

Hirsitalojen karapuiden valmistus imuohjauksella

Tolonen Timo-Ilkka

Tuotantotalouden opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2012

SISÄLLYS

SISÄLLYS	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO	5
2 KONTIOTUOTE OY.....	7
3 TUOTANNONOHJAUS	9
3.1 Työntöohjaus.....	10
3.2 Imuohjaus.....	10
3.3 Kanban-imuohjaus	11
3.4 Just In Time (JIT).....	13
3.5 Lean management	14
3.6 Kaizen	15
3.7 Tuotannon tasoitus	17
3.8 Tuotannon läpimenoaika.....	17
4 LAYOUT-SUUNNITTELU	19
4.1 Tuotantolinja	19
4.2 Funktionaalinen layout.....	21
4.3 Solulayout	22
5 KONTIOTUOTE OY:N KARAPUUTUOTANNON KEHITTÄMINEN.....	24
5.1. Karapuu	24
5.2. Karapuulinja.....	26
5.3. Layout-suunnitelma.....	30
5.4. Tuotannon läpimenoaika	31
5.5. Kustannukset	33
6 PARANNUSEHDOTUKSIA	35
7 YHTEENVETO	37
8 LÄHDELUETTELO.....	39
9 LIITELUETTELO	41

TIIVISTELMÄ**KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU**

Tekijä:	Tolonen Timo-Ilkka
Opinnäytetyön nimi:	Hirsitalojen karapuiden valmistaminen imuohjauksella
Sivuja (+liitteitä):	41+4
<p>Tämän opinnäytetyön aihe on saatu Kontiotuote Oy:ltä. Työn lähtökohtana oli tehdä layout-suunnitelma uudelle karapuulinjalle ja soveltaa siihen imuohjausta. Karapuulinjan tarkoituksena on valmistaa asennusvalmiita karapuita. Opinnäytetyössä laskettiin lisäksi viikoittainen karapuiden valmistustarve ja läpimenoaika.</p> <p>Työ aloitettiin tutkimalla Kontiotuote Oy:tä. Samalla perehdyttiin Kontiotuotteen toimintatapoihin. Tämän jälkeen tutkittiin erilaisia ohjaustapoja teoriaa varten. Erityisesti teoriaosuudessa käsiteltiin imuohjausta ja sen erilaisia sovelluksia ja layout-suunnittelua.</p> <p>Työn tuloksena saatiin layout-suunnitelma, karapuiden viikoittainen valmistustarve ja teoreettinen läpimenoaika. Layout-suunnitelmassa käytettiin hyväksi kunnossapitohenkilöstön, karapuulinjan esimiehen ja tuotantopäällikön kokemusta ja tietotaitoa. Karapuiden viikoittainen keskimääräinen valmistustarve laskettiin Kontiotuotteen vuoden 2012 tilattujen toimitusten määrästä. Läpimenoaikaa ei tutkittu työntutkimuksella, vaan jouduttiin turvautumaan teoreettisiin vaihe aikoihin. Karapuulinjan valmistaminen jäi Kontiotuotteen kunnossapidon tehtäväksi.</p>	
Asiasanat: karapuu, layout, imuohjaus, tuotanto	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Name:	Tolonen Timo-Ilkka
Title:	Manufacturing Tongued Jambs of Log Houses with Pull Control
Pages (+appendixes):	41+4
<p>The topic of the thesis was assigned by Kontiotuote Oy. The starting point was to make a layout plan for the new tongued jamb line and apply it to the pull control. The function of the tongued jamb line is to manufacture ready-made tongued jambs. In addition, the weekly manufacturing need of tongued jambs and their lead time were also calculated in this thesis.</p> <p>The study was started by examining Kontiotuote Oy after which the operation methods of Kontiotuote were studied. Then the study continued with a variety of control concepts for the theory. Especially the theoretical part deals with pull control and its different applications and layout plan.</p> <p>The result of this thesis was the layout plan, the weekly manufacturing needs of the tongued jambs and the theoretical lead time. The experience and know-how of the maintenance personnel, the managers of the tongued jamb line and the production were utilized in the layout plan. The average weekly manufacturing need of tongued jambs was calculated on the basis of the number of ordered supplies in 2012. The lead time was not tested with a work study and so theoretical work cycle time was referred to. Making the tongued jamb line was assigned to Kontiotuote's maintenance.</p>	
Keywords: Tongued-jamb, layout, pull control, manufacture	

1 JOHDANTO

Tämä työ on ammattikorkeakoulun tuotantotalouden insinööriyö. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Kontiotuote Oy, joka on hirsirakennuksia valmistava yritys. Työn tavoitteena on tehdä karapuiden layout-suunnitelma ja soveltaa imuohjausta tehtyyn layoutiin. Työssä lasketaan karapuiden läpimenoaika ja keskimääräinen viikoittainen valmistustarve vuodelle 2012.

Karapuuta tarvitaan hirsirakennuksissa, koska hirret laskeutuvat. Karapuut mahdollistavat sen, että hirret voivat luonnollisesti laskeutua ikkunoiden ja ovien ollessa paikoillaan (kuva 1). Karapuu liikuu karaurassa, jolloin hirsien laskeutuminen on mahdollista ikkunoiden ja ovien ympäriltä.



Kuva 1. Karapuut paikoillaan aukon molemmilla sivuilla.

Tällä hetkellä Kontiotuoteella on käytössä kahdelle hirsikoolle asennusvalmiit karapuut ja muille hirsimalleille karapuut ovat menneet metritavarana. Asiakkailta on tullut Kontiotuotteelle kyselyjä mahdollisuudesta toimittaa asennusvalmiit karapuut jokaiseen toimitukseen. Kontiotuotteella oli jo tiedossa, että Suomen omakoti- ja mökkirakentamisessa on näkyvissä kehitys, jossa rakentamisen taidot ovat häviämässä rakentajilta. Kun asiakkailta tuli lisäksi kyselyjä asennusvalmiista tuotteista,

Kontiotuote alkoi selvittää asiaa ja polkaisi pystyy asennusvalmiutta edistävän ASEVA-projektin. Kehitysprojektissa käytiin läpi määrämittaisten tuotteiden katkontaa, jotka olivat valmiiksi paikalleen asennettavia. Projektin ensisijainen tavoite oli nostaa asiakastytyväisyyttä asennusvalmiuden parantumisen kautta.

Asennusvalmiilla komponenteilla saavutetaan asennukset helposti ja nopeasti sekä saadaan työmäärää vähennettyä työmaalla. Tuotteet parantaisivat asiakastytyväisyyttä. Asiakas säästää rakennusajassa ja työstöt olisivat tehty teollisesti siisteiksi. Myös työmaan siisteys paranisi, koska ylimääräiset laudanpätkät jäisivät tehtaalle eikä tarvittaisi niin monimuotoisia työkaluja, koska tuotteet vaativat vain asennuksen. Kokonaisuutena voidaan luoda siistimpi ja valmiimpi kuva rakennustyöstä.

Aiheen rajaus tehtiin siten, että työstä jätettiin pois asennusvalmiit pielilaudat, jotka tulevat karapuuhun kiinni. Tarkoitus on, että Kontiotuotteen toimitusten asennusvalmiutta nostetaan edelleen tämänkin työn jälkeen, mutta sen suunnittelu rajattiin pois tästä opinnäytetyöstä. Työksi jäi suunnitella layout-suunnitelma karapuulinjalle sekä laskea karapuiden valmistustarve ja läpimenoaika.

2 KONTIOTUOTE OY

Kontiotuote Oy on vuonna 1976 perustettu sahatavara- ja hirsirakennustoimintaa harjoittava yhtiö Pudasjärvellä. Kontiotuote on maailman toiseksi suurin sekä Suomessa johtava hirsirakennusten valmistaja. Kontiotuote kuuluu PRT-Forest konserniin. PRT-Forest Oy on mekaaniseen puunjalostukseen erikoistunut pohjoissuomalainen yritys, jonka toiminta alkoi 1967. Konsernin päätoimipaikka sijaitsee Pyhännällä. Konsernin tunnettuja tuotemerkkejä ovat Kontion lisäksi Lappli-Talot ja Jukka-talo. (Kontiotuote Oy 2012, hakupäivä 19.1.2012; PRT-Forest Oy 2012, hakupäivä 19.1.2012; Sydänmetsä 2010, hakupäivä 19.1.2012)

Kontiotuotteen tuotantokapasiteetti vuonna 2011 oli 150 000 kiintokuutiometriä tukkia, joista tulee 75 000 kiintokuutiometriä sahatavaraa ja hirsiaihoita. Sahalta tulee vuodessa 40 000 kiintokuutiometriä haketta, joka hyödynnetään paperin raaka-aineeksi. Lisäksi syntyy kuori- ja sahanpurua vuodessa 30 000 kiintokuutiometriä, joka hyödynnetään lämpölaitoksella. Kontiolla on edellytykset valmistaa n. 2500 rakennusta vuodessa. (Kontiotuote Oy 2012, hakupäivä 19.1.2012; Lauhikari, puhelinhaastattelu 20.1.2012)



Kuva 2. Kontiotuotteen tehdasalue Pudasjärvellä (Kontiotuote Oy 2012, hakupäivä 19.1.2012)

Kontiotuote valmistaa hirsirakennuksia asumiseen ja vapaa-aikaan. Tuotevalikoimaan kuuluvat hirsihuvilat ja -talot, saunat, aitat ja piharakennukset. Kontio käyttää materiaalina tuotteissaan pyörö-, höylä- ja lameli eli liimahirttä. Puu käsitellään tukista valmiiksi lopputuotteeksi yhtiön omalla tuotantolaitoksella Pudasjärvellä (kuva 2). (Kontiotuote Oy 2012, hakupäivä 19.1.2012)

Kontiotuote Oy työllisti vuonna 2010 keskimäärin 282 henkilöä ja yrityksen liikevaihto vuonna 2010 oli 57,4 miljoonaa euroa. Liikevoittoa kertyi n. 2,4 miljoonaa euroa. Kontiotuote toimittaa vuosittain yli 2000 rakennusta yli 20 maahan, joista tärkeimmät vientimaat ovat Japani ja Venäjä. (Poijula 2011, hakupäivä 19.1.2012; Kontiotuote Oy 2012, hakupäivä 19.1.2012)

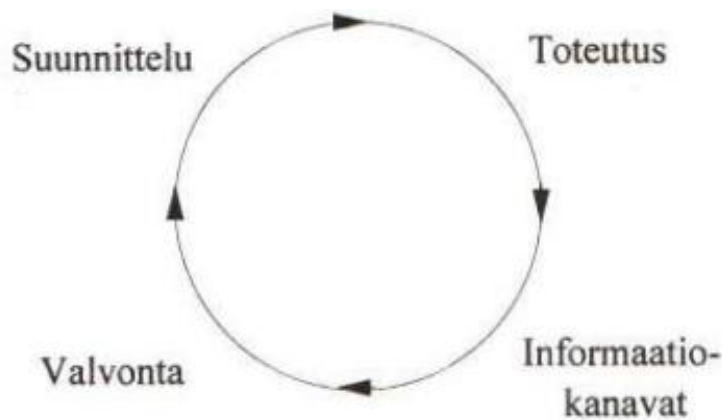
Vuosikymmenien kokemus hirsirakentamisesta on tuonut Kontiolle vankkaa osaamista ja tietotaitoa huvila- ja omakotirakentamisesta. Tästä osoituksena ovat useat Kontion kehittämät rakennusratkaisut, -patentit ja tuoteideat, jotka ovat osaltansa edistäneet hirsirakentamisen kehittymistä koko maailmassa. (Kontiotuote Oy 2012, hakupäivä 19.1.2012)

Kontiotuote Oy:n hirsirakennukset täyttävät kaikki EU-alueen hirsirakentamista koskevat normit. Kontion hirsirakennuksille on myönnetty CE-sertifikaatti ja tehtaalla on myös COC- sertifikaatti. Kontio ostaa puuta vain sertifioidusta PEFC-metsistä noudattaen COC-sertifikaatin vaatimaa puun alkuperän todentamista kaikelta ostamaltaan puuraaka-aineelta. (Kontiotuote Oy 2012, hakupäivä 19.1.2012)

3 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjauksen tarkoitus on ohjata tuotantojärjestelmää yrityksen tavoitteiden saavuttamiseksi yrityksen tuotantoon soveltuvia ja suunniteltuja ohjausmenetelmiä hyväksi käyttäen, hallita tuotteiden toimitusaikaa, käyttää sekä tuotantokapasiteettia ja vaihtomaisuutta kustannustehokkaasti, sekä palvella asiakasta joustavasti. (Miettinen 1993, 23, Ritvanen & Inkiläinen & Von Bell & Santala 2011, 56)

Yrityksissä on käytössä tavallisesti useita ohjausjärjestelmiä, kuten laadun-, markkinointi-, materiaalin-, talouden-, ja tuotannonohjaus. Tuotannonohjaus aloitetaan suunnittelulla, jonka jälkeen suunnitelma toteutetaan. Ohjausta valvotaan luoduilla informaatiokanavilla ja valvonnasta saatua tietoa käytetään ohjauksen parantamiseen eli suunnitteluun ja ohjauksesta saadaan jatkuvalla parantamisella tehokkaampi (kuvio 1). (Miettinen 1993, 23)



Kuvio 1. Ohjauksen rakenne ja tehtävät (Miettinen 1993, 23)

Verkostoajattelu on yleistynyt nykyisessä toimintaympäristössä. Verkostoajattelun tavoitteena on yhdistää eri ohjausjärjestelmät yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi. Tämä tarkoittaa, että kaikki yrityksen osa-alueet (logistiikka, markkinointi, myynti ja tuotanto) toimisivat kiinteässä yhteistyössä. (Miettinen 1993, 23)

Tuotannonohjauksen keskeiset pääkohdat, joihin pyritään vaikuttamaan, ovat toimitusaika ja -varmuus, kapasiteetin toiminta-aste ja -suhde, tuotantoon sidottu pääoma ja valmistuskustannukset. (Miettinen 1993, 24)

3.1 Työntöohjaus

Työntöohjauksella tarkoitetaan valmistussuunnitelmaa eli aikataulua. Suunnitelmalla koordinoidaan ja ohjataan eri valmistustehtäviä ja niin sanotusti ”työnnetään” tuotantoerä tuotannon läpi. Suunnitelma käynnistyy asiakkaan oletetun kysynnän mukaan, mikä johtaa ylituotantoon ja suuriin varastoeriin. Materiaalitoimitukset ja varastotäydennykset ajoitetaan valmistusaikataulun mukaan työntöohjauksessa. Kuitenkin työntöohjaus on käytetyin ohjausmenetelmä ja se soveltuu kaikkiin tuotantomuotoihin. (Haverila & Uusi-Rauva & Kouri & Miettinen 2009, 422; Liker 2008, 106)

Työntöohjauksen hallinta on osoittautunut laajojen ja monimutkaisten valmistusketjujen ohjauksessa vaikeaksi. Ongelmat ilmenevät usein todellisen suunnitelman ja valmistuksen välisinä ristiriitaisuuksina. Suunnitelmat eivät ole täysin todellisia eikä valmistus aina toimi suunnitelman mukaisesti. Tämä johtaa helposti välivarastojen muodostumiseen pitkissä valmistusketjuissa. Välivarastot vaikeuttavat entisestään valmistuksen suunnittelua ja hallintaa, koska hallittavien asioiden määrä kasvaa ja läpäisyajat pitenevät huomattavasti. Työntöohjaus on hyvä suunnittelumenetelmä edellyttäen, että valmistusprosessi on selkeä ja hallittavissa oleva, sekä se on kurinalaista toimintaa ja laatu on hyvää. (Haverila ym. 2009, 422)

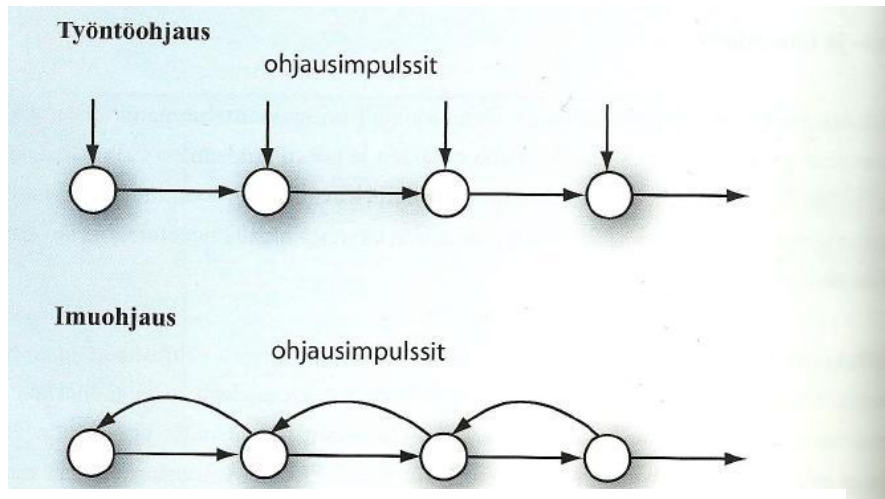
Työntöohjauksen etuna on se, että työntekijöistä ja koneista otetaan suurin mahdollinen hyöty irti pienimmillä kustannuksilla kokonaisuuteen katsomatta, tuottaen samalla ylituotantoa. (Liker 2008, 106)

3.2 Imuohjaus

Toyotan yksi periaatteista on, että käytetään imujärjestelmää välttämään ylituotantoa, jota Taiichi Ohno selittää näin: ”Mitä enemmän yrityksellä on varastoa, sitä epätodennäköisimmin sillä on sitä mitä se tarvitsee.” (Liker 2008, 104)

Imuohjaus on todelliseen tarpeeseen perustuva tuotannonohjausjärjestelmä, joka on yksinkertainen ja jolla pienennetään sekä varastoja että keskeneräistä tuotantoa. Imuohjauksessa osia tai tuotteita valmistetaan vain todellisen tarpeen mukaan.

Imuohjaus toteutetaan pienten nopeasti kiertävien välivarastojen avulla. Valmistusketjussa ohjausimpulssi kulkee lopusta alkuun, kun se työntöohjauksessa tapahtuu toisin päin. Tilausimpulssi syntyy, kun tilaus on saapunut ja viimeinen työvaihe ilmoittaa, että se on valmis ottamaan työn vastaan. Samalla tavalla ketju jatkuu varastoon saakka, jolloin tuotanto saadaan sujuvaksi (kuvio 2). (Haverila ym. 2009, 422)



Kuvio 2. Työntö- ja imuohjaus. (Haverila ym. 2007, 423)

Imuohjaus on aidosti asiakaslähtöistä, jossa liiketoimintaa pyritään kehittämään asiakkaan lähtökohdista. Asiakkaan näkemyksiään pyritään huomioimaan niin, että vaikutettaisiin tasapuolisesti molempiin suuntiin. Tuotteiden laadun ohella imuohjauksessa korostuu toiminnan laatu. Koko toimitusketjussa pidetään tärkeänä läpäisyajojen lyhentämistä. Toimintaa suunnitellaan laajempina kokonaisuuksina ja mahdollisimman paljon prosessinomaisesti. (Sakki 1999, 29)

Imuohjauksesta on olemassa useita erilaisia sovelluksia joita ovat esimerkiksi JIT-mallit.

3.3 Kanban-imuohjaus

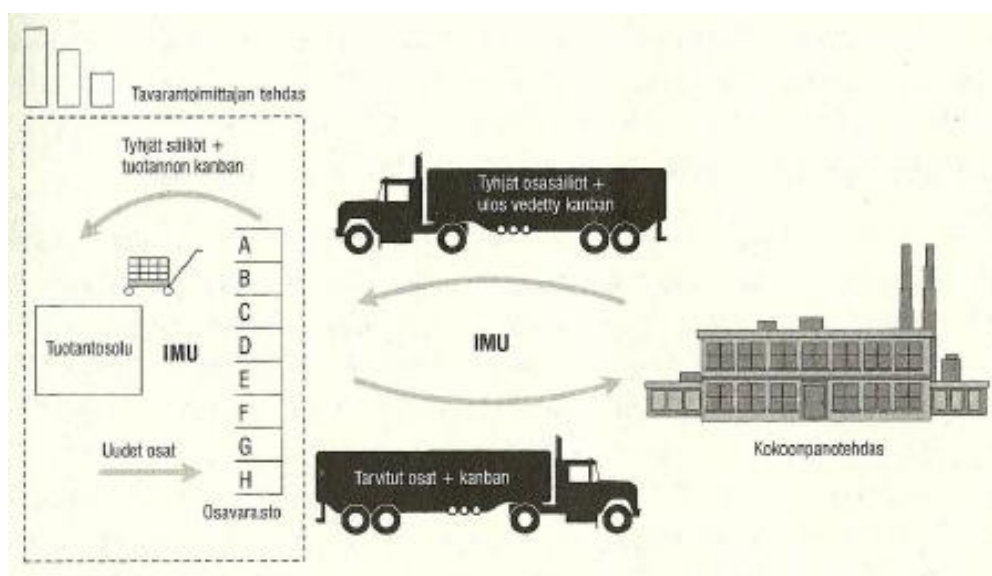
Nollavarastojärjestelmä olisi aito yksiosainen virtausjärjestelmä, jossa hyödykkeet vain ilmestyvät, kun asiakas niitä tarvitsee. Kuitenkin tämä on miltei mahdotonta, koska silloin prosessit ovat liian etäällä tai operaattoreiden suoritusajat vaihtelevat huomattavasti. Seuraavaksi paras järjestelmä on usein Toyotan luoma kanban-järjestelmä. (Liker 2008, 108)

Rother ja Shook (1999) kirjoittavat Toyotan tuotantojärjestelmää käsittelevässä kirjassaan Learning to See seuraavaa: ”Luo virtaus minne voit, imujärjestelmä minne on pakko”. Jos ei ole mahdollista luoda yksiosaista virtausta, seuraavaksi paras vaihtoehto on suunnitella imujärjestelmä, jossa on pieni varasto. (Liker 2008, 108)

Kanban tulee japaninkielestä ja se tarkoittaa korttia, merkkiä, kylttiä, mutta se tulkitaan yleisimmin signaaliksi. Kanban ei ole tuotannonohjausmenetelmä, vaan yksi imuohjauksen työkaluista. (Liker 2008, 107)

Kanban- menetelmän haasteena on kehittää oppiva organisaatio, joka keksii keinoja vähentää kanbanien lukumäärää ja siten pienentää varastoa ja eliminoida lopulta varastot kokonaan. Varastot ovat hukkaa, sijaitsivatpa ne työntö- tai imujärjestelmässä. Yksi suurista kanbanin hyödyistä on, että sen avulla on helppo pakottaa organisaatio kehittämään prosesseja. (Liker 2008, 110)

Kanban perustuu merkinantokortteihin (kuvio 3) ja kanbanin välivarastossa olevat tuotteet jaetaan sopiviin laatikko- tai eräkokoihin. Jokaista laatikkoa ja erää vastaa yksi kanban-kortti. Kortteja on kolmenlaisia: kuljetus-, valmistus- ja signaalikanban. (Haverila ym. 2009, 423; Limma 2009, hakupäivä 24.1.12)



Kuvio 3. Kanbanin periaate. (Liker 2008, 109)

Kuljetus-kanban antaa merkin, josta ilmenee, että työpiste on käyttänyt yhden kanbanin, joten se tarvitsee uuden kanbanin uuteen tuotteeseen. Yleensä työpisteessä on useita kanbaneja, jotta prosessi ei keskeydy, mutta ei liian monta, koska ne olisivat silloin turhaa varastoa. (Haverila ym. 2009, 423-424)

Valmistuskanbania käytetään työpisteissä, joissa asetus- ja järjestelyaika voidaan jättää huomioimatta ja valmistus voidaan aloittaa heti, siinä järjestyksessä kuin kortit ovat saapuneet työpisteeseen. Kortissa tulisi näkyä tiedot, joita työntekijä tarvitsee, kun hän alkaa valmistaa kyseistä tuotetta. (Kaarela 2011, 4-6)

Signaalikanbania käytetään, kun toimittajan varastosta kanbanipaikka vapautuu. Kortista pitää ilmetä osien määrä, mitkä on imetty tuotantoon. Se antaa merkin toimittajalle, joko toimittajan käydessä keräämässä kanbaninsa tai sähköisellä ilmoituksella. Näistä tiedoista toimittaja tietää toimittaa uuden erän kulutetun erän tilalle. (Kaarela 2011, 12)

3.4 Just In Time (JIT)

JIT on japanilaisten autovalmistajien lanseerama yksinkertainen toistuvaan tuotantoon perustuva ohjausmenetelmä. JIT:n peruserä on valmistaa oikea tuote ja määrä asioita oikeaan aikaan. Tuotteet valmistetaan sellaisina kuin asiakas haluaa, asiakkaan haluamassa eräkoossa ja asiakkaan haluamaan aikaan. JIT:n toiminta perustuu varastojen ja keskeneräiseen tuotantoon sitoutuneen pääoman minimointiin. Tuotanto tapahtuu tilausohjautuvasti ja tuotannon aloituksen impulssi käynnistyy asiakkaan ostopäätöksestä. JIT-tuotannon tunnusomaisia piirteitä ovat korkea tuottavuus ja laatu, pieni sitoutunut pääoma ja lyhyt läpäisy aika. (Miettinen 1993, 51; Haverila ym. 2009, 428; Liker 2008, 23)

JIT-tuotannon tärkeimpiä edellytyksiä ovat selkeät ja yksinkertaiset materiaali virrat, tuotannon ohjaus ja layout. JIT:ssä tuotantojärjestelmän on mukauduttava nopeisiin tuotetyyppien vaihteluun tuoteperheen sisällä ja tehokkuuden saavuttamiseksi kokonaisvolyymi pitää olla tasainen. (Haverila ym. 2009, 428)

Asetusaikojen lyhentäminen on JIT:n keskeisimpiä tavoitteita. Asetusaikojen lyhentämisellä pyritään siihen, että eräkojoja pystytään pienentämään, niin ettei

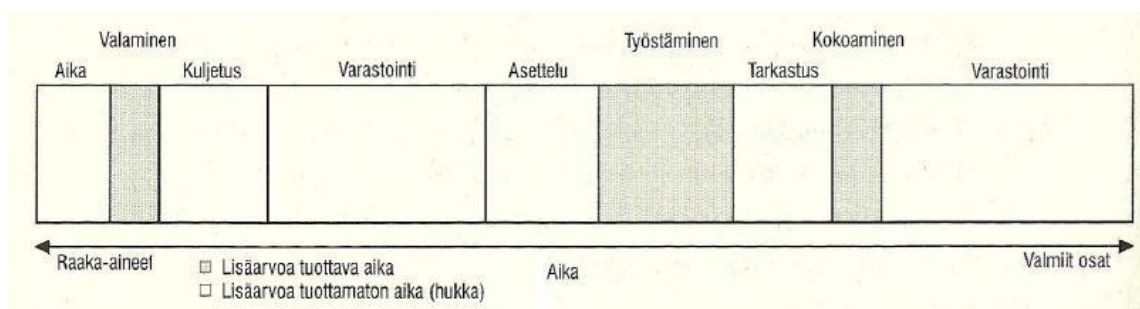
kannattavuus kuitenkin kärsi. Välivarastojen supistamisen ja läpäisyajkojen lyhentämisen mahdollistavat pienet eräkoot ja työnkulun mukainen layout. Lisäksi keskeneräisen tuotannon määrä pienenee sitä mukaa kuin läpäisyajat lyhenevät. (Miettinen 1993, 54; Haverila ym. 2009, 428; Hokkanen & Karhunen & Luukkainen 2004, 235)

Laatu on tärkeä elementti JIT-tuotannossa. Kokonaisvaltainen laadukas valmistus on ehdoton vaatimus, koska laatuvirheet aiheuttavat kustannuksia, kun tuotanto joudutaan pysäyttämään. JIT:ssa ei ole erikseen toimivaa laatuosastoa, vaan laadusta vastaa jokainen työntekijä itse, joten työntekijöiden osallistuminen laadun kehittämiseen on helppoa. (Miettinen 1993, 56; Haverila ym. 2009, 429)

3.5 Lean management

Taiichi Ohno, Leanin luoja, yksinkertaistaa mitä lean tarkoittaa: ”Me katsomme ainoastaan aikajanaa siitä hetkestä, kun asiakas antaa meille tilauksen, siihen pisteeseen, kun keräämme rahat. Ja me pienennämme tuota aikajanaa poistamalla lisäarvoa tuottamattoman hukkan” (Liker 2008, 7)

Suomeksi Leanin voi määrittää kevyeksi ja joustavaksi toiminnaksi. Lean keskittyy arvon tuottamiseen asiakkaalle ja yritykselle sekä tuotannon virheiden ja hukkan vähentämiseen samalla toimien mahdollisimman vähillä resurseilla. Samalla se pyrkii poistamaan kaiken lisäarvoa tuottamattoman työn (kuviot 4). Seitsemän lisäarvoa tuottamatonta työtä ovat: ylituotanto, odottelu, tarpeeton materiaalin kuljettelu, ylimääräinen prosessointi, tarpeettomat varastot, tarpeeton liikkuminen ja virheet. (Miettinen 1993, 61; Liker 2008, 8, 28-29)



Kuvio 4. Hukka arvovirrassa. (Liker 2008, 30)

Lean-ajattelu voidaan määrittää viisivaiheiseksi prosessiksi: asiakkaan ja arvovirran määrittämiseen, prosessin virtaukseen, imuohjaukseen asiakkaasta taaksepäin ja erinomaisuuden tavoitteluun. Valmistajalta vaaditaan ajattelumallia, jossa keskitytään siihen, että tuote virtaa arvolisäysprosessien läpi pysähtymättä ja palaa taaksepäin asiakkaan vaatimuksesta. (Liker 2008, 7)

Toisaalta Lean on nippu työkaluja, joiden avulla filosofiaa viedään käytäntöön. Yksi näistä työkaluista on Kaizen eli jatkuvan parantamisen periaate.

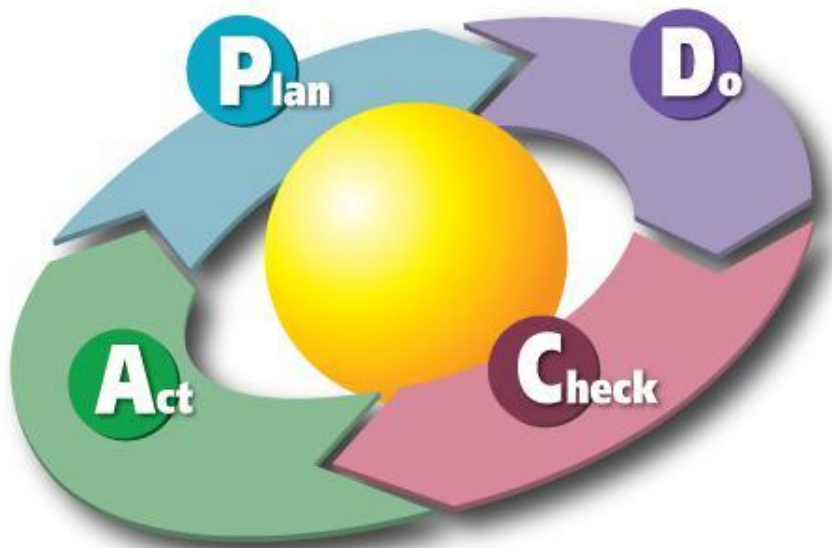
3.6 Kaizen

Kaizen on kokonainen filosofia, joka tavoittelee täydellisyyttä ja ylläpitää leania päivittäin. Kaizen tarkoittaa suomeksi muutosta parempaan. Kaizen perustuu jatkuviin tuotteiden, prosessin ja henkilöstön pätevyyden pieniin parannuksiin, jotka eivät vaadi kalliita ja isoja investointeja. Kaizenissa on tarkoitus poistaa turhaa työtä, joka ei tuota arvoa asiakkaalle sekä muuttaa ihmisten ajattelu- ja työskentelytapoja. Parantamisen on oltava järjestelmällistä ja säännöllistä, jotta tuloksia saadaan aikaan ja jotta tuloksista tulee pysyviä. Kaikkien työntekijöiden, myös yrityksen korkeimman johdon, on sitouduttava jatkuvaan parantamiseen, muuten jatkuvaa parantamista ei toteudu. Tällä tavoin huomataan virheelliset osat, työtavat ja toiminnot heti ja tuotanto pystyy virtaamaan tehokkaasti työvaiheesta toiseen. Tämä kuitenkin edellyttää, että kaikki huomautut viat ja puutteet tuodaan rohkeasti esiin. (Liker 2008, 23; Schalin, hakupäivä 26.1.2012)

Kaizen on asiakassuuntautunutta. Osakkeen omistajat eivät anna yritykselle mahdollisuutta toimia, vaan sen tekevät asiakkaat. Osakkeenomistajille ei ole mitään annettavaa, jos asiakas ei ole tyytyväinen. Tavoitteena Kaizenissa on odotuksien ja kokonaisvaatimusten muuttamista täydelliseksi asiakastyytyväisyydeksi. Asiakkaalle tärkeitä asioita ovat laatu, hinta ja varmat toimitukset. Nämä ovat myös Kaizenin kolme päätavoitetta. Hyvä laatu tarkoittaa automaattisesti parempaa kustannushyötyä saatavista tuotteista ja johtaa parempiin toimituksiin. (Schalin, hakupäivä 26.1.2012)

Kaizen on keskeinen toimintatapa koko organisaatiossa, mikä ei poissulje muita kehittymisen muotoja. Jatkuvassa parantamisessa pyritään matalahierarkisiin organisaatioihin, joissa valta ja vastuu ovat työsuorittajan lähellä. Tällä mahdollistetaan se, että apu ja tuki on lähellä. Yrityksen johdon on oltava lähellä työsuorittajaa, jolloin pystytään reagoimaan ympäristön tarpeisiin nopeasti. (Schalin, hakupäivä 16.3.2012)

Erilaisia auttavia menetelmiä, kuten aloite- ja kehitystoimintaa, käytetään jatkuvan parantamisen saavuttamiseksi. Yksi menetelmä on Demingin-ympyrä, jonka tarkoituksena on parantaa organisaation kehitystoimintaa ja taata toiminnan jatkuvuus. Demingin ympyrää on kutsuttu myös PDCA-sykliksi, joka tulee sanoista Plan-Do-Check-Action. Toimintojen kehittäminen tapahtuu PDCA-ympyrässä neljässä vaiheessa (kuvio 5). (Haverila ym. 2009, 381)



Kuvio 5. PDCA-sykli. (Bulsuk 2009, hakupäivä 26.1.2012)

PDCA-kehityssykli perustuu kierrokseen, jossa asia suunnitellaan, toteutetaan, arvioidaan ja tehdään korjaavat toiminnot. Sen jälkeen kun kierros on kierretty, aloitetaan kierros uudestaan. Toiminnan kehittäminen on käytännössä loppumaton prosessi. (Haverila ym. 2009, 382)

3.7 Tuotannon tasoitus

Fujio Cho, Toyota Motor Corporation pääjohtaja sanoo työmäärän tasoittamisesta seuravaa: ”Tuotantoaikataulun tasapainottaminen voi edellyttää tavarantoimitusten ennakkojakelua tai lykkäämistä, ja saatat joutua pyytämään joitakin asiakkaita odottamaan lyhyen ajan. Kun tuotantotaso on enemmän tai vähemmän sama tai vakio kuukautta kohti, on mahdollista käyttää imuohjausta ja tasapainottaa kokoonpanolinjaa. Mutta jos tuotannon määrä vaihtelee päiväkohtaisesti, ei ole järkeä yrittää soveltaa sitä noihin järjestelmiin, koska sellaisissa olosuhteissa ei yksinkertaisesti voi muodostaa standardoitua työtä”. (Liker 2008, 113)

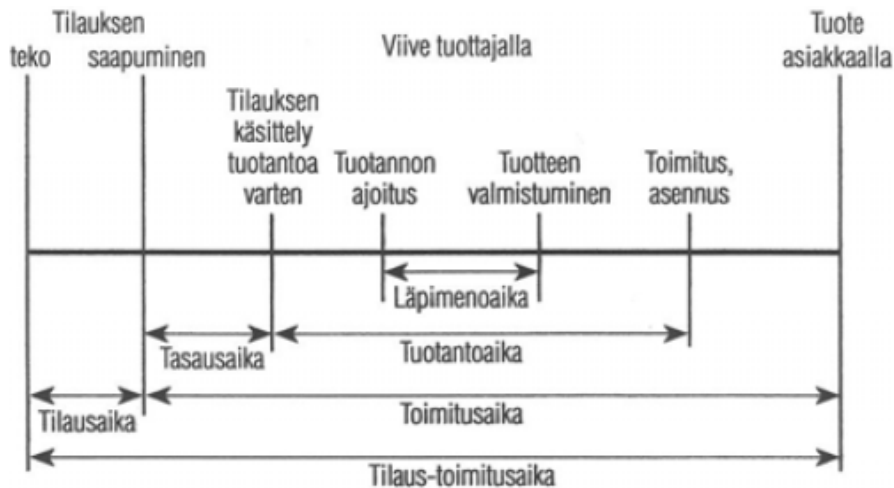
Monet yritykset pyrkivät valmistamaan tuotantoa tilausten mukaan – malliin, koska haluavat valmistaa vain sitä, mitä asiakkaat haluavat ja milloin. Asiakkaiden kysyntää ei voi kuitenkaan ennustaa ja todelliset tilausmäärät vaihtelevat paljon viikko- ja kuukausikohtaisesti. Jos olisi tällainen valmistusmalli, niin yritys saattaisi joutua valmistamaan valtavat määrät yhtenä viikkona, käyttäen rajusti ylitöitä, rasittaen koneita ja työntekijöitä. Jos seuraavalla viikolla olisi tilauksia vähän, koneet olisivat alikäytössä ja työntekijöillä vähän tekemistä. Lisäksi ei tiedetä, paljonko alihankkijoiden toimittamaa tavaraa tarvitsee tilata, joten jouduttaisiin pitämään varastossa suuria määriä alihankkijoiden tuotteita. Tällainen valmistustapa luo runsaasti varastoja ja piiloon jää valtavasti ongelmia, sekä lopulta laadusta tulee kehnompaa ja koko organisaatio kärsii. (Liker 2008, 113)

Tuotteita ei valmisteta todellisen volyymin mukaan tuotannon tasoittamisessa, koska se voi heilua hurjasti ylös ja alas. Tuotannon tasoittamisessa pyritään keräämään yhteen kaikki yhden jakson tilaukset ja tasapainottamaan niitä niin, että päivittäinen tuotettujen kappaleiden määrä ja valikoima vaihtelisi mahdollisimman vähän. Lähestymistapana tuotannon tasoittamisessa on pitää eräkoot pieninä ja valmistaa mitä asiakas haluaa. (Liker 2008, 116)

3.8 Tuotannon läpimenoaika

Läpimenoaika kuvastaa kokonaisaikaa tuotannon aloittamisesta valmiiseen tuotteeseen (kuvio 6). Tuotannon läpimenoajan lyhentäminen on yksi tuotannon suurimmista

kannattavuutta parantavista tavoitteista. Tuotannon toiminnan tehokkuutta kuvaavista mittareista läpimenoaika on yksi parhaista, ja sitä voidaan käyttää minkälaisessa tuotannossa tahansa. (Miettinen 1993, 25; Haverila ym. 2009, 401)



Kuvio 6. Tilaus-toimitusviiveen aikakomponentit. (Karrus 2001, 57)

Tuotannossa olevan pääoman määrä vähenee, kun lyhennetään läpimenoaikaa. Lyhyellä läpimenoajalla on mahdollisuus lisätä joustavuutta sekä antaa mahdollisuuden pieniin varastoihin. Lyhyellä läpimenoajalla pystytään parempaan ennustettavuuteen, ja valmistamaan pienemmillä resursseilla enemmän tuotteita. Näin asiakkaita voidaan palvella paremmin pienemmillä kustannuksilla. Lyhyt läpimenoaika osoittaa yrityksen tuotannon ja tuotannonohjauksen sujuvuutta. Läpimenoaikaan vaikuttavia asiota ovat mm. asetusajat, eräkoot, kunnossapito, laatu ja toimittajat. (Miettinen 1993, 25; Haverila ym. 2009, 401)

4 LAYOUT-SUUNNITTELU

Layout-suunnittelulla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän tilojen optimointia käyttöä varten. Tähän sisältyy fyysisten osien kuten koneiden, laitteiden, kulkureittien sekä osa-, kokoonpano- ja varastopaikkojen sijoittelu tehtaassa siten, että ne ovat loogisessa järjestyksessä. (Haverila ym. 2009, 475)

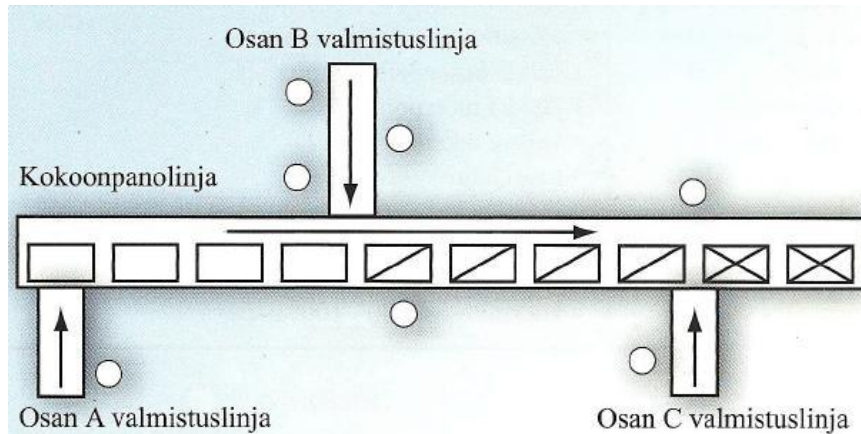
Hyvällä layout-ratkaisulla voidaan vaikuttaa suoraan tuotannon kustannustehokkuuteen, laatuun, joustavuuteen ja saavuttaa huomattavia läpimenoaikojen lyhentämissä. Yrityksen kasvaessa voidaan pienessäkin tilassa jatkaa tuotantoa hyvän tilankäytön ansiosta. Huono layoutsuunnittelu voi johtaa turhiin investointeihin, koska huono tilankäyttö vie tuotannolta turhia neliöitä. Tällöin joudutaan investoimaan rakennusten laajentamiseen tai suurempaan vuokra-alaan. (Haverila ym. 2009, 475)

Tuotannon layoutien suunnittelulle pätee yksi pääsääntö: mitä vähemmän rajapintoja ja liittymiä, sitä paremmat ovat ohjattavuus ja tuottavuus. Kuitenkaan rajoja ei vähennetä menetelmien kustannuksella. Rajapinnat muodostuvat työn keskeytyksistä, joita voivat aiheuttaa turhat odottelut tai muut tuotannon sujuvuudesta johtuvat ongelmat. Tavoitteena on toimia ”Kerralla valmiiksi”- periaatteella, joka vähentää rajapintoja. (Lapinleimu & Kauppinen & Torvinen 1997, 311)

Layouteja on kolme päätyyppiä: tuotantolinja- ja solulayout sekä funktionaalinen layout. Harvinaisempia layout-malleja ovat ryhmäteknologinen solu, tuotevertas ja paikallinen valmistusjärjestelmä. (Haverila ym. 2009, 475)

4.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjalla valmistetaan pelkästään tiettyä ennalta päätettyä tuotetta. Tuotantolinjan koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työvaiheiden mukaisessa järjestyksessä siten, että työnvirtaus on yhdensuuntaista. Linja jaetaan valmistuksen mukaan työpisteisiin, joissa jokaisessa pisteessä tehdään tietyt työvaiheet. Osa tai komponentti siirtyy valmistuttuaan seuraavaan työpisteeseen ja uusi tulee tilalle (kuvio 7). Kappaleita siirretään työpisteiden välillä yleensä tuotteen massasta riippuen erilaisilla kuljettimilla. (Haverila ym. 2009, 475)



Kuvio 7. Tuotantolinjalayout. (Haverila ym. 2009, 476)

Tuotantolinjalayout sopii kokoonpanoon, joissa suuri volyyymi ja korkea kuormitusaste ovat tunnusomaisia piirteitä. Vaikka tuotantolinjan kustannukset olisivat suuret, yksikköhinta muodostuu alhaiseksi suurien valmistusmäärien ansiosta. Häiriötön tuotantolinja olisi tavoite, koska koko linjan tuottavuuteen pienikin häiriö vaikuttaa nopeasti. (Haverila ym. 2009, 475)

Laadunvalvonta on tärkeässä osassa, koska häiriöiden aiheuttamat kustannukset ovat suuret ja linja pystyy tuottamaan virheellisiäkin tuotteita. Useamman erilaisen tuotteen valmistaminen ei sovi tuotantolinjoille, koska asetussajat vaihdettaessa tuotteesta toiseen ovat pitkiä. Valmistaminen ja kappaleenkäsittely on tehokasta automatisoinnin ansiosta, jolloin tuotantolinjaa voidaan ohjata yhtenä kokonaisuutena. (Haverila ym. 2009, 476)

Tuotantolinjan tasaamisessa ilmenee ongelmia eri työpisteiden suunnittelussa siten, että linjalla saavutettaisiin mahdollisimman suuri tuottavuus. Tasaamisen tarkoitus on minimoida eri työvaiheissa tapahtuva hukka-aika. Linjalla ilmenee hukka-aikaa, jos vaiheaika on lyhyempi kuin tahtiaika. Vaiheaika on se aika, joka kuluu tietyn työvaiheen tekemiseen ja tahtiaika on käytettävissä oleva aika. Linjan tasaaminen perustuu tahtiaikaan. Tahtiaika saadaan selville, kun jaetaan aika halutulla tuotannolla (kaava 1). (Haverila ym. 2009, 485; Moisio 2011, hakupäivä 21.3.2012)

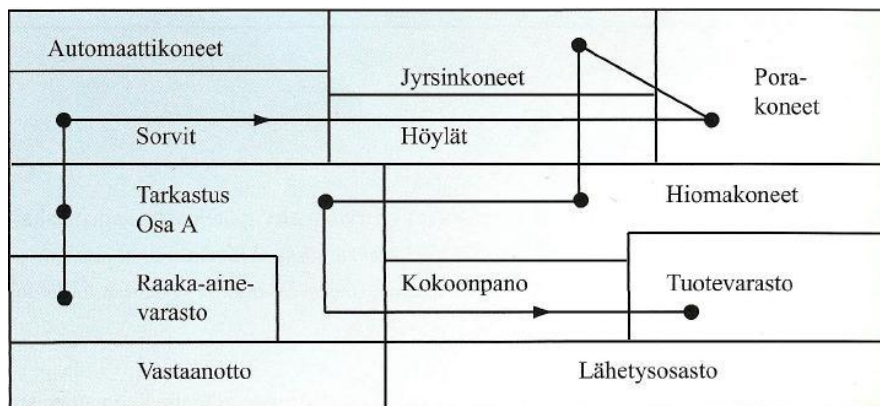
$$\text{Tahtiaika} = \frac{\text{Aika}}{\text{Haluttu tuotanto}} \quad (1)$$

Tahtiaikaa lasketaan, jotta tiedetään tarvittavat työasemien lukumäärä, joka saadaan jakamalla kaikkien työvaiheiden kokonaisvalmistusaika tahtiajalla (kaava 2). (Haverila ym. 2009, 486)

$$\text{Työpisteiden lukumäärä} = \frac{\text{Työvaiheen vaiheaika}}{\text{Tahtiaika}} \quad (2)$$

4.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisessa layoutissa samankaltaiset koneet ja työpaikat ovat kerätty ryhmiksi, eli koneet ja työpisteet jaotellaan työtehtävien mukaan omiin osastoihin esimerkiksi kuviossa 8 näkyvällä tavalla. Funktionaalisella layoutilla voidaan valmistaa kaikkea mahdollista, mitä systeemiin kuuluvilla koneilla ylipäänsä pystyy valmistamaan. Valmistettavat erät voivat olla hyvinkin pieniä, jopa yksittäiskappaleita. (Haverila ym. 2009, 476–477; Lapinleimu ym. 1997, 79)



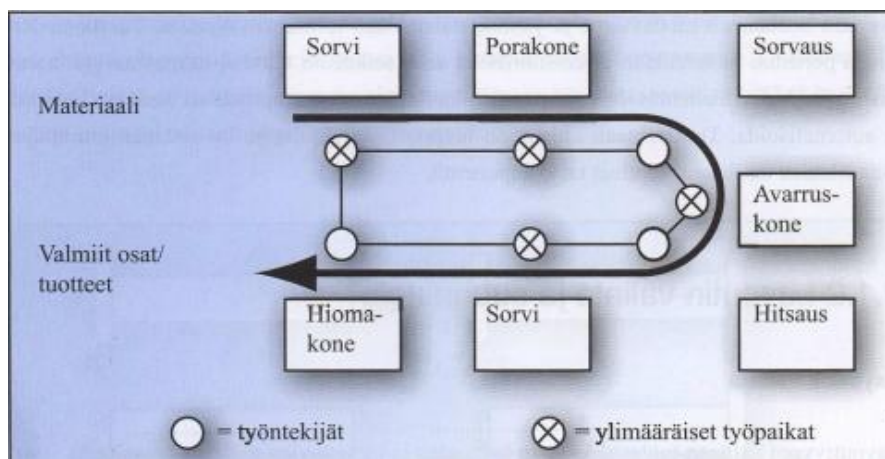
Kuvio 8. Funktionaalinen layout. (Haverila ym. 2009, 477)

Tuotteiden poikkeavat työnkulut aiheuttavan sen, että automaatiota voidaan käyttää vain rajoitetusti. Funktionaalisessa layoutissa ohjaus perustuu eri koneille jonottaville töille, ja koska tuotteilla on epäsäännöllinen kulkujärjestys, sen ohjattavuus on vaikeaa. Työjonot kasvattavat keskeneräisen tuotannon määrää ja pidentävät tuotannon läpäisyäikää. Työpisteiden etäisyyksien vuoksi laadunhallinta on vaikeaa ja materiaalien edestakainen kuljettaminen aiheuttaa sen, että käsittely- ja kuljetuskustannukset ovat suuria. (Haverila ym. 2009, 476; Lapinleimu ym. 1997, 80)

Funktionaalinen layout on helppo ja halpa toteuttaa. Kuitenkaan siinä ei päästä korkeisiin tuottavuus- ja kuormitusasteisiin, sekä siinä yksikkökustannukset nousevat korkeaksi. Pituudeltaan vaihtelevien tuotteiden valmistamiseen funktionaalinen layout sopii kaikkein parhaiten. (Haverila ym. 2009, 476–477)

4.3 Solulayout

Solulayout on pieni itsenäinen valmistusyksikkö, joka koostuu eri koneista ja työpaikoista, sekä on erikoistunut tietynlaisien osien valmistamiseen (kuvio 9). Solulayout on välimuoto tuotantolinjasta ja funktionaalisesta layoutista. Työpaikkoja solussa on yleensä enemmän kuin työntekijöitä ja työntekijöiden tehtävät vaihtuvat spontaanisti solun sisällä. Tällä haetaan tuottavuuden ja työmotivaation nousua, koska solussa työskentelevä ryhmä saa itsenäisesti suunnitella ja organisoida työt. (Haverila ym. 2009, 477 - 478; Lapinleimu ym. 1997, 85–87; Miettinen 1993, 34)



Kuvio 9. Solulayout. (Haverila ym. 2009, 478)

Solussa välivarastoja ei synny, koska materiaalivirta on selkeä ja solujen läpäisyajat ovat lyhyet. Solu pystyy valmistamaan sille suunnattuja tuotteita joustavasti ja tuotteen vaihtuessa solussa asetusajat ovat lyhyet. Solu joustaa enemmän kuin tuotantolinja ja on tehokkaampi kuin funktionaalinen layout oman tuoteryhmänsä puitteissa. (Haverila ym. 2009, 477–478; Lapinleimu ym. 1997, 85)

Solulayoutissa tuotteiden eräkoot ja tuotantomäärät voivat vaihdella suuresti yksittäiskappaleesta pieniin sarjoihin. Solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen ja sen ansiosta solun tuotannonohjaus on yksinkertaista. (Haverila ym. 2009, 478)

Laadunvalvonta on helppoa peräkkäisten valmistusvaiheiden ansiosta. Kuormitusasteet vaihtelevat suuresti eräkoon mukaan, mutta keskimäärin ne ovat matalammat kuin tuotantolinjalla. Solulayout on herkkä tuotevalikoiman voimakkaalle muutokselle ja kuormituksen vaihtelulle. (Haverila ym. 2009, 478)

5 KONTIOTUOTE OY:N KARAPUUTUOTANNON KEHITTÄMINEN

Rakentamisen kehitys on vienyt teollista rakentamista valmiimpien komponenttien tuotantoon ja sitä kautta edistänyt rakentamisen nopeutta, sekä helpottanut pystytysvaihetta. Suomen omakoti- ja mökkirakentamisessa on näkyvästi selvästi kehitys, jossa rakentamisen taidot ovat hartiapankkirakentajilta häviämässä. Aikataulutkin ovat niin tiukkoja, ettei komponenttien työstäminen enää ole mahdollista.

Kontiotuote Oy on aloittanut asennusvalmiutta edistävän ASEVA-projektin, johon tämäkin opinnäytetyö liittyy. Projektissa käydään läpi määrämittaisten tuotteiden katkontaa, jotka ovat paikalleen asennettavia. Määrämittaisia tuotteita ovat karaput ja pielilaudat. Pielilaudat kuitenkin rajattiin tämän työn ulkopuolelle. Projektin ensisijainen tavoite on asiakastyytyväisyyden nosto, asennusvalmiuden parantumisen kautta.

Kontiotuotteella on tällä hetkellä kahdelle eri hirsikoolle asennusvalmiit karaput ja muille hirsimalleille karaput ovat menneet määrämittaisena. Kontiotuotteella on tarkoitus valmistaa jokaiseen toimitukseen asennusvalmiit karaput hirrestä riippumatta.

5.1. Karapuu

Hirret eivät ole tuoreita, kun ne toimitetaan asiakkaalle, vaan ne kuivataan Kontiotuotteen kuivaamossa. Siitäkin huolimatta hirret vielä paikoillaan ollessa kuivuvat ja kutistuvat. Ikkunat ja ovet ovat vakaita rakenteita eivätkä ne painu kuten hirret, mikä pitää ottaa hirsirakentamisessa huomioon. Jotta ikkunat ja ovet eivät jää kannattelemaan hirsii, vaan pääsevät laskeutumaan muun rakennuksen tavoin, ikkuna- ja oviaukkojen kohdalle tulee karapuu, joka liukuu karaurassa. Karapuu lisäksi estää hirren päiden vääntymisen.

Karapuu asennetaan karauraan, joka työstetään hirteen valmiiksi. Karaura on hirrenpäähän tuleva ura ja se tulee vain hirsii, jotka rajoittuvat ikkuna- tai oviaukkoon. Karapuun kiinnitys tapahtuu vain aukon alimpaan hirteen naulaamalla tai ruuvamalla. Jos karapuu kiinnitetään useammasta kohti kiinni hirsii, silloin estetään sen liukuminen urassa. Karapuu muistuttaa T-kirjaimen muotoa (kuva 3). Kontiotuotteen valmistamaan

karapuuhun tulee yläpään pyöreä tappi, joka estää karapuun nousemisen urasta karmia säädettäessä.



Kuva 3. Valmis karapuu pilottivaiheessa.

Karapuu voidaan valmistaa, joko yhdestä puusta höyläämällä tai kahdesta eri puukappaleesta ruuvaamalla ne toisiinsa kiinni. Yhdestä puusta höyläämällä valmistettu karapuu tuottaa paljon hukkaa, joten Kontiotuote on valmistaa karapuita kahdesta kappaleesta, ruuvaamalla ne toisiinsa kiinni. Karapuiden valmistaminen tapahtuu siten, että karapuiden valmistusmateriaalina käytetään tehtaalla syntyvää kakkoslaatuista hirttä. Esimerkiksi 205*220 millimetrisestä kakkoslaatuhiirrestä saadaan saman kokoiselle hirrelle valmistettua karapuita ja näin saadaan hyödynnettyä suurempi osa materiaalista.

Karapuita ovat sivuilta ja ylhäältä liukuvia rakenteita. Alhaalta ne ovat kiinteästi hirttä vasten. Aukon yläpuolelle on jätettävä myös riittävä painumisvara, jottei ikkuna tai ovi jää kannattelemaan aukon yläpuolisia hirsiiä.

Karapuun koko riippuu aukon korkeudesta ja hirsikoosta. Kontiotuotteella on kaikkiaan valikoimissaan kolme pyörö-, kaksi höylä- ja yhdeksän lamellihirsimallia. Näille kaikille pitää valmistaa hirren levyiset karapuita.

Eristysmateriaalina ikkunoiden ja ovien ympärillä on käytettävä pehmoista materiaalia, kuten villaa. Se mahdollistaa hirsien luonnollisen käyttäytymisen, toisin kuin esimerkiksi uretaani.

5.2. Karapuulinja

Kontiotuote halusi toteuttaa karapuun valmistamisen linjalla. Uusia tiloja ei tarvinnut rakentaa, koska olemassa olevassa rakennuksesta löytyi sopiva tila karapuiden valmistamiseen. Karapuulinjalla valmistetaan pelkästään karapuita. Valittaessa tuotantolinja layout-malliksi tuloksena saadaan suurin mahdollinen tuotantovolyymi, vaikka kustannuksia tulee hieman enemmän. Linjalayoutissa karapuulinjan koneet olivat mahdollista sijoittaa työvaiheiden mukaiseen järjestykseen, mikä nopeuttaa tuotannon läpimenoa.

Karapuun valmistuslinja pystytetään halliin, jossa jo toimii uusi hirsää valmistava salvuulinja 8. Salvuulinjan vieressä oleva vapaa alue sopii mainiosti tulevalle karapuulinjalle. Linjaan on jouduttu investoimaan vain yksi laite, karapuun yläosan tapin tekemiseen vaadittava tappijyrsin. Muut laitteet ovat joko olleet Kontiotuotteella tai heidän kunnossapitohenkilökunta on ne rakentanut, kuten katkaisusahan palakuljetin ja kokoonpanopöytä (kuva 4 ja 5).



Kuva 4. Katkaisusahan palakuljetin rakennusvaiheessa.

Kakkoslaatuiset hirret halkaistaan määrämittasahalla 42 millimetrin paksuisiksi kappaleiksi hirren leveyden säilyessä samana. Tämä työstövaihe pyritään suorittamaan etukäteen, koska linjalla ei ole omaa sahaa, vaan sahaus tapahtuu eri hallissa. Halkomiseen käytettävän sahan kapasiteetti on pieni ja työstömahdollisuudet rajalliset. Kun kappaleet on katkottu oikeaan mittaan, ne kuljetetaan karapuulinjalla olevalle varastointipaikalle.



Kuva 5. Kokoonpanopöytä rakennusvaiheessa.

Karapuun valmistustarvetta ilmenee, kun jollakin kuudesta salvoslinjasta (1, 2, 4, 5, 7, 8) valmistetaan tilausta. Salvuulinjat ovat karapuulinjan kanssa välittömässä yhteydessä. Kun tieto mökin valmistamisen aloittamisesta tulee karapuulinjalle, siellä pyritään aloittamaan toimitukseen tarvittavien karapuiden valmistaminen, jotta karaput saataisiin samaan pakettiin lähtevien hirsien kanssa. Salvuulinjan tiedosta saa selville valmistettavan mökin koon, aukkojen lukumäärän sekä koon ja hirsikoon. Mökin koko ilmoitetaan metrimääränä. Mitä vähemmän metrejä toimituksessa on, sitä nopeampaa karaput täytyy saada valmiiksi. Valmistamisen kiireys johtuu siitä, että karapuiden täytyy ehtiä samaan pakettiin hirsien kanssa, koska hirret valmistuvat salvuulinjoilta nopeasti ja hirsilinjat eivät voi odotella mitään. Aukkojen määrä luonnollisesti määrää valmistettavien karapuiden lukumäärän. Yhtä aukkoa kohti menee kaksi karapuuta, aukon molemmille sivuille. Aukon korkeudesta saadaan selville karapuun korkeus, joka voi vaihdella 3210 millimetristä 490 millimetriin. Hirsikoosta tiedetään minkä levyisiä karapuiden täytyy olla, jotta ne ovat hirsiseinän levyisiä.

Kun karapuun valmistustarvetta esiintyy, haetaan sille merkityltä varastopaikalta oikean levyinen karapuulankku ja sahataan se oikeaan pituusmittaan katkaisusahalla (kuva 6). Oikea mitta tarkoittaa tässä kymmenen senttiä liian pitkää kappaletta. Karapuita on kymmenen eripituista, joten kappaleiden katkonta on pystytty automatisoimaan, asentamalla sahaan kymmenen eri etäisyydellä olevaa stopparia, jotka toimivat ohjaustaulusta nappia vääntämällä. Tällöin jokaista kappaletta ei tarvitse mitata erikseen ja kappaleiden työstäminen käy jouhevamman. Kuitenkin kappaleet pitää mitata, koska väärän mittaisista karapuista tulee turhia laatuvirheitä. Samalla kun katkotaan karalankku oikeaan mittaan, sahataan 2 x 2 tuumainen kararima oikean pituiseksi samaa tekniikkaa hyödyntäen.



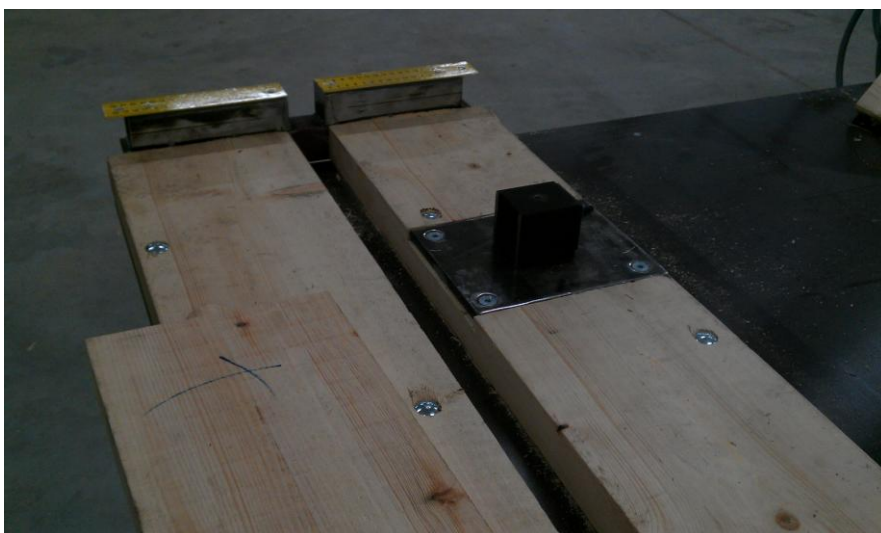
Kuva 6. Katkaisusaha

Ylimääräisestä kymmenestä sentistä päästään eroon kun jyrsitään karalankun päähän 40 millimetrin halkaisijaltaan oleva pyöreä tappi (kuva 7). Tappijyrsin on linjan pullonkaula, koska se on vanha työstökone ja laitteen työstömahdollisuudet ovat rajalliset. Tappijyrsin ei pysty tekemään leveisiin kappaleisiin tappia, koska jyrsimen työstökehä on liian pieni. Tappijyrsinä ei voi muuntaa linjalle täysin sopivaksi, vaan linjan työntekijä joutuu lohkaisemaan käsin sahaamalla reunoista palaset pois ja se vie paljon tehokasta työskentelyaikaa.



Kuva 7. Tappijyrsin

Kun tappi on jrsitty karalankkuun, siihen kiinnitetään kararima ruuveilla kokoonpanopöydällä. Virheiden määrä kokoonpanovaiheessa pyritään minimoimaan käyttämällä sapluunaa riman asettelussa (kuva 8). Kokoonpanopöydällä 2 x 2 tuuman kararima asetaan kuvassa näkyvään rakoon ja karalankku siihen päälle. Pöydän päässä olevilla mitoilla pystytään katsomaan, että rima tulee karalankun keskelle. Kappaleen kiinnitys kokoonpanopöytään tapahtuu magneeteilla, jolloin kappale ei pääse liikkumaan ruuvatessa komponentteja kiinni toisiinsa. Karariman tulisi olla täsmälleen lankun keskellä, sillä muutoin toinen reuna jää hirsistä vajaaksi ja toinen tulee leveämmälle kuin hirret.



Kuva 8. Kokoonpanopöytä.

Kun kaikki toimitukseen varatut karapuut ovat valmistettu, ne paketoidaan. Sen jälkeen ne kuljetetaan trukilla sille hirsilinjalle, jolla itse mökin valmistus tapahtuu ja pakataan hirsipakettiin.

Salvuulinjoilla valmistetaan paljon toimituksia, jotka ovat pieniä metrimäärältään ja ne ovat nopeita valmistaa salvuulinjoilla. Kun on kuusi salvuulinjaa käytössä, niin mahdolliset päällekkäisyydet ovat todennäköisiä. Karapuulinjan työntekijöiden on osattava organisoida karapuiden tekeminen, jotta häiriötön karapuun valmistus onnistuisi.

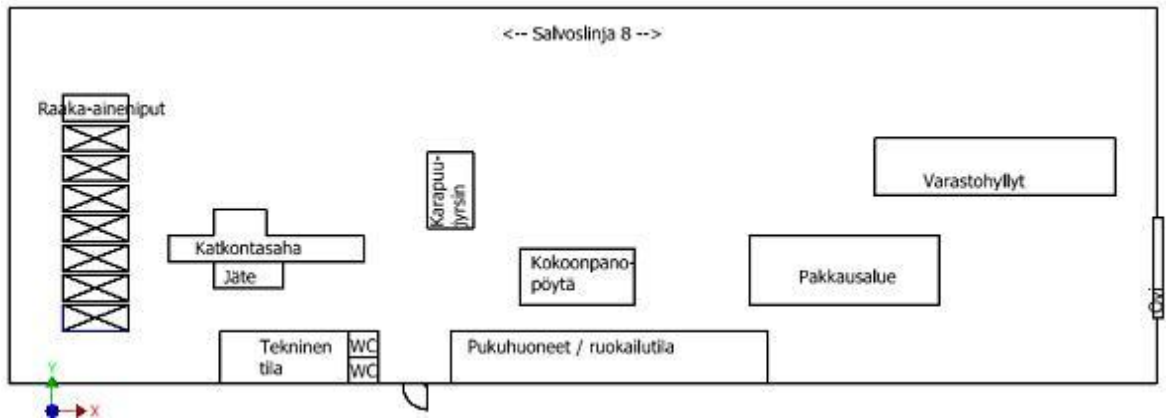
5.3. Layout-suunnitelma

Layout-suunnitelmaan kaikille koneille ja laitteille on osoitettu oma paikkansa ja jokaiselle hirsikoon karalankuille on oma varastointipaikkansa. Omat varastointipaikat vähentävät etsimisaikaa ja samalla pystytään tietämään tarkkaan, paljonko lankkuja on vielä jäljellä. Varastosaldojen tarkistaminen tapahtuu yksinkertaisesti käsin.

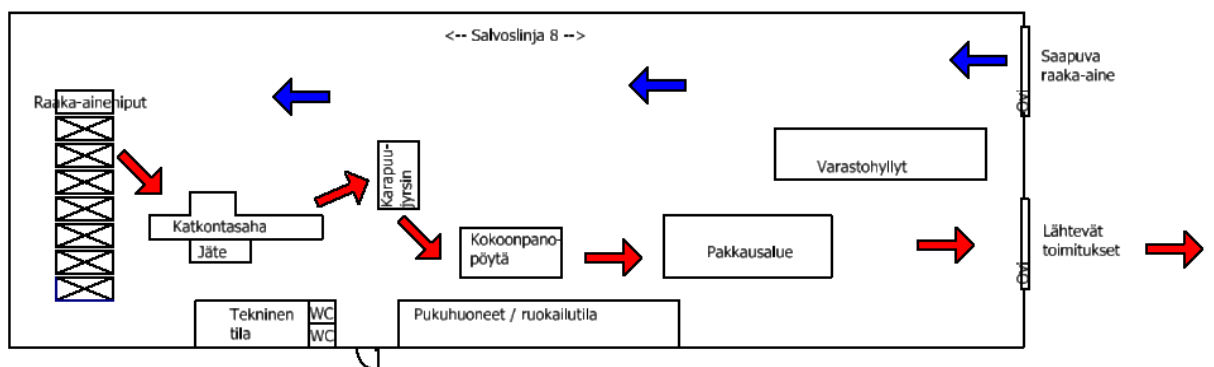
Ensimmäisessä layout-suunnitelmassa ei huomioitu, että tappijyrsimen käyttöliittymä oli toisen kätinen kuin ajatteltiin, joten sen sijoittamista piti muuttaa. Muuten tilasta olisi tullut liian ahdas ja karapuun työstäminen olisi ollut haasteellista ja aikaa vievää. Tarkoituksena on, että linjalla pystyy työskentelemään turvallisesti ja tehokkaasti.

Lopullinen layout-suunnitelma (kuva 9) valmistui sen jälkeen helposti, kun ongelmia ei ilmaantunut tappijyrsintä enempää. Layout-suunnitelma hyväksyttiin, koska se on selkeä ja siinä on huomioitu materiaalikuljetuksien vaivattomuus. Myös tuotteen mahdollisimman lyhyet siirtomatkat vaikuttivat layoutin valintaan (kuva 10). Siinä on huomioitu sekin, ettei linjan työntekijän tarvitse karapuita työstäessään suuria fyysisiä ponnisteluja, koska linjalle on mahdotonta rakentaa kuljetinta, joka kuljettaisi karapuut työpisteeltä seuraavaan työpisteeseen. Suunnitelmassa koneiden järjestys on huomioitu siten, että ne ovat luonnollisessa työjärjestyksessä ja ettei karalankkuja ja -rimoja jouduta kantamaan edestakaisin koneelta koneelle. Layoutissa on huomioitu myös karapuulinjan välittömässä yhteydessä toimiva salvuulinja 8 siten, että koneet ja työntekijät haittaavat mahdollisimman vähän linjan toimintaa.

Materiaali tuodaan hallin eteen, josta se noudetaan sisälle varastopaikoilleen kauko-ohjattavalla siirtovaunu Buickilla salvuulinja kahdeksan ovesta. Sieltä pääsee suoraan ajamaan raaka-aineniiput paikoilleen. Karapuulinjan ovesta pyritään siis vain viemään valmiit karapuutoimitukset ulos.



Kuva 9. Layoutsuunnitelma karapuulinjalle.



Kuva 10. Layout-suunnitelman materiaalivirta.

5.4. Tuotannon läpimenoaika

Linja on saatu valmiiksi paikallensa, mutta kaksi asiaa on jäänyt huomioimatta. Suunnittelussa ei ole piirretty aukon yläpuolella olevaan hirteen karapuun tapille reikää, joten linjalla ei pysty valmistamaan vielä karapuita ja näin ollen mittaamaan todellista läpimenoaikaa. Toinen ongelma on, ettei Kontiotuotteella ole sopimuksia asiakkaiden kanssa uusista karapuista, vaan ne on tehtävä erikseen, sillä sopimuksen tekohetkellä ei ollut tietoa uusista asennusvalmiista karapuista.

Opinnäytetyöprosessin lähestyessä loppuaan Kontiotuotteella ei ole vielääkään sovittuja sopimuksia asiakkaiden kanssa, joilla pystyisi mittamaan karapuun valmistamiseen meneviä todellisia vaiheajoja. Päädyttiin ratkaisuun, että otetaan huomioon tässä työssä teoreettiset vaiheajat, koska muutoin läpimenoaikoja ei olisi pystytty huomioimaan ollenkaan.

Vaiheajat ovat laskettu yhden kappaleen valmistukseen kuluvia aikoja. Karalankkujen halkaisun vaiheajaa ei oteta tässä työssä huomioon, koska ne halkaistaan eri hallissa ja sahan käyttökapasiteetti riittää karalankkujen halkaisemisen päätehtävänsä rinnalla. Ensimmäinen vaihe on karalankun katkaisu oikeaan pituuteen katkaisusahalla, johon aikaa kuluu 15 sekuntia. Sen jälkeen katkaistaan kararima kymmenessä sekunnissa asetteluineen ja tavaran nostoineen. Seuraavaksi karalankun päähän on jyrättävä 40 millimetrin tappi, johon kuluu aikaa 15 sekuntia. Tässä on huomioitava, että useat karalankut ovat liian leveitä työstettäväksi sellaisenaan, vaan niistä pitää lohkaista molemmista reunoista palaset pois sahaamalla käsin, jotta voidaan jyräyttää tappi karalankkuun. Tällä tavoin suoritettu työstö vie huomattavasti enemmän aikaa. Arvioitu vaiheajaksi on 20 sekuntia lisää tapin sorvaukseen. Seuraavana vaiheena karapuun valmistamisessa on karariman kiinnitys karalankun keskelle ruuveilla sapluunan avulla. Tähän kuluu aikaa 40 sekuntia, jonka jälkeen karapuu on valmis paketoitavaksi. Paketoimisessa menee aikaa 23 sekuntia. Yhteensä yhden karapuun valmistamiseen menee aikaa 123 sekuntia. Vaiheajoihin täytyy lisätä apuaika, koska kaikki ei mene aina yhtä sujuvasti. Apuaika on 15 prosenttia koko karapuun valmistamiseen menevästä ajasta. Apuaikaa yhdelle karapuulle tulee 19 sekuntia, jolloin karapuukappaleen läpäisyajaksi tulee 142 sekuntia eli 2,4 minuuttia.

Tällä tavoin voidaan laskea, paljonko karapuita arviolta menisi tuotannosta läpi yhdessä vuorossa päivän aikana. Työntekijän yksi työvuoro on seitsemän ja puoli tuntia. Tässä työssä on oletettu, että karapuulinjan työntekijä tekee töitä koko työaikansa, eikä karkaa tupakalle tai puhu puhelimeen. Yhteen karapuun valmistamiseen kuluu aikaa 2,4 minuuttia, joten karapuita valmistuu yhdessä vuorossa arviolta 187 kappaletta ilman ongelmia (kaava 3).

$$\frac{450 \text{ minuuttia}}{2,4 \text{ minuuttia / kappale}} = 187 \text{ kappaletta} \quad (3)$$

Tätä lukemaa voidaan verrata Kontiotuotteen vuoden 2012 vuoden karapuiden valmistusmäärän, joka on liitteessä 1. Näillä valmistusmäärillä yhdessä vuorossa yksi työntekijä pystyisi valmistamaan karapuun valmistustarpeen viikoilla 1-16, 18-22 ja 31-52. Viikolla 17 karapuita joudutaan valmistamaan, joko kahdessa vuorossa tai käyttämään hieman toista työntekijää linjalla apuna. Näin saataisiin enemmän tuotantoa läpi tai sitten tasoitetaan tuotantoa siten, että viikon 17 karapuita valmistettaisiin viikkoa aikaisemmin tai viikkoa myöhemmin. Karapuulinja ei kävisi kahdessa vuorossa kuin 8 viikkoa toukokuun lopusta heinäkuun loppuun plus mahdollinen huhtikuun viimeinen viikko. Kesäkuukausina muutkin yksiköt Kontiotuotteella joutuvat lisäämään vuoroja saadakseen toimitukset valmistettua ajallaan.

Tällä teoreettisella läpimenoajalla voidaan todeta, että linja pystyy tuottamaan karapuut toimituksiin ajallaan ilman, että linja olisi koko ajan ylikuormitettu. Kun karapuulinja käy vain yhdessä vuorossa, useat viikot ovat todella hiljaisia valmistusmäärältään, jolloin työntekijä ehtii tehdä paljon muutakin kuin karapuita.

5.5. Kustannukset

Karapuu-linja on maksanut noin 180 000 euroa. Linjan takaisinmaksuaika voidaan laskea siten, että tämän investoinnin ansiosta karapuiden asennusaika työmaalla lyhentyy keskimäärin puolitoista tuntia. Aiemmin karapuut ovat menneet metritavarana, jolloin työmaalla on jouduttu kuvista katsomaan tai konkreettisesti mittaamaan aukoista aukkojen koot ja sahaamaan ne sopivan mittaisiksi.

Takaisinmaksuaika saadaan siten, että jaetaan investoinnin arvo vuotuisilla tuotoilla (kaava 4). Karapuulinjan investoinnin arvo on 180 000 euroa ja vuotuiset tuotot ovat 120 000 euroa. 120 000 euroa saadaan, kun Kontiotuote toimittaa vuodessa 2000 rakennusta ja joissa jokaisessa rakentaminen nopeutuu puolitoista tuntia asennusvalmiiden karapuiden takia ja urakoitsijan keskimääräinen tuntiansio on 40 euroa. Kontiotuotteella on useita yrittäjiä, jotka pystyttävät Kontiotuotteen toimituksia Kontiotuotteen nimissä ympäri maailmaa. (Stoemmer, hakupäivä 21.3.2012)

$$\frac{180\,000\text{ €}}{120\,000\text{ €}} = 1,5 \text{ v}$$

(4)

Kuitenkaan tämä investointi ei maksa itseään näin nopeasti takaisin, koska vain murto-osan toimittamistaan rakennuksista Kontiotuote itse pystyttää. Tämä investointi menee siis suurimmaksi osaksi asiakkaiden hyväksi. Linjan investointi nostaa Kontiotuotteen asennusvalmiutta, asiakastytyvääisyyttä ja imagoa.

Linjan kustannuksia pienensi jo linjalla oleva purunpoistojärjestelmä, joka oli hallissa salvuulinjan ansioista. Ei tarvittu kuin pieniä muutoksia jo voimassa olevaan järjestelmään. Lisäksi hallissa on jo kauko-ohjattava tavaransiirtovaunu Buick, jolla voidaan tuoda sahatut kappaleet piha-alueelta. Kappaleet tuodaan trukilla hallin eteen, josta ne kuljetetaan karapuulinjan varastoon ja valmiit karapuut toimitetaan ulos hallista trukkia odottamaan.

6 PARANNUSEHDOTUKSIA

Opinnäytetyön aikana on noussut esiin muutamia kohteita, mitkä ovat keskeisiä hukan aiheuttajia. Miten ongelmat ratkaistaan? Sen päättää Kontiotuote itse.

Karapuulinjan tappisorvin voisi nykyaikaistaa, koska se ei pysty työstämään kuin muutamalle kapeimmalle hirsikoolle karatapin lankun päähän. Se vie paljon ylimääräistä työskentelyaikaa, kun työntekijä joutuu käsin lohkaisemaan palaset molemmista reunoista pois. Lisäksi tapin päistä tulisi siistimmät, koska kaikki työstöt olisivat teollisesti työstetty. Linjalla jo oleva tappijyrsin on edullinen ratkaisu karapuulinjalle, vaikka pitemmän päälle voidaan miettiä kannattaisiko modernisoida tappijyrsintä tälle vuosituhannelle, koska se on linjan pullonkaula. Uudemmallalla jyrsimellä päivittäistä tuotannon läpimenoa voitaisiin kasvattaa huomattavasti, samalla vähentäen työntekijän fyysistä kuormitusta.

Karapuiden valmistuksessa pitäisi pyrkiä saman dimension tuotteiden yhtäaikaiseen valmistukseen. Tässä riskinä on toimitusten sekoittuminen, josta aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia. Toisaalta ketjuttamisen hyötyjä ovat raaka-aine nipun vaihtojen vähentyminen ja näin ollen toiminnan tehostuminen. Tähän voisi olla ratkaisuna vaunut, joihin voisi laittaa yhden toimituksen tuotteet ja toiseen toiset.

Karapuiden pakkaaminenkin voi tuottaa ongelmia, koska jossakin toimituksessa saattaa olla todella vähän karapuita. Mihin ne pakataan, koska karapuut on tarkoitus pakata trukkilavalle ja vähäiset karapuut eivät peitä edes lavan pohja-alaa. Toisaalta, jos pienet paketit jätetään pakkaamatta lavalle ja laitetaan karapuut pukkien päälle, niin silloin tarvitaan toista työntekijää nostamaan karapuita tai vetämään muovia karapuiden alle. Tähän pitäisi keksiä jokin kätevämpi ratkaisu, koska aina apumiestä ei saa linjalle kaveriksi. Siihen voisi olla ratkaisuna, että vain tietyn karapuu lukumäärän ylittävät toimitukset pakattaisiin lavoille ja pienellä ilman lavaa. Kappalemääräisesti pienemmissä toimituksissa laitettaisiin pakkausmuovi vaunun pohjalle ja toimituksen karapuiden valmistuttua käärittäisiin vaunussa oleva karapuiden ympärille. Tässä ei tarvittaisi ylimääräistä apumiestä.

Osa salvuulinjoista käy kiireaikoina kolmessa vuorossa. Pitäisikö karapuulinjankin käydä yhtäaikaan, vaikka karapuiden valmistamiseen ei kulu läheskään yhtä paljon aikaa kuin hirsien valmistamiseen? Karapuulinjan työntekijä joutuisi odottelemaan paljon, että seuraava työmääräys saapuisi. Ratkaisuna on mietitty, että jos karapuulinja valmistaisi toimituksiin etukäteen karapuita. Silloin niitä ei voisi toimittaa samaan pakettiin kuin hirret. Linjoille niitä olisi turha viedä varastoon, koska linjoilla on hävikkivaara ja yksinkertaisesti linjoilla ei ole varastointitilaa karapuulle. Lisäksi tuotteiden varastointi sisällä yön yli avoimesti heikentäisi laatua ainakin ulkonäöllisesti kuivumisen takia. Toisaalta jos ne viedään yksittäisenä pakettina toimitukselle varatulle varastointipaikalle ne hukkuvat sinne, koska karapuupaketit ovat huomattavasti pienempiä paketteja kuin toimituksen muut paketit.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tavoitteena oli luoda Kontiotuotteelle karapuun valmistukseen tarkoitettu layout-suunnitelma ja soveltaa imuohjausta tehtyyn layoutiin. Kontiotuote Oy haluaa, että asiakkaille toimitetaan asennusvalmiit karapuu määrämittaisten sijaan. Työ vaati opiskelua mekaanisesta puunjalostuksesta ja layouteista. Työssä oman haasteensa loi, että työ on tehty kotoa käsin, kaukana Kontiotuotteen tuotantolaitokselta, mutta monien puhelujen ja käyntien jälkeen työ saatiin tehtyä.

Opinnäytetyön suunnittelu aloitettiin tekemällä layout-suunnitelma karapuulinjalle, joka toimi pohjana linjan rakentamiselle. Työtä helpotti se, että Kontiotuotteella oli jo kaikki vaadittavat koneet hankittuna tai suunnitteilla ja heillä oli mielikuva minkälaisen linjan he tarvitsevat, jolloin itse suunnitelman tekeminen oli helppoa.

Työssä laskettiin lisäksi vuoden 2012 toimituksista karapuiden keskimääräisen valmistustarpeen eri viikoille ja jouduttiin laskemaan teoreettinen läpimenoaika, koska työntutkimusta ei voitu suorittaa. Kun nämä oli laskettu, pohdimme riittääkö Kontiotuotteella tuotantokapasiteetti valmistaa karapuita ja ennen kaikkea pystyvätkö he valmistamaan tuotteet ajallaan hirsilinjojen kanssa, kun viikkottainen valmistustarve vaihteli hyvin paljon.

Lopputuloksena opinnäytetyölle tuli, että karapuita ei pystytä valmistamaan salvuulinjojen kanssa tasatahtiin, vaikka se olisi mahdollista läpimenoajan puitteissa toteuttaa. Suurin ongelma on, että useat hirsilinjat käyvät paljon useammin kahdessa tai kolmessa vuorossa kuin karapuun valmistuslinja. Karapuu on valmistettava erikseen omaksi paketiksi ja vietävä omalle lähetyspaikalleen pikkupaketina. Lisäksi on ollut keskustelua, että mahdollisesti karapuiden valmistaminen käynnistyy vaiheittain eri hirsille. Ensimmäiseksi alettaisiin valmistaa vain muutamalle hirsikoolle asennusvalmiit karapuu ja myöhemmin otettaisiin mukaan loputkin hirsikoot.

Insinööriydessä pääsin käyttämään paljon taitoja ja tietoja hyväksi, joita olin koulun aikana kerännyt ”opintoreppuun” sekä oppimaan itsenäisesti paljon uutta eri ohjaustavoista, uuden linjan suunnittelusta ja yhteensovittamisesta. Työ oli opettavainen siksi, että minua kiinnostaa työskennellä työnjohtotehtävissä ja tämä työ antoi

mahdollisuuden päästä tutustumaan läheisesti siihen. Työ meni kaikin puoli hyvin vaiheajoja lukuunottamatta ja olen tyytyväinen lopputulokseen.

8 LÄHDELUETTELO

Bulsuk, Karn G. Taking the First Step with the PDCA (Plan-Do-Check-Act) Cycle.

Hakupäivä 26.1.2012.

< <http://www.bulsuk.com/2009/02/taking-first-step-with-pdca.html#axzz1kfJLASMT>>

Haverila, Matti J. & Uusi-Rauva, Erkki & Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko. 2009.

Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Hämeen Painotalo Oy

Hokkanen, Simo & Karhunen, Jouni & Luukkainen, Martti. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Kopijyvä Oy

Kaarela, Juha 2011. JIT-sovellutuksia. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu.

Kontiotuote Oy 2012. Hakupäivä 19.1.2012

< <http://www.kontio.fi/>>

Lapinleimu, Ilkka & Kauppinen Veijo & Torvinen, Seppo. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY

Lauhikari, Eero, tuotantopäällikkö, Kontiotuote Oy. Puhelinhaastattelu 20.1.2012

Liker, Jeffrey K. 2008. Toyotan tapaan. 2. painos, Jyväskylä: Gummerus.

Limma, Jouni 2009. Läpäisyajkojen lyhentäminen. Hakupäivä 24.1.2012

< http://massaraatalit.fi/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=43&Itemid=62>

Karrus, Kaij E. 2001. Logistiikka. 3.painos. Juva: WSOY

Moisio, J. 2011. Arvovirran kuvaamisesta kehittämistyökaluihin. Hakupäivä 21.3.2012

< http://www.ims.fi/sites/default/files/21103_Artikkeli_Arvovirran%20kuvaamisesta%20ja%20kehitt%C3%A4misty%C3%B6kaluista_0.pdf>

Schalin, Anna. Kaizen – tapa ajatella. Hakupäivä 26.1.2012

< <http://www.leanpartner.fi/pdf/kaizensuo.pdf>>

Pojjula, Jalo 2011. Kontiotuote Oy - liiketoimintakatsaus. Hakupäivä 19.1.2012

< <http://www.prt-forest.fi/pdf/PRT-FORESTVuosikertomus2010.pdf>>

Ritvanen, Virpi & Inkiläinen, Aimo & Von Bell, Anders & Santala, Jouko. 2011.

Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy

Sakki, Jouni. 1999. Logistinen prosessi – Tilaus-toimitusketjun hallinta. 4. painos.

Stoemmer, Peter. Project Selection. Hakupäivä 21.3.2012

< http://www.project-management-knowhow.com/project_selection.html>

Sydänmetsä, Veijo 2010. Yritys muuttuu – arvot säilyvät. Hakupäivä 19.1.2012

< <http://www.prt-forest.fi/yritystarina.php> >

9 LIITELUETTELO

LIITE 1. Karapuiden kappalebudjetti vuodelle 2012.

Kappalekapasiteetit hirsityypeittäin

Viikko	PH 150	PH 170	PH 210	LPH 230	LH 45X130	HH 70X145	HH 95X170	HH 120X170
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	30	15	15	0	0	0	30
3	0	15	0	0	30	0	15	30
4	15	15	15	0	0	0	45	0
5	0	30	0	0	15	30	0	0
6	0	15	0	0	30	45	30	30
7	30	30	0	0	30	15	120	45
8	15	45	0	0	15	105	165	30
9	15	30	15	0	15	15	90	15
10	15	30	15	0	15	15	90	90
11	15	15	0	0	15	30	135	75
12	15	0	15	0	15	15	90	75
13	30	30	0	0	60	15	105	30
14	30	45	15	15	15	60	120	45
15	30	45	0	0	15	30	105	105
16	15	45	0	15	30	30	240	60
17	30	30	15	15	30	120	345	45
18	15	0	15	0	60	45	150	30
19	15	15	0	0	75	45	150	45
20	30	45	15	15	75	30	210	45
21	15	15	15	0	30	75	225	30
22	0	15	15	0	90	45	255	15
23	30	30	15	30	45	60	315	90
24	15	15	0	0	90	60	255	135
25	75	30	15	0	75	45	240	90
26	30	45	0	15	45	90	240	75
27	30	15	15	0	60	105	255	90
28	30	15	0	0	60	60	225	60
29	0	15	15	15	45	45	255	90
30	45	30	15	0	45	45	210	60
31	15	30	0	0	75	90	180	75
32	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	15
35	0	0	0	0	0	0	0	30
36	30	30	0	15	30	60	180	75
37	15	30	15	0	60	60	135	30
38	0	15	0	0	45	30	180	60
39	15	15	0	15	45	75	135	15
40	15	30	0	15	30	30	90	60
41	15	0	0	0	15	30	75	15

42	0	15	0	15	30	30	45	15
43	0	0	30	0	30	30	90	45
44	0	0	0	0	15	15	30	15
45	15	30	15	0	15	30	60	15
46	0	0	0	0	30	15	75	0
47	0	0	0	0	0	30	15	30
48	0	15	0	0	0	15	30	15
49	15	0	0	0	15	30	0	30
50	0	15	0	0	30	0	15	15
51	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0

Viikko	LH 135X275	LH 205X275	LH 243X275	LH 275X275	LH 95X170	LH 135X170
1	0	0	0	0	0	0
2	0	15	0	0	0	30
3	15	0	30	0	0	90
4	0	15	0	0	0	15
5	0	15	0	0	15	60
6	0	0	0	15	0	60
7	15	15	15	0	60	165
8	0	90	0	0	105	255
9	0	15	15	15	60	30
10	0	15	0	0	30	60
11	0	0	30	0	0	60
12	0	30	0	15	15	135
13	15	60	0	0	15	105
14	15	60	0	0	45	60
15	0	60	15	0	30	105
16	0	15	15	0	60	120
17	45	90	0	15	60	150
18	15	0	15	15	30	60
19	0	60	0	15	30	75
20	0	15	30	0	75	180
21	0	45	0	0	60	165
22	0	45	0	15	75	165
23	15	15	0	15	75	105
24	0	60	15	15	105	120
25	15	45	30	15	75	135
26	0	30	0	0	90	150
27	0	45	30	0	75	150
28	15	45	45	0	90	180
29	0	75	15	15	75	195
30	0	60	30	15	105	120
31	0	60	0	0	60	135

32	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0
36	0	60	15	15	105	105
37	0	45	0	0	60	90
38	0	60	30	0	45	75
39	0	15	0	15	45	105
40	0	30	15	0	30	45
41	0	32	15	0	45	75
42	0	33	0	15	45	90
43	0	30	15	15	15	45
44	15	15	0	0	30	45
45	0	30	45	0	30	45
46	0	0	0	0	15	60
47	0	15	15	0	0	30
48	0	30	15	0	15	30
49	0	30	0	0	0	60
50	0	15	0	0	30	15
51	0	0	15	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0

Viikko	LH 180X170	LH 205X220	LH 113X178	Kaikki yht	Joista kevyt hirttä:
1	0	0	0	0	0
2	30	15	60	240	0
3	60	15	90	390	30
4	15	30	0	165	0
5	0	30	30	225	45
6	30	45	60	360	75
7	75	75	60	750	45
8	105	15	45	990	120
9	30	30	0	390	30
10	15	45	45	480	30
11	45	15	15	450	45
12	45	75	15	555	30
13	75	45	45	630	75
14	90	15	30	660	75
15	75	45	45	705	45
16	105	75	0	825	60
17	90	60	60	1200	150
18	60	30	45	585	105
19	60	30	15	630	120

20	60	15	0	840	105	
21	75	90	15	855	105	
22	75	45	0	855	135	
23	135	60	30	1065	105	
24	60	75	15	1035	150	
25	90	45	0	1020	120	
26	90	45	180	1125	135	
27	90	45	0	1005	165	
28	60	30	30	945	120	
29	75	45	30	1005	90	
30	90	60	90	1020	90	
31	60	105	0	885	165	
32	15	0	0	15	0	
33	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	15	0	
35	0	0	0	30	0	
36	15	75	45	855	90	
37	45	30	15	630	120	
38	45	15	75	675	75	
39	45	30	105	675	120	
40	30	45	120	585	60	
41	15	45	60	450	45	
42	45	30	45	435	60	
43	30	30	30	435	60	
44	30	60	0	270	30	
45	45	15	75	465	45	
46	30	15	90	330	45	
47	15	15	60	225	30	
48	30	30	60	285	15	
49	0	15	0	195	45	
50	30	0	105	270	30	
51	0	0	0	15	0	
52	0	0	0	0	0	
53	0	0	0	0	0	
				Koko vuosi yhteensä	28740	3435