

Antti Rauma

Tehtaan layout ja materiaalivirrat

Tuotantolinjan toimivuus

Opinnäytetyö

Syksy 2011

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Antti Rauma

Työn nimi: Tehtaan layout ja materiaalivirrat

Ohjaaja: Lasse Tarhala

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 30

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli EC-Engineerin Oy. EC-Engineering on keskittynyt komposiittiosien valmistukseen eri teollisuuden aloille. Tämä opinnäytetyö tarkasteli yrityksen valmistusprosessia ja materiaalivirtojen kulkua sekä sisätilojen layoutia tuotannon kannalta. Työn tavoitteena oli löytää materiaalin kulussa sekä tuotannon sijoittelussa mahdollisia ongelmakohtia ja miettiä näille järkeviä ratkaisuja, jotta tuotanto olisi mahdollisimman toimivaa ja tehokasta. Työn tuloksena saatiin muutosehdotus tuotannon layoutiin, jolla saataisiin tuotannon kulku toimivammaksi ja helpommaksi työntekijöille.

Avainsanat: komposiitti, layout

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Antti Rauma

Title of thesis: Factory layout and material flow

Supervisor: Lasse Tarhala

Year: 2011 Number of pages: 30 Number of appendices: 0

This thesis was commissioned by EC-Engineering. EC-Engineering is concentrated on manufacturing of the composite products for different areas of industry.

This thesis examined the manufacturing process and material flow of the company. The inside layout is also being viewed from the production perspective. The goal was to find out possible problems in the material flow and productions layout and to think of reasonable solutions for them that the production would be as functional and effective as possible.

Keywords: composite, layout

Sisältö

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
Sisältö	4
Kuvioluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne	8
2 EC-ENGINEERING.....	10
2.1 Yritys.....	10
2.2 Tuotteet ja valmistus	11
2.3 Yrityksen tuotantoprosessi	13
2.4 Tuotantoon tarvittavat materiaalit.....	14
3 TYÖN TEORIATAUSTA.....	16
3.1 Muovikomposiitit.....	16
3.2 Layout-suunnittelu.....	17
3.3 Tuotantolinja	17
3.4 Funktionaalinen layout	18
3.5 EC-Engineeringin tuotannon layout.....	18
3.6 Materiaalivirtojen analysointi ja kehittäminen	19
3.7 Tilankäyttö ja järjestelyt tehtaissa.....	19
4 TUOTANNON SUJUVUUDEN PARANTAMINEN EC-E:SSÄ	21
4.1 Nykyiset materiaalivirrat	21
4.2 Pullonkaulat materiaalivirroissa.....	21
4.2.1 Leikkaamo-käytävä	21
4.2.2 Osien viimeistelyalue	23
4.3 Muottien säilytys.....	24
4.4 Tehtaan layoutin muutosehdotus	26
4.4.1 Varaston rakenne.....	27

4.4.2 Ongelmat	28
4.4.3 Hyödyt.....	28
4.5 Yhteenveto.....	28
LÄHTEET	30

Kuvioluettelo

KUVIO 1 Tehdasrakennus	10
KUVIO 2 Valmis linja-auton lattiakomposiitti.	12
KUVIO 3 Linja-auton lokakaari.....	13
KUVIO 4 Mattorullien säilytys mattojen leikkauspisteellä.	15
KUVIO 5 Hartsikontit laminoititilassa.....	15
KUVIO 6 Tehdashallien sijoittelu EC-E:ssä	20
KUVIO 7 Leikkaamokäytävä	22
KUVIO 8 Linja-auton lattiamuotti.....	25
KUVIO 9 Nykyinen varastohalli	25
KUVIO 10 Uuden varaston sijoitus.....	27

Käytetyt termit ja lyhenteet

Komposiitti

Komposiitti tarkoittaa yleisesti kahden tai useamman materiaalin yhdistelmää. Komposiitissa materiaalit eivät ole sulaneet toisiinsa. Komposiitissa yksi ainesosa on ns. sitova ainesosa eli matriisi. (Airasmaa, I. 1991)

Layout

Layout on termi jolla tarkoitetaan tuotannon fyysisten osien: koneiden, varastojen ja kulkureittien sijoittelua. (Haverila, M., 475.)

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Toimivan materiaalin kulun ja layoutin suunnittelu voi teollisuudessa olla usein haastava tehtävä. Toimivan ketjun aikaansaaminen vaatii usein kokeilua, ja harvoin valmis ketju syntyy jo toimistossa suunniteltuna. Suunnittelussa on tärkeää saada mielipiteet myös tuotantohenkilöiltä, jotka materiaaleja liikuttelevat. Sujuvasti toimiva materiaalivirta parantaa yrityksessä tuotannon tehokkuutta ja toimivuutta, mutta myös helpottaa työntekijöiden jokapäiväistä toimintaa. Kokemusperäinen tieto yrityksen työntekijältä on auttanut hahmottamaan yrityksen tuotannon rakenteita ja materiaalivirtoja sekä niiden ongelmakohtia ja kannustanut hakemaan niihin ratkaisuja.

1.2 Työn tavoite

Tämän työn tarkoituksena on tutkia EC-Engineering Oy:n tuotantolinjan materiaalin kulkua ja tehtaan layoutia. Materiaalin kulun ja layoutin tutkimisessa käytetään työntekijöiden kokemuksia ja johtohenkilöiden omia näkemyksiä. Aihetta tutkittiin myös tekemällä tehtaan pohjapiirroksen materiaalivirtojen kulun kaavioita. Tutkimuksessa etsitään ongelmakohtia, jotka vaikeuttavat työn kulkua ja etsitään näihin ratkaisuja ja tehdään kehitysehdotuksia. Tarkoituksena on selvittää syitä, miksi jokin kohta tuotantolinjassa aiheuttaa ongelmia. Näiden ongelmien löytämisellä etsitään uusia ratkaisuja ja ehdotuksia, joilla saataisiin tuotantolinja mahdollisimman toimivaksi.

1.3 Työn rakenne

Aluksi kerrotaan komposiittiosien valmistamisessa tarvittavista materiaaleista sekä työvaiheista, jotta saadaan käsitys siitä, miten osia tehdään. Lisäksi kerrotaan teoriaa layout-suunnittelusta sekä materiaalivirtojen kehittämisestä. Materiaalivirtojen tutkimisen avulla etsitään pullonkauloja sekä ongelmakohtia yrityksen tuotannos-

sa. Näille ongelmakohtille etsitään mahdollisia syitä sekä esitetään myös yksi ratkaisumalli ja sen vaatimat muutokset tehtaan tiloihin. Lopuksi arvioidaan mallin toimivuutta.

2 EC-ENGINEERING

2.1 Yritys

EC-Engineering on komposiittiosia valmistava yritys, jonka toimipaikka on Ilmajoella, Koskenkorvan kylässä. Yritys on perustettu insinööritoimistona Keravalla vuonna 1995. Oma tuotanto aloitettiin Jalasjärvellä vuonna 1998. Vuonna 2005 kaikki toiminta siirrettiin nykyisiin tuotantotiloihin Koskenkorvalle (KUVIO 1). EC-Engineering työllistää noin 30 työntekijää. Liikevaihto on parhaimmillaan ollut yli 4 miljoonaa euroa. Tärkeimpiä vientimaita ovat: Saksa, Itävalta, Italia ja Ranska. EC-Engineering toimii asiakkaille järjestelmätoimittajana eli toimittaa osakokonaisuuksia asiakkaan lopputuotteeseen. (Ollanketo 2011.)



KUVIO 1 Tehdasrakennus

2.2 Tuotteet ja valmistus

Nykyisin EC-Engineering valmistaa komposiittiosia pääasiassa eri kuljetuskalustoihin. Kiskokalustojen osien valmistus on ollut yrityksen ensimmäisiä tuotteita. Tärkeisiin tuotteisiin tällä hetkellä kuuluvat myös bussien osat.

Kiskokaluston komposiittiosat

- portaat
- katot ja lattiat
- ulkokatot ja -seinät
- palosuojarakenteet
- sisustapaneelit ja seinät
- kantavat seinärakenteet
- sängyt ja muut makuuvaunujen osat

Bussikaluston komposiittiosat:

- itsekantavat lattiarakenteet
- keulat, perät ja muut korinosat
- kuormaa kantavat kerroslevyrakenteet.

EC-Engineeringin valmistuslinjalla tehdään pääasiassa pieniä ja keskisuuria osia. Pitkäaista kokemusta yrityksellä on eri menetelmistä, aina käsilaminoinnista alipaineinjektioon ja alipainesäkitykseen. Erityisen vahva osaamisalue yrityksellä on kerroslevyrakenteiden valmistus (KUVIO 2), (KUVIO 3).

EC-Engineeringin osaaminen käsittää komposiittiosan valmistuksen koko prosessin tietokonemallista aina osan valmistamiseen saakka. (Ollanketo 2011.) Jatkossa yrityksestä käytetään lyhennettä EC-E.



KUVIO 2 Valmis linja-auton lattiakomposiitti.



KUVIO 3 Linja-auton lokakaari

2.3 Yrityksen tuotantoprosessi

EC-E:n tuotantoprosessi alkaa aamuisin edellisen päivän valmiiden kappaleiden irroituksella muoteista. Tilausten aikataulun perusteella yrityksen johto tekee listat, joista työntekijät näkevät mitä muotteja tarvitaan minäkin päivänä. Yksinkertaisempia osia pystytään tekemään yhden työvuoron aikana kahta osaa samalla muotilla, käyttämällä nopeaa hartsin kovettajaa. Isoja kerroslevyosia voidaan tehdä vain yhtä päivässä kemiallisen kovettumisprosessin ja hitaamman valmistusprosessin takia. Oikeiden muottien ollessa käsillä, valmistus alkaa muottien geeliruiskutuksella. Nestemäinen geeli ruiskutetaan muotin pintaan, minkä jälkeen sen annetaan kuivua joko kuivausuunissa tai huoneilmassa. Geelin kuivumisen jälkeen alkaa laminointi. Kuidut ja erilaiset jäykisteet, kuten vanerit ja alumiinit leikataan oikeaan muotoon kappaleen valmistusta varten. Laminointiin tarvittavaan hartiin sekoitetaan oikeanlaista kovetetta oikea määrä. Hartseja on eri tyyppisiä riippuen kappaleen tarvittavista ominaisuuksista. Yhtenä ominaisuutena on esimerkiksi paloturvallisuus.

Kappaleiden valmistus ei suinkaan ole pelkkää laminointityötä vaan käsittää paljon muitakin työtehtäviä. Muotista irrotettu, kovettunut kappale siirtyy seuraavaksi leikkaukseen. Leikkaukset tapahtuvat katkaisulaikkakoneilla sekä karalaikkahiomakoneilla. Leikkaus on tehtävä, koska laminoinnissa kappaleen reunoja ja aukkoja ei pystytä mitenkään tekemään oikeanlaisiksi. Kappaleiden reunoista leikataan ylimääräiset kuidut pois ja mahdolliset aukot ja kolot avataan. Kappale on tämän jälkeen oikeassa koossa. Leikkauksen jälkeen kappaleet korjataan, jos mahdollisia virheitä esiintyy. Yleisimpiä virheitä käsilaminoinnissa ovat ilmataskut geelipinnan ja kuitukerroksen välissä, jolloin geelipinta rikkoontuu. Korjausten jälkeen kappaleet menevät joko varusteluun tai suoraan odottamaan lähetystä. Erityisesti kiskokalustoon menevät osat siirtyvät varusteluun, jossa kappaleisiin liitetään erilaisia kiinnikkeitä, tiivisteitä asiakkaan tarpeiden mukaan. (Hongisto 2011.)

2.4 Tuotantoon tarvittavat materiaalit

Tuotantoon tarvittavat materiaalit saapuvat yritykseen pääasiassa lavoilla eri toimittajilta. Tavarat lajitellaan eri puolille tehdasta niiden oikeille paikoille. Yrityksessä on omat varastonsa kemikaaleille, pientarvikkeille sekä suojavälineille. Isommille materiaaleille, kuten lasikuitumattorullille, vanereille sekä muille jäykisteille on omat paikkansa tehtaan sisällä (KUVIO 4), (KUVIO 5). Useimmat tiettyyn prosessiin liittyvät materiaalit sijaitsevat niiden tuotantopisteen läheisyydessä. Tämä helpottaa toimintaa, koska työntekijöiden ei tarvitse kerätä materiaaleja ympäri rakennusta. Lähes kaikki tuotantoon tarvittavat materiaalit tulevat eri toimittajilta. Yritys ei juurikaan valmista itse mitään komponentteja valmiisiin tuotteisiinsa, vaan esimerkiksi metallikomponenttien valmistaminen tuotetaan alihankkijalla. Oleellimpana osana tuotantoa ovat tietenkin kappaleiden muotit, joihin valmistaminen tapahtuu. Pienemmät käsin nosteltavat muotit säilytetään tehtaan sisällä hyllyissä. Isot muotit, kuten esimerkiksi bussien lattiamuotit, säilytetään tehdashallin ulkopuolella kylmävarastossa silloin kun niitä ei tarvita. Tuotantoon tarvittavat muotit valmistaa pääasiassa yritys itse, mutta ne saattaa kuitenkin omistaa tuotteen tilaajayritys. (Hongisto, 2011.)



KUVIO 4 Mattorullien säilytys mattojen leikkauspisteellä.



KUVA 5 Hartsikontit laminointitilassa.

3 TYÖN TEORIATAUSTA

3.1 Muovikomposiitit

Muovikomposiitti koostuu yleensä kahdesta tai useammasta osasta. Komposiitissa osat eivät kuitenkaan ole lienneet toisiinsa. Yleensä komposiitista löytyy sitova ainesosa eli matriisi sekä lujite, jota voi olla yksi tai useampia. Muovikomposiiteissa muoviaine toimii matriisina ja lujitteena on usein jokin luja kuitu, esimerkiksi lasi tai hiilikuitu. Matriisiaineina muovikomposiiteissa käytetään enimmäkseen kertamuoveja. Eniten käytettyjä laatuja ovat polyesteri, vinyyliesteri sekä epoksi. Nestemäistä muoviainetta kutsutaan yleisesti hartsiiksi. Valmistettaessa hartsi saadaan kovaksi lisäämällä siihen kovetetta. (Airasmaa, 1991, 102-103, 212-215.) Lujitemuovien valmistukseen on käytössä useita eri menetelmiä ja materiaaleja. Menetelmien suuren kirjon vuoksi tässä kerrotaan vain EC-E:n käyttämistä menetelmistä ja materiaaleista.

EC-E käyttää kappaleiden valmistukseen pääasiassa käsilaminointia. Käsilaminointi tarkoittaa nimensä mukaisesti käsin tehtävää laminointia. Muovikomposiittituotteet tehdään yleensä valmiiseen muottiin, jolloin hartsin kovetuttua kappaleella on oikea muoto. Ennen laminointia muottiin ruiskutetaan gelcoat-pinnoite, mikäli kappaleelle halutaan tasainen pinta esimerkiksi myöhempää pintakäsittelyä tai maalausta varten. Käsilaminoinnissa lujitteita asetellaan muottiin ruiskutetun gelcoat-pinnoitteen päälle. Lujitekerroksia tulee tuotteen ominaisuuksiin vaadittava määrä. Lujitekerrokset kostutetaan hartsiilla. Joka kerroksen jälkeen pinta kovatelataan, jotta muotin ja lujitekerroksen välistä saadaan ilma ulos. Riippuen kappaleen muodosta, koosta ja lujitteiden määrästä kappale annetaan telauksen jälkeen kuivua valmiiksi sellaisenaan tai laminoitun kerroksen päälle asetetaan muovikalvo. Muovikalvo asetetaan tiiviisti muotin reunoihin, jolloin kalvo ja laminoitu kerros imetään alipaineella tiiviisti muottia vasten. Tätä kutsutaan alipainesäkitykseksi. Alipainesäkitys auttaa hartsin leviämiseen tasaisesti poistaen kaikki ilmat lujitekerrosten välistä. (Hongisto 2011.)

3.2 Layout-suunnittelu

Layout-suunnittelulla tarkoitetaan valmistukseen liittyvien yksiköiden, kuljetusväylien ja varastojen sijoittelua käytössä oleviin tiloihin. Layout-suunnitteluun on olemassa tietokoneperusteisia menetelmiä, joissa tietokone optimoi tilankäytön halumallaan tavalla. Mikäli ohjelmia ei käytetä, on hyvä vaihtoehto antaa työpisteiden käyttäjien suunnitella itse oman paikkansa layout. Tietokoneella suunniteltu layout ei välttämättä ole aina kaikista toimivin vaihtoehto. Lähes aina suunniteltu layout on kompromissi eikä täydellistä ratkaisua ei voida saada aikaan. Layout-suunnittelun tärkein tavoite on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. (Lapinleimu, 1997, 309-310.)

Hyvin suunnitellussa layoutissa

- layoutia on helppo muuttaa
- materiaalivirrat hyvin havaittavissa
- materiaalien siirtotarve on pieni ja matka on lyhyt
- materiaalin vastaanotto ja jakelu on helppoa
- sisäinen kommunikaatio on helppoa
- käytössä oleva tila on hyödynnetty tehokkaasti
- työturvallisuus on otettu huomioon
- työntekijöiden tyytyväisyys on tärkeää

Hyvässä layoutissa on otettava huomioon mahdolliset muutokset tehtaan tuotannossa. Layout on siis suunniteltava siten, että sitä on tarvittaessa helppo muuttaa tai laajentaa, mikäli tuotemäärät tai -tyypit muuttuvat. Erityisesti isot laitteet ja koneet pitää huomioida erityisen tarkkaan muutostarpeita ajatellen. (Haverila, 2005, 480-482.) Seuraavaksi esitellään kaksi yleisesti käytössä olevaa layout-ratkaisua.

3.3 Tuotantolinja

Tuotantolinja-layoutissa koneet ja laitteet ovat tarvittavilla paikoilla työnkulun vaatimuksien mukaan. Tuotantolinja valmistaakin yleensä vain tiettyä tuotetta. Työn kulku on tuotantolinjassa hyvin selkeää ja tehokasta. Tuotantolinjan vaatimuksena

on suuri volyymi ja tällöin yksikköhinnat ovat alhaisia. Tuotantolinjan rakentaminen voi kuitenkin olla kallista. Tuotantolinjassa laadunvalvonta on erityisen tärkeää, koska häiriöt linjassa voivat aiheuttaa suuriakin kustannuksia, mikäli se tuottaa pidemmän aikaa virheellisiä tuotteita. Tuotantolinjassa sarjat ovat pitkiä ja tuotteiden vaihtaminen on melko hidasta. Tuotantolinjan selkeä työnkulku helpottaa tuotannonohjausta. Linjaa ohjataan yhtenä kokonaisuutena. (Haverila, M. 2005, 475-476.)

3.4 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa työpisteet on sijoitettu työtehtävien samankaltaisuuden mukaan. Tässä layout-tyyppissä tuotteiden tuotantomäärät ja tyypit voivat vaihdella huomattavasti helpommin kuin tuotantolinjassa. Tuotteet valmistetaan joko yksittäisinä kappaleina tai tarvittaessa sarjoina. Tuotannonohjaus perustuu funktionaalisisessa layoutissa työpisteiden töiden järjestelyyn. Työpisteiden välinen ohjaus on usein hankala saada toimimaan ja pisteiden välille syntyy helposti jonoja, jotka lisäävät keskeneräistä tuotantoa ja läpäisyäikää. Funktionaalisen layoutin toteuttaminen on helpompaa ja halvempaa. Tuottavuus taas on heikompi, koska kuormitusta on vaikea saada optimaaliseksi. (Haverila, 2005, 476-477.)

3.5 EC-Engineeringin tuotannon layout

EC-Engineeringin tuotanto ei ole suora kopio kummastakaan layout-mallista, mutta muistuttaa kuitenkin enemmän funktionaalista layoutia. Yrityksessä ovat esimerkiksi laminointi, leikkaus ja varustelu omilla paikoillaan. Yksi työpiste on erikoistunut tekemään tiettyä tehtäväänsä. Tuotteet laminoidaan omilla paikoillaan, siirtyvät siitä leikkaukseen ja niin edelleen. Tällainen ratkaisu toimiikin kyseisessä yrityksessä hyvin, koska laminoitavia tuotteita on erilaisia ja niiden valmistustavat ovat hieman erilaisia toisiinsa nähden. Tämän takia laminointipisteitä on useita ja ne ovat erillään. Kuitenkin kaikki kappaleet voidaan leikata samassa pisteessä ja jakaa siitä edelleen joko varusteluun tai suoraan lähetykseen.

3.6 Materiaalivirtojen analysointi ja kehittäminen

Tuotantoketjujen kontrolloiminen tarvitsee paljon analysointia joka osa-alueella. Analysoinnissa on syytä arvioida logististen tekijöiden merkitystä.

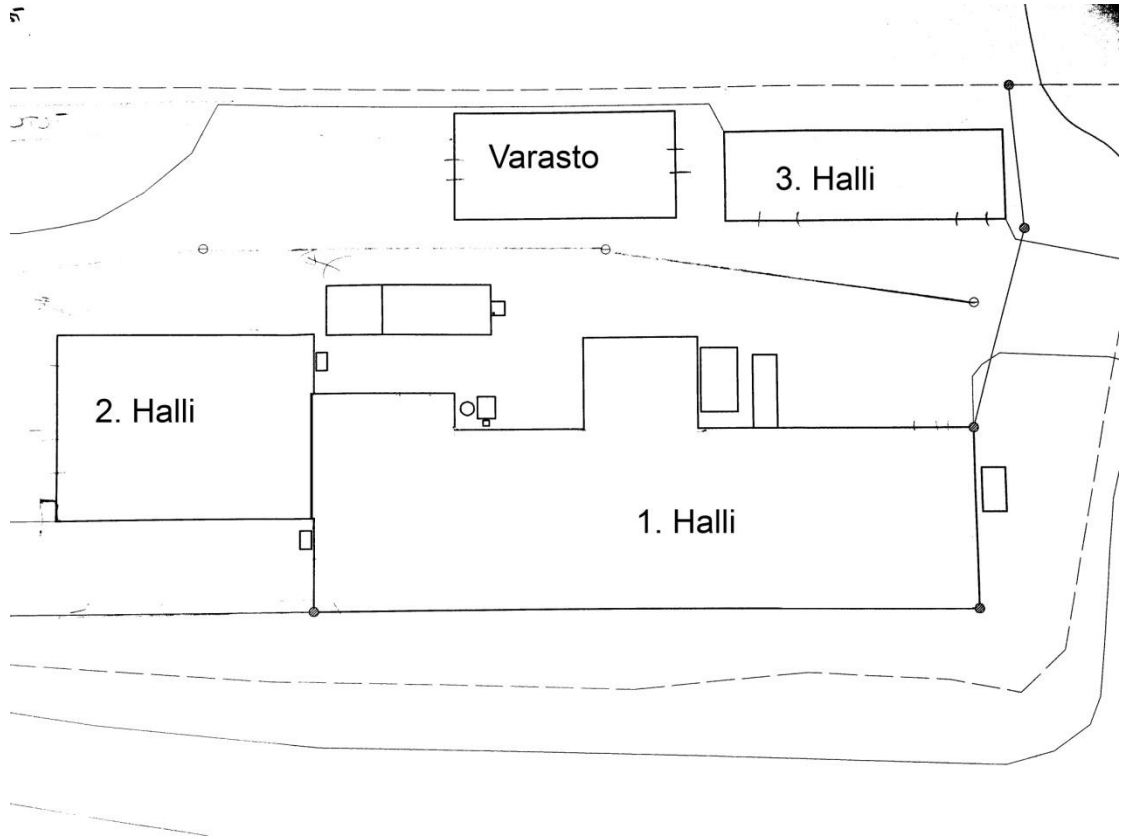
Huomioitavia tekijöitä ovat

- kokonaissiirtomatka
- siirtojen määrä
- tarvittava siirtokapasiteetti
- kustannukset.

Suunnitelmallisuudella ja esiasetuksilla edesautetaan valmistuksen helppoa toimintaa. Tehtaassa on syytä olla kalustoa kuljetukseen sekä säilytykseen, kuten trukkeja, lavoja ja hyllyjä. (Peltonen, [Viitattu 5.9.2011].)

3.7 Tilankäyttö ja järjestelyt tehtaissa

Uudelleen organisoitu tuotanto sopii usein paljon pienempään tilaan kuin se aikaisemmin vaati. Suunnittelussa on otettava huomioon useita seikkoja. Ensimmäisenä ovat turvallisuus- ja viihtyvyystekijät. Kuinka paljon esimerkiksi eri toimilaitteiden vaatima todellinen tila on ja minkälainen on tarvittava järjestys, siisteys ja valaistus. Varastojen suunnittelu vaikuttaa tuotannon sujuvuuteen erittäin paljon. On tiedostettava varastotilojen tarve eri tuoterakenteilla ja volyymeilla. Oikean varastointimenetelmän löytäminenkin on tarpeellista. Tilakustannuksiin on myös syytä kiinnittää huomiota, esimerkiksi joudutaanko investoimaan tilojen laajentamiseen tai uusien rakentamiseen (KUVIO 6). (Peltonen, A.[Viitattu 5.9.2011].)



KUVIO 6 Tehdashallien sijoittelu EC-E:ssä

4 TUOTANNON SUJUVUUDEN PARANTAMINEN EC-E:SSÄ

4.1 Nykyiset materiaalivirrat

Materiaalivirtoja tutkittiin piirtämällä yrityksen pohjapiirustukseen nuolia kuvaamaan materiaalin kulkua. Eri kappaleiden materiaaleja kuvattiin erivärisillä nuolilla. Kuviin laitettiin esille vain yrityksen isoimmat prosessit, joilla on vakiintunut paikka tuotannossa. Pieniä kehityksen alla olevia projekteja ei ollut tarpeen käsitellä. Materiaalien virtaus tapahtuu karkeasti 1. hallin päästä kohti 2. hallin isoa päätyovea. Suurin osa saapuvista materiaaleista tuodaan 1. hallin päähän, josta ne lajitellaan oikeille paikoilleen. 3. hallissa tapahtuvaa junan komposiittiosien varustelua ei ollut myöskään tarpeen tarkastella, koska 3. halli on sen verran pienikokoinen eikä sen toiminta vaikuta suuremman hallirakennuksen materiaalin kulkuun.

4.2 Pullonkaulat materiaalivirroissa

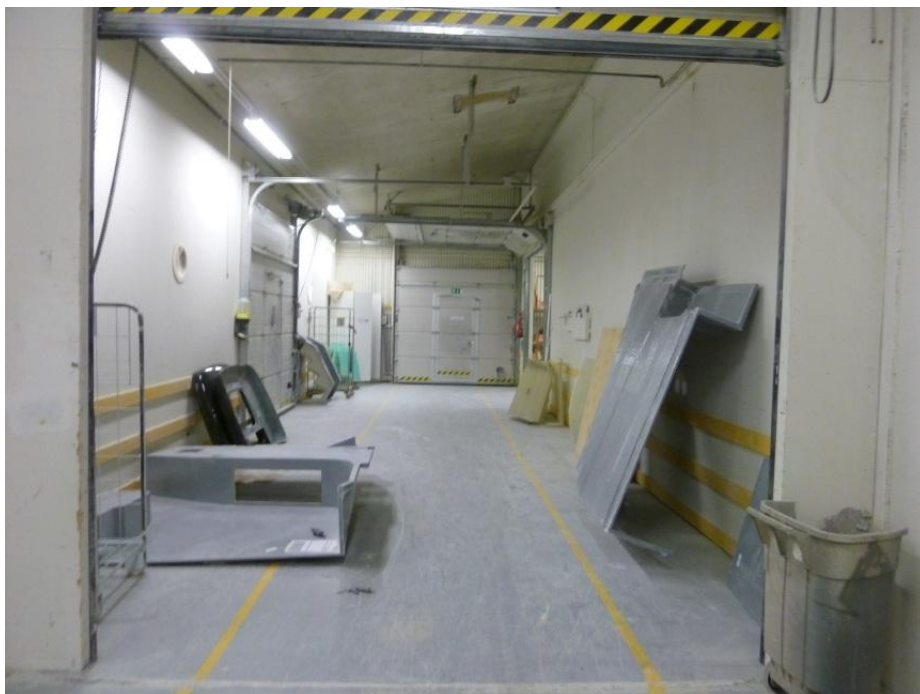
Pullonkauloja etsiessä eteen tuli kaksi kohtaa tehtaan sisällä. Kohdat tulivat tutuksi toimiessani yrityksen työntekijänä. Nämä pullonkaulat liittyvät enimmäkseen samojen tuotteiden valmistukseen. Suurien linja-autoihin tulevien komposiittiosien kuljetus aiheuttaa paljon työtä ja vaikeuttaa muiden tuotteiden ja materiaalien kulkua. Ensimmäinen pullonkaula sijoittuu 1. ja 2. hallien väliseen ns. leikkaamo-käytävään. Toinen merkittävä pullonkaula sijoittuu 2. halliin osien viimeistelyalueelle. Muut tuotannossa olevat osat ovat sen verran pienikokoisia, että niiden liikuttelu on helpompaa eivätkä ne aiheuta muutoksia tehtaan layoutiin. Linja-autojen osien laminointi tapahtuu 1. hallissa ja lähetys 2. hallin takimmaisesta nosto-ovesta. Kuljetusmatka isoille osille on pitkä ja vaatii paljon miesvoimaa.

4.2.1 Leikkaamo-käytävä

Piirretyistä kuvista voidaan päätellä, että leikkaamon sekä muottien huoltotilan välissä olevalla käytävällä on liikettä jokaisen isoimman tuotantoprosessin kohdalla (KUVIO 7). Käytävä sijaitsee tehtaan 1. ja 2. hallien liitoskohdassa. Kaikki muotista

irrotetut kappaleet tarvitsevat leikkausta, joten ne viedään jossain vaiheessa leikkaamoon. Suurimman tilan käytävältä vievät linja-autojen lattiat, portaat ja lokasuojat. Isojen kappaleiden säilyttäminen käytävällä tuottaa hankaluuksia muulle tuotannolle sekä materiaalien liikuttelulle. Usein lattiakappaleet joudutaan nostamaan seinää vasten pystyyn, jotta käytävällä pystyttäisiin kulkemaan. Pystyyn nostaminen voi saada aikaan vaaratilanteita jos jokin osa kaatuu työntekijän päälle. Osa kappaleista painaa useita kymmeniä kiloja, joten isojakin onnettomuuksia voi sattua. Osien säilyttäminen käytävällä vaarantaa siis työntekijöiden turvallisuuden.

Kappaleiden pidempi säilytys pystyssä voi aiheuttaa myös virheitä. Kappaleen muoto voi muuttua, jos se nojaa vääntyneenä seinää vasten ja turha nostelu sekä kovakourainen käsittely voivat aiheuttaa murtumia tai pinnan lohkeamisia. Siirteystä tai kolhimisesta aiheutuvat vauriot aiheuttavat lisäkustannuksia mikäli kappaleille joudutaan tekemään ylimääräisiä korjauksia jälkeenpäin. Myös leikkauksen jälkeen osat voivat joutua odottamaan käytävällä mahdollista viimeistelyä ja korjausta, joka tapahtuu käytävän toisessa päässä, 2. hallissa.



KUVIO 7 Leikkaamokäytävä

Valmistukseen tarvittavat materiaalit kulkevat myös samaa käytävää pitkin kohti laminoitipisteitä, jolloin tavaravirtaa on käytävällä toiseenkin suuntaan. Valmiista ja leikkausta odottavista kappaleista tukossa oleva käytävä vaikeuttaa varastomiehen ja tuotantohenkilöiden tehtäviä. Kapean käytävän kulkeminen trukilla hankaloituu entisestään, jos kappaleita on tiellä. Trukilla joudutaan ajamaan hallin sisälle jopa päivittäin ja sitä tarvitaan paljon esimerkiksi uusien hartsikonttien vaihtamisessa ja roska-astioiden tyhjennyksissä. Tuotantohenkilöiden tehtävät voivat keskeytyä, jos kappaleita joudutaan siirtelemään pois trukin tieltä. Trukin lisäksi lähes kaikki tuotantohenkilöt kulkevat päivittäin useaan kertaan käytävän läpi, koska taukotila sijaitsee tehdusrakennuksen toisessa päässä, 2. hallissa. KUVA 5. on käytävästä, jossa valmiita kappaleita on välivarastossa. Kuvan ottohetkellä tavaraa oli käytävällä poikkeuksellisen vähän, mutta silti trukilla läpiajo vaatisi kappaleiden siirtelyä.

4.2.2 Osien viimeistelyalue

Linja-autojen osat siirtyvät valmistusprosessissa koko ajan kohti isoa nosto-ovea 2. hallin perälle ja sitä kautta lähetykseen. Leikkaamokäytävän jälkeen aukeavan korkean hallin alkupäässä suoritetaan linja-autojen osille viimeiset tehtävät. Näitä ovat mahdolliset korjaukset ja viimeistelyt sekä osien pakkaaminen muovikalvoon ja lavoille. Korjaustehtävät ovat periaatteessa tuotannon kannalta ylimääräisiä, mikäli mitään virheitä ei kappaleissa tulisi. Tämän takia korjauksille ei ole varattu suuria tiloja. Käsilaminointi on kuitenkin ihmisten tekemä prosessi, jolloin virheiden täydellinen poistaminen on melko vaikeaa. Osien ulosvienti nopeutuisi huomattavasti, mikäli niiden ei tarvitsisi jäädä odottamaan korjausta tai korjausaineiden ja mahdollisen maalin kuivumista. Kappaleiden korjaus tapahtuukin pääasiassa suoraan lattialla, keskellä kulkureittiä taukotilaan ja hallin perällä sijaitsevaan pientarvikevarastoon. Valmiita korjattuja linja-autojen osia siirretään kohti ovea, josta taas varastomies hoitaa osat ulos lastausta varten. Tässäkin tilanteessa osat voivat joutua odottamaan lattialla, mikä hankaloittaa uusien materiaalien sisäänlastausta isosta nosto-ovesta sekä junavaunujen sisäpaneelien kokoonpanoa. Joissain tapauksissa osia joudutaan maalaamaan uudelleen. Maalaustilan pitäisi olla mahdollisimman pölytön, jotta maalattu pinta olisi mahdollisimman hyvä. Huonojen

maalausolosuhteiden ja pölyisen ympäristön takia maalaus voi joskus epäonnistua. Myös joku työntekijöistä saattaa koskea märkään maalipintaan kulkiessaan taukotilaan. Kappaleiden viimeistelyn sijainti kulkureiteillä hallissa 2. aiheuttaa siis ylimääräistä työtä sekä kustannuksia ja häiritsee työntekijöiden liikkumista.

4.3 Muottien säilytys

Linja-autojen lattiatuotannossa käytettävät muotit ovat suuria, eivätkä ne kaikki mahdu kerralla tehtaan sisälle säilytykseen (KUVIO 8). Muotit, jotka eivät ole käytössä, ovat kylmävarastossa tehtaan ulkopuolella (KUVIO 9). Muottien kuljetus varastosta halliin tapahtuu 2. hallin isosta nosto-ovesta. Muottien liikuttelu on työlästä ja hidasta. Varsinkin talvella mikäli lunta on paljon, on muottien liikuttelu hyvinkin vaivalloista. Rullilla kulkevia muotteja on hankala trukillakaan kuljettaa niiden suuren koon vuoksi.



KUVIO 8 Linja-auton lattiamuotti

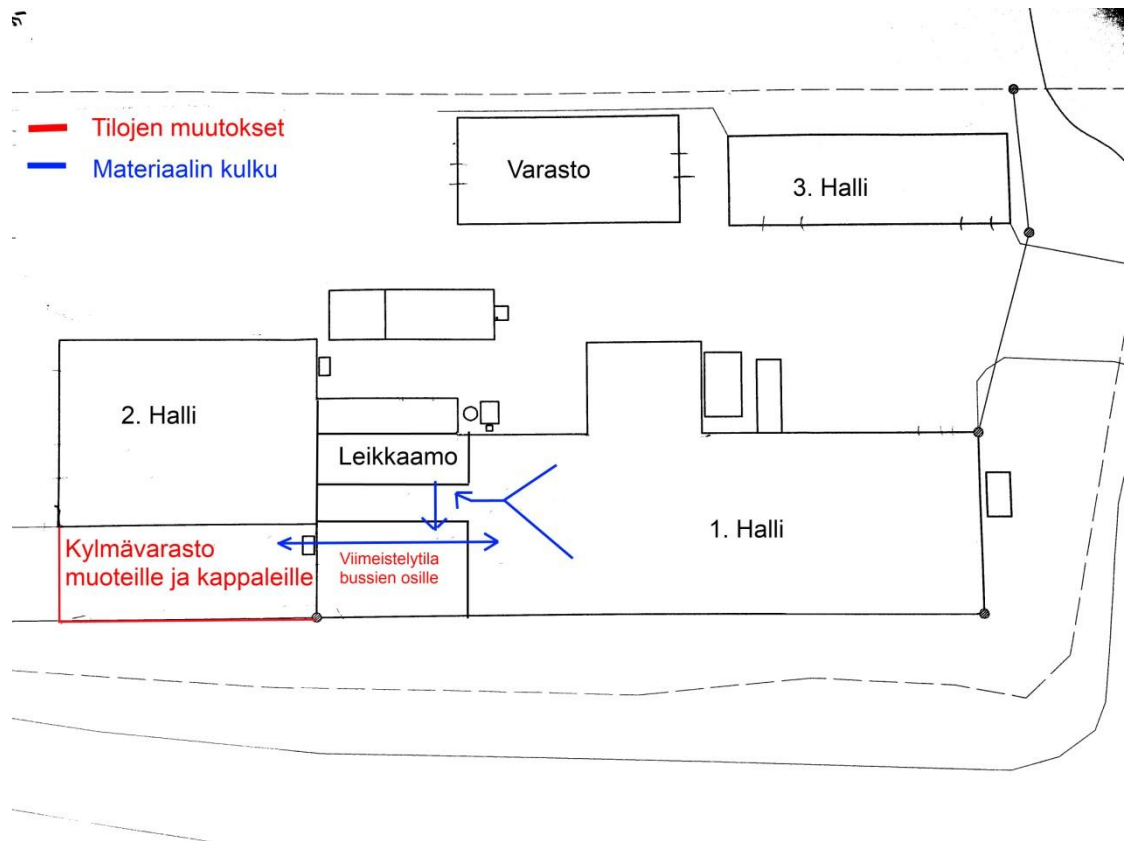


KUVIO 9 Nykyinen varastohalli

4.4 Tehtaan layoutin muutosehdotus

Yhdessä tehtaan johdon kanssa suunniteltiin muutosta, joka helpottaisi suuresti linja-autojen osien kulkua työvaiheesta toiseen. Nykyinen käytävän varrella oleva muottien huoltotila otettaisiin linja-autojen osien korjauksen ja viimeistelyn käyttöön. Laminoidut osat saataisiin suoraan leikkaamosta korjaukseen ja viimeistelyyn ilman käytävällä odottamista. Muottien huoltaminen voitaisiin siirtää fenolikappaleiden laminointitilaan, koska näiden osien valmistus on loppumassa. Lisäksi suunnitteilla on kylmävarasto 2. hallin takapuolelle. (KUVA 10.) Tämän uuden varaston ansiosta saataisiin linja-autojen osat kokonaan pois 2. hallin sisältä. Valmiita linja-autojen osia siirrettäisiin jatkossa ulos kylmävaraston kautta. Osia voitaisiin säilöä varastossa odottamassa jokaviikkoista lähetyspäivää. Kylmävarasto toimisi samalla myös varastona linja-autojen lattiatuotannon isoille muoteille. Ainakin eniten käytössä olevat muotit voitaisiin säilöä tässä varastossa, josta ne olisi helppo kuljettaa tuotantotiloihin sisäkautta. Nykyinen varasto, jossa muotteja säilytetään, on aivan täynnä, joten muiden tavaroiden, kuten raaka-aineiden, varastointi on hankalaa. Uuden varaston ansiosta vanhasta varastosta vapautuisi huomattava määrä tilaa kaikelle muulle. Osa harvemmin käytetyistä muoteista säilytettäisiin kuitenkin vielä vanhassa varastossa. Uutta varastoa on suunniteltu kylmäksi, koska osien ja muottien varastoiminen ei vaadi lämpimiä olosuhteita. Kylmän varastotilan tekeminen on myös huomattavasti edullisempaa (KUVIO 10).

Uuden varaston käyttäminen vaatisi riittävän kokoisen oviaukon tekemistä viimeistelytilan seinään, jotta muotteja ja kappaleita voitaisiin liikutella. Linja-autojen osien volyyymi on kuitenkin suurta ja niiden valmistaminen tilaa vievää. Viimeistely ja korjaus vaatii oman työntekijän osien siirtelyyn, viimeistelyyn ja korjaamiseen.



KUVIO 10 Uuden varaston sijoitus

4.4.1 Varaston rakenne

Uuden varaston tekeminen olisi hyvä toteuttaa mahdollisimman halvalla menetelmällä. Kustannuksia tulee kuitenkin muustakin kun hallin rakennuttamisesta. Tällä hetkellä hallin paikalle ollaan kaavailemassa asfalttipäällystettä. Asfaltin päälle olisi helppo rakentaa jokin hyvin yksinkertainen avopäätyinen halli. Hallia suunniteltaessa voisi kuitenkin ajatella laajemmin ja rakentaa sen alustavasti kylmäksi, mutta kuitenkin niin tiiviiksi, että se voitaisiin helposti muuttaa lämpimäksi, jos tarvetta ilmenee myöhemmin. Jos esimerkiksi yritykselle tulee uusia tuotteita valmistukseen, uutta tuotantotilaa saataisiin käyttöön melko nopeasti. Uutta tilaa tulisi suunnitellulle paikalle noin 270m². Varasto voisi olla avointa tilaa, koska varastoitavat osat ovat melko suuria eivätkä tarvitse esimerkiksi hyllytilaa. Oviaukon viimeistely-

tilaan tulisi olla riittävän suuri ja helposti avattavissa, jotta osien ja muottien siirtely olisi sujuvaa.

4.4.2 Ongelmat

Tilan käyttöä hankaloittaa kuitenkin vielä tällä hetkellä junien portaiden varustelu. Portaat ovat myös suuria kappaleita ja tarvitsevat paljon tilaa varustelussa. Myös varusteluun tarvittavat materiaalit sekä työkalut vaativat oman tilansa. Varustelu tapahtuu tällä hetkellä suunnitellun linja-autojen osien kuljetusreitillä. Junien portaiden valmistaminen on kuitenkin loppumassa, joten tämän vaatima tila saataisiin hyvin linja-autojen osien käyttöön sen päätyttyä.

4.4.3 Hyödyt

Suunnitellulla muutoksella 2. hallin ruuhkaisuus saataisiin vähenemään huomattavasti. Sillä, että linja-autojen osia ei enää kuljeteta missään vaiheessa 2. hallin puolelle, tilaa saadaan vapautumaan enemmän tuotannolliseen käyttöön eikä sitä haaskaantuisi turhaan välivarastointiin. Valmiita tuotteita ei enää tarvitsisi säilyttää kulkureiteillä ja työntekijöiden tiellä, vaan ne pysyvät suojassa ja ehjinä lähettämiseen asti.

Uuden varaston tekemisellä muottien säilyttäminen ja siirtäminen tulisi helpommaksi ja iso ulkovarasto olisi paremmin raaka-aineiden ja muiden tavaroiden käytössä. Kuljetusmatka linja-autojen osille pienenesi jonkin verran eikä työntekijän tarvitsisi raahata isoja kappaleita pitkää matkaa 2. hallin läpi kohti ovea.

4.5 Yhteenveto

Haverilan kirjassa Teollisuustalous, kirjattiin hyvin suunnitellun layoutin ominaisuuksia. EC-E:n layoutiin tehdyn ehdotuksen myötä näistä ominaisuuksista saavutettaisiin monia. Materiaalien siirtomatkojen lyheneminen ja siirtojen helppous olisi yksi hyvistä saavutuksista. Myös työturvallisuus ja työntekijöiden tyytyväisyys nou-

sisi varmasti, kun tehtaan kulkureitit ovat avarammat, eikä vaaroja tapaturmista enää olisi. Työntekijöiden työnteko olisi myös helpompaa, koska kappaleiden viimeistelylle olisi oikea sille suunnattu tila, eikä korjaus tapahdu vain siellä missä milloinkin sopii parhaiten. Tilaajayrityksenkin kannalta muutos on hyödyllinen. Parempien välivarastoinen takia valmiit kappaleet ovat paremmin säilytyksessä odottamassa lähetystä. Osat säästävät kolhimiselta ja muilta virheiltä. Tällöin säästytään esimerkiksi mahdollisilta reklamaatioilta, joista hyötyvät valmistaja- ja tilaajayritys. Muutos projektia on jo aloitettu tekemään siivoamalla uuden varastohallin paikka ylimääräisestä tavarasta, jota oli hallin seinustalla.

LÄHTEET

- Airasmaa, I., Kokko, J., Komppa, V. & Saarela, O. 1991 Muovikomposiitit. Jyväskylä; Gummerus Oy 102-103, 212- 215
- Haverila J., Uusi-Rauva E., Kouri I. & Miettinen A. 2005 Teollisuustalous. 5. uud. painos. Tampere: Infacs Oy
- Hongisto, T. 2011. Tehtaanjohtaja. EC-Engineering Oy Haastattelu. 1.8.2011.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V., & Torvinen, S. 1997 Konepajan tuotantotekniikka. 1. painos. Porvoo: WSOY
- Ollanketo, T. 2011. Toimitusjohtaja. EC-Engineering Oy. Haastattelu 4.8.2011.
- Peltonen, A. 1998. Tuottava tehdas [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 5.9.2011] Saatavana: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>

