykyisin käytössä on termi tuotetehtas, varsinkin jos kyseessä on suurempi sisäinen toimittaja. (Haverila ym. 2009, 478.)

Tuotetehtas vastaa oman tuotteen tai osan valmistuksesta ja on täten itsenäinen organisaatioyksikkö. Tuotanto tapahtuu tuotteen tai valmistusteknologian mukaan. Tuotetehtaalla on usein oma johto jonka vastuulla on tuotannon ja materiaalitoimintojen suunnittelu. Tuotantotehtaassa työskentelee noin 30 – 100 henkeä. Tuotantotehtailla pyritään tuotteiden tuottavuuden nostoon ja yksinkertaiseen toiminnanohjaukseen. Tuotantotehtaan tuottavuuden nousu johtuu sen erikoistumiseen sekä selkeisiin talous-, tuottavuus- ja laatuvaatuksiin. Tuotannon kehittäminen ja automatisointi tulee kyseeseen valmistustehtävien toistuvuuden kasvaessa. Tuotetehtas on yritykselle sisäinen toimittaja jolta tilataan tarvittavat tuotteet ja täten ohjaus on helppoa. (Haverila ym. 2009, 479.)

3.6 Ergonomia

Ergonomia ymmärretään nykyään laajasti sekä ajattelutapana, soveltavana tutkimusalueena että käytännön toimintana. Se ilmenee suunnittelun periaatteina ja ohjeina sekä suunnittelumenetelminä ja kehittämistapoina, joiden tarkoituksena on muokata järjestelmät, laitteet, työtehtävät, työjärjestelyt ja ympäristöt käyttäjilleen sopiviksi. Lyhyesti sanottuna ergonomia on tekniikan ja toiminnan sovittamista ihmisille. (Launis & Lehtelä 2011, 19.)

Ergonomia voidaan määritellä tiivistetysti seuraavalla tavalla:

”Ergonomia tutkii ihmisen, työn ja tekniikan vuorovaikutusta ja tuottaa tietoja ja menetelmiä, joiden avulla järjestelmät, tehtävät ja ympäristö sovitetaan ihmisen ominaisuuksien, kykyjen ja tarpeiden mukaiseksi. Ergonomian tavoitteena on ihmisen turvallisuus, terveys ja hyvinvointi sekä toiminnan tehokkuus, laadukkuus ja sujuvuus.” (Launis & Lehtelä 2006, 12.)

Ergonomian periaatteena on tarkastella työtilannetta toiminnallisena kokonaisuutena. Työntekijän kuormittumiseen, työn sujuvuuteen, virheisiin ja tapaturmiin vaikuttavat sekä työntekijän ominaisuudet että työtehtävät, työvälineet, työjärjestelyt ja työympäristö. (Launis & Lehtelä 2006, 12.)

3.6.1 Ergonomia työpaikan suunnitteluprosessissa

Ergonomia on otettava huomioon suunnittelun kuluessa oikea-aikaisesti, siksi on tunnettava hankkeen suunnitteluprosessi. Ergonomiaan liittyy työtilojen, tuotannon ja hankintojen suunnitteluun. Käytännössä nämä prosessit vaihtelevat suuresti hankkeiden kohteen ja laajuuden mukaan. (Launis & Lehtelä 2011, 318.)

Tuotannon, tuotantotilojen ja työpaikkojen suunnittelussa ergonomian soveltamistavat riippuvat siitä, miten suunnittelu liittyy ja ajoittuu suhteessa meneillään olevaan tuotantotoimintaan. Ergonomian kannalta haastavinta suunnittelu on, kun kehitetään jotakin täysin uutta. Jos suunnitteluhanke tapahtuu vanhan tuotannon pohjalta, käytettävänä on runsaasti tietoa ja kokemusta uuden suunnittelun pohjaksi. Tavallinen toimintamalli on rajattu hanke jatkuvan tuotannon ohessa, esimerkiksi yksittäisen työpisteen uudelleensuunnittelu. (Launis & Lehtelä 2011, 321–322.)

Koneiden ja laitteiden hankinta on järjestelmien koosta riippuen investointihanke tai yksinkertaisempi valmiiden laitteiden hankintatilanne. Kaikki hankittavat laitteet eivät ole koneita, joita konemääräykset koskevat. Kyse voi olla työkaluista, työpistekalusteista tai apuvälineistä, joista työpaikka rakennetaan. Tällaisen kokonaisuuden määräystenmukaisuudesta ja ergonomisesta laadusta vastaa laitteiden hankkija. (Launis & Lehtelä 2011, 322–323.)

3.6.2 Tilat ja ihmisten käyttäytyminen

Fyysinen työympäristö ei ainoastaan luo puitteita työn tekemiselle, vaan samalla ohjaa toimintaa ja ihmisten sosiaalista käyttäytymistä, keskinäistä vuorovaikutusta. Työtilat ilmaisevat myös käyttäjien statusta tai identiteettiä. Ihmisillä on tarve hallita ja muokata ympäristöään. Tilat voidaan kokea voimakkaasti, niillä on vaikutusta viihtymiseen ja stressin syntymiseen. Tilakäyttäytymisen keskeiset käsitteet ovat henkilökohtainen tila, territorio, personalisointi, yksityisyys ja ahtaus. (Launis & Lehtelä 2011, 119.)

Henkilökohtainen tila on yksilön kokema fyysistä välimatkaa muihin ihmisiin. Se on kuin näkymätön kupla, joka ympäröi meitä ilman, että tiedostamme sitä. Henkilökohtainen tila tulee merkitykselliseksi vasta kanssakäymisessä muitten kanssa ja kun jonkun koetaan olevan liian lähellä. (Launis & Lehtelä 2011, 120.)

Territorio on omaksuttu käsite, jolla tarkoitetaan taipumusta oman tilan tai alueen haltuunottoon. Työpaikalla se tulee esiin siten, että kaikki tietävät, kenelle mikäkin tila tai paikka kuuluu. (Launis & Lehtelä 2011, 120.)

Personalisoinnilla tarkoitetaan tilan merkitsemistä tai koristelua itselle merkityksellisillä esineillä tai kuvilla. Näin haltija luo itselleen viihtyisimmän ympäristön, viestittää muille mielenkiintonsa kohteista, käsityksistään ja persoonallisuudestaan. (Launis & Lehtelä 2011, 120–121.)

Yksityisyydellä tarkoitetaan ihmisten tarvetta säädellä vuorovaikutustaan muihin ihmisiin. Yksityisyyttä säädellään työpaikalla huonetilan layout- ja pöytäjärjestelyillä, istumissuuntien valinnalla suhteessa muihin työntekijöihin ja oviaukkoihin, väliseinäkkeillä tai tilannekohtaisen oven auki tai kiinni pitämisellä. Yksityisyyden mahdollisuus on yksilön hyvinvoinnille tärkeää. Yksityisyyden puute on yleisin tyytymättömyyden aihe avokonttoreissa. (Launis & Lehtelä 2011, 121–122.)

Ahtaus on fyysisen ja psyykkisen tilan puutteen aiheuttama epämukavuuden tai stressin tuntemus. Ihminen kokee olonsa tukalaksi, mikäli hänen tarvitsemansa tilaan tai yksityisyyteen ei ole mahdollisuuksia. Ihmisen hyvinvointiin vaikuttaa myönteisesti, jos hän saa kokea voivansa vaikuttaa ympäristöönsä tai säädellä yksityisyyttään. Silloin myös ahtaus koetaan vähemmän haitallisena. (Launis & Lehtelä 2011, 122.)

3.6.3 Ergonomian suunnitteluperiaatteita ja ohjeita

Tilasuunnittelun tavoitteena on sujuva ja turvallinen toiminta. Tehokkuuteen ja taloudellisuuteen pyritään vähentämällä kuljetus- ja kulkutarvetta sekä hukkaneliöitä ja kuutiota. Useimmat tilasuunnittelun vaatimukset ovat samansuuntaisia turvallisuutta ja ergonomiaa koskevien suoritusten kanssa. Esimerkiksi lyhyet kuljetusmatkat merkitsevät paitsi tehokkuutta sekä vähäisempää työntekijöiden kuormittamista. Voi tulla myös ristiriitaa, esimerkiksi tilankäytön liiallinen tehostaminen johtaa kapeisiin kulkuväyliin, joilla liikkuminen vaikeutuu ja tapaturman vaara kasvaa. (Launis & Lehtelä 2011, 129.)

Tilasuunnittelun perusta on tilassa tapahtuva toiminta. Työskentely ja liikkumistilojen järjestäminen tarkoituksenmukaisesti edellyttää, että työ- ja toimintaprosessi tunnetaan.

Varsinaisen tuottavan työn lisäksi on otettava huomioon työkalujen vaihto, varastointi, siivous, kunnossapito, häiriöiden poistaminen ja asiakkaiden vierailut. (Lehtelä 2011.)

Tilamuutosten tarve perustuu toiminnan muutoksiin: toiminta laajenee, supistuu tai organisoituu uudelleen, tai uutta teknologiaa otetaan käyttöön. Tilankäyttö voidaan myös haluta entistä taloudellisemmaksi tai tilat ovat rapistuneet. Työtilojen uudistaminen pitäisi aina perustua siihen, mitä toimintoja tiloissa tehdään tulevaisuudessa, toisin sanoen mihin yrityksen toimintaa suunnataan vähintään keskipitkällä tähtäimellä. Niinpä ennen tilasuunnittelua on suunniteltava tulevaa toimintaa ja määriteltävä sen vaatimuksia tiloille. Samalla saattaa selvitä, että jotkut vanhat työtavat ovatkin johtuneet vanhoista tilaratkaisuista. (Launis & Lehtelä 2011, 130.)

Kun kyseessä on uusien tilojen hankinta, vaiheet tapahtuvat peräkkäin, jotka ovat toiminnan vaatimukset, tilasuunnittelu ja tilojen hankinta. Monesti on kyse vanhan rakennuksen uudelleenkäytöstä. Silloin tilasuunnittelu on ahtaalla, kun toiselta puolelta painavat toiminnan vaatimukset ja toiselta rakennuksen rakenteet. Toiminnan vaatimukset ja tilasuunnittelu ovat peräkkäin, mutta on otettava huomioon niihin vaikuttavat rakennuksen rajoitteet. (Launis & Lehtelä 2011, 130.)

Olipa toiminnan ja tilojen suunnittelu miten perusteellista tahansa, niin muutoksiin on aina varauduttava. Toiminnassa ja organisaatiossa voi tapahtua muutoksia muutaman vuoden välein, mutta rakennukset pysyvät pystyssä vuosikymmeniä. Silloin myös tilojen joustavuus on tavoitteena. Esimerkiksi tiloja olisi voitava käyttää moniin tarkoituksiin ja niitä olisi voitava helposti muunnella. Jo rakennusta suunniteltaessa pitäisi olla pohdittuna laajennusmahdollisuudet ja laajentamisen vaikutukset aiempien tilojen käytölle. (Launis & Lehtelä 2011, 131.)

Työtilat ja kulkutiet

Työtilojen sisäisen järjestyksen määrää tuotantoprosessi tai käytetty tuotantotapa. Ergonomian näkökulmasta voidaan antaa seuraavat ohjeet:

- Suunnitellaan tilajärjestelyt toimintaketjun mukaan, esimerkiksi peräkkäiset työpisteet sijoitetaan lähekkäin, jolloin kuljetustarve on vähäinen. Edestakaista

kuljetusliikennettä vältetään.

- Otetaan huomioon yhteydenpidon tarve työpisteiden välillä (näkö ja kuuloyhteys), jolloin palaute saadaan nopeasti ja tehokkaasti.
- Järjestetään tiloihin joustavuutta ja muunnettavuutta. Näin esimerkiksi toimintatapojen tai koneiden muuttuessa myös tilankäyttö voidaan muuttaa ja välttää siihen hankalia työasentoja ja liikkeitä työpisteissä tai ihmisvoimin tapahtuvia kuljetuksia.
- Laajennusten ja muutosten mahdollisuudet, tarpeet ja vaikutukset otetaan tilasuunnittelussa jo ennalta huomioon.
- Vältetään pystysuuntaisia lihasvoiman tehtäviä kuljetuksia, koska ne ovat aina fyysisesti raskaita. Suuri kuormitushuippu voi syntyä pienestäkin esteestä, jos esimerkiksi pienipyöräisellä vaunulla siirretään suurta kuormaa kynnyksen yli. Portaita pitkin taakka joudutaan kantamaan useimmiten käsin, mikä voi olla hyvin kuormittavaa.
- Vältetään kuljetustavan vaihtamista, sillä se aiheuttaa turvallisuusriskin ja merkitsee usein raskasta tai toistuvaa fyysistä nostotyötä. Samalla kuljetustavalla viedään taakka yhtämittaisesti perille asti.
- Koneen ja työpisteen sijoituksen suunnittelussa otetaan huomioon myös aputilat ja toiminnot ja niistä aiheutuvat kuljetustarpeet. Oman tilansa vaativat esimerkiksi osien varastointi, valmiit tuotteet, apuvälineet, jätteet, huolto ja siivous.
- Tilojen ja laitteiden ominaisuudet valitaan niin, että normaali puhdistus sujuu ja myös häiriötiloissa esiintyvät päästöt voidaan siivota.
- Aputilat merkitään ja varustetaan tarvittavin kiinnitys- ja säilytysvälineisiin niin, että järjestyksenpito on helppoa.
- Varmistetaan, että varastointitilat ja laitteet ovat tukevia ja tavarat pysyvät paikoillaan. (Launis & Lehtelä 2006, 24–25.)

Ihmisten käyttämien kulkuteiden ja työtilojen mitoitus perustuu ihmisten mittoihin, mutta siihen vaikuttavat myös työskentelyn tarpeet ja turvallisuustekijät (Launis & Lehtelä 2011, 138).

Taulukossa 1 annetaan ihmisten käyttämille kulkuväylille soveltuvat ohjeavot. Kuljetukset ja kulkeminen on luonnollisesti helpointa, kun liikutaan vain samassa tasossa.

TAULUKKO 1. Henkilökulkuteiden ja koneiden huoltotasojen leveysmitoitus (mukaillen Launis & Lehtelä 2011, 138)

kulkutilanne	leveys (mm)
normaalitilanne, suositus	800
normaalitilanne, minimi	600
satunnaisessa käytössä lyhyellä matkalla	500
useampia kulkijoita kerralla	1000
poistumistie max 120 hengelle	1200

Kulkuväyliä mitoittaessa on tarkistettava, että kulkuväylän vieressä ei ole vaarakohtia. Tarvittaessa suojaetäisyyttä voidaan säädellä erilaisilla seinärakenteilla. (Launis & Lehtelä 2011, 139)

TAULUKKO 2. Henkilökulkuteiden korkeusmitoitus (mukaillen Launis & Lehtelä 2011, 139)

kulkutilanne	korkeus (mm)
normaalitilanne, minimi	2100
satunnaisessa käytössä tai lyhyellä matkalla (esim. ovi)	1900
rapuissa (rapun etureunasta ylöspäin mitattuna)	2300
kulkuväylän yläpuolella vaarakohta	2500
kulkuväylän yläpuolella merkittävä vaarakohta (esim. takertumismahdollisuus kuljettimeen)	2700

Taulukossa 2 esitellään kulkuteiden korkeussuosituksia. Mikäli on turvallisuusriskejä, ne kannattaa ottaa huomioon.

Työpisteen mitoitus

Työpisteen tarkoituksenmukaisella järjestelyllä ja mitoituksella vaikutetaan ratkaisevasti työnteon mukavuuteen sekä toiminnan sujumiseen ja tehokkuuteen. Työpisteen mitoittamisen lähtökohtana on tehtävään sopivin asento, jossa tarvittavat liikkeet voidaan suorittaa tehokkaimmin ja helpommin ja jossa tarvittavat katselukohteet voidaan havaita vaivattomasti. Toinen on käyttäjien kehon mitat ja niiden vaihtelu. Työpisteen järjestelyt ja mitoitukset liittyvät saumattomasti koko tilan järjestämiseen ja kalusteiden valintaan. (Launis & Lehtelä 2011, 147.)

Hyvässä työtilassa on ikkuna, sopiva lämpötila, toimiva ilmanvaihto ja tarkoituksenmukainen valaistus. Työturvallisuuslaissa ei määritellä tarkasti työtilojen vaatimuksia. Tilojen tulee olla turvalliset, terveelliset ja tarkoitukseensa sopivat. Työhuoneessa tulee olla tarpeeksi tilaa työntekijän työskentelyä ja liikkumista varten. Lisäksi työhuoneessa täytyy olla työn laatuun nähden riittävästi ilmatilaa, vähintään 10 m³ kutakin työntekijää kohden. Työhuoneen korkeudesta otetaan huomioon ilmatilaa laskettaessa enintään 3,5 m. Työtilan vähimmäiskorkeus on 2,5 m. Välillistä luonnonvaloa saava työhuonetila voidaan sallia, jos valoa saadaan riittävästi. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota työtilan viihtyvyyteen ja tehtävän työn luonteeseen. (Työsuojelu 2012b.)

Näiden lähtökohtien määrittämiseksi on selvitettävä toimintakokonaisuus, työtehtävät ja käyttäjäkunta.

Toimintakokonaisuudessa on työpistesuunnittelua varten selvitettävä muun muassa:

- mitä tehtäviä ja oheistehtäviä työpisteessä tehdään
- miten materiaalia käsitellään työpisteessä, minkälaiset varastointi- ja puskurialueet tarvitaan
- mitä laitteita, välineitä, tarvikkeita tai varusteita työpisteessä käytetään
- millaista yhteistyötä ja kommunikointia työ edellyttää, ja miten se otetaan huomioon työpisteiden järjestelyissä ja sijoittamisessa
- mitkä ovat huollon ja siivouksen vaatimukset työpisteessä (päästävyys kohteisiin)
- millainen tila on käytettävissä ja miten työpiste olisi sijoitettava esimerkiksi toiminnan ja valaistuksen kannalta seiniin, oviin, ikkunoihin ja yleisvalaistuksen nähden. (Launis & Lehtelä 2011, 147.)

Pöydät ja niiden varusteet

Pöytätyypin ja pöydän varusteiden valinta sekä pöydän koko riippuvat viime kädessä tehtävistä, työvälineistä, työkohteista, välineiden ja materiaalin säilytystarpeesta ja muista tapauskohtaisista erityisvaatimuksista. Laitteet ja tehtävät muuttuvat monesti, mutta kalusteet voivat olla pitkäikäisiä. Perusratkaisuja valittaessa on ajateltava niiden makautettavuutta odotettavissa oleviin muutoksiin. Lisäksi on ajateltava käyttäjien mahdollisuuksia itse järjestää ja muokata ympäristöä työtehtäviensä ja omien tarpeittensa ja vaatimustensa mukaisesti. (Launis & Lehtelä 2011, 166.)

Järjestelymahdollisuus

- Työntekijä voi tarpeen mukaan järjestellä työkohteiden sijoittelua (sekä työn vaatimusten mukaan että työasennon vaihtamiseksi).
- Luonteva katseen suunta työkohteeseen on 20–50 astetta alle katseen vaakatason. Esimerkiksi päätetyössä kuvaruudun tekstin yläreuna on tällöin 10–15 cm alle katseen vaakatason, kun kuvaruutu sijoitetaan 50–80 cm etäisyydelle katsojan silmästä (sopiva etäisyys riippuu näkökyvystä, kuvaruudun ja merkkien koosta sekä ruudulla olevasta informaatiosta).
- Eniten käytetty katselukohde on suoraan työntekijän edessä, jotta vältetään kiertyneeltä niskan asennolta. Katselukohteeseen näkee esteettä. (Työterveyslaitos 2010b.)

Tarvikkeiden järjestely

- Tuleva materiaali ja valmiit tuotteet on sijoitettavissa työpisteen läheisyyteen niin, että kiertyminen, nostomatka ja noston korkeusero (käsiteltävien taakkojen painosta riippumatta) on pieni. (Työterveyslaitos 2010b.)

Lähimateriaalitulat

- Usein tarvittaville työvälineille on tila työpisteessä (laatikko, teline, siirrettävä taso), josta ne saadaan kurkottelematta. (Työterveyslaitos 2010b.)

Työtason korkeuden säätö

- Jos työkohteen korkeus (esim. kokoonpanotyössä tuotteen koko) tai työntekijöiden koko vaihtelevat ja työtä tehdään pitkiä jaksoja, työtason korkeutta pitää voida säätää yksinkertaisesti.
- Työkohteet ovat sellaisella korkeudella ja etäisyydellä, että työtä voidaan tehdä kumartumatta ja kiertymättä, olkavarret lähellä vartaloa. Ensisijainen kohde 10–30 cm pöydän reunasta, lyhytaikaiset satunnaiset toiminnot 40–60 cm pöydän reunasta.
- Kevyessä kokoonpano- ja kirjoitustyössä työtason korkeus on noin kyynärpään korkeudella.
- Raskaiden esineiden käsittelyssä, esimerkiksi pakkaamisessa, työtaso on reilusti kyynärpäätason alapuolella (tällöin on yleensä myös kätevämpää seistä).

- Suurta näöntarkkuutta vaativa työ on 10–20 cm kyynärpäätasoa yläpuolella, jotta se olisi lähempänä silmiä. (Työterveyslaitos 2010b.)

Jalkatilan koko ja esteettömyys

- Istuttaessa jalkatilan syvyys (pöydän reunasta) on polvien kohdalla vähintään 45 cm ja lattiatasossa 65 cm. Jalkatilan leveys on vähintään 60 cm.
- Jalkatila on vapaa. Siellä ei ole pöydänjalkoja, hyllyjä, koneen tukirakenteita tms., jotka estävät jalkojen liikuttelua tai sujuvaa siirtymistä työkohteesta toiseen.
- Jalkatilassa olevat ohjaimet (esim. koneen laukaisukytkimet) ovat vapaasti siirrettävissä sopivaan paikkaan. (Työterveyslaitos 2010b.)

Kalustemuotoilu

- Työtasossa tai säilytystelineissä ym. ei ole teräviä reunoja tai kulmia, jotka painaisivat kättä. (Työterveyslaitos 2010b.)

Työtuoli

- Työtuoli on hyvä istua ja työhön sopiva. Se antaa tukea erilaisissa työasennoissa.
- Tuolia on helppo säätää, säädöt ovat kunnossa ja istuja osaa niitä käyttää.
- Korkean tuolin yhteydessä on jalkatuki tai -renkas, korkean tuolin vakavuus on hyvä.
- Tuolin pyörät ovat lattiaan ja työhön sopivat (tuoli liikkuu kevyesti, mutta ei karkaa alta).
- Työtuolille on riittävästi liikkumis- ja pyörähtämistilaa (vähintään 1m²). (Työterveyslaitos 2010b.)

Seisoma-alusta

- Seisomatyössä alusta on joustava ja lähettyvillä on taukotuoli.
- Paikallaan olevaan seisomatyöhön voi olla avuksi seisomatuki.
- Seisomatyöntekijällä on riittävästi tilaa (taakse vähintään 90 cm, suuria esineitä käsitellessä 150 cm niin, että kappaleita on helppo käänellä tarvittaessa).
- Seisomatyössä varvastilan syvyys ja korkeus on vähintään 15 cm. (Työterveyslaitos 2010b.)

Näyttöpäätetyöpisteen perusmitoitus

Monien eri työtehtävien suorittamiseksi näyttöpäätepöydän olisi mieluiten oltava yhtenäinen taso. Silloin on mahdollista vapaasti siirrellä laitteita ja materiaaleja pöytäpinnalla tilanteen mukaan. Erillistä, säädettävää näyttötasoa voidaan tarvita, jos näyttölaitteessa ei ole omaa korkeudensäätömekanismia tai suuren kokonsa vuoksi ei saada riittävän alas. Näytön tai näyttötason säädöllä pyritään saavuttamaan optimaalinen katselulinja. Näytön sijoittaminen normaalia matalammalle edellyttää näytön kallistamista normaalia enemmän. kallistamisen haittapuolena saattavat kattovalaisimien heijastukset näkyä ruudulla. (Launis & Lehtelä 2011, 170–171.)

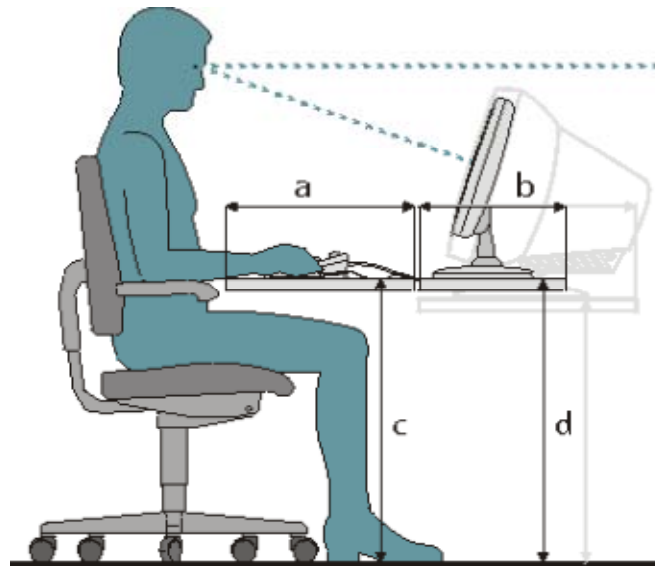
Näyttöpäätepöydiltä vaaditaan hyviä säätömahdollisuuksia, koska niiden ääressä työtä tehdään lähes paikallaan, tehtävät ovat vaatimuksiltaan erilaisia ja laitteiden koko ja rakenne vaihtelee. Näyttöpäätetyön perusmittojen vaihtelu käyttötilanteen mukaan käy ilmi taulukosta 3 ja kuviosta 8. Käytännössä on huomattava suuret erot pöydän syvyysvaatimuksissa litteitä näyttöjä ja suuria kuvaputkinäyttöjä käytettäessä. Kuvaputkinäytöt ovat jäämässä pois nykyään. (Launis & Lehtelä 2011, 169–170.)

TAULUKKO 3. Näyttöpäätetyöpisteen perusmitoitus (Toivonen 2011)

Mitta		Arvo
a	näppäimistön tason syvyys	30–55 cm, keskimäärin 40–45 cm - 30 cm riittää ranteiden tukemiseen - 55 cm riittää myös papereiden ja kansioiden käsittelyyn
b	näytön tason syvyys	30–60 cm - 30 cm riittää litteän näytön alustaksi - keskimäärin 45-50 cm riittää kuvaputkinäytölle
c	näppäimistön tason korkeus	kiinteä: 70 cm (naiset 68 cm) säädettävä: 60–74 cm
d	näytön tason korkeus	kiinteä: 70 cm (naiset 68 cm) säädettävä: 50–80 cm

Erilaisten työtehtävien suorittamiseksi näyttöpäätepöydän olisi hyvä olla yhtenäinen taso. Silloin on mahdollista vapaasti siirrellä laitteita ja materiaalia pöytäpinnalla tilanteen mukaan. erillistä, säädettävää näyttötasoa voidaan tarvita, jos näyttölaitteessa ei ole omaa korkeudensäätömekanismia tai sitä ei suuren kokonsa vuoksi saada riittävän alas. Näytön

tai näyttötason säädöllä pyritään saavuttamaan optimaalinen katselulinja. Näytön sijoittaminen normaalia matalammalle edellyttää myös näytön kallistamista normaalia enemmän. Sen haittapuolena saattavat kattovalaisimien heijastukset näkyä ruudulla. (Launis & Lehtelä 2011, 170–171.)



KUVIO 8. Näyttöpäätetyön perusmitoitus (Toivonen 2011)

Suorareunainen, tasainen pöytä on monipuolisin. Perustyöhön riittää 120*60 cm pöytä, 160*80 cm mahdollistaa kahden näytön ja oheismateriaalin käytön. Näppäimistö ja hiiri olisi hyvä olla samalla tasolla. Näppäimistön ja hiiren edessä minimissään 10 cm tilaa tukea ranteita. (Toivonen 2011.)

3.6.4 Valaistus, ääniympäristö ja lämpöolot

Työtilassa on oltava yleisvalaistuksen lisäksi tarvittaessa kohdevalaisimia riittävän valon takaamiseksi ja kontrastin aikaansaamiseksi kuvaruudun ja taustan välille. Valaistuksen tulee olla kohtalaisen tasainen koko työalueella. Kattovalaisimien olisi hyvä olla kuvaruudun päällä tai sivulla ja ikkunan ei pitäisi olla näyttöpäätteen edessä, takana eikä aivan vieressä heijastuksien välttämiseksi. Häikäisyltä ja kuvaruutuun tulevilta heijastuksilta voidaan välttyä päätteen oikealla sijoittelulla sekä tarvittaessa

häikäisysojalla. Yleisvalaistussuositus näyttöpäätetyöhön on 500 lx, mutta valon tarve vaihtelee iän ja näkökyvyn mukaan. (Työsuojeluhallinto 2012a.)

Valaistuksen voimakkuus ja tasaisuus

- Valoa on työkohteessa riittävästi (esim. tavallinen lukemista sisältävä toimistotyö 500 luksia ja normaali koneistustyö 300–500 luksia).
- Yleisvalaistus on mukavan tasainen työtilassa ja työkohteessa. Esimerkiksi pinnanlaadun tarkastamisessa voimakas sivuvalo helpottaa virheiden näkemistä.
- Valaistus ei välky.
- Auringonvalo ei häiritse työn tekemistä.
- Vaaralliset paikat erottuvat ympäristöstä.
- Sopivat valaistusolot (vaaleaa avaruutta) vaikuttavat viihtyvyyteen.
- Työtaso on vaaleansävyinen (ei valkoinen) ja kiiltämätön. (Työterveyslaitos 2010c.)

Katselukohteen kontrasti

- Työkohteen ja sen taustan välinen kontrasti on riittävä.
- Valonlähteet eivät aiheuta katselukohteessa häiritseviä heijastuksia (kiiltokuvastumista). Valo tulee yläsivusuunnasta.
- Katseen suunnassa ei ole liiallisia pintojen kirkkauseroja.
- Tarvittaessa valolla on riittävä värintoisto. (Työterveyslaitos 2010c.)

Valaistus on työturvallisuutta ja viihtyvyyttä luova tekijä sekä työmotivaation lisääjä, jonka tietty perustaso täytyy turvata. Hyvä valaistus parantaa yksityiskohtien erottamista taustastaan ja toisistaan. Riittämätön tai sopimaton valaistus rasittaa silmiä, on epäviihtyisä ja voi aiheuttaa virheitä, jotka voivat johtaa tapaturmaan. Sisätiloissa, joissa työntekijät jatkuvasti oleskelevat, liikkuvat tai työskentelevät, on valaistusvoimakkuuden oltava yleensä vähintään 150 - 200 luksia. (Työsuojeluhallinto 2012b.)

Suositteluvia valaistusvoimakkuuksia

- karkea työ: 150–300 luksia
- tavallinen työ: 500–1000 luksia
- tarkka työ: yli 1000 luksia. (Työsuojeluhallinto 2012b.)

Meluasetus (85/2006) määrittää päivittäisen meluallistuksen alemmaksi toimintarajaksi 85 dB. Sen ylittyessä työntekijän pitää olla saatavissa työhön ja työntekijän ominaisuuksiin sopivia kuulosuojaimia. Ylempi toimintaraja on 85dB, jonka ylittyessä kuulosuojaimia pitää käyttää. Tällöin pitää myös toteuttaa meluntorjuntaohjelma. (Launis & Lehtelä 2006, 72.)

Ääniympäristö työpisteessä tulee olla miellyttävä eikä keskittymistä häiritsevää ääntä saa olla. Tavallisessa tietojenkäsittelytyössä enimmäismelutaso on 65 dB, mutta keskittymistä vaativassa näyttöpäätetyössä tavoitetaso on alle 45 dB. (Työsuojeluhallinto 2012a.)

Sopiva lämpötila kevyessä istumatyössä on 21–25 ° C ja liikkuvassa kevyessä työssä 19–23 ° C. Lämpötila ei saa olla pitkään yli 28 °C ilman lisälepotaukoja. Fyysinen kuormitus kuten lämmöntuotto, käytetty vaatetus ja ulkoinen lämpökuorma ovat sopuinnussa. Sopiva ilmankosteus on noin 40 %, mutta kostutus on tarpeen vain terveyshaittojen ilmaantuessa, sillä kostutus voi myös aiheuttaa erilaisia haittoja. Huomaamaton ilmanvirtaus on alle 0,15 m/s. Jos lämpötila nousee, ilmanvirtausta pitää lisätä. Vedon tunne pitää estää (ei kylmiä pintoja, yli 3 °C lämpötilaeroa niskan ja nilkan välillä tai kylmää ilmavirtausta). Työntekijä ei joudu nojaamaan tai tarttumaan kylmiin tai kuumiin pintoihin. (Työterveyslaitos 2010a.)

4 TUTKIMUKSEN TEKEMISEN TAUSTAA

4.1 Layout-menetelmien kehittämismenetelmät

Suunnittelijoiden dokumentit, esimerkiksi tekniset piirustukset ovat täynnä teknistä tietoa, ne eivät aina ole sopivia kuvaamaan tulevaa toimintaympäristöä tai toimintaa. Jos teknisiä piirustuksia käytetään, on niitä aina selitettävä käyttäjille. Parempia keinoja ovat esimerkiksi käsivaraiset luonnokset, perspektiivi- tai aksonometria piirrokset, valokuvat, videot ja tietokonemallintaminen. Toimintaa voidaan kuvata graafisilla esityksillä, kuten toimintakaavioilla. (Launis & Lehtelä 2011, 313.)

Kun suunnitelmia laaditaan yhdessä, ovat seinätaulutekniikat, kuten magneettitaulu, paperilapuilla työskentely ja fläppitaulu hyödyllisiä. Layoutsuunnitelmia voidaan laatia pohjapiirrosten ja samaan mittakaavaan laadittujen pahvi- ja kalvomallien avulla. (Launis & Lehtelä 2011, 313.)

Layout-suunnitelmien kehittäminen ryhmässä on helppo työtilan pohjapiirustusten ja samaan mittakaavaan laadittujen koneiden ja kalusteiden kuvien tai hahmojen kanssa. Tulevaa suunnitelmaa voidaan arvioida tarkastelemalla nykyisen työpaikan piirustuksia rinnakkain tulevan työpaikan kanssa, jolloin käyttäjä voi helpommin perustaa arviointinsa kokemuksiinsa vanhasta ratkaisusta. (Launis & Lehtelä 2011, 314.)

Fyysinen ympäristö kuvataan ja dokumentoidaan helposti ja havainnollisesti valokuvaamalla ja videoimalla. Esimerkiksi tiloista ja kalusteista on usein saatavilla mittatarkat kuvat, tai tarvittaessa nämä on mitattava ja piirrettävä. Mittatarkka kuvaaminen on välttämätöntä muun muassa työpisteiden mitoituksen arvioinnissa ja suunnittelussa sekä layout-suunnittelussa. (Launis & Lehtelä 2011, 362.)

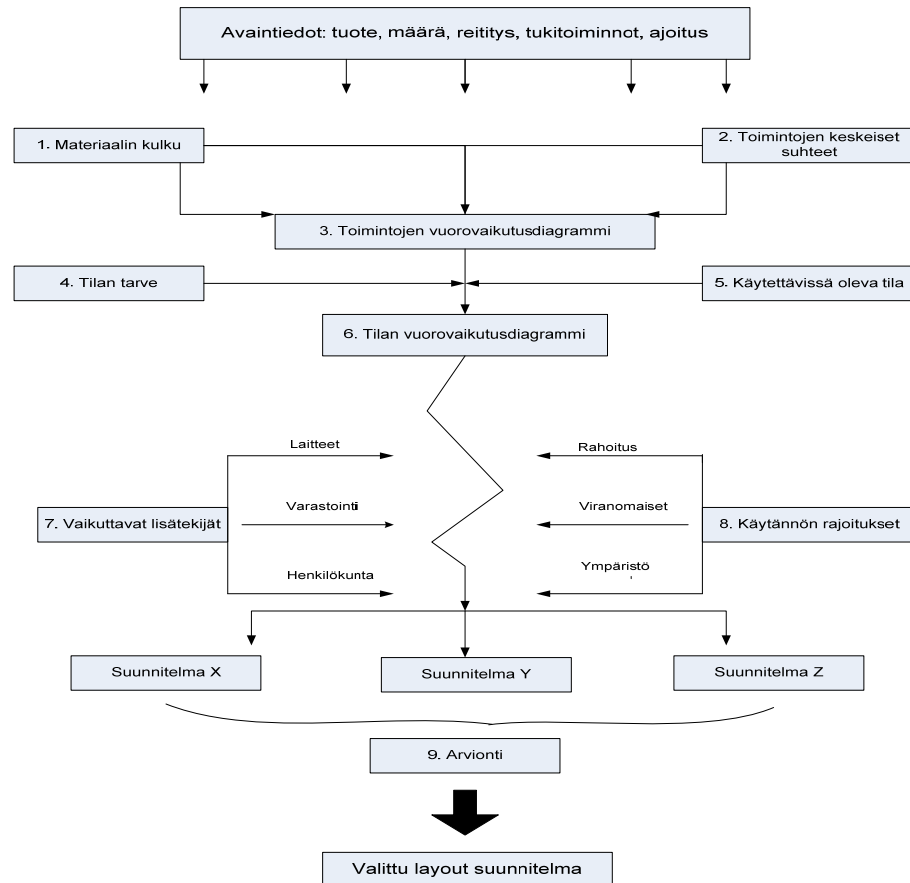
Kokeilut ja simulaatiot ovat keino konkretisoida tulevia suunnitelmia. Niitä voi testata vanhojen laitteiden ja kalusteiden avulla suunniteltavia tehtäviä tai toimintoja. Vastaavasti voidaan laatikoiden, levyjen ja verhojen avulla kyhätä kokoon toimintaympäristö kokeiluja ja testejä varten. (Launis & Lehtelä 2011, 315.)

Simuloinniksi kutsutaan menetelmää, jossa jäljitellään todellisen prosessin tai järjestelmän toimintaa ajan kuluessa. Simulointi pyrkii luomaan yksinkertaisen mallin, joka vastaa todellista prosessia ominaisuuksiltaan. Periaatteessa simuloitava prosessi puretaan aliprosesseiksi ja tehtäviksi, jolloin kyetään selvittämään prosessin eri tekijöiden osuus ja kunkin osuuden vaikutus kokonaisuuteen. (Hokkanen ym. 2011, 214.)

Simuloinnissa yksinkertaisesti tehdään muutoksia prosessiin, minkä jälkeen tarkastellaan muutosten vaikutusta kokonaisuuteen. Simuloinnin tulokset voidaan esittää havainnollisesti, joten eri vaihtoehtojen vertailu onnistuu helposti. Simulointia varten on kehitetty lukuisia tietokoneohjelmia, joiden avulla voidaan luoda melko yksinkertaisin toimenpitein hyvinkin monimutkainen malli tarkastelua varten. (Hokkanen ym. 2011, 214.)

Suunniteltaessa layoutia, voidaan käyttää hyväksi kuvion 9 mallia. Malli on Richard Mutherin (1973) kehittämä toimintopohjainen layoutsuunnittelun – menetelmä, jossa edetään vaihe vaiheelta, kunnes layout suunnitelma on valmis. Suunnitelmassa on pyritty johdonmukaiseen ajatteluun ja otettu huomioon tärkeimmät asiat, joita ilman toimivan layoutin suunnittelu on vaikeaa tai mahdotonta toteuttaa.

Systemaattinen tilasuunnittelu rakentuu vaiheista, jotka suoritetaan kuvion 9 mukaisessa järjestyksessä. Suunnittelun vaiheissa 1-3 pyritään määrittelemään ja yhdistämään materiaalikulku ja muut toimintojen riippuvuussuhteet, joiden avulla saadaan rakennettua karkeasuunnitelma tehtaan toiminnan toteuttamiseksi. Seuraavaksi vaiheissa 4-6 määritellään tarvittavat ja käytettävissä olevat tilat. Vaiheissa 1-3 rakennettu tehtaan toiminnan kokonaismalli yhdistetään vaiheissa 4-6 tilantarvevaatimuksiin. Vaiheessa 6 tilojen vuorovaikutuskaaviossa, jossa on nyt huomioitu materiaalikulku, tilanvaatimukset ja toimintojen muut riippuvuussuhteet.

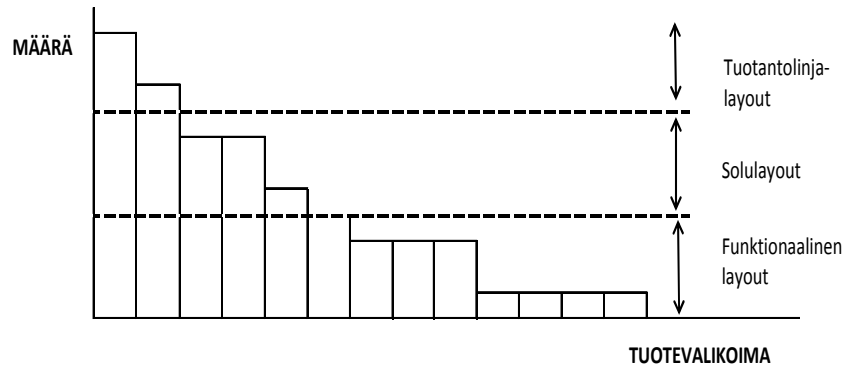


KUVIO 9. Toimintopohjainen layout-suunnittelu (mukaiillen Muther 1974, 2)

Vaiheessa 7-8 määritellään suunnittelun lisätekijät ja käytännön rajoitukset. Nämä rajoitukset yhdistetään edelliseen vaiheeseen ja tämän pohjalta kehitetään kolme erilaista layoutehdotusta. Näistä valitaan yksi, jonka kehittämistä jatketaan vaiheen yhdeksän yksityiskohtaisessa suunnittelussa. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1994, 353–354.)

4.1.1 Tuotemääräanalyysi

Layout-tyyppi valitaan kuvion 10 tuotevalikoiman laajuuden mukaan ja tuotettavien määrien perusteella. Tuotantolinja layoutia sovelletaan tuotettaessa suuria määriä samantyyppisiä tuotteita. Funktionaalinen layout on parhaimmillaan, kun valmistettavien tyyppien määrä on suuri, mutta tuotantomäärät pienet. (Haverila ym. 2009, 479.)

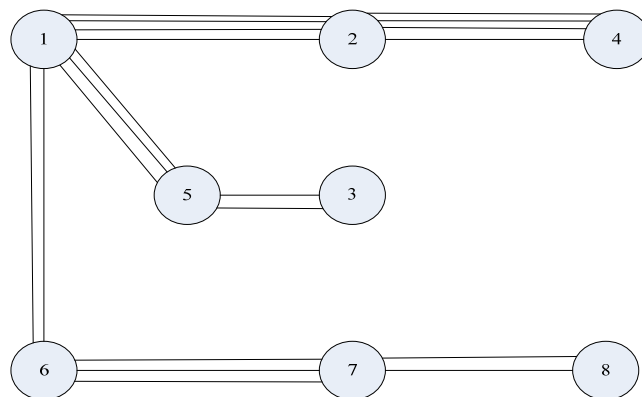


KUVIO 10. Tuotemäärä analyysi (Haverila ym. 2009, 479)

Solulayoutia käytetään valmistettaessa eri tuotteita toistuvasti, mutta ei kuitenkaan niin paljon, että kannattaisi muodostaa oma tuotantolinja. Soluissa voidaan valmistaa tuotantolinjaa joustavammin erityyppisiä tuotteita. (Haverila ym. 2009, 479.)

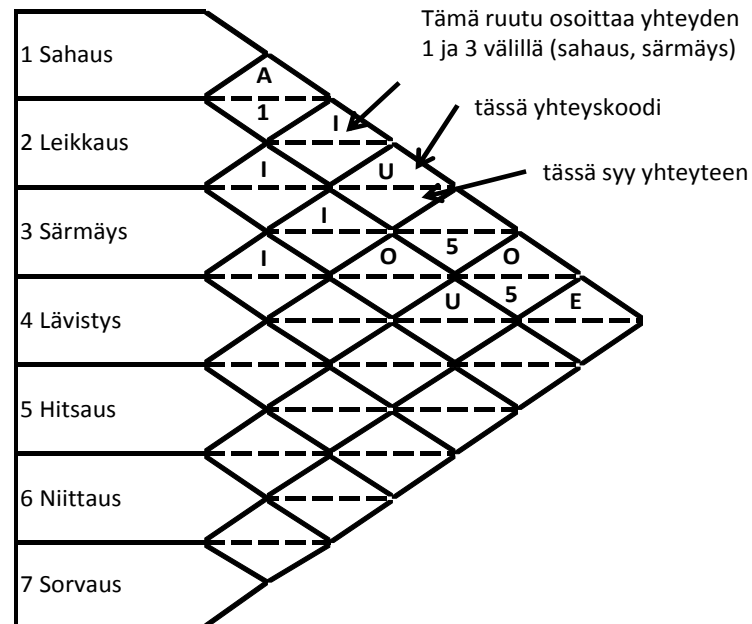
4.1.2 Toimintoanalyysi eli riippuvuusmenetelmä

Toimintatilanteen arvioinnin olisi mieluiten perustuttava käyttäjien ja heidän ominaisuuksiensa, ympäristön ja välineiden sekä itse toiminnan ja sen vaatimusten kuvauksiin ja yhteiseen arviointiin. Kokonaistarkastelu selvittää ja pohtii muun muassa toiminnan ja työvälineiden sekä käyttäjien vuorovaikutusta ja yhteensopivuutta. Kokonaisarvio tehdään yleensä asiantuntemuksen, kokemuksen ja mahdollisesti myös ihmisten toiminnan mittaamisen avulla. Toiminta voidaan hahmottaa paitsi sanallisesti myös erilaisin graafisin kuvauksin (toimintakaaviot, yhteyskaaviot). Kuviossa 11 esitetään esimerkki toimintojen yhteyskaaviosta. (Launis & Lehtelä 2011, 361–363.)



Kuvio 11. Toimintojen yhteyskaavio (Uusi-Rauva ym. 1994, 356)

Kuviossa 12 määritellään toimintojen väliset yhteydet riippuvuussuhdekaavion avulla. Keskeiset riippuvuussuhteet muodostavat eri työvaiheiden välisistä materiaalivirroista.



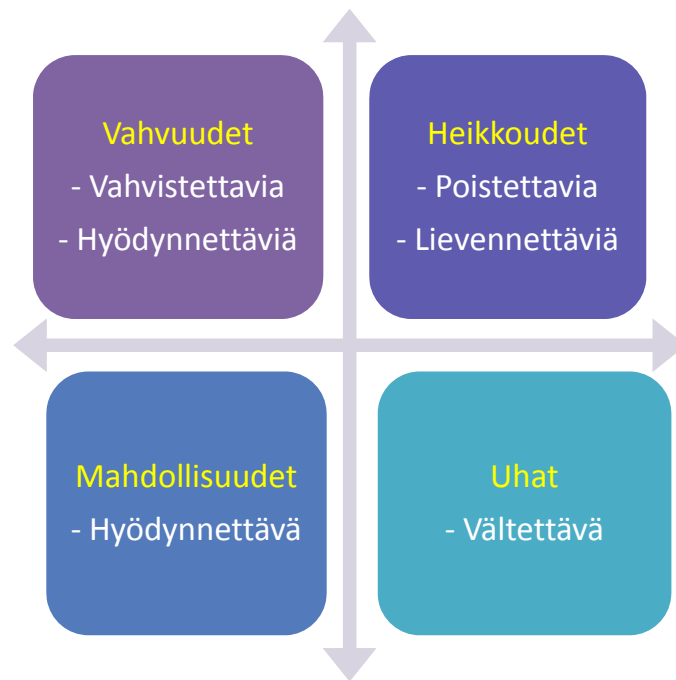
KUVIO 12. Riippuvuussuhdekaavio (mukaiillen Uusi-Rauva ym. 1994, 355)

Riippuvuuskaavioon voidaan sisällyttää myös muita yhteisiä tekijöitä, esimerkiksi sama tuotantotekniikka, samat työntekijät tai saman työkaluhuollon vaatimat koneet. Riippuvuuskaaviossa voidaan esittää, myös ei toivotut riippuvuudet. (Uusi-Rauva ym. 1994, 353.)

4.1.3 Liiketoiminnan nelikenttäanalyysi SWOT

Liiketoiminnan nelikenttäanalyysi (SWOT) on yksinkertainen ja yleisesti käytetty yritystoiminnan analysointimenetelmä. Analyysin avulla voidaan selvittää yrityksen vahvuudet ja heikkoudet sekä tulevaisuuden mahdollisuudet ja uhat. Nelikenttärudukon avulla yritys pystyy vaivattomasti arvioimaan omaa toimintaansa. Yrityksen toimintaa voidaan arvioida monin eri tavoin. Keskeistä on aina selvittää sekä yrityksen nykytilaan että sen tulevaisuuteen vaikuttavat asiat. SWOT -analyysi on yksinkertainen tapa

ryhmitellä yrityksen toimintaan vaikuttavia lukuisia tekijöitä havainnolliseen nelikenttämoodiin.



KUVIO 13. SWOT- analyysitarkastelu (mukaiillen Qualitas-Forum 2012)

Kuvion 13 yläpuolella on nykytila ja yrityksen sisäiset asiat. Alapuolella on tulevaisuus ja ulkoiset asiat. Vasemmalla ovat myönteiset asiat ja oikealla kielteiset asiat. Näiden perusteella saadaan helposti listattua kohdat, jotka vaativat toimenpiteitä ja joihin on syytä kiinnittää huomioita.

Strength = Vahvuus Weakness = Heikkous Opportunity = Mahdollisuus Threat = Uhka

Nelikenttäänalyysi sisältää sekä yrityksen vahvuuksien ja heikkouksien (nykytilanteen) että sen uhkien ja mahdollisuuksien (tulevaisuuden) analysoinnin. Yrityksen vahvuudet ovat niitä toimenpiteitä tai resursseja, joita yritys pystyy hyödyntämään. Heikkoudet puolestaan ovat tekijöitä, joita yrityksen täytyy parantaa pystyäkseen toimimaan tehokkaasti. Terve liiketoiminta on mahdollista vasta kun myös yrityksen tulevaisuutta vaarantavat uhat ja menestymistä edesauttavat mahdollisuudet tunnetaan. (Pk-yrityksen riskienhallinta 2012.)

SWOT -analyysin suorittaminen

Nelikenttäanalyysi sopii käytettäväksi kaikenlaisissa yrityksissä ja organisaatioissa. Tarkastelu voi koskea joko koko yritystä tai yksityiskohtaisemmin jotakin yritystoiminnan osaa. Yksityiskohtainen tarkastelu on rajatumpi, eli kohteena voivat olla esimerkiksi markkinat, tuotteet tai henkilöstö. (Pk-yrityksen riskienhallinta 2012.)

Parhaimmillaan SWOT -analyysi on yksinkertainen menetelmä, jota voidaan käyttää yrityksessä joko yksin tai ryhmässä työskennellen. Yksi hyvä tapa on, että jokainen tekee analyysin ensin yksin ja kirjaa nelikentän ruutuihin yrityksen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Tämän jälkeen kaikkien ajatukset kootaan ryhmätyönä yhteen. Tällaisella aivoriihi-menetelmällä kyetään yrityksen tila selvittämään mahdollisimman kattavasti. (Pk-yrityksen riskienhallinta 2012.)

4.2 Tutkimuksen menetelmät

Laadullinen eli kvalitatiivinen analyysi on erilaista kuin määrällinen tutkimus. Aineistoa tarkastellaan usein kokonaisuutena; sen ajatellaan valottavan jonkin singulaarisesti ymmärretyn sisäisesti loogisen kokonaisuuden rakennetta. Kvalitatiivinen analyysi vaatii tilastollisesta tutkimuksesta poikkeavaa absoluuttisuutta. Kaikki luotettavina pidetyt ja selvittävään kuvioon tai mysteeriiin kuuluviksi katsotut seikat tulee kyetä selvittämään siten, että ne eivät ole ristiriidassa esitetyn tulkinnan kanssa. Toisin kuin tilastollisessa analyysissä, laadullisessa analyysissä eivät siis johtolangoiksi kelpaa tilastolliset todennäköisyydet. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimusyksiköiden suuri joukko ja tilastollinen argumentaatiotapa ei ole tarpeen tai mahdollinen. Laadullinen analyysi koostuu kahdesta vaiheesta, havaintojen pelkistämisestä ja arvoituksen ratkaisemisesta. Tällaisen analyysin voi tehdä vain analyttisesti; käytännössä ne nivoutuvat aina toisiinsa. (Alasuutari 1999, 38–39.)

Aktivoiva osallistuva havainnointi eli toimintatutkimus onkin enemmän tutkimusasetelma kuin varsinainen tutkimusmenetelmä. Lähtökohtana on tutkijan läheinen työskentely

tutkimuskohteen jäsenten kanssa. Tutkimusasetelmassa on perusperiaate, että tutkija ja tutkittavat yhdessä ohjaavat, korjaavat ja arvioivat sekä päätöksiään ja toimintaansa. Toisin sanoen toimintaa muutetaan erilaisia teorioita, menetelmiä ja metodeita käyttäen. Tutkijan aktivoivan ja osallistuvan havainnoinnin tavoitteena on saada aikaan tutkimuksella muutosta tutkimuskohteessa. (Vilka 2006, 47; Anttila 1996, 320–321, Alasuutari 1996, 88.)

Laitisen (1998) mukaan aktivoiva osallistuva havainnointi tutkimusaineiston keräämisen tapana on tilannekeskeistä, aktiiviseen vaikuttamiseen ja muutokseen pyrkivää. Siksi aktivoituva osallistuva havainnointi rajoittuu usein sellaisiin kohteisiin, jotka ovat hallittavan suuria ja kiinteinä toimintaansa jatkavia. Tämäntapaisia tutkimuskohteita ovat muun muassa kyläyhteisöt, organisaatiot ja sairaalat. Samaten osa projekteista on tämäntapaisia toimintaansa jatkavia kohteita. Sellainen voi olla esimerkiksi kehitysmaaprojektit. (Vilka 2006, 46–47.)

Aktivoiva osallistuva havainnointi toteutetaan ja tutkimusasetelma muodostetaan vuorovaikutuksessa tutkittavien kanssa. Tutkijan ja tutkittavien pitää yhdessä hyväksyä ja sitoutua tutkimuksen ideologiseen, teoreettiseen ja käsitteelliseen perustaan, jotta tutkimus voi ylipäättään onnistua. Siksi tutkija pyrkii toimintatutkimuksessa aktiivisesti yhdessä kohdeyhteisön jäsenten kanssa kehitystarpeiden tiedostamiseen, kehittämisen suunnittelemiseen ja kehittämiseen sekä ydinongelmien tunnistamiseen ja ratkaisemiseen. Tutkija pyrkii saavuttamaan yhdessä kohdeyhteisön kanssa asetetut tavoitteet ja päämäärät. Myös saavutettujen tavoitteiden ja päämäärien arviointi tapahtuu vuorovaikutuksessa tutkittavien kanssa. Aktivoivan osallistumisen avulla kohdeyhteisön jäsenet yritetään vetää mukaan aktiiviseen rooliin omassa toiminnassaan. Ideaalitavoite on, että tutkimuskohteen jäsenet alkaisivat itse tutkia omaa toimintaansa ja tutkija kävisi tarpeettomaksi. Tutkijan osallistumista ei sen jälkeen tarvittaisi aktiivisesti. (Vilka 2006, 47; Grönfors 1985, 120–123, Laitinen 1998, 29.)

Tämän lisäksi aktivoivan osallistuvan havainnoinnin ideaalitavoite on, että toiminta ja toiminnan tutkiminen sulautuvat yhteen rajatussa tutkimuskohteessa. Lähtökohtana ei ole ratkaista tutkimuskohteessa kenenkään yksilön henkilökohtaisesti kokemia ongelmia. Sitä

vastoin tavoitteena on ratkaista ongelmat, jotka kaikki yhteisön tai organisaation jäsenet kokevat toimintaansa liittyviksi ongelmiksi. (Vilka 2006, 48; Laitinen 1998, 30–31.)

Taulukossa 4 näkyy laadullisen tutkimuksen yleisimmät aineistonkeruumenetelmät, jotka ovat haastattelu, kysely, havainnointi ja erilaisiin dokumentteihin perustuva tieto. Niitä voidaan käyttää joko vaihtoehtoisina, rinnakkain tai eri tavoin yhdisteltynä tutkittavan ongelman ja myös tutkimusresurssien mukaan. Tutkittaessa selvää orientoivaa käyttäytymistä eli erilaisia aikomuksia käyttäytyä jollain tavalla, on kysymiseen perustuva aineistonkeruumenetelmä sovelia, mutta kun tutkimuskohteena on selvä vuorovaikutuskäyttäytyminen, on havainnointiin perustuva aineistonkeruumenetelmä tarkoituksen mukainen. Mitä vapaampi tutkimusongelma on, sitä luontevampaa on käyttää havainnointia, keskustelua ja omaelämäkertoja aineistonhankinnan menetelminä. Mitä formaalimpi ja strukturoidumpi tutkimusongelma on, sitä enemmän edellytetään kokeellisia menetelmiä ja strukturoituja kyselyjä. (Tuomi & Sarajärvi 2003, 73.)

TAULUKKO 4. Aineistonkeruun päämuodot (mukaillen Tuomi & Sarajärvi 2003, 74)

ASETELMAT	VASTAUKSET		
	ei sisällä verbaalista ilmaisuuta tutkijan kanssa	suullinen ilmaisu	kirjallinen ilmaisu
Informaaliset asetelmat	havainnointi ilman osallistumista X	keskustelu dialogi X	kirjeet, elämäkerrat X
Formaaliset strukturoimattomat asetelmat	systemaattinen havainnointi ilman osallistumista O X	avoin haastattelu osallistuva/osallistava havainnointi X (O)	avoin kysely X (O)
Formaaliset strukturoidut asetelmat	koetekniikat O	strukturoitu haastattelu O	strukturoitu kysely O
X = yleensä laadullisessa tutkimuksessa O = yleensä määrällisessä tutkimuksessa			

Havainnoinnin muodot tutkimuksen aineistonkeruumenetelmänä ovat eroteltavissa piilohavainnointiin, havainnointiin, osallistuvaan havainnointiin ja osallistavaan havainnointiin. Piilohavainnointi on havainnoinnin harvoin käytetty erityismuoto. Osallistuvassa havainnoinnissa tutkija osallistuu kohteiden elämään yhtenä heistä.

Osallistuvassa havainnoinnissa tutkija toimii aktiivisesti tutkimuksen tiedonantajien kanssa. Sosiaaliset vuorovaikutustilanteet muodostuvat tärkeäksi osaksi tiedonhankintaa. Siitä, minkä verran tutkijan pitää tapahtumien kulkuun vaikuttaa tai olla vaikuttamatta, ollaan monta mieltä. Mitä toimintatutkimuksellisempi tutkimuksen näkökulma on, sitä perustellumpaa on tutkijan aktiivinen tapahtumiin vaikuttaminen. Osallistuvassa havainnoinnissa voidaan puhua myös tutkijan osallistumisen eriasteista, jolloin jatkumon ääripäitä ovat osallistumattomuus ja täydellinen osallistuminen. (Tuomi & Sarajärvi 2003, 84.)

Laadullisessa tutkimuksessa ei pyritä tilastollisiin yleistyksiin. Niissä pyritään muun muassa kuvaamaan jotain ilmiötä tai tapahtumaa, ymmärtämään tiettyä toimintaa tai antamaan teoreettisesti mielekäs tulkinta jollekin ilmiölle. Täten laadullisessa tutkimuksessa periaatteessa tärkeää, että kerätään tietoa henkilöiltä, jotka tietävät tutkittavasta ilmiöstä mieluusti mahdollisimman paljon tai että heillä on kokemusta asiasta. Tässä mielessä tiedonantajien valinta ei tule olla satunnaista vaan harkittua ja tarkoitukseen sopivaa. (Tuomi & Sarajärvi 2003, 87–88.)

4.3 Haastattelututkimus

Haastattelun ideana on kerätä tietoa kielellisen vuorovaikutuksen avulla. Tutkimusmielessä haastattelun monet eri toteutusmenetelmät ja -tyypit mahdollistavat sen monipuolisen käytön erilaisissa tilanteissa. Joustavuus kuuluukin haastattelun tärkeimpiin vahvuuksiin.

Kyselyt ja haastattelut ovat hyödyllisiä menetelmiä tutkittaessa sitä, kuinka käyttäjät käyttävät järjestelmää ja mistä ominaisuuksista he pitävät tai eivät pidä. Haastattelun avulla saadaan etupäässä kvalitatiivista eli laadullista tietoa esimerkiksi käyttäjän tyytyväisyydestä, peloista ja innostuksista, joita muuten olisi vaikea puolueettomasti tutkia. Kysymällä on parasta selvittää myös esimerkiksi se, mitä käyttäjät järjestelmältä haluaisivat. (Hirsjärvi & Hurme 2001.)

Eri haastattelutyyppinä ovat lomakehaastattelut, teemahaastattelut, avoimet haastattelut ja ryhmähaastattelut. Lomakehaastattelussa laaditaan täsmälliset kysymykset ja usein myös

vastausvaihtoehdot ennen haastattelua. Lomakehaastattelu etenee lomakkeen mukaisesti ja kaikki haastateltavat vastaavat samoihin kysymyksiin. Menetelmä muistuttaa paljon kyselyä. (Hirsjärvi & Hurme 2001.)

Teemahaastattelu sijoittuu etukäteissuunnittelun suhteen lomakehaastattelun ja avoimen haastattelun väliin. Teemahaastatteluissa käsitellään ennakkoon mietittyjä teemoja, mutta haastattelutilanteissa on myös vapauksia. Samat teemat käsitellään kaikkien haastateltavien kanssa, vaikka yksittäisten kysymysten muotoilu saattaa vaihdella haastatteluiden välillä. (Hirsjärvi & Hurme 2001.)

Avoimessa haastattelussa käytetään avoimia kysymyksiä, joissa vastausvaihtoehtoja ei ole etukäteen muotoiltu. Avoin haastattelu on keskustelunomainen tilanne, jossa käsitellään tiettyä aihetta. Haastattelija voi kysyä uusia täsmentäviä kysymyksiä haastateltavan vastausten perusteella. Avoimella haastattelulla voidaan saada esille sellaisiakin asioita, joita haastattelija ei ole suoraan osannut kysyä. (Hirsjärvi & Hurme 2001.)

Ryhmähaastattelussa haastatellaan yksittäisten ihmisten sijasta laajempaa joukkoa. Haastattelua suunniteltaessa tulee perehtyä tutkittavaan aiheeseen ja sitten laatia haastattelukysymykset. Kysymysten laatiminen täytyy tehdä huolellisesti, erityisesti lomakehaastattelussa, jossa kysymyksiä ei voi enää haastattelutilanteessa muokata. Kysymysten tulisi kohdistua käyttäjien kokemuksiin, eikä päätelmiin tai oletuksiin. (Hirsjärvi & Hurme 2001.)

Avoimissa ja teemahaastatteluissa vastaajalla on mahdollisuus tuoda esille sellaisiakin asioita, joita haastattelija ei ole osannut kysyä. Tämän vuoksi nämä menetelmät sopivat hyvin sellaisten asioiden selvittämiseen, joissa aihe on tuntematon tai epäselvä ja joissa kysymysten laatiminen ennakkoon on hankalaa. Tuotannon toiminnan parantamiseksi tehtävissä haastatteluissa voidaan käsitellä esimerkiksi käyttäjien kokemuksia, työympäristöä, työvälineitä, materiaalivirtoja sekä käyttäjän tarpeita, haluja ja mieltymyksiä.

Haastattelumenetelmän etuja ovat sen helppous, joustavuus ja suora vuorovaikutus haastateltavan kanssa. Haastattelutilanteen vuorovaikutuksellisuus mahdollistaa myös

tarkentavien kysymysten esittämisen. Haastattelu voi olla motivoiva tutkimusmenetelmä haastateltavalle, jos aihe on häntä kiinnostava. Vaikka haastattelua ei kannata suunnitella turhan pitkäksi, niin asiastaan innostunut haastateltava saattaa puhua jopa useita tunteja. Haastattelumenetelmän hankaluuksia ovat mm. kysymysten laatimisen ja haastattelijan roolin vaativuus. Kysymykset eivät saisi olla liian johdattelevia tai monimutkaisia. Myöskään haastattelija ei saa olla johdatteleva.

4.4 Pohdintaa

Nykyisten 450m² tuotantotilojen lisäksi on tarvetta uusille tiloille. Tulossa on rakennuksen laajennus, jonka pinta-ala on noin 350m². Laajennuksen jälkeen varaston, tavaran lähetyksen ja vastaanoton sekä valmistuksen osalta kokonaispinta-ala tulee olemaan noin 800m².

Rakennuksen vastaava projektipäällikkö esitteli alustavia julkisivupiirustuksia tuotannon laajennuksesta tammikuussa 2011 ja kyseli tuotannon keskijohdolta ja toimitusjohtajalta mielipiteitä niistä. Tutkimuksen tekijä (tuotantopäällikkö) oli yksi heistä. Silloin tuli esille, että rakennuksen suunnittelu on siinä vaiheessa, että eri toimijat tarvitsevat tietoa tuotannon tulevasta layoutista suunnitellessaan laajennuksen osasuunnitelmia.

Yrityksen toimitusjohtaja antoi tuotantopäällikölle tehtäväksi suunnitella oman työn ohessa tuotannolle uusi layout. Työpöytien myyjältä pyydettiin apua layoutin suunnitteluun, mutta sellaista palvelua myyjällä ei ollut tarjota. Työkiireiden vuoksi huhtikuun alkupuolella 2011 palkattiin ulkopuolinen asiantuntija avuksi layoutin suunnitteluun. Yrityksen sisälle perustettiin projektiryhmä toteuttamaan layoutin muutosta.

5 TUTKIMUKSEN KULUN VAIHEET

Tässä kappaleessa kerrotaan tutkimuksen kulun eri vaiheet, joita ovat tutkimusmenetelmän valinta, nykytilanne, tavoitteet, tutkimuksen päävaiheet, layout tutkimusmenetelmän valinta sekä päätyminen kyselytutkimukseen käyttökokemuksista.

5.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Tässä tutkimuksessa käytetään kvalitatiivista tutkimusta, aineiston hankinnan metodina käytetään aktiivista osallistuvaa havainnointia eli toimintatutkimusta. Tutkimuksen tekijä havainnoi haastattelun yhtenä aktiivisena jäsenenä. Avoin haastattelu toteutetaan ryhmässä kasvotusten, asiantuntijan avustuksella. Ryhmähaastattelun suorittaa asiantuntija tekemiensä kysymysten avulla. Tutkimuksen tekijä kertoo havainnot haastattelun ja layoutin suunnitelman kulusta.

Käyttökokemusten tutkimusmenetelmäksi on valittu survey-tutkimus. Sen suorittaa tutkimuksen tekijä tekemiensä kysymysten avulla. Kyselylomake on strukturoimaton.

5.1.1 Haastateltavat

Yrityksen sisälle perustetaan projektiryhmä layoutin muutoksen suunnittelua varten. Se koostuu johtoryhmästä ja työntekijöistä. Tutkimuksen tekijä valitsee työntekijät ryhmään. Johtoryhmässä on neljä henkilöä, jotka ovat operations manager, rakennuksen vastaava projektinvetäjä, ulkopuolinen asiantuntija ja tutkimuksen tekijä (tuotantopäällikkö).

Tutkimuksen tekijä on vastuussa tuotannon valmistuksesta ja alihankinnasta. Työkokemusta Beamexissä erilaisissa tehtävissä on 25 vuotta (tuotanto, osto, tuotannon ohjaus ja johtaminen). Johtoryhmällä on työkokemusta yhteensä 81 vuotta eli keskimäärin 20 vuoden työkokemus henkilöä kohden, mikä on suhteellisen paljon.

Tuotannon valmistuksessa on kaikkiaan 13 työntekijää varastonhoitaja mukaan lukien. Heistä ryhmään valitaan kolme eri tuotteiden tekijää ja varastonhoitaja. Tärkeimpänä kriteerinä valintaan vaikuttaa työkokemus sekä tekijän asiantuntemus ja kokemus valmistamastaan tuotteesta. Työntekijöiden osuus on 30 % kokonaismäärästä, työvuosia heillä on yhteensä 56 vuotta ja sen osuus on 40 % kaikkien työvuosista.

5.1.2 Haastattelun kulku ja kysymykset

Tutkimuksen aikana tarkoituksena on pitää neljä ryhmähaastattelua, joissa haastatellaan aineiston keräämiseksi johtoryhmän jäseniä, työntekijöitä ja toimitusjohtajaa.

Avoimessa haastattelussa kysytään ensiksi toimitusjohtajalta, mitä tuotteita tullaan valmistamaan seuraavan kolmen vuoden kuluessa ja millaisia määriä. Projektiryhmän muilta jäseniltä kysytään, miten hyvin nykyinen toimintatapa soveltuu tuotannon tarpeisiin, miten materiaalivirtoja ohjataan (varasto-ohjauksella vai imuohjauksella) ja mitä töitä on ulkoistettu. Työntekijöiltä kysytään nykyisen toimintatavan vahvuuksia ja heikkouksia sekä kehitysideoita. Lisäksi kirjataan tuotteiden päätyövaiheet ja kuukausittaiset valmistusmäärät.

Työntekijöiden ja muiden johtoryhmän jäsenten kanssa käydään läpi yleisen tilajärjestelyn hyvät ja huonot puolet sekä parannusehdotukset. Samat asiat käydään läpi myös yksittäisen työpisteen osalta.

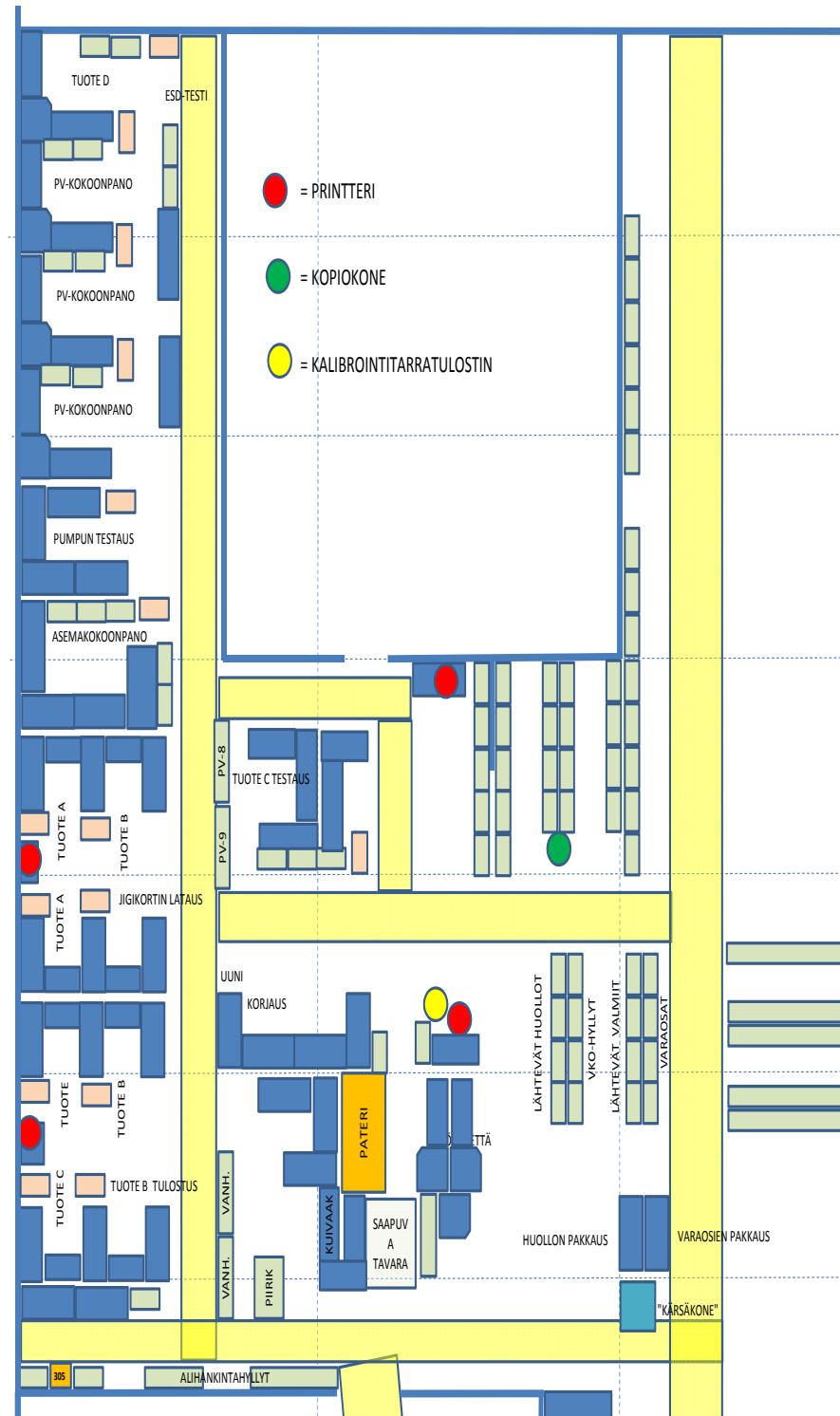
5.2 Nykytilanne

Tällä hetkellä rakennuksen kokonaispinta-ala on noin 4100m², josta tuotannon valmistuksen käytössä on noin 550m². Siitä suurin osa on alkuperäistä osaa, joka on rakennettu vuonna 1984. Nykyiset tuotannon työpisteiden kalusteet ovat samalta ajalta lukuun ottamatta neljää yksittäistä työpistettä, jotka hankittiin yhdeksän vuotta sitten, kun tuotantoa laajennettiin entiseen miesten pukuhuoneeseen ja taukotilaan. Ilmastointi uusittiin kolme vuotta sitten tuotannon, varaston, huollon ja kalibrointilaboratorion osalta.

Nykyisissä tuotannon valmistuksen tiloissa on käytössä kaksi neljän hengen solua ja kuusi yksittäistä työpistettä. Näiden lisäksi on erillinen testipiste, yksi tilapäinen työpiste sekä laboratorion oven vieressä pöytäkirjojen tulostuspiste. Tiloissa on myös korjauspiste viallisten korttien korjaamiseen, komponenttien irrottamiseen ja juottamiseen sekä pienten protosarjojen tekemiseen. Saapuvan tavaran vastaanotossa on yksi työpiste, sen lähellä on avoimien sarjojen hylly sekä kuivakaappi ja vakuumpakkauskone. Lisäksi on huollon saapuvan ja lähtevän tavaran pakkauspiste sekä uusien tuotteiden pakkauspiste. Valmiiden tuotteiden hylly sijaitsee lähellä lähettämön pakkauspisteitä. Tuotteiden tekijät toimittavat valmiit tuotteet hyllyyn myyntitilauksen numeron perusteella oikeille tilauksille.

Tuotteiden tekijät keräävät materiaalit sarjoihin varastosta kärryille. He kokoonpanevat tuotteet puolivalmisteista työpisteissä ja kuljettavat ne sitten kärryillä laboratorioon kalibrointia ja tarkistusta varten. Solun yksittäisissä työpisteissä on liian vähän tilaa kärryille. Muita ongelmia ovat pöytätilan vähyys sekä ergonomian kannalta puuttuva yksilöllinen työpöydän korkeuden säätö. Hyllyjen ja väliseinien kiinnikkeet on asennettu pöytätasoon, joten työpöytää ei voi säätää solussa yksittäisen työpisteen osalta, koska se vaikuttaa myös viereisen työntekijän työtasoon. Tekijät ovat erikokoisia ja tarve säätää työpistettä on yksilöllinen.

Nykyinen layout näkyy kuviossa 14. Kuviosta näkee, että koko tila on jo käytössä. Joitakin pieniä muutoksia voidaan tehdä, mutta kapasiteetin lisäämiseen ei ole tilaa riittävästi. Työpisteiden sijoittelu materiaalivirran kannalta ei ole selkeä tällä hetkellä. Esimerkiksi puolivalmisteiden paikat ovat liian kaukana tavaran vastaanotosta. Käytävät ovat kapeita, useassa yksittäisessä työpisteessä on ahdasta, kasvusta johtuen tarvitaan lisää tekijöitä, mutta heille ei ole vapaita työpisteitä.



KUVIO 14. Nykyinen layout

Lopputuotteet tehdään tilausohjautuvasti, puolivalmisteet taas varasto-ohjautuvasti. Tuotanto on pääasiassa laitteiden loppukokoonpanoa, optioiden ja moduulien asennusta, testausta ja kalibrointia. Työntekijä kasaa tuotteen puolivalmisteista alusta loppuun asiakastilausten perusteella. Samalla tuotteella voi olla useampikin tekijä. Puolivalmisteista

osa tehdään yrityksen sisällä, esimerkiksi määrittelemättömien painemoduulien loppukasaus. Puolivalmisteiden tekijä kasaa painemoduulisarjan ja vie sen tuotannon välivarastoon, jota kutsutaan 8-koodin välivarastoksi. Moduuleja määritellään (linearisoidaan) laboratoriossa eri paineissa ja lämpötiloissa tarkoitukseen suunnitellussa määrityskaapissa. Järjestelmä tekee lopuksi kalibroinnin automaattisesti ja tallettaa kalibrintitulokset tietokantaan. Määrittelyssä läpi menneet moduulit kuitataan toiminnanohjausjärjestelmään valmiiksi moduuleiksi, niitä kutsutaan 9-koodin välivarastoksi. Tekijät näkevät visuaalisesti 9-koodin laatikoista, milloin pitää käynnistää 8-koodillisen moduulien määrittely.

Suurin osa puolivalmisteista teetetään yrityksen ulkopuolella alihankkijoilla. Alihankkija hankkii suurimman osan komponenteista, mutta kriittiset komponentit hankkii Beamex. Osa kalustetuista, mittaukseen tarkoitetuista korteista testataan toiminnallisella testerillä alihankkijalla. Moduuleille luvattu tarkkuus ei selviä testerillä, vaan vasta kalibrintilaboratoriossa tehdyn määrittelyn jälkeen. Lisäksi mittaustarkkuuteen vaikuttaa korttien ja komponenttien vanhennus, joka tehdään Beamexissä.

5.3 Tavoitteet

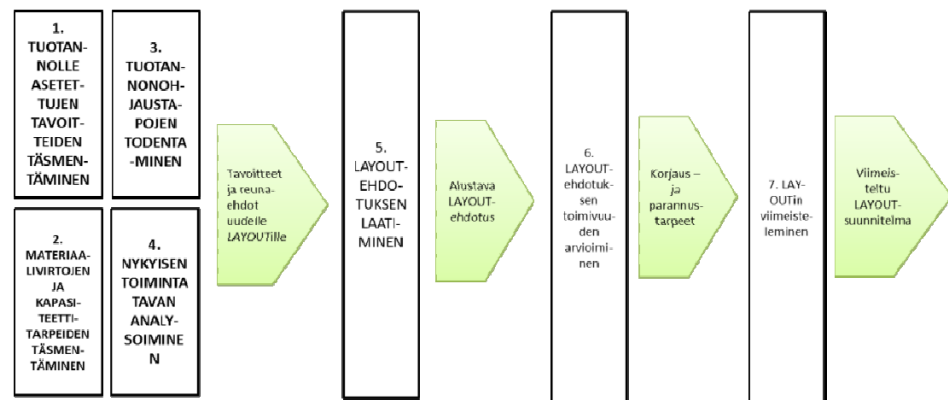
Tavoitteena on suunnitella Beamex Oy Ab:n tehtaan tuotannolle uusi layout, mikä osaltaan auttaa toteuttamaan seuraavat tuotannolle asetetut tavoitteet:

- kapasiteettitarpeiden tyydyttäminen 3 vuoden aikaikkunalla
- tuotannon ketteryuden lisääminen (joustavuus tuotemuutoksissa)
- selkeämpien materiaalivirtojen avulla lyhennetty läpäisy aika ja pienennetty vaihtomaisuus (KET)
- ryhmämäisen työskentelyn tukeminen
- itseohjautuvuuden ja visuaalisuuden ohjauksen edellytysten parantaminen

Tuotannon uudelleenjärjestelyssä kiinnitetään erityistä huomiota tuotannon työntekijöiden mielipiteiden huomioimiseen.

5.4 Tutkimuksen päävaiheet

Tuotannon uudelleenjärjestely käsittää seuraavat vaiheet, jotka on tarkemmin kuvattu kuviossa 15. Ne käydään valitun ryhmän toimesta läpi eri haastattelukerroilla.



KUVIO 15. Layout tutkimuksen päävaiheet

Taulukossa 5 on kuvattu tarkemmin neljä ensimmäistä vaihetta. Ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa ryhmän vastausten perusteella tehdään tuotemäärä- ja riippuvuusanalyysi. Kohdassa kolme todetaan tuotannon ohjaustavat ja tunnistetaan niiden kehittämistarpeita. Neljännen vaiheen havaintojen perusteella tehdään SWOT – analyysi nykytilasta ja selvitetään nykyisen tilan reunaehdot.

Edellisten vaiheiden määriteltyjen tavoitteiden ja rajoitteiden perusteella laaditaan ehdotus tulevasta layoutista ja työpisteiden sisällöstä. Sen jälkeen arvioidaan ryhmän toimesta layout-ehdotusta. Toimivuuden arvioinnin tulosten perusteella tehdään korjaus- ja parannusehdotukset ja viimeistellään layout annetun palautteen perusteella.

TAULUKKO 5. Tavoitteet ja reunaehdot uudelle layoutille

<p>1. Tuotannolle asetettujen tavoitteiden täsmentäminen</p> <ul style="list-style-type: none"> – 3 vuoden päästä valmistettavien tuotteiden ja näiden valmistusmäärien ennustaminen • nykyiset tuotteet, uudet tuotteet • tuotteiden vuotuiset (kpl/a) sekä maksimi (kpl/kk) valmistusmäärät • mahdollisesti käyttöönotettavat uudet teknologiat • mahdolliset muutokset nykyiseen ulkoistusstrategiaan – muiden tuotantoon kohdistuvien tavoitteiden täsmentäminen 	<p>2. Materiaalivirtoihin ja kapasiteettitarpeisiin liittyvien perustietojen täsmentäminen</p> <ul style="list-style-type: none"> – 3 vuoden aikana valmistettavien tuotteiden • tuoterakenteet (yhteiset / tuotekohtaiset moduulit ja puolivalmisteet, koko, paino), • oman valmistuksen päätyönvaiheet (mahdolliset työohjeet), • tarvittavat (väli)varastot, • eri päätyönvaiheiden ja varastojen väliset keskinäiset sidokset sekä • päätyönvaiheiden kapasiteetti- sekä pinta-alatarpeet
<p>3. Käytettävien tuotannonohjaustapojen todentaminen</p> <ul style="list-style-type: none"> – materiaalin- ja valmistuksenohjauksessa käytettävät ohjaustavat – itseohjautuvuuden rajat – päätuotteiden valmistusprosesseihin sisältyvät OP Pisteet (OPP, Order Penetration Point, on piste, jota ennen prosessi on varasto-ohjautuva ja jälkeen tilausohjautuva) – tuotannonohjauksen tunnistetut kehittämistarpeet 	<p>4. Nykyisen toimintatavan analysoiminen</p> <ul style="list-style-type: none"> – nykyiseen toimintatapaan liittyvät • vahvuudet, • heikkoudet / tunnistetut epäkohdat sekä • muut parannusehdotukset ja kehitystavoitteet – nykyisiin tuotantovälineisiin liittyvät reunaehdot • paikalleen jäävät / vaikeasti siirrettävät tilat ja laitteet

Layoutin tutkimusmenetelmäksi valitaan toimintopohjainen tutkimusmenetelmä. Työtilan hahmottamiseen käytetään pohjapiirustuksia, fläppitaulua ja käsivaraisesti tehtyjä hahmotelmia. Pohjapiirustuksia tehdään mittatarkasti Excel- ohjelmalla, johon on helposti ja nopeasti päivitettävissä muutokset. Suunnitelmia tarkastellaan ja arvioidaan ryhmässä nykytilanteeseen verraten.

Tuotannon uudet työpisteet ovat olleet käytössä kaksi kuukautta. Aluksi harkitsin haastattelumenetelmäksi ryhmähaastattelua, mutta se ei olisi sopinut suuren ajankäytön vuoksi aikatauluun. Käyttökokemuksien tutkimiseen valitsin kyselytutkimuksen. Liitteen 7 kysymysten tarkoituksena on saada selville työntekijöiden vastausten perusteella uuden layoutin nykytilan hyvät ja huonot puolet sekä tulevaisuuden jatkokehityskohteet ja uhat. Vastausten perusteella tehdään SWOT – analyysi.

6 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä kappaleessa kerrotaan layoutin- ja kyselytutkimuksen keskeiset tulokset. Tulokset perustuvat tutkijan havaintoihin tutkimuksen aikana. Tutkija on kirjoittanut käsin eri haastattelukerroista havaintoja paperille, joita tuli yhteensä kahdeksan sivua. Erilaisia työpisteiden hahmotelmia paperille on tehty noin 10 sivua ja sähköisessä 3D- muodossa työpisteiden kuvia. Työntekijät ovat suullisesti ja kirjallisesti kommentoineet työpisteiden vaihtoehtoisia piirustuksia. Lisäksi ryhmähaastatteluissa on kirjoitettu kokoustilan fläppitaululle vastauksia esitettyihin kysymyksiin. Aineistoa ovat myös asiantuntijan raportit ja Excel- taulukko-ohjelmalla tehdyt layoutpiirustukset. Survey-tutkimuksessa käytetty ohjelma (Survey Monkey) jaotteli yksittäisen kysymyksen avoimet vastaukset vastaajan tunnuksen mukaiseen järjestykseen. Vastauksia tuli yhteensä 12 sivua, jotka sai tulostettua haluttuun sähköiseen muotoon. Muistutusta ei lähetetty vastaajille. Tutkimustulokset on koottu kaikista näistä materiaaleista.

Johtoryhmä kokoontui kolme kertaa ja koko projektiryhmä viisi kertaa tutkimuksen aikana. Yksittäinen ryhmähaastattelu kesti johtoryhmän osalta 3-7 tuntia ja koko projektiryhmän osalta 4-7 tuntia. Toimitusjohtaja oli mukana kahdessa johtoryhmän haastattelussa sekä kun koko projektiryhmän osalta viimeisteltiin layoutsuunnitelmaa.

6.1 Tavoitteiden ja rajausten keskeisimmät tulokset

Ensimmäisessä johtoryhmän tapaamisessa käytiin läpi aikataulu, tavoitteet ja layout tutkimuksen kolme ensimmäistä päävaihetta eli tuotannolle asetettujen tavoitteiden täsmentäminen, materiaalivirtoihin ja kapasiteettitarpeisiin liittyvien perustietojen täsmentäminen sekä tuotannonohjaustapojen toteaminen. Toimitusjohtaja oli mukana ensimmäisessä johtoryhmän haastattelussa ja se kesti 7 tuntia.

Layoutin suunnittelun aikatauluun liittyvät havainnot:

Rakennuksen vastaava projektinvetäjä informoi, että ”laajennuksen rakentaminen alkaa viiden kuukauden kuluttua syksyllä ja se valmistuu

vuoden 2011 loppuun mennessä. Rakennuslupaa on tarkoitus hakea kuukauden kuluttua kesäkuussa ja ennen sitä olisi hyvä, jos layout suunnitelma olisi valmis. Laajennuksen kokonaispinta-ala 350m², sisätilan leveys on 8 metriä ja pituus 43 metriä sekä korkeus ulkoseinän ikkunan vieressä liimapalkin alareunaan on 2.5 metriä. Yleinen tie ja parkkipaikka rajasivat rakennuksen leveyttä, ettei voitu enempää laajentaa.”

Toimitusjohtajan kommentit tulevasta tuotannon rakennuksen laajennuksesta ja koko rakennuksen tulevaisuudesta olivat, että ”nykyinen uusi tuotannon laajennus on käytössä 10–15 vuotta, rakennusoikeutta jäljellä 40 % ja tulevaisuudessa ylöspäin on mahdollista rakentaa joissakin osissa rakennusta.”

Tavoitteisiin liittyvät havainnot:

Toimitusjohtajalta ja johtoryhmän jäseniltä kysyttiin, onko 3 vuoden aikaikkuna kapasiteetin lisäämiseen riittävä?

Toimitusjohtaja vastasi, että ”kolme vuotta on sopiva tällä hetkellä, viisi vuotta on liian pitkä aika. Operation manager oli samaa mieltä, samoin muut ryhmän jäsenet tutkija mukaan lukien.”

Seuraava kysymys oli, paljonko liikevaihto kasvaa ja millä tuotteilla.

Toimitusjohtaja vastasi, että ”volyymien oletetaan kasvavan 1,5 - 2 kertaiseksi kolmessa vuodessa ja kaikkiin tuotteisiin panostetaan. Nykyiset tuotteet ovat tuotannossa ja on myös huomioitava tulossa oleva uusi tuote. Projektien koko ei kasva kokonaisvolyymien kasvaessa. Penkkipuoli ei muutu ja niissä toimitaan nykyisellään.”

Rajaukseen liittyvät havainnot:

Mitä rajoituksia on tilassa otettava huomioon?

Operations manager vastasi, että ”lämpö – tuotteita ei oteta huomioon. Osa tuotantotilan lattiasta on laatoitettu, tähän ei voi sijoittaa tuotantoa. Sama henkilö valmistaa tuotteen alusta loppuun asti.”

Tutkijan vastauksia olivat, että ”ulkoistuksen raja pysyy nykyisenä. Rakennuksen liimapalkit 4,8 metrin välein on huomioitava työpisteiden sijoittelussa ja pateria että ei voi siirtää, koska korkeutta on riittävästi vain nykyisessä paikassa.”

Mitä muita ideoita ja ongelmia tuli esiin haastattelun aikana? Vastaajan 2 mielestä PGM - pumpun kokoaja voisi tehdä kokoonpanon loppuun asti. Vastaja 2 oli sitä mieltä, että markkinointimateriaali tulisi siirtää joko jälleenmyyjien tiloihin (ainakin nimellä varustetut), erilliseen varastoon tai painon varastoon. Vastaajan 9 mielestä laukkujen keräily varastosta tulisi lopettaa. Niiden ja muiden loppukasaustarvikkeiden (esim. mittajohdot) varasto tulisi siirtää pakkaustyöpisteen yhteyteen. Vastaajan 3 mielestä pukukaappeja ei ole riittävästi suunnitellulle henkilömäärälle.

Päättyövaiheet tuotteen B osalta:

- sarjan keräys
- kokoonpano, ohjelmointi, optioasennus, kertoimien syöttö, tietojen luku
- kalibrointi, LABRA
- loppukokoonpano, pöytäkirja, valmiiksi kuittaus

Kortti 1

- kriittisten komponenttien vanhennus
- sarjan keräys
- ALIHANKKIJA, ladonta, testaus
- vanhennus
- määrittäminen, kalibrointi, LABRA

Kortti 2

- kriittisten komponenttien vanhennus, VARASTO
- korttien sarjan keräys
- ALIHANKKIJA, korttien ladonta
- korttien vanhennus, VARASTO
- tasaantuminen
- moduulien sarjan keräys
- kokoonpano, ohjelmointi
- määrittäminen, kalibrointi, LABRA

Asiakkaat hyväksyvät 4-5 viikon toimitusajan ja myynnin ennustettavuutta on parannettu CRM:n (Custom Relationship Management) asiakkuudenhallinta-ohjelmiston avulla. Asiantuntijan kommentti, että materiaalivirran hallinta on olennainen osa tuotannon toimintaa, loppukokoonpano pieni osa työstä.

6.1.1 Tuotemäärä analyysi

Luvun 4.1.1 analyysin mukaan haastattelussa tehtiin havainnot nykytilan ja tulevaisuuden tuotteiden kappalemääristä, nykytilana on tässä tutkimuksessa vuosi 2011 ja tulevaisuutena on asetetun tavoitteen mukaisesti vuosi 2014. Yhdessä muiden johtoryhmän jäsenten kanssa käytiin läpi nykyiset ja kolmen vuoden päästä valmistettavat vuosimäärät tuotteittain, myös uuden tuotteen osalta. Tutkimuksen tekijän vastuulla on alihankinta, joten korttisarjojen eräkokoon ja kuljetukseen liittyviin kysymyksiin vastasi tutkimuksen tekijä. Tuotteiden kuukausittaiset valmistusmäärät esittivät Operation manager ja tutkimuksen tekijä. Projektiryhmän jäsenet tarkensivat lukuja.

TAULUKKO 6. Perustietoja tuotteista

Tuote	myynti				kpl/ hlö/kk	kpl/ Kärry	kortit			kalibr. kpl/erä
	2011	2014	AVG	max			kuljetus / kpl/erä	vanhennus kpl/ltk	ltk/erä	
Tuote A	1000	1500	91	136	45	10				10
kortti 1							250	50	5	
Tuote B	2000	3000	181	272	90	30				24
kortti 1							300	50	6	
kortti 2							300	100	3	
kortti 3							300	100	3	
Asemat	xxx	xxx	xx	xx	xx	2				8
Tuote C	1000	1500	91	136	45	12				48
kortti 1							200	50	4	
kortti 2							200	40	5	48
kortti 3							200	20	10	48
kortti 4							200	68	3	
akkupak.	1200	1800	109	164	150		210	70	3	
Tuote D	500	750	45	68	34	12				12
kortti 1							96	24	4	48
kortti 2							100	25	4	

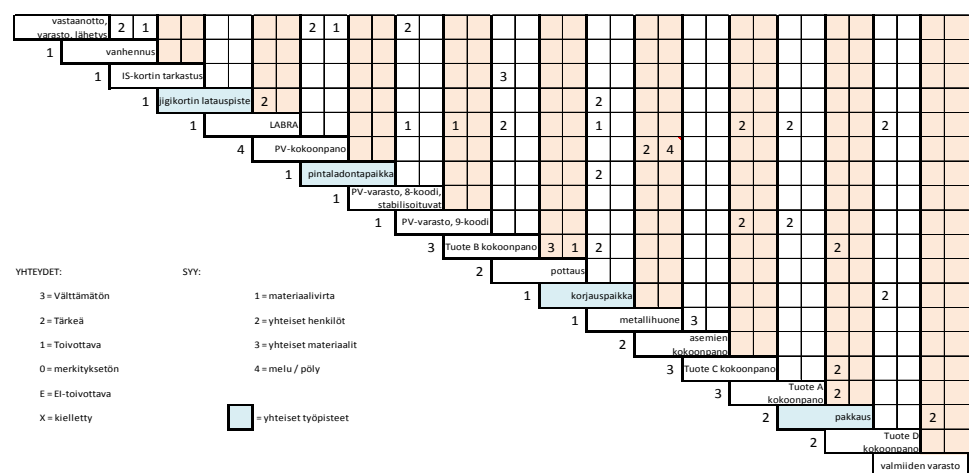
Taulukossa 6 esitellään tuotteet ja niiden valmistusmäärät. Yrityssalaisuuden vuoksi taulukon 6 tuotteiden nimet, kortit ja kappalemäärät eivät ole todellisia kappalemääriä, vaan ne on muutettu kaikilta osin.

Johtopäätöksenä tuoteanalyysin tuloksista voidaan todeta, että jos oletetut tuotteiden kappalemäärät toteutuvat, niin lähitulevaisuudessa resursseja on lisättävä yhteensä kuusi henkilöä. Layoutin suunnittelussa on otettava huomioon tämä henkilöstön lisästarve.

6.1.2 Toimintoanalyysin tulokset

Toimintoanalyysissä tuotteiden tekijöiden resurssit määriteltiin tuoteanalyysin avulla. Työpisteet ja riippuvuudet käytiin läpi ensimmäisessä ryhmähaastattelussa sekä henkilökohtaisten että yhteisten työpisteiden osalta.

Kuvion 16 toimintokaaviossa ylimpänä on materiaalivirran alkupää eli tulevan tavaran vastaanotto. Vanhennuspisteen on tärkeää sijaita lähellä vastaanottoa materiaalivirran vuoksi. Sinisellä kuvatut ovat yhteisiä työpisteitä, näitä on neljä kappaletta. Työpisteiden edessä oleva luku kertoo, montako kyseistä työpistettä on oltava tulevassa uudessa layoutissa. Esimerkiksi tuotteen A osalta kolme työpistettä, niiden on riippuvuustaulukon mukaan tärkeää sijaita lähellä 9-koodin välivarastoa ja laboratorioita.



KUVIO 16. Yhteyskaavio

SWOT-analyysin tulosten perusteella lisättiin pakkauspiste ja jigikortin latauspiste toimintokaavioon sekä niiden riippuvuudet muihin toimintoihin.

6.1.3 SWOT-analyysin tulokset

Ryhmähaastelussa aihealueet jaettiin kolmeen osaan. Tutkimuksessa tutkittiin ympäristöä, työpistettä ja rajoituksia. Nykyisen ympäristön tutkinen kysymällä niiden hyvät ja huonot puolet sekä parannusehdotukset.

Ryhmähaastattelussa jokainen henkilö vuorollaan kertoi yhden hyvän puolen kerrallaan, asiantuntija kirjasi vastauksen ylös kokoustilojen isolle muistilehtiölle, niin kauan jatkettiin, kun enää ei tullut vastauksia. Sen jälkeen oli vuorossa huonot puolet ja lopuksi parannusehdotukset.

Samoin toimittiin työpisteen osalta. Tutkimuksen tekijä kirjasi havainnot myös paperille vastaukset tekijöineen. Näistä molemmista on koottu SWOT – analyysin tulokset, jotka ovat tarkemmin liitteessä kaksi ja kolme.

Kappaleen 4.1.3 ohjeiden mukaisesti näitä tuloksia hyödynnetään layoutin suunnittelussa. Niistä yhtenä esimerkkinä on pakkauspiste.

Pakkauspisteongelma

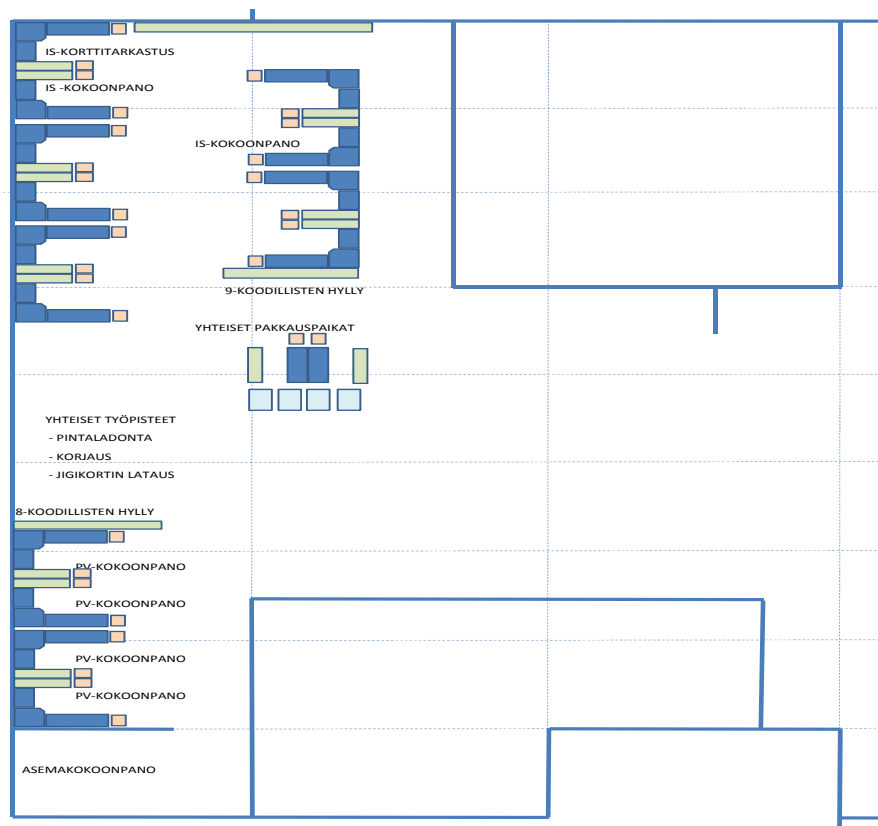
Ryhmähaastattelussa tuli esille ongelma, että omalla työpisteellä on liian vähän pöytätilaa erityisesti pakattaessa laitteita ja loppukasaustarvikkeiden välivaraston tulisi sijaita mahdollisimman lähellä työpistettä, jotta vältettäisiin ylimääräinen materiaalin haku varastosta. Haluttiin erillinen pakkauspiste, joka voi olla yhteinen muiden laitteiden työntekijöiden kanssa.

Lopputarkastusten jälkeen laitteiden tekijät pakkaavat laitteen ja muut lisätarvikkeet tuotteelle suunniteltuun pakkauslaatikkoon. Toimitussisältö riippuu asiakastilauksesta, normaalisti siihen kuuluu käyttöohje, laturi, verkkojohto, mittajohdot ja letkusarja sekä

akkreditoitu kalibrointitodistus. Lisätarvikkeiden koostumus vaihtelee sen mukaan, mihin toimitusmaahan laite toimitetaan (erikieliset käyttöohjeet, erilaiset laturit ja verkkojohdot).

6.2 Uusi layout suunnitelma

Työpiste päätettiin tehdä tuoteperusteiseksi soluksi, jossa 2-3 työpistettä ja henkilökohtaiset työpisteet parannusehdotuksen mukaisesti. Layoutsuunnittelu lähti liikkeelle yksittäisen työpisteen kokonaisuudesta. Parannusehdotuksina siihen haluttiin nostopöytä ergonomian parantamiseksi, enemmän pöytätilaa, pyörillä oleva työkalulaatikosto, parempi näytön sijoittelu sekä lisää kärryjä. Yritysjohdolta tuli vaatimus, että sermien tulee olla matalia ja solujen avoimia. Ryhmässä olevien työntekijöiden mielipiteiden perusteella ja johdon kommenttien perusteella tehtiin ensimmäinen malli työpisteestä, joka näkyy liitteestä 8/1. Mallin perusteella tehtiin alustava layout suunnitelma, joka näkyy kuviossa 17.



KUVIO 17. Alustava layout suunnitelma

Koko ryhmä kokoontui yhdessä arvioimaan layoutia, ja siihen tehtiin korjaus- ja parannusehdotuksia. Yhdessä saatiin lisättyä tarvittavat muut yhteiset työpisteet yhteyskaavion perusteella. Ongelmaksi muodostui tuotteen tekijän henkilökohtaisen työpiste.

Niiden muutosten kulusta tuli seuraavanlaisia havaintoja:

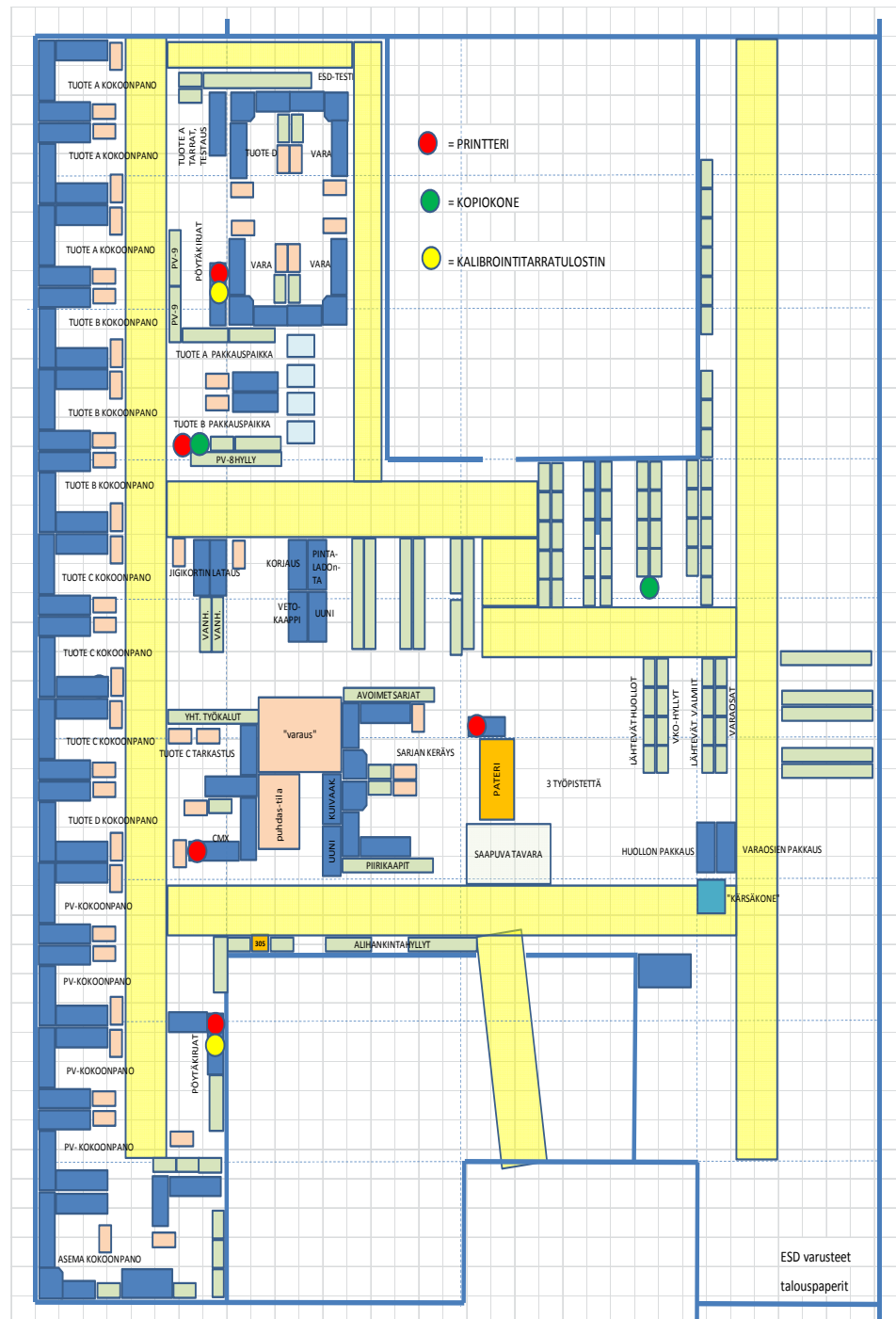
Työntekijöiden mielestä jos tietokone on asennettu solun perälle nurkkaan, laitteita joutuisi nostelemaan kärryiltä, jotta niihin voi asentaa optioita tietokoneella. Kärryillä ei pääsisi sisälle kapeaan soluun eikä kärryä saisi tietokoneen viereen. Tietokonetta työntekijät eivät halunneet nurkkaan vaan tultaessa työpisteen sisääntuloon, mutta työnantaja ei sitä hyväksynyt. Pöytätilaa oli liian vähän, hyllyjä haluttiin muuttaa pöytätilaksi.

Seuraavassa vaihtoehdossa ikkunan puolelta poistettiin pöytä, jotta kärryillä päästäisiin lähemmäksi tietokonetta. Pöydän päähän asennettiin särmi yksityisyyden suojaksi. Tässä vaihtoehdossa kärryn tuonti työpisteeseen teki työpisteen käytön vaikeaksi ja ahtaaksi. Särmi oli kärryn tiellä työvaiheiden kannalta, sen näkee hyvin liitteen 5/1 3D-kuvasta.

Seuraavassa vaihtoehdossa särmi poistettiin, mutta työntekijät eivät hyväksyneet kyseistä vaihtoehtoa. Se on kuvattu tarkemmin liitteessä 5/2. Ongelmana oli pöytätilan vähyys ja tietokoneen paikka. Työpisteen leveyttä eli kahden pöydän väliä ei voitu lisätä, koska laajennuksessa ei ollut tilaa ja työpisteitä piti mahtua 14 kpl riviin. Tilan nurkassa sijaitsevalle asemakokoonpanolle piti jäädä myös riittävästi tilaa. Neljän vanhan työpisteen piti myös mahtua layoutiin rajausten mukaisesti.

Työpisteeseen ikkunan puolelle lisättiin pöytä, mutta sen lisäksi työntekijät esittivät nurkkapöytää käytävän puolelle. Johtoryhmä puolestaan esitti sivupöytiä suorana ja näytölle niveltä, jonka paikan voisi tekijä valita itse kolmesta eri vaihtoehdosta väliseinän palkissa. Työntekijöiden vaihtoehdossa kokonaisleveys oli 297 cm ja johtoryhmän vaihtoehdossa 285 cm. Työntekijöiden vaihtoehdolle ei ollut tilaa, koska niitä ei mahtunut tarvittavaa määrää. Toimitusjohtaja oli mukana perustelemassa johtoryhmän esitystä. Yhteisymmärryksessä valittiin johtoryhmän esitys ja viimeisteltiin layout.

Tutkimuksen tuloksena saatiin kuvion 18 mukainen uusi layout, joka voitiin käyttää rakennuksen suunnittelun toteutuksessa ja rakentamisessa, uusien työpisteiden kalusteiden tarjouspyynnön tekemiseen, hankkimiseen ja kasaamiseen. Muuton yhteydessä se oli hyvä apu mahdollisimman joustavan muutoksen toteutus suunnitelman tekemiseen ja toteuttamiseen.



KUVIO 18. Uusi layout suunnitelma

Solun ja asemakokoonpanon katselmointi

Layout suunnitelman mukaan solu sisälsi kaksi työpistettä, jotka olivat peilikuvia toisistaan. Työpisteitä hankittiin suunnitelman mukaan kaikkiaan 14 kappaletta. Ennen kaikkien kalusteiden tilaamista haluttiin varmistaa, ettei jotakin ollut jäänyt huomaamatta työpisteen 3D – kuvasta tutkimusryhmältä. Hankittiin yhteen työpisteen kaikki kuuluvat osat ja kasattiin se valmiiksi. Sen jälkeen tutkija katselmoi kolmen hengen ryhmissä tulevien käyttäjien mielipiteitä ja kirjasi havainnot tarvittavista muutoksista.

Henkilön A totesi, että nostopöytä oli hyvä, mutta toisen pöydän kaksiosainen hylly halutaan muuttaa suoraksi hyllyksi, koska näytön korkeutta ei voitu säätää kunnolla. Henkilön B mielestä nostopöydän ylävalo ja sivuvalot olivat hyviä, mutta toiselta toimittajalta kokeiltavana oleva LED-valolista parantaisi toisen puolen valaistusta. Henkilön C mielestä väliseinän reikälevyä pitäisi jatkaa pöydän toiselta puolelta. Silloin työpisteen yksityisyys parantuisi. Henkilön D mielestä johtokanavan pistorasia tavallisen pöydän puolelta vähentää käytettävää työskentelylevyettä. Johtokanavan voisi pidentää ja muuttaa asennusvaiheessa pöytää vasten, ettei pieniä tavaroita tippuisi lattialle. Henkilön E mielestä pöytätasolle pitäisi hankkia suojamatto, pöydän pinta olisi pitkäikäisempi ja käytettävämpi.

Asemakokoonpano katselmoitiin erikseen 3D-kuvasta, henkilön F mielestä nurkkaan voisi laittaa kulmapöydän tietokonetta varten. Sen vieressä olevaa pöytää voisi lyhentää ikkunaan saakka, jotta yhteiselle testauspisteelle ja hyllylle jää tilaa. Lisäksi myös hyllyn alapuolelle haluttaisiin LED-valolista.

Johtopäätöksenä toteutettiin molempiin työpistekokoonpanoihin katselmoinneissa kaikki havaitut muutokset. Niistä on piirretty uudet 3D-kuvat; työpisteen osalta liitteessä 5/3 ja asemakokoonpanon osalta liitteen 6 alapuolella. Näiden kuvien perusteella pyydettiin päivitettyt tarjoukset toimittajalta ja tilattiin niiden perusteella työpisteiden uudet kalusteet laajennusosaan.

6.3 Muutoksen toteutus

Layoutin muutos tämän tutkimuksen toteutuksessa oli erittäin tärkeää yrityksen toiminnan kannalta, koska uuden ja vanhan osan melkein kaikkien työpisteiden paikkaa muutettiin, joitakin varaston hyllyjä lukuun ottamatta. Muutoksen toteutuksessa oli monia yksityiskohtia, alalla kerrotaan joistakin niistä.

Tuotannon katkeamattoman toiminnan turvaamiseksi uusi laajennus tehtiin niin pitkälle valmiiksi kuin mahdollista ennen kuin vanha seinä purettiin vanhan ja uuden osan välistä. Uudella puolella kaikki muu oli lähes valmista lukuun ottamatta lattiapinnoitetta, joka voitiin tehdä vasta vanhan seinän purkamisen jälkeen. Vanhan osan työpisteet siirrettiin metrin verran seinästä irti ja seinä suojattiin kattoon saakka muovilla pölyn leviämisen estämiseksi vanhaan osaan. Sähkömies poisti sähköjohdot ja lämmityspatterit seinästä päivässä, mutta se ei haitannut tuotantoa, koska työpisteiden sähkönsyöttöön tehtiin tilapäisratkaisu. Seinän purkuun meni urakoitsijalta ainoastaan päivä, tilapäisjärjestely tuotannossa oli käytössä neljä viikkoa.

Uudet työpisteiden kalusteet tilattiin toimittajalta kasattuna paikalle, toimittaja arvioi siihen menevän viikon, käytännössä se onnistui neljässä päivässä, kun oma tuotannon väki auttoi viimeisenä päivänä neljä tuntia ja aloitti samalla siirtämään joitakin hyllyjä ja henkilökohtaisia tavaroita. Yrityksen oma ATK-osasto suunnitteli tietoverkon siirtämisen viikonlopun ajaksi, ettei häiritse muiden osastojen toimintaa ja tuotantoa. Tietoverkon kytkimen muutos ja uusien työpisteiden tietokoneyhteydet saatiin tehtyä ja testattua viikonlopun aikana muuttoa varten.

Viikonlopun jälkeen jatkui henkilökohtaisiin työpisteisiin muutto. Siihen meni koko maanantaipäivä, silloin suurin osa työntekijöiden omista tavaroista oli jo paikoillaan ja tietokoneet toimintakunnossa. Yhteisten työpisteiden siirtämiseen meni kaksi päivää koko henkilökunnalta eli yhteensä valmistuksen tuotanto oli kolme päivää keskeytyksessä.

Kolmen viikon käytön jälkeen ergonomiaan erikoistunut fysioterapeutti työterveydenhoidosta kävi jokaisen työntekijän kanssa läpi uuden henkilökohtaisen työpisteen ergonomian. Fysioterapeutti neuvoi ja antoi suosituksen työtason ja työtuolin

korkeudesta sekä tietokoneen näytön paikasta. Fysioterapeutti oli tyytyväinen näkemäänsä, selvästi yritys oli panostanut kalusteisiin ja ympäristöön.

Kuukauden päästä muutosta käännettiin varastossa oleva paternoster-varastoautomaatti, jossa suurin osa varaston pienosien nimikkeistä on koodijärjestyksessä. Työ tilattiin ulkopuolelta. Yritykseltä meni sen tekemiseen ja huoltamiseen kaksi päivää ja varastonhoitajalta tavaroiden poistamiseen ja laittamiseen päivä.

Jotkut yhteisistä työpisteistä eivät ole vielä lopullisessa muodossa, koska vanhan osan ESD-lattiamatto vaihdetaan uuteen. Sen jälkeen voidaan vasta sopia ja tilata urakoitsija vaihtamaan lattian pinnoitetta, joka tarkoitus tehdä kolmessa eri vaiheessa. Puuttuvat muutokset eivät vaikuta tuotannon toimintaan tällä hetkellä, mutta layout suunnitelman toteutus on osittain vielä kesken.

6.4 Kyselytutkimuksen tulosten yhteenveto

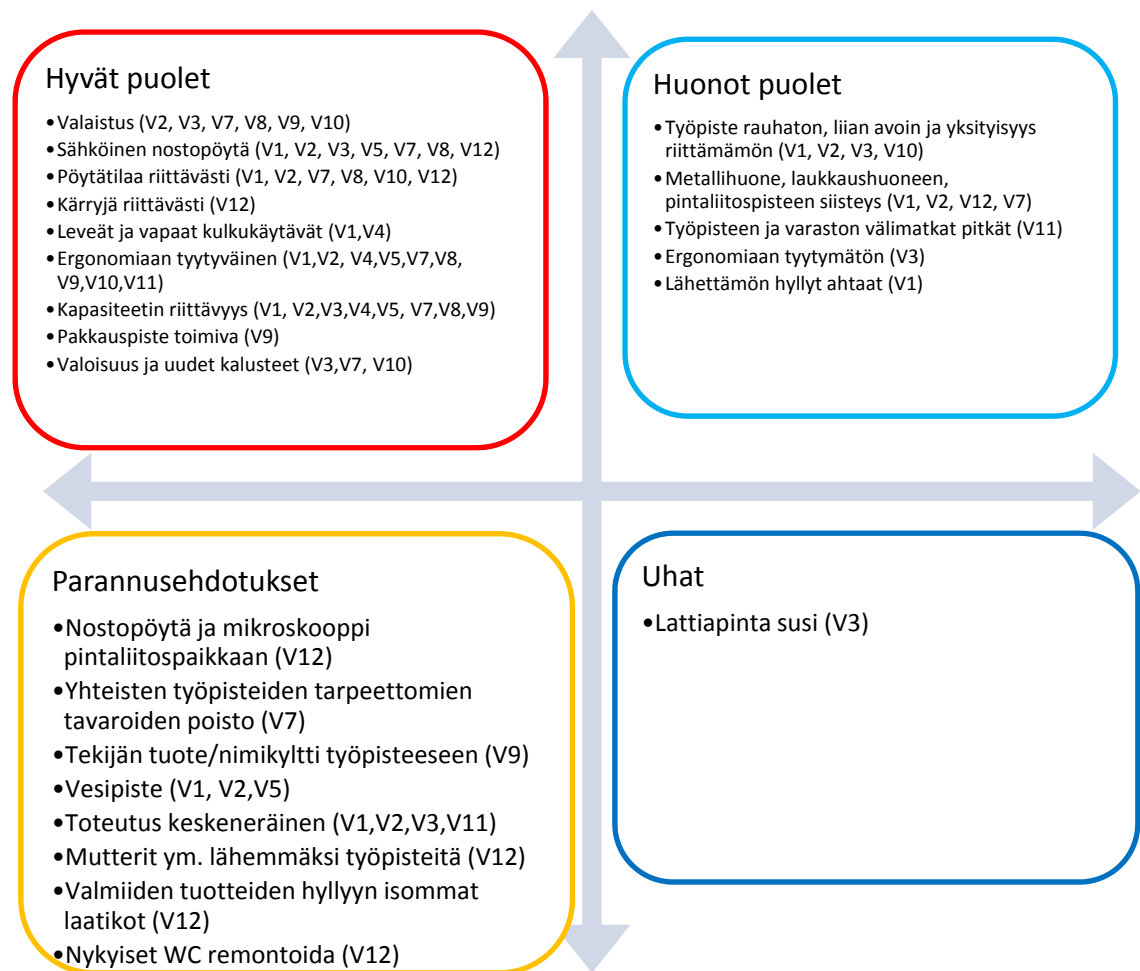
Kyselytutkimuksessa käytettiin SurveyMonkey – ohjelmaa, joka on helppo ja nopea tapa toteuttaa kysely anonymisti. Ennen kuin kysely toteutettiin, tutkimuksen tekijä näytti alustavia kysymyksiä kolmelle henkilölle. Heidän ehdotuksestaan niitä muutettiin hieman, lopulliset kysymykset löytyvät liitteestä kymmenen. Näille henkilöille kyselyä ei lähetetty.

Kysymysten vastauskohta jätettiin avoimeksi, jotta saataisiin monipuolisia sanallisia vastauksia. Työntekijöille kerrottiin etukäteen tuotannon viikkopalaverissa, että sähköpostilla on tulossa mielipiteiden kysely uuden layoutin ja työpisteiden käytöstä. Kyselytutkimus rajattiin lähetettäväksi kaikille tuotannon valmistuksen henkilöille, tulevan tavaran vastaanoton henkilöille ja lähtevän tavaran henkilöille. Sitä ei lähetetty ostoon, huoltoon, laboratorion vastuuhenkilöille eikä esimiehille. Tutkimuksen kysely lähetettiin 17 henkilölle sähköpostilla. Vastausaikaa annettiin viikko.

Vastauksia tuli 12 henkilöltä, vastausprosentti oli 70 %. Ensimmäiseen kysymykseen, oletko tyytyväinen uuteen työpisteeseen, saatiin viisi Kyllä-vastausta (pääosin, melko tai erittäin), tyytyväisiä oli neljä ja Ei vastasi yksi vastaaja. Mielestäni yleistyksenä vastausten

perusteella voidaan sanoa, että uuteen työpisteeseen ollaan tyytyväisiä joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta.

Kuvioon 19 on koottu tutkimuksen kyselyn eri vastauksista uuden layoutin yhteenveto kahden kuukauden käyttökokemusten jälkeen. Nykytilaa kuviossa 19 kuvaa hyvät ja huonot puolet. Tulevaisuutta kuvaa parannusehdotukset ja uhat. Vastaukset on esitetty SWOT – analyysin muodossa.



KUVIO 19. SWOT -analyysi käyttökokemuksista

Launiksen mukaan yleisin tyytymättömyyden aihe on yksityisyyden puute, ja että henkilö järjestellee työpisteensä omanlaisekseen. Tutkimuksen tuloksena kolmasosa koki yksityisyyden huonona puolena. Ihmiset ovat erilaisia ja kaikille se ei ollut riittävä tulosten mukaan. Yksityisyyttä ei huomioitu tutkimuksessa parhaalla mahdollisella tavalla.

Launiksen mukaan ergonomia on huomioitava oikea-aikaisesti suunnittelun kuluessa. Ergonomian suunnitteluprosessi: ei huomioitu tiloja suunniteltaessa. Tilojen mataluus rajasi layoutia. Ergonomia huomioitiin kyllä työpisteiden suunnittelussa ja ollaan tyytyväisiä nostopöytiin. Ergonominen tilasuunnittelu: työpisteiden tila optimoitiin, käytäväratkaisut ovat selkeämpiä, työpisteiden järjestelyyn panostettiin, mutta tilojen laajetessa kulkumatkat pitenivät osittain. Varahenkilöjärjestelyille ja tiedonkulun parantamiselle tuli paremmat edellytykset, kun työpisteet järjesteltiin tuoteryhmien mukaisesti (saman tuotteen tekijät lähelle toisiaan).

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tutkimusongelma oli, millaisella tuotantolayoutilla voidaan tyydyttää tulevien vuosien kasvutavoitteet. Reunaehtona oli, paljonko yritys kasvaa kolmessa vuodessa ja millä tuotteilla. Mielestäni tutkimustulokset antavat vastauksen tutkimuksessa esitettyyn ongelmaan. Layout suunnitelma ja toteutus saatiin tehtyä tavoitteiden ja asetettujen reunaehtojen mukaisesti.

Tavoitteet kapasiteetin lisäämisen osalta saavutettiin, materiaalivirrat ovat nyt selkeämpiä kuin ennen. Joustavuus tuotemuutoksissa on parantunut, koska työpisteet on tehty tuoteperusteisiksi. Ryhmämäinen työskentely on parantunut, koska saman tuotteen kaikki tekijät työskentelevät vierekkäin ja yhteiset työpisteet on tuotu toiminnan kannalta lähelle työpistettä. Itseohjautuvuus ja visuaalinen ohjattavuus on samaa luokkaa kuin ennenkin.

Mielestäni osallistava havainnointi toimi siksi, että aikataulullisesti se oli oikea valinta ja asiantuntijan käyttö edisti layoutin suunnittelua. Haastateltavat kertoivat avoimesti tutkijalle ja asiantuntijalle mielipiteensä kysymyksistä. Havainnoinnissa ei toiminut se, että joidenkin ihmisten välillä oli mielipide-eroja. Haastattelut olisi pitänyt äänittää ja mahdollisesti videoida, se olisi helpottanut tutkimuksen kirjoittamista. Toisaalta äänitys olisi voinut vaikuttaa vastauksiin.

Ryhmän jäsenet olivat innostuneesti kehittämässä layoutia. Asiantuntijan ja työntekijöiden rooli toimi melko hyvin haastattelun ajan. Layoutin kaikista työpisteistä päästiin melko hyvin yksimielisyyteen, lukuun ottamatta kun piti päättää työpisteen lopullinen koostumus eri vaihtoehdoista. Työntekijät kokivat, että asiantuntija oli työnantajan puolella. Muuten työpisteestä oltiin yksimielisiä, mutta tietokoneen näytön paikasta oltiin erimielisiä. Ihmisten ohjaaminen osallistuvassa havainnoinnissa on haastavaa, erimielisyystilanteissa vaarana on joutua pattitilanteeseen. Asiantuntija hoiti sen hyvin kokemuksensa ansiosta ja muu johtoryhmä auttoi hakemalla kompromissivaihtoehtoja. Eri vaihtoehdoista pitää keskustella ja päätökset pitää perustella työntekijöille. Kuitenkin työnantaja tekee lopulliset päätökset. Olisi voinut käyttää kokeiluja ja malleja näytön sijoittelun suunnittelussa.

Tämä tutkimus myös kyseenalaisti nykyisen toimintatavan, toiminta muuttui tutkimuksen ansiosta, joten tutkimus voidaan todeta luotettavaksi. Kasauksessa ei saa olla liikaa käsittelyjä, toiminta oltava suoraviivaisempaa ja turhia työvaiheita vältettävä tai poistettava. Kasvun myötä ei ole tilaa tehdä kaikkea yrityksen sisällä, vaan on ulkoistettava osa alihankintaan. Tutkimuksen aikana tehty havainto PGM-pumpun osalta, osa sen komponenttien hankinnasta on siirretty alihankkijalle ja nykyään alihankkija kasaa kokonaan pumpun pakkauslaatikkoon saakka. Beamex tekee ainoastaan pieniä pistokokeita jokaisesta erästä laadun varmistamiseksi. Tutkimuksen ansiosta myös muita kokonaisuuksia on siirretty alihankkijoille. Nämä muutokset ovat vähentäneet KET:iä ja vaihto-omaisuutta. Tutkimuksessa havaittuja lisäresursseja on palkattu joillekin tuotteille tähän mennessä. Tuotteille löytyy nyt paremmin varahenkilö resurssien lisäyksen ansiosta, jos joku sairastuu pitemmäksi aikaa tai vaihtaa työpaikkaa.

Muutto ja uusien tilojen käyttöönotto meni sujuvasti. Siitä ei koitunut katkoksia toimituksiin. Kyselytutkimuksen mukaan ollaan melko tyytyväisiä lopputulokseen, joiltakin osilta muutos on keskeneräinen. Kärynpoistot viivästyivät, mutta ne on hankittu ja asennettu. LED-valolistat hankittiin eri toimittajalta kuin mistä kalusteet tulivat. Valaistukseen oltiin tyytyväisiä kyselytutkimuksessa. Käyttöönoton kyselytutkimuksessa esille tulleiden parannusehdotusten perusteella on lähettämöön hankittu isommat laatikot. Vanhat olivat kuluneet ja liian pieniä uudelle tuotteelle. Suurin osa muista parannusehdotuksista toteutetaan tämän vuoden aikana. Parin vuoden välein tehdään koko yrityksen osalta työtyytyväisyyskysely, tulevaisuus näyttää kuinka paljon laajennus ja uudet työpisteet vaikuttavat sen tuloksiin.

Tutkimuksen aikana olen oppinut, että ei ole helppoa viedä tällaista projektia läpi työn (ja opiskelun) ohessa. Samaan aikaan pitää ohjata tavarantoimituksia/hankintoja, palveluntarjoajia, tilojen rakentamista, ihmisiä ja tuotannon jatkuvuutta. Rakentamisen loppuvaiheessa jouduin vastuuhenkilön eläkkeelle jäännin jälkeen ohjaamaan kiinteistöä, lopputarkastusta jne. Se vei paljon työaika.

Valitun lattian osalta tekniikka on uutta: olisi pitänyt tehdä tutustumiskäynti yritykseen, jossa oli otettu samanlainen lattia käyttöön. Halusimme vaalean värisävyn, joka oli ihan uutta ja lopputuloksesta tuli laikukas, mihin ei osattu varautua. Voi olla, että epoksilattian

laitto koko alueelle on riski tulevaisuudessa. Täytyy harkita vanhan osan osalta, asennetaanko siihen tavallinen ESD- matto.

Survey-tutkimus antoi vahvistuksen käsitykselle, että layoutiin kokonaisuutena oltiin melko tyytyväisiä. Kysely vahvisti, että työntekijöiden mielipiteiden kuunteleminen suunnittelussa edesauttoi onnistumista. Esille tuli joitakin samoja asioita kuin SWOT-analyyssissä kuten vesiautomaatti, mutta uusiakin tuli kuten nostopöytä ja mikroskooppi pintaliitospaikalle. Pintaliitospaikan toteutus sen osalta on vielä kesken, todennäköisesti lattian vaihdon jälkeen nostopöytä hankitaan pintaliitospaikalle muuton yhteydessä.

Tutkimus on toistettavissa muissakin lopputuotteita valmistavissa yrityksissä, joten sen reliabiliteetti on hyvää tasoa.

Mielestäni olisi pitänyt tehdä ensin layout suunnittelu, sitten rakennus. Tilasta tuli liian matalaa, entiset tilat ja jatkuva toiminta rajoittivat suunnittelua. Jatkotutkimusaihe on layoutin ja uusien ergonomisten työpisteiden vaikutus työtyytyväisyyteen. Työtyytyväisyyskyselyn lisäksi sairauspoissaolojen väheneminen olisi jatkotutkimuskohde, joka indikoi, miten hyvin työpisteiden ergonomiasuunnittelu on onnistunut.

LÄHTEET

- Alasuutari, P. 1999. Laadullinen tutkimus 3.uudistettu painos. Tampere: Vastapaino.
- Anttila, P. 1996. Tutkimisen taito ja tiedonhankinta. Taito-, taide- ja muotoilualojen tutkimuksen työvälineet. Helsinki: Akatiimi Oy.
- Beamex Oy Ab, 2012. Www-dokumentti. Saatavissa. <http://www.beamex.com/press/news-view.phtml?id=147>. Luettu 17.3.2012.
- Fogelholm, J. & Karjalainen, J. 2001. Tuotantotoiminnan mittaaminen. Vantaa, WSOY.
- Grönfors, M. 1985. Kvalitatiiviset kenttätutkimusmenetelmät 2. painos. Helsinki. WSOY.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous 5.uudistettu painos. Tampere: Tammer-paino Oy.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous 6.uudistettu painos. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy.
- Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita 15. uudistettu painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun 6. uudistettu painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.
- Karrus, K. 2001. Logistiikka 3.uudistettu painos. Juva: WS Bookwell Oy.
- Krajewski, L. & Ritzman, L. 1990. Operations Management – Strategy and Analysis. 2. painos. USA, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Laitinen, H. 1998. Tapaustutkimuksen perusteet. Kuopion yliopiston julkaisu E. Yhteiskuntasiteet 55. Kuopio: Sosiaalitieteiden laitos, Kuopion yliopisto.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.
- Launis, M. & Lehtelä, J. 2011. Ergonomia, työterveyslaitos. Tampere: Tammerprint Oy.
- Launis, M. & Lehtelä, J. 2006. Ergonomiaopas, työterveyslaitos. Vammala: Vammalan Kirjapaino.
- Lehtelä, J. 2011. Luentomateriaali. Työtilojen suunnittelun ydinohjeet, työterveyslaitos. Oulu.
- Muther, R. 1974. Systematic Layout Planning. Second edition. USA, Boston: Cahners Publishing Company Inc.

- Pk-yrityksen riskienhallinta 2012. Liiketoiminnan nelikenttäanalyysi SWOT. Www-dokumentti. Luettavissa: <http://www.pk-rh.fi/riskilajit/liikeriskit/liiketoiminnan-nelikenttaanalyysi-swot/index.html>. Luettu 1.4.2012.
- Qualitas-Forum 2012. SWOT-analyysi. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.qualitas-forum.fi/Laadunty%C3%B6kalut/SWOTanalyysi/tabid/132/Default.aspx>. Luettu 1.4.2012.
- Sakki, J. 2009. Tlaus-toimitusketjun hallinta 9. uudistettu painos. Helsinki: Hakapaino Oy.
- Slack, N., Chambers, S. & Johnston, R. 2004. Operations management. Fourth edition. Spain, Madrid: Mateu Cromo Artes Graficas.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2003. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi 2. uudistettu painos. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Toivonen, R. 2011. Luentomateriaali. Työtilojen suunnittelun ydinohjeet, työterveyslaitos. Oulu.
- Työterveyslaitos. 2010a. Lämpöolot. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/menetelmat/tyopaikan_ergonomia/lampoolot/Sivut/default.aspx. Luettu 21.05.2012
- Työterveyslaitos. 2010b. Työpisteen ominaisuudet. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/menetelmat/tyopaikan_ergonomia/tyopiste_ominaisuudet/Sivut/default.aspx. Luettu 21.5.2012.
- Työterveyslaitos. 2010c. Valaistus. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/menetelmat/tyopaikan_ergonomia/valaistus/Sivut/default.aspx. Luettu 21.05.2012.
- Työsuojeluhallinto. 2012a. Näyttöpäätetyö. Www-dokumentti: Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/nayttopaatetyo>. Luettu 21.5.2012.
- Työsuojeluhallinto. 2012b. Työ- ja henkilöstötilavaatimukset. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/tilavaatimukset>. Luettu 21.05.2012
- Uusi-Rauva, E., Haverila, M. & Kouri, I. 1994. Teollisuustalous 2. painos. Tampere. Tammer-Paino.
- Vilka, H. 2006. Tutki ja havainnoi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

LIITTEET

LIITE 1

Tutkimuksen aikana rajaukseen ja oletuksiin esille tulleita vastauksia:

Rajauksia ja oletuksia:

- volyymin oletetaan kasvavan 1,5 – 2 kertaiseksi kolmessa vuodessa (V1)
- projektien koko ei kasva kokonaisvolyymien kasvaessa (V1)
- lämpö – tuotteita ei oteta huomioon (V2)
- ulkoistuksen raja pysyy nykyisenä (V4)
- Tuotteen B kokoonpanon merkitys pienenee, korttien merkitys kasvaa (V2,V5)
- paineantureita on oltava valmiina kalibrointia varten (V2)
- layout tehdään tuoteperusteiseksi (V2, V5, V6, V7, V8)
- korttien ladonta- / korjauspaikka on oltava (V6, V7, V8))
- korttien vanhennuskaappien pitämä ääni on huomioitava (V9)
- määrityksen erä koko on määräävä (V6,V7)
- osa tuotantotilan lattiasta on laatoitettu, tähän ei tuotantoa (V2)
- sama henkilö valmistaa tuotteen alusta loppuun (erillinen määrittelijä?) (V2, V3)
- alihankkija (latoja) testaa, pesee ja lakkaa Tuote B:n kortit (V5)
- pumput kuivataan metallihuoneessa (V2, V8)

Mitkä ovat yleisen tilajärjestelyn hyvät ja huonot puolet ja parannusideat?

Vastaukset:

- + uusi ilmastointi toimii hyvin (V6)
- + ikkunapaikka (V7)
- + paterit (V9)
- + työkavereiden nopea tuki (= EI kattoon asti suljettuja työpisteitä) (V8)
- + hyvä työilmapiiri (V6)
- + koodijärjestelmä auttaa tavaran löytämisessä (V6)
- + raskaat markkinointiesitteet lähellä lähettämöä (V2)
- + 9-koodilliset lähellä kokoonpanoa (V7)
- vetoisuus, vanha ikkunaseinä vuotaa → UUSI (V8)
- markkinoinnin esitelaatikot tukkivat tilat → oma erillinen varastopaikka (V9)
- vanha yleisvalaistus → UUSI (V8)
- Tuote C:n vanhennuskaappi kaukana vastaanotosta (ääni) (V9)
- mikrot, pakastin vakuumpakkaus kone, kuivakaappi, testauskoneet, ohjelmointilaitteet sijaitsevat hujan hajan (V9)
- pottaustila kylmä, lattia liukas (V8)
- metallihuone ahdas (V6)
- pitkät välimatkat tuotannosta ruokalaan (ylitöissä) (V7)
- paineilman aiheuttama melu (pumppujen putsaus) (V8)
- vastaanoton/lähettämön tilan vähyys (kerätyt proformalaskutetut) (V2)
- valmiiden hyllyissä liian vähän tilaa (V9)
- valmiiden harmaa laatikko on liian pieni, hyllyväli matala (V6, V7)
- keskiloosi – alue on vajaalla käytöllä (V8)
- kärryjä vähän (kärryjä käytetään työpöytinä, mahtuuko kärrylle 10 x Tuote C?)

- o työpisteet ikkunoiden ääreen (V6)
- o lisää patereita (V9)
- o pottausannostelija /-kone (V8)
- o tuotantoon oma kahviautomaatti (V7)
- o erillinen pakkauspiste (V6, V7, V8)
- o riittävä yksityisyys / solun yhtenäisyys (V7)
- o sisäisille puolivalmisteille toinen kaappi (V9)
- o lisää tilaa alihankintaan lähtevien keräilyille (V5)
- o varastojen keskittäminen, 9-koodillisten hylly kp-paikkojen lähelle (V9)
- o tuotteen omat tavarat kokoonpanopaikan läheisyyteen (V6)
- o pumppu testattuna ja pakattuna alihankkijalta (osa irrallaan) (V2)
- o WC-tilojen riittävyyden tarkastaminen (nyt miehillä 3 kpl) (V7)
- o kerran viikossa sarjalle keräiltävät voivat sijaita kauempana, loput kp:ssa tarvittavat lähelle (V8)
- o siivouskomeron käyttö ja tarpeellisuus? → talouspaperit varastoon (V9)
- o erillinen puhdastila (V8)

+ = hyvä/vahvuus, - = heikkous, O = idea

Mitkä ovat työpisteen hyvät ja huonot puolet ja parannusideat?

Vastaukset:

- + U-mallinen työpiste toimii hyvin (V6, V7, V8)
- työpisteiden ahtaus, tavaraa edestakaisin kärrylle/pöydälle (V6, V7)
- useamman tilauksen tavarat eivät mahdu samanaikaisesti (V8)
- tietokoneilla ei ole pöytätilaa (V6, V8)
- vanhat pöydät = huono ergonomia (V7)
- lattialla olevat laatikot vaikeuttavat siivoamista (V9)
- ei omaa rauhaa (V7)
- pakkaukselle ei ole tilaa (V9)
- nykyinen kärynpoisto on epäkäytännöllinen → etsitään uudet, korjauspisteeseen pintaliitospaikan kanssa yhteinen vetokaappi (V8)
- ei selän takaa näytön ääressä istuvan taakse (V5)
- sähkösäätöiset työpöydät (mahdollistaa satulatuolit) (V2, V7, V5)
- parempi kohdevalaistus, näyttöjen sijoitus? (V8)
- tuoteperusteiset solut, joissa 2-3 työpistettä, henkilökohtaiset työpaikat (V2)
- puolivalmisteiden solut lähelle varastoa (V9)
- asemien solu lähelle metallihuonetta (V8)
- solujen välillä korkeat sermit (solun sisällä työpisteiden välillä matalat) (V6)
- yhteiset pakkauspaikat, joilla tarratulostus, testeri, ohjelman asennus ja sertifiointitulostus (sis. manuaalit, laukut ja mittajohdot) (V6, V8)
- yhteinen korjauspiste lähelle yhteistä pintaliitospaikkaa (V8)
- yhteisillä työpisteillä (loppupakkaus) pitäisi pystyä myös seisomaan (V7)
- riittävästi sähköä, sulakkeet työpistekohtaisesti, lataus tehdään kärryllä (V6,V7,V8)
- loppukokoonpano työpisteisiin 2 kärryä (V6)
- korkeaan ikkunaan 2-osainen sälekaihdin (V8)
- pyörillä oleva työkalulaatikosto (V8)

- yhteiset tinaimurit (V8)
- pintaliitoskorjauspiste on ahdas (V6)

+ = hyvä/vahvuus, - = heikkous, O = idea

Muita ideoita:

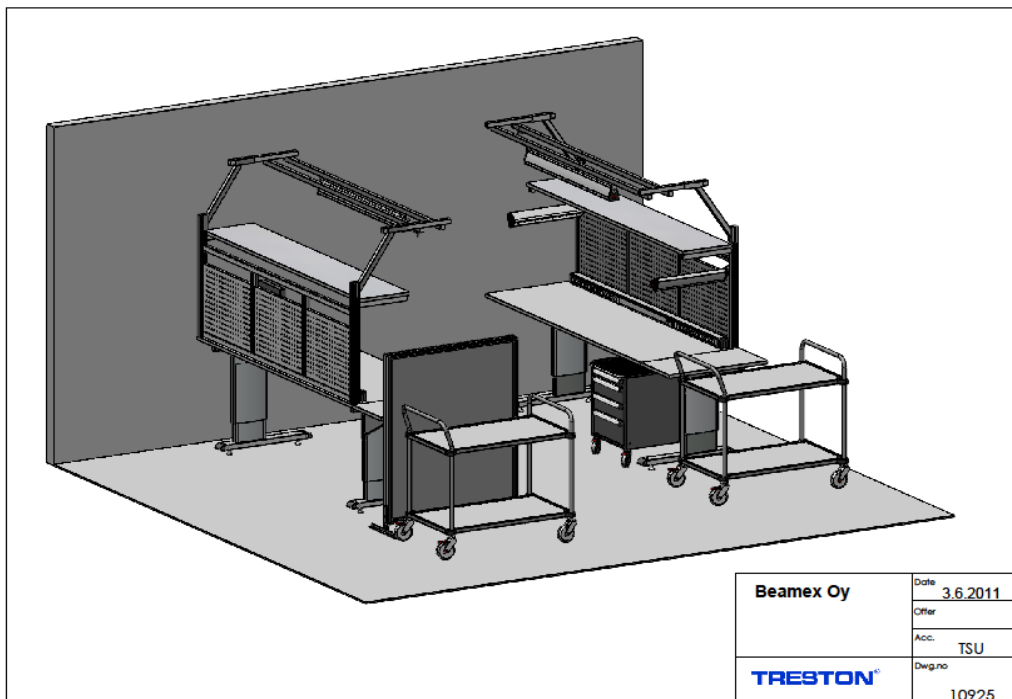
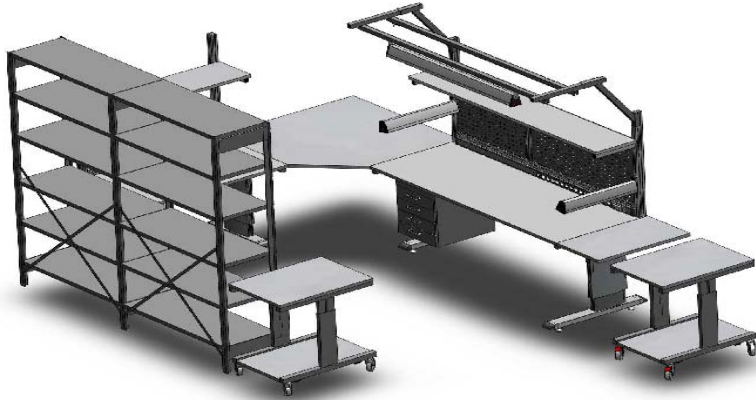
- laukkujen keräily lopetetaan, varasto pakkaustyöpisteeseen (+mittajohdot) (V9)
- kasvatetaan antureiden eräkoko (V2)
- vanhentamisessa vanhat ohjeet, mitä on oikeasti vanhennettava? (V9)
- mitä kuuluisi inventoida? (millä pitäisi olla saldo?) (V10)
- markkinointimateriaali jälleenmyyjille (ainakin nimellä varustetut) tai erilliseen varastoon tai painon varastoon (V2)
- pitäisikö yhden henkilön keskittyä määrittämiseen? (työkierto solun sisällä?) (V2, V5)
- painomoduulien määrityksen eräkoko suuremmaksi (V7)
- IS -kortin tarkastukselle rauhallinen paikka (V8)
- Tuote C kotelon kokoonpano puristajalle, toimitukset pienissä erissä (V7)
- voisiko PGM -pumpun kokoaja tehdä kokoonpanon loppuun asti? (V2)
- ylimääräisen käytävätilan minimoiminen (V5, V7)
- tila faxille ja tulostimille? (V6)
- mitä mappeja työpisteillä ”oikeasti” tarvitaan? (V7)
- tarvitaanko mallikaappia? Jos, niin se on päivitettävä. (V2, V8)
- tekijä kuittaa työnsä valmiiksi (Scalan lisenssien määrä rajattu) (V2, V5, V9)
- uudet paineilmaputkistot; työilma + korkeapainelinja asemakokoonpanoon (V8)
- korttien kirjaaminen 9-koodillisiksi? (V9)

Muita ongelmia:

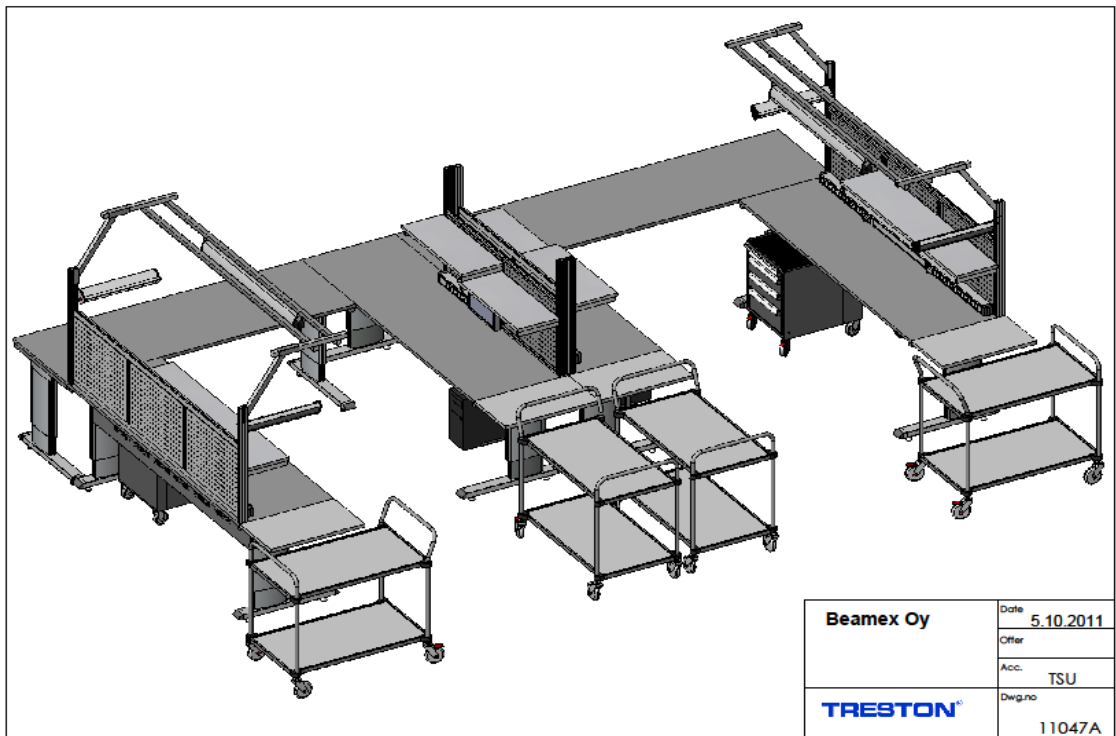
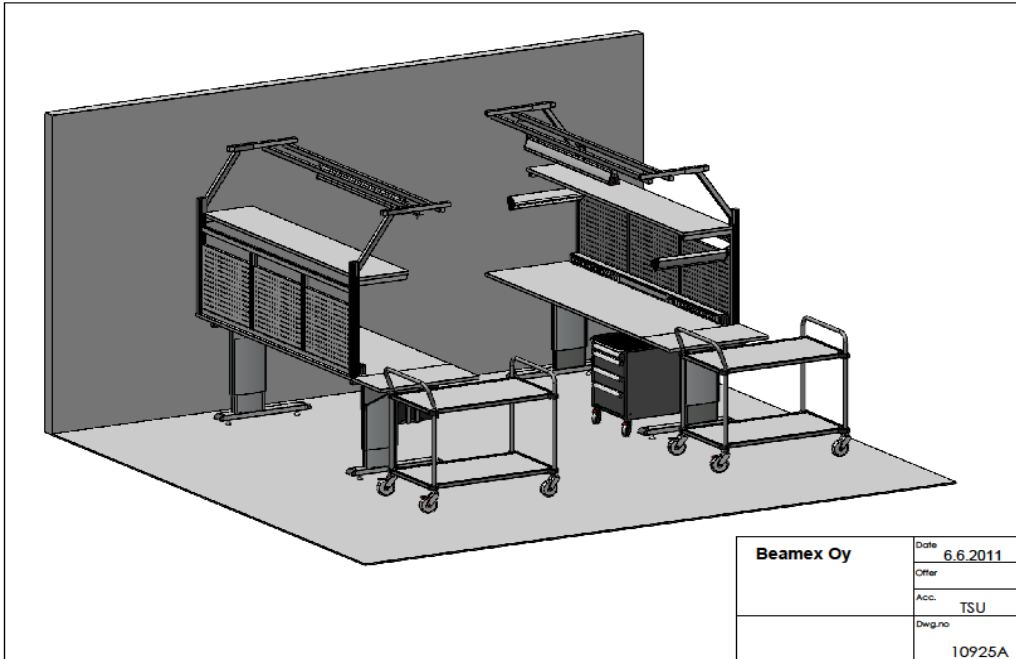
- nykyinen kotelotoimittaja liian epävarma, vaatii tarkastuksen
 - IS:n kotelot on mitattava (V2, V7)
- moduulin määrittäminen saa olla vain 4 viikkoa vanha (V2)
- määrittäminen on pullonkaula, toinen järjestelmä on tulossa (V2)
- pukukaappeja ei ole riittävästi suunnitellulle henkilömäärälle (V3)

LIITE 5/1

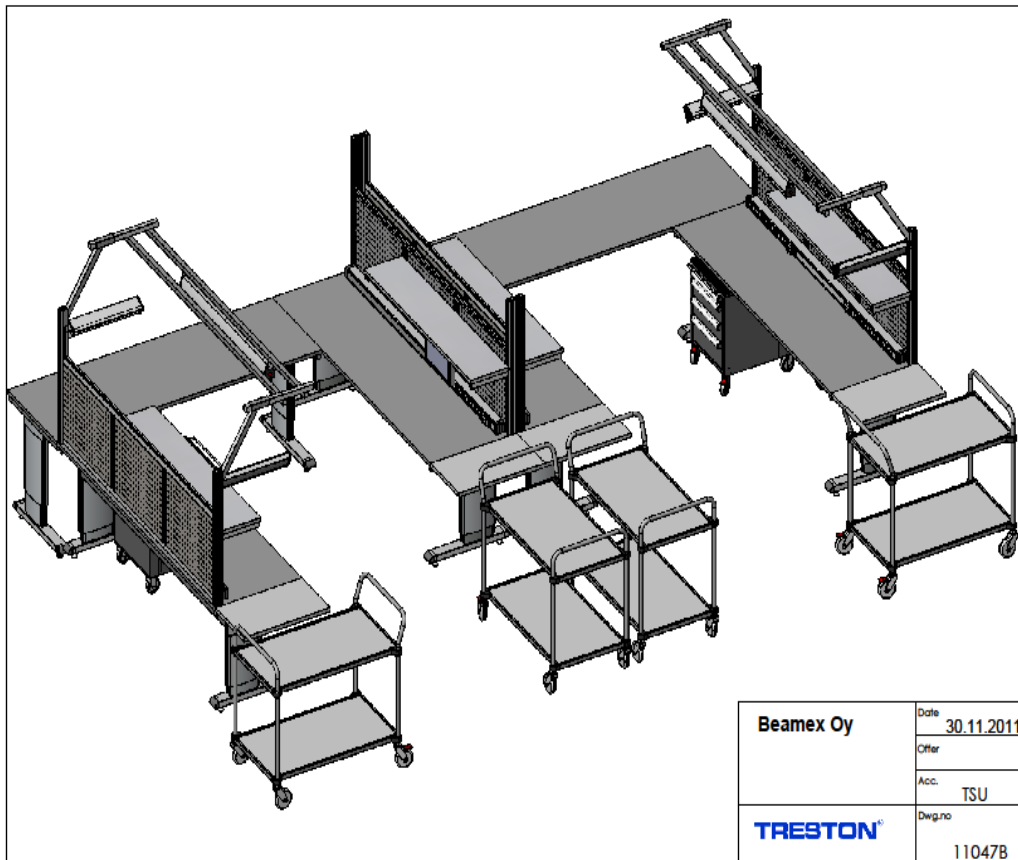
Solun ja työpisteen 3D -mallit aikajärjestyksessä:



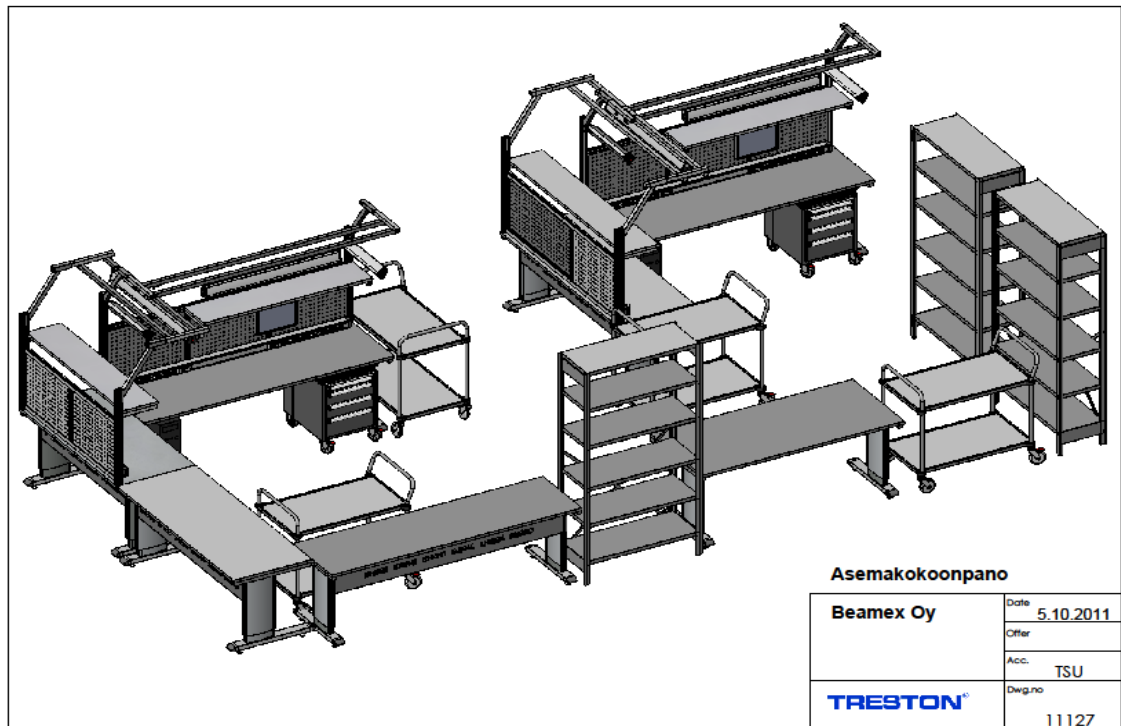
LIITE 5/2



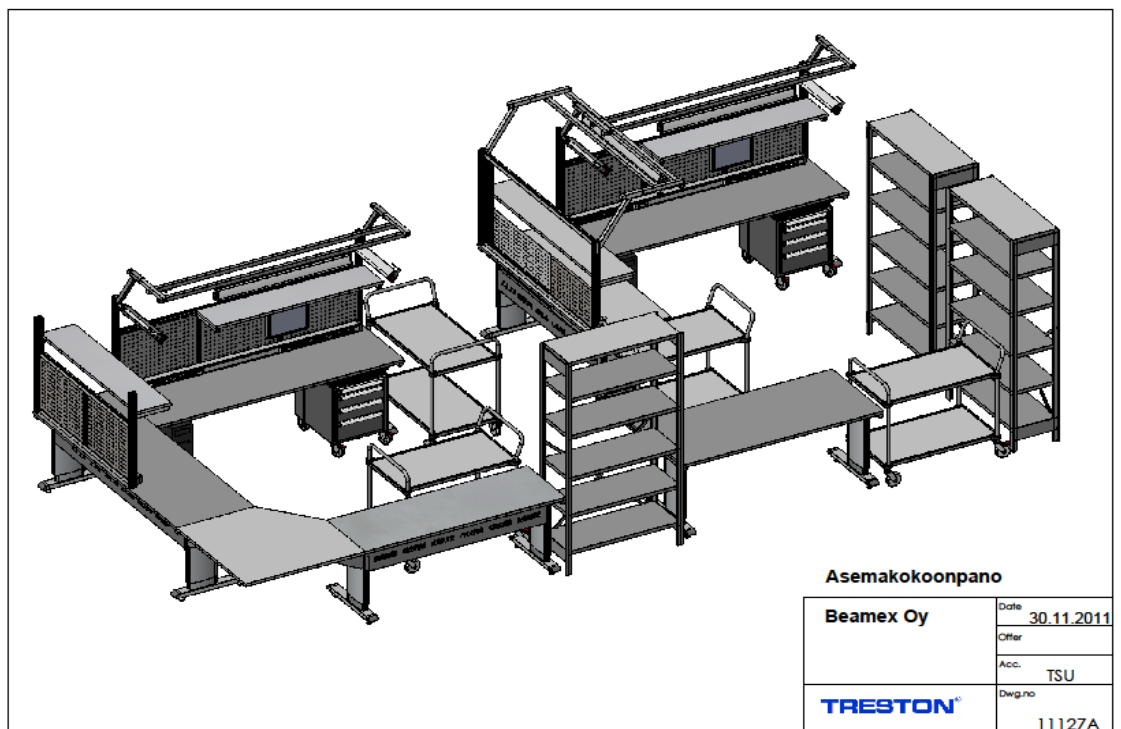
LIITE 5/3



Asemakoonpanon ensimmäinen 3D malli.



Asemakoonpanon lopullinen 3D malli.



Uuden käytössä olevat layoutin ja työpisteiden kokemusten kysely sähköpostilla:

Kysymys 1: Oletko tyytyväinen uuteen työpisteeseesi?

Kysymys 2: Kerro nykyisen uuden layoutin, solun ja työpisteen hyvät ja huonot puolet?

Kysymys 3: Miten muut yhteiset työpisteet toimivat työsi kannalta?

Kysymys 4: Kerro tulevaisuuden jatkokehitys ehdotuksia layoutin ja työpisteiden osalta?

Kysymys 5. Ovatko ympäristöolosuhteet paremmin kuin aikaisemmin? Jos, niin mitkä?

Kysymys 6: Onko materiaalivirta muuttunut aikaisemmasta, jos niin miten?

Kysymys 7: Onko kapasiteetin lisäämiseen nyt riittävästi työpisteitä?

Kysymys 8: Oletko tyytyväinen ergonomiaan?

Kysymys 9: Kerro mielipiteesi nykyisestä siisteydestä tuotannosta?

Kysymys 10: Muuta kommentoitavaa?

Vanhan layoutin MC2 tuotteen työpiste.



Uuden layoutin MC2 tuotteen työpiste.

