

---

# SISÄISEN LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN KOHDEYRITYKSESSÄ

---

**Atte Fihlman**

**Opinnäytetyö**

**Ammattikorkeakoulututkinto**





Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Tuotantotalouden koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Atte Fihlman	
Työn nimi Tehtaan sisäisen logistiikan kehittäminen	
Päiväys	15.3.2012
Sivumäärä/Liitteet	24
Ohjaaja(t) Tuotantotalouden yliopettaja Jarmo Pyysalo	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Tuotantopäällikkö, Kohdeyritys	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja kehittää kohdeyrityksen sisäistä logistiikkaa puolituotteiden ja lopputuotteiden osalta. Puolituotteita ovat tuotteet, jotka on saatu oikeaan muotoon, kuivattu ja jotka sen jälkeen pakataan kuljetusyksiköihin ja viedään joko välivarastoon tai jatkojalostukseen. Lopputuotteita ovat tuotteet, jotka ovat edellisen lisäksi vielä jatkojalostettu ja ovat valmiita toimitettavaksi asiakkaille.</p> <p>Tehtaan sisällä kulkee lähes jatkuva puolituote- ja lopputuotevirta. Valmistuvat puolituotteet kuljetetaan joko puolituotevarastoon tai suoraan jatkojalostukseen. Samaan aikaan myös siirretään puolituotevarastosta puolituotteita jatkoprosessointiin ja valmiit lopputuotteet lopputuotevarastoon. Tämän logistiikan hoitaminen sitoo yhden työntekijän työpanoksen jatkuvasti kolmessa vuorossa ja kuutena päivänä viikossa.</p> <p>Projektin tavoitteena oli tutkia ja kehittää tuotannon sisäistä logistiikkaa siten, että tuotteiden siirtelystä vastaavalta järjestelijältä saataisiin vapautettua työaika muuhin tehtäviin mahdollisimman paljon.</p> <p>Ensimmäisessä kehitysvaihtoehdossa selvitettiin mahdollisia ratkaisuja ilman merkittäviä investointeja ja sitä olisiko pelkällä puolituotteiden sijoittelun järjestelyllä sekä trukin ajoreitin muutoksella mahdollista tehostaa toimintaa.</p> <p>Toisena vaihtoehtona selvitettiin mahdollisten kuljettimien tuomaa hyötyä ja niiden tuoman hyödyn suhdetta investoinnin suuruuteen.</p> <p>Kolmas tutkittu vaihtoehto oli automaatiotrukkijärjestelmä. Siinä kaksi kappaletta automaattisia trukkeja hoitaisivat koko tehdasalueen sisäisen logistiikan.</p> <p>Tutkituista vaihtoehdoista paras oli automaattitrukit. Vaikka ne vaativat selkeästi suurimman investoinnin, olisi niiden takaisinmaksuaika silti vain noin yksi vuosi. Automaattitrukkien lisäksi trukin ajoreitin muutos olisi hyvä yhdistää muutokseen, koska sen tuomat edut jo pelkästään työturvallisuuden kannalta ovat huomattavat sen vaatiman investoinnin rinnalla.</p>	
Avainsanat Sisäinen logistiikka, Layout.	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Industrial Engineering and Management			
Author(s) Atte Fihlman			
Title of Thesis Developing Internal Logistics at target company			
Date	15.3.2012	Pages/Appendices	24
Supervisor(s) Senior Teacher of Industrial Engineering and Management, Jarmo Pyysalo			
Project/Partners Production Manager, Target Company			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to scout and develop the internal logistics of intermediate and final products at target company. The intermediate product means product which needs to be finalized, but is otherwise ready. Intermediate products are transported either to intermediate storage or to further processing.</p> <p>There is almost an endless flow of intermediate and final products inside the factory. After molding the products are transported either to intermediate storage or finalizing. At the same time some products are transported from the intermediate storage to finalizing process and finalized products to storage. All this logistics is carried out by one person per every shift and it is done with a fork lift.</p> <p>The aim of this project was to scout and develop the internal logistics in such a way that it is possible to release working time as much as possible from these logistic tasks to somewhere else.</p> <p>In the first development option possible solutions without major investments were studied. This first option was focused on finding out whether it is possible to improve efficiency with the placement of products in the intermediate storage and by changing fork lift routes.</p> <p>In the second development option the benefits of container conveyors were studied and they were compared to the required investment.</p> <p>The third studied option was automated forklifts (AGV). The purpose was that the automated guided vehicle system would take care of the whole internal logistics.</p> <p>From development options the automated forklift system was the best. Even though investment in AGV would be biggest, the payback time would be only little over two years. Additional in the fork lift routes should be changed because it has great benefits, for example from the view of work occupational safety compared to the needed investment.</p>			
Keywords Internal Logistics, Layout.			



## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
1.1	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	7
2	LAYOUT.....	8
2.1	LAYOUTSUUNNITTELUN VAIHEET.....	8
2.2	HYVÄ LAYOUT .....	9
3	TUOTTEEN VALMISTUSPROSESSI.....	11
3.1	JÄRJESTELIJÄN TEHTÄVÄT .....	12
3.2	JÄRJESTELIJÄN TOIMINTA ERI TUOTANTOYHDISTELMILLÄ .....	14
4	KEHITYSVAIHTOEHDOT .....	15
4.1	AJOREITTIMUUTOS JA PUOLITUOTTEIDEN VARASTOINTI .....	16
4.2	KONTTIKULJETIN .....	20
4.3	AUTOMAATTITRUKIT.....	21
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	23

## 1 JOHDANTO

Kohdeyrityksen tuotantostrategian tavoitteena on jatkuva toiminnan parantaminen ja kehittäminen. Tässä tutkimuksessa haluttiin tutkia olisiko tehtaalla sisäisen logistiikan näkökulmasta mahdollisia saada aikaan parannuksia, jotka näkyisivät tehtaalla tuottavuuden paranemisena.

Tutkimusraportin toisessa kappaleessa käsitellään mikä ja millainen on hyvä layout. Kolmannessa kappaleessa käydään läpi tuotteiden valmistusprosessi, sekä perehdytään tehtaalla sisäistä logistiikkaa hoitavan työntekijän, järjestelijän, toimenkuvaan. Neljännessä kappaleessa esitetään kolme mahdollista kehitysvaihtoehtoa ja käydään läpi kyseisten muutosten edut sekä mahdolliset haitat. Viimeisessä eli viidennessä kappaleessa on esitetty yhteenveto ja johtopäätökset työstä ja sen tuloksista.

### 1.1 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimustavaksi valittiin toimintatutkimus, havainnointi ja haastattelut. Näiden tutkimusmenetelmien katsottiin vastaavan toteutustavaltaan tarpeita, sekä sopivan käytettävissä oleviin resursseihin. Tutkimuksen tekijällä on noin kahden vuoden kokemus työskentelystä tehtaalla.

## 2 LAYOUT

Layoutilla tarkoitetaan tuotantojärjestelmässä mitä tahansa tilaa vievän fyysisen osan, kuten esimerkiksi ihmisen, koneen, kulkureitin tai vaikkapa penkin sijoittelua. Työnkulun ja tuotantokoneiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin: solu eli tuotekeskeinen layout, funktionaalinen eli toimintoperusteinen layout, tuotantolinjalayout. Neljänneksi voidaan nimetä kahden edellisen yhdistelmä eli muuntuva layout. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen 2005, 475)

Useimmiten tuotantotilan layout suunnitellaan erittäin varhaisessa vaiheessa, jo itse tuotantotilan suunnittelun yhteydessä. On myös mahdollista ja usein käytetäänkin erityyppisiä layoutteja tehtaan sisällä ja jopa samassa tuotantotilassa. Jokainen layout on yksilö, eikä jotain tiettyä layout-mallia tai tyyppiä voida suoraviivaisesti määrittellä hyväksi ja toista huonoksi. Kyseessä on aina tietyn tuotantolinjan oma ratkaisu, joka sopii kyseiselle prosessille ja linjalle parhaiten. (Haverila ym. 2005, 475-482.)

### 2.1 LAYOUTSUUNNITTELUN VAIHEET

Suunnittelun hierarkia voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen: sijaintipaikan valinta, yleis- / esisuunnittelu, yksityiskohtien suunnittelu ja tuotantojärjestelmän käyttöönoton ja toteutusprojektin suunnittelu. Näistä neljästä ensimmäinen ei suoranaisesti ole itse layoutsuunnitteluun kytköksissä, vaan on yritysstrateginen ongelma. (Pyysalo, 2006.)

Yleis- / esisuunnittelun tuloksena on karkeasuunnitelma eri päävaihtoehtojen välillä. Yleissuunnittelun edistyessä määritellään tuotantovolyymit ja sitä kautta tarvittavat kapasiteettitarpeet, tukitoimintojen tilantarpeet ja alustava layout, siinä tehdään myös alustavat investointilaskelmat mahdollisille erivaihtoehdoille. (Pyysalo, 2006.)

Yksityiskohtaisessa suunnittelussa tehdään jo tarkka layout, josta selviää jokaisen fyysisesti tilaa vievän laitteen ja koneen paikka ja myös materiaalivirtojen kuvaus tulee näkyä layouteissa. Tavoitteen olisi myös saada vaiheen tuotoksena kolmiulotteinen malli tehtaan järjestelyistä. (Pyysalo, 2006.)



Toteutusprojektin suunnittelu sisältää projektin aloittamisen ja konkreettisen toiminnan suunnittelua. Se sisältää itse rakennukseen liittyvät lupien hankinnan ja perustatyöt, tarkat tuotantokoneiden määrittelyt ja asennussuunnittelun sekä koeajojen suunnittelun ja myös henkilöstöhallinnolliset tehtävät. (Pyysalo, 2006.)

## 2.2 HYVÄ LAYOUT

Hyvälle layoutille löytyy niin paljon määritelmiä, että voidaan sanoa hyvän layoutin olevan lähes poikkeuksetta kompromissi. Usein hyvää ja parasta layouttia haettaessa on otettava tuotantoprosessin yksilölliset tarpeet ja kriittiset kodat huomioon. (Haverila ym. 2005. 480.)

Hyvän layoutin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat eri toimintojen sijoittelu ja materiaalivirran kulun jouhevuus ja selkeys. Tämä tarkoittaa käytännössä mahdollisimman lyhyitä käsittelyetäisyyksiä ja jos mahdollista jopa työvaiheiden osittaista yhdistämistä. Jos mahdollista tulisi välivarastot minimoida puskureiksi työpisteiden läheisyyteen. Tulisi ehdottomasti välttää materiaalivirran edestakaista liikettä. Varastojen sijoittelussa tulee ottaa huomioon, että usein tavaroiden poimimisessa ja lastaamisessa uuteen paikkaan kuluu enemmän aikaa kuin itse kuljetusvaiheessa. Hyvän layoutin ominaisuus on myös se, että työturvallisuus on huomioitu jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa. (Haverila ym. 2005. 482.)

Vaikkakin layouttia suunniteltaessa pyritään tilan optimaaliseen hyödyntämiseen ja minimoimaan putki- ja instrumenttilinjat sekä yksinkertaistamaan materiaalivirrat tulee tärkeänä osana olla työturvallisuuden näkökulmasta syntyvät vaateet ja tarpeet.

Työturvallisuuden kannalta kriittisiä asioita ovat materiaalivirtojen määrät ja määrien sekä suunnan vaihtelut. Jo niinkin yksinkertainen asia kuin sosiaalitulojen sijoittelu tulee miettiä huolella ja siihen liittyvä kulkuyhteys sosiaalituloilta työpisteille. Tulee minimoida esimerkiksi risteävä jalankulku- ja trukkliikenne. Suunniteltaessa ja mitoittaessa prosessia ja kaikkia sen oheisjärjestelmiä tulee pysytellä perussuunnitelmassa. Nykyään erittäin tärkeässä osassa ja tarkoin valvottu työturvallisuuteen liittyvä tekijä on ATEX-direktiivi, joka kattaa kaikki räjähdysalttiisiin tiloihin tarkoitettujen laitteiden määräykset ja vaatimukset Euroopan Yhteisön jäsenvaltioissa. ATEX nimitystä käytetään direktiivistä 94/9/EY. Itse layoutissa ja tehtaan rakenteissa tulisi huomioida rakenteelliset kestävyudet ajan saatossa, eli mitä aiheutuu rakennemateriaalien vanhentuessa. Layoutsuunnittelun melko varhaisessa

vaiheessa on hyvä miettiä jo hiukan pelastussuunnitelmaa, esimerkiksi poistumisreittejä ja hätäuloskäyntejä. (Heikkilä & Malmén. 2003.)

Yksittäisen työpisteen suunnittelussa on otettava huomioon useita ergonomiaan ja työturvallisuuteen kytkeytyneitä asioita. On tärkeää, että kaikki tarvikkeet ja työvälineet on helposti saatavilla, eikä niitä tarvitse kurotella. On myös muistettava, että tehtaan tuottavuus on täysin sidonnainen yksittäisten työpisteiden tuottavuuteen. Meluhaitat on yksi huomioitava seikka joka koskee myös yksittäistä työpistettä suunniteltaessa. (Pyysalo, 2006.)

Laitekohtaisesti on otettava huomioon monia seikkoja turvallisuuden näkökulmasta. On huomioitava mitä aiheuttaa sähkökatko tai esimerkiksi paineilman lasku. Laitteiden varoventtiilit ja niiden suuntaus ja varoetäisyydet. Näihin vaaratekijöihin liittyy kiinteästi koneille ja laitteille varattavat turva-alueet ja etäisyydet sekä mummoassa varoaltaat. Tulee myös huomioida laitteiden ja koneiden saavutettavuus huolto- ja kunnossapitotöiden sekä mahdollisen pelastuskaluston takia. (Heikkilä & Malmén. 2003.)

### 3 TUOTTEEN VALMISTUSPROSESSI

Tuotteen tuotantoprosessi alkaa massan tekemisellä. Esivalmisteltuun massaan lisätään muun muassa retentioainetta, joka parantaa vedenpoistumista ja lisäaineiden kuten kalsiumkarbonaatin sitoutumista massaan.

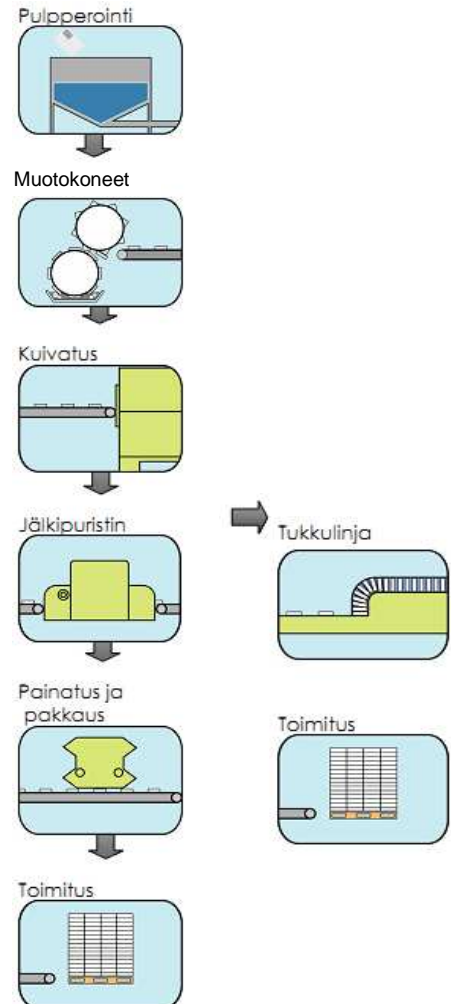
Valmiin massan kuiva-ainepitoisuus on noin neljä prosenttia ja lopulta konealtaassa, josta se imetään muotteihin, se on noin yksi prosentti.

Konealtaasta massa imetään imumuotteihin, jolloin massa saa muotonsa. Kun tuote on saanut imumuotissa muotonsa siirtää siirtomuotti sen kuivauslinjastolle.

Kuivaus suoritetaan nestekaasulla lämmitettävässä kiertoilmaunissa. Uunin lämpötila on keskimäärin noin 180°C, riippuen ajettavasta tuotteesta. Uunitus kestää noin 15 minuuttia. Uuniin mennessä tuotteen kuiva-ainepitoisuus on noin 30 % ja uunin jälkeen kuiva-ainepitoisuus on noin 98 %.

Kuivattu tuote siirtyy uunituksen jälkeen kuljettimilla seuraavaan prosessiin, jossa sen pintaan ruiskutetaan aluksi irroitusöljy, jonka jälkeen se prässätään kuumien lestien välissä. Kyseisessä prosessissa tuote saa lopullisen muotonsa ja tasaisen pinnan edesauttamaan hyvää viimeistelyä. Puristimenhoitaja tekee puristimelta tuleville tuotteille visuaalisen tarkastuksen ja pakkaa tuotteet puolituotekuljetusyksiköihin.

Jälkipuristimelta järjestelijä siirtää puolituoteyksiköt joko välivarastoon tai suoraan seuraavaan tuotantovaiheeseen.

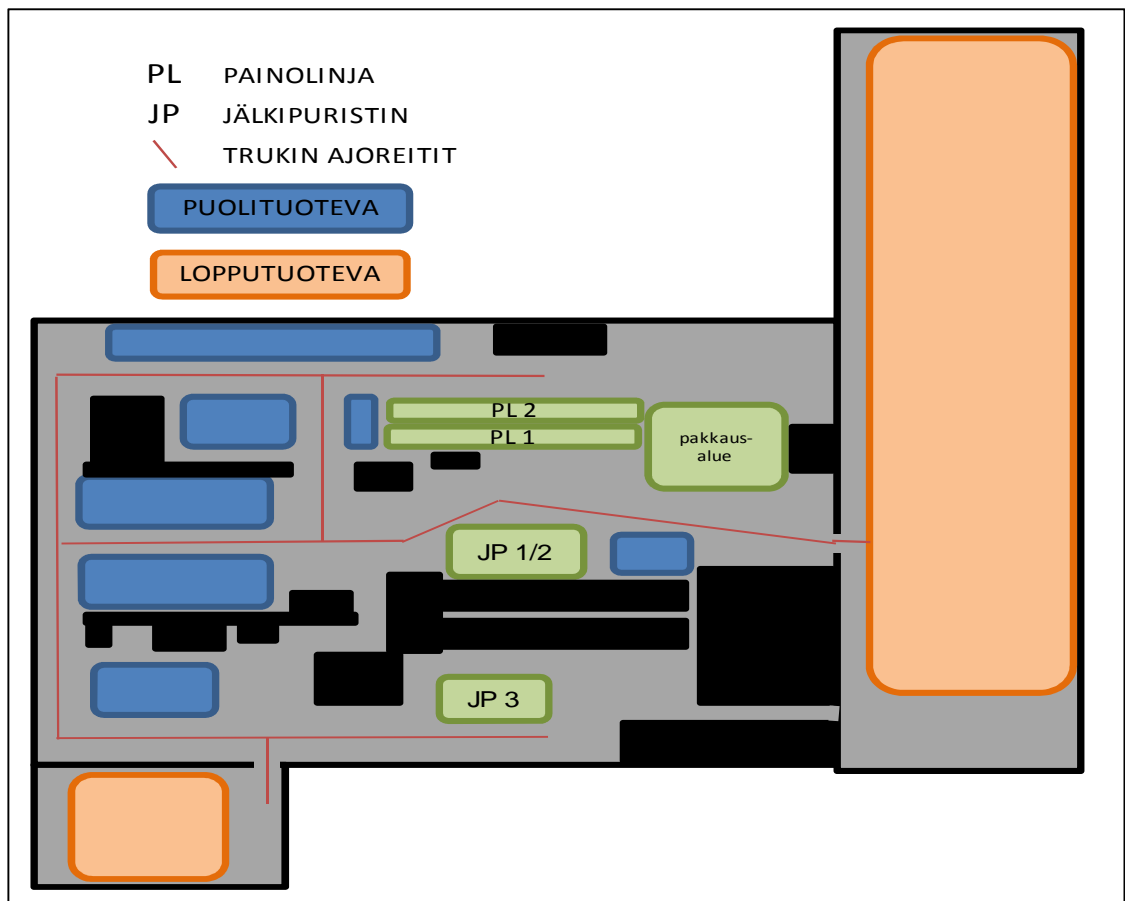


Kuva 1. Tuotteen tuotantoprosessi.

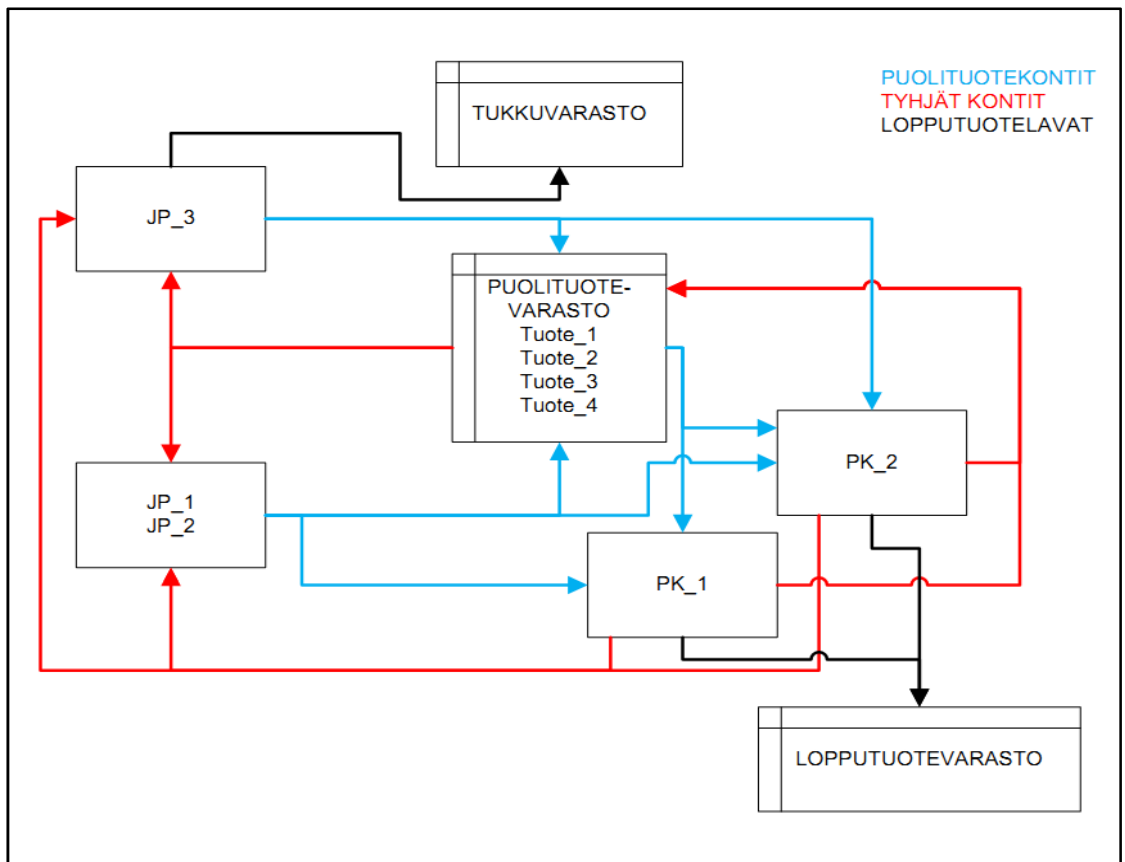
Asiakkaat saavat halutessaan myös tuotteet erivärisinä. Väri vaihtoehdot ovat valkea, harmaa, keltainen, sunflower ja pinkki. Valkea ja harmaa tuote saadaan käyttämällä vain tiettyjä raaka-aineryhmiä, kun taas muut värit tehdään lisäämällä väriainetta massan sekaan.

### 3.1 JÄRJESTELIJÄN TEHTÄVÄT

Järjestelijän tehtävät koostuvat lähes kokonaan tehtaan sisäisen logistiikan työtehtävistä. Järjestelijä huolehtii molemmille jälkipuristimelle riittävästi tyhjiä puolituotekontteja sekä kuljettaa kummaltakin jälkipuristimelta täyttyvät puolituotekontit joko välivarastoon tai suoraan viimeistelyyn. Järjestelijän vastuulla on myös siirtää tyhjät puolituotekontit pois viimeistelystä ja järjestelijä kuljettaa viimeistelystä valmistuneet lopputuotelavat lopputuotevarastoon. Kuvassa 3 on esitetty tehtaan pelkistetty layout ja kuvassa 4 järjestelijän tehtäviin liittyvät materiaalivirrat, eli puolituotteet jotka siirretään jälkipuristimilta puolituotevarastoihin tai viimeistelyyn ja myös puolituotteet jotka siirretään puolituotevarastoista viimeistelyyn, sekä valmiit tuotteet jotka siirretään viimeistelystä lopputuotevarastoon. Myös tyhjien puolituotekonttien kulku jälkipuristimille näkyy kuvassa. Järjestelijän tehtäviin kuuluu myös muotokoneen- ja puristimenhoitajien taukojen aikaiset työtehtävät.



Kuva 2. Kohdeyhteyksen layout.



Kuva 3. Järjestelijän tehtäviin liittyvät materiaali ja konttiovirrat.

### 3.2 JÄRJESTELIJÄN TOIMINTA ERI TUOTANTOYHDISTELMILLÄ

Kohdeyrityksen tuotevalikoimassa on viisi erityyppistä tuotetta, joista neljässä on valittavissa väri viidestä eri värivaihtoehdosta. Merkittävin ero tuotteiden välillä on koko. Koska tuotteiden väri tehdään lisäaineilla ja raaka-ainetyyppien avulla ja vain tuotteiden muoto vaatii eriäviä tuotantolinjoja, voidaan tuotannollis-teknisesti rajata tuotetyyppien määrä viiteen.

Ensimmäisellä muotokoneella pystytään ajamaan tuotteita 2 ja 5. Toisella muotokoneella pystytään ajamaan tuotteita 1, 3, 4 ja 5. Tuote 5:en prosessi on sellainen, että se pakataan heti koneen jälkeen eikä se mene jatkoprosessointiin viimeistelyyn. Kaikki muut tuotteet jälkikäsitellään pääosin jälkipuristimella ja viimeistelyssä.

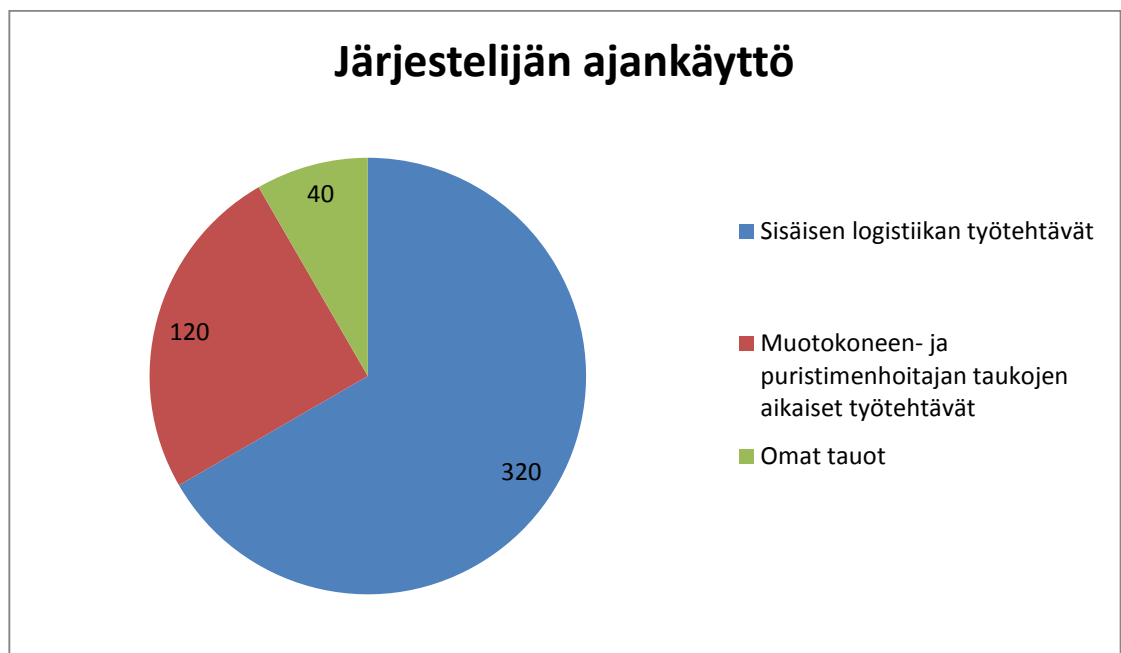
Kun kone 1:llä ajetaan tuotetta 5 ja kone 2:lla ajetaan tuotetta 1, 3 tai 4, järjestelijän tulee huolehtia, että kone 1:en pakkauslinjalla riittää tyhjiä lavoja lopputuotteille sekä siitä, että valmiiksi pakatut 5 tuotteet kuljetetaan lopputuotevarastoon. Yleensä kone 1:n tuottaessa tuote 5:tä ajetaan kone 2:lla ja toisella viimeistelylinjalla samaa tuotetta. Näin ollen järjestelijä huolehtii kone 2:n tuotteet jatkojalostukseen suoraan toiselle viimeistely koneelle ja siirtää myös välivarastosta tarvittavaa puolituotetta toiselle viimeistelykoneelle. Näiden lisäksi järjestelijä kuljettaa myös molempien viimeistelylinjojen pakatut lopputuotteet varastoon ja tuo tarvittaessa tyhjiä lavoja viimeistelyyn pakkauspäähän.

Toinen mahdollinen tuotantoyhdistelmä on, kun kone 1:llä ajetaan tuotetta 2 ja kone 2:llä ajetaan tuotetta 1, 3 tai 4. Tässä tilanteessa kone 2:en osalta toimitaan samoin kuin edellisessä vaihtoehdossa, mutta kone 1:ltä tuleva tuote 2 siirretään joko välivarastoon tai suoraan viimeistelyyn, jos se on tuotannossa myös siellä samanaikaisesti.

Kolmas, mutta harvemmin käytössä oleva tuotantoyhdistelmä on, kun kone 1:llä ajetaan tuotetta 2 ja kone 2:lla ajetaan tuotetta 5. Tässä tilanteessa järjestelijän toiminta on lähes identtinen verrattaen ensimmäiseen vaihtoehtoon. Eli kone 2:ltä tuleva tuote 5 siirretään suoraan lopputuotevarastoon ja kone 1:ltä tuleva tuote 2 siirretään joko välivarastoon tai kuten yleensä suoraan viimeistelylinjalle jatkojalostukseen.

#### 4 KEHITYSVAIHTOEHDOT

Varsinaisia mittareita kehitystoimipisteille, jotka olisivat yksiselitteisiä ja täysin luotettavia, oli melko hankala asettaa. Ainut varma tuottavuusmittari oli tuotantomäärään suhteutettu trukinkäyttötuntien seuranta, mutta myös siihen aiheutui ajoittain häiriötekijöitä. Toiminnan kehittämisen vaikutukset konkretisoituvat parhaiten, kun seurataan järjestelijän tehtävistä vapautuvaa aikaa.



Kuva 5. Järjestelijän ajan käyttö vuoron aikana minuutteina, yhteensä 480 minuuttia.

Vartenotettavia vaihtoehtoja kartoitettiin kolme. Ensimmäisessä vaihtoehdossa selvitettiin mahdollisia toimia ilman suuria investointeja. Kahdessa muussa vaihtoehdossa otettiin mukaan mahdolliset muutokset, jotka vaativat myös investointeja.

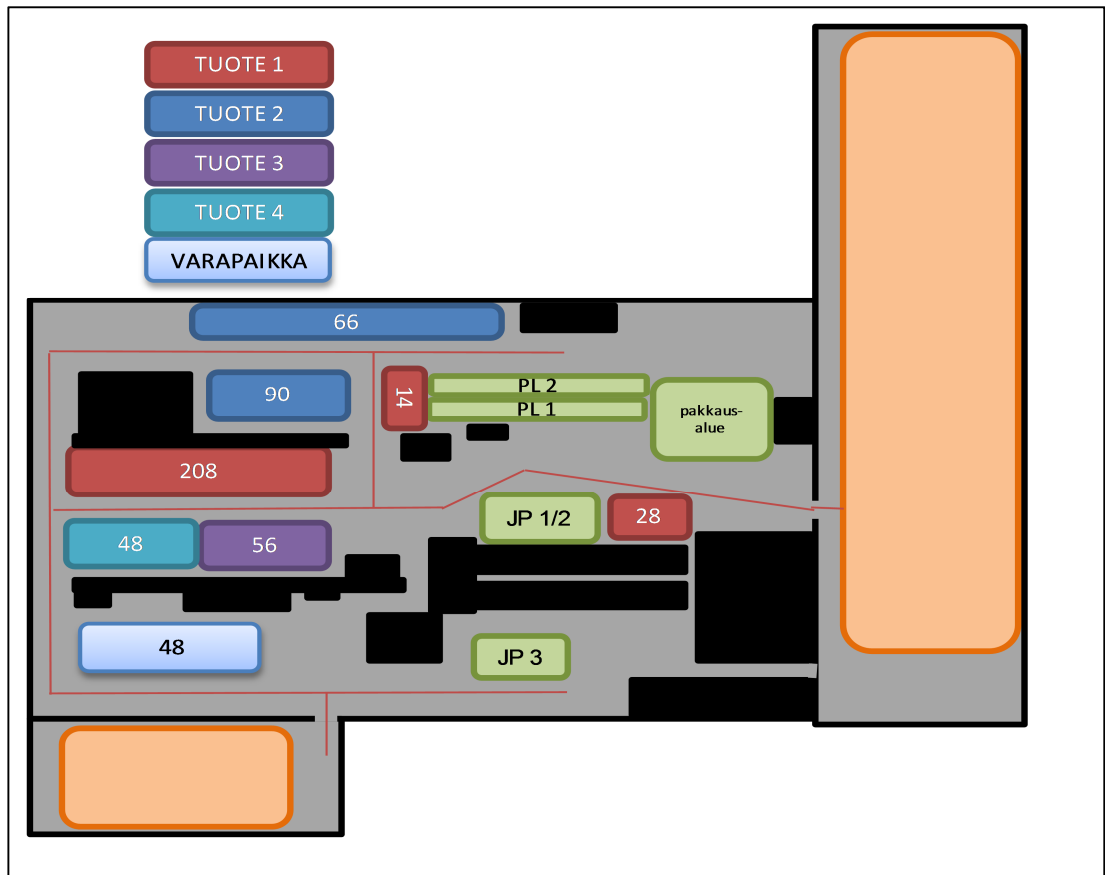
#### 4.1 AJOREITTIMUUTOS JA PUOLITUOTTEIDEN VARASTOINTI

Ensimmäisessä muutosvaihtoehdossa keskityttiin lähinnä tutkimaan voisiko pelkillä tuoteryhmien sijoittelun järkeistämällä sekä pienellä trukinajoreittin muutoksella saada riittävää hyötyä. Puolituotteiden sijoittelun ja alueiden selkeän merkkauksen vaikutusta on todella hankala mittaroida yksiselitteisesti. On kuitenkin selvää, että kyseinen muutos toisi merkittäviä helpotuksia ja nopeutta järjestelijän tehtävien suorittamiseen.

Puolituotteiden kuljetusyksiköitä on yhteensä 520 kappaletta ja tehtaassa on yksiköille säilytyspaikkoja noin 558. Vuoden tuotanto jakautuu eri tuotteiden kesken siten, että tuote 1:n osuus on selkeästi suurin, tuote 2:n toiseksi suurin, tuote 3:n kolmanneksi suurin ja tuote 4:n vähäisin. Tuote 5 on jätetty pois tästä, koska sen valmistusprosessi sisältää vain muotokoneprosessin eikä sillä ole niin sanottua puolituotetta.

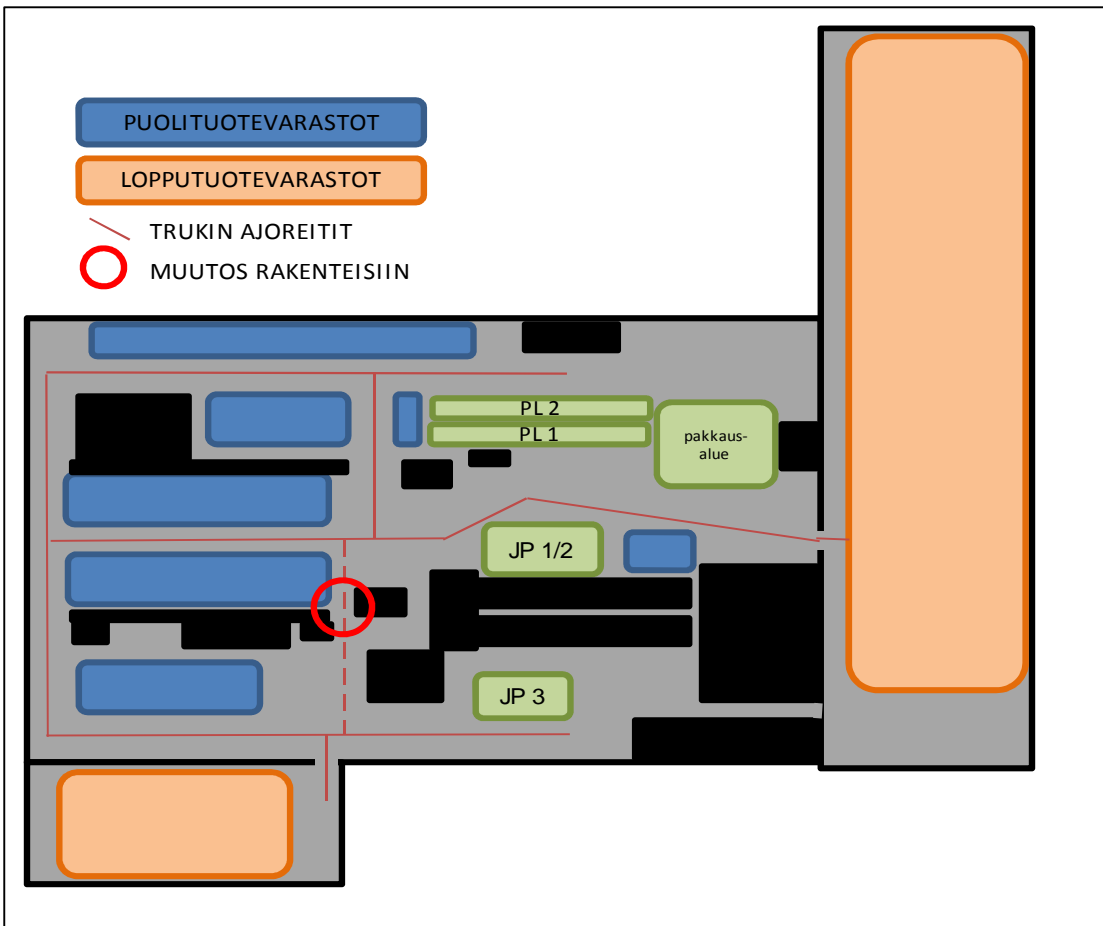
Tuotteiden menekin suhteen varastopaikat jakaantuisivat seuraavasti, tuote 1 – 271 paikkaa, tuote 2 – 143 paikkaa, tuote 3 – 59 paikkaa ja tuote 4 – 47 paikkaa. Merkatut varastopaikat eivät ole tietenkään maksimirajoina, mutta ensisijaisesti olisi käytettävä tuotteen omaa selkeästi merkattua aluetta ja jos hetkellinen tuotemäärä ylittää sille varatun varastoresurssin, niin tulisi ottaa käyttöön varapaikat. Jos varapaikkakaan ei riittäisi, olisi tietenkin sijoitettava kyseinen tuote johonkin toiselle tuotteelle varattuun paikkaan, mutta järjestyksen säilymisen takia tulisi tuotteet siirtää omille paikoilleen heti tilaisuuden tultua.





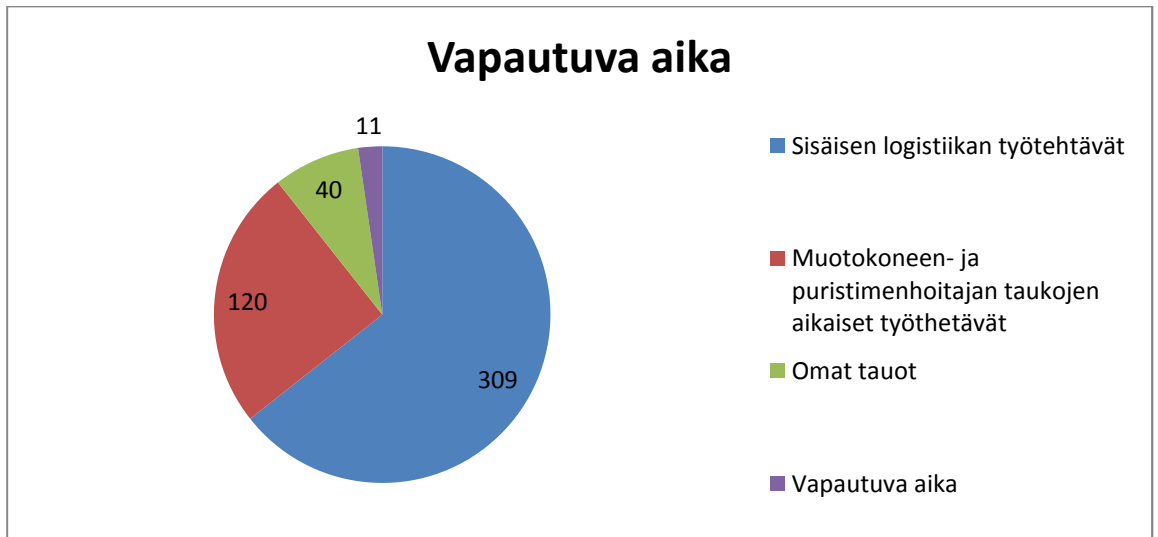
Kuva 6. Varastopaikat jaettuna tuotteiden kesken. Varastopaikkojen lukumäärä on esitetty ruutujen sisällä.

Tässä ensimmäisessä vaihtoehdossa investointikulut olisivat erittäin pienet. Kustannukset olisivat arviolta kertainvestointina noin 2000 euroa. Varsinaisia rakenteellisia muutoksia tulisi ainoastaan kuvan 7 osoittamaan kohtaan, johon trukin uusi ajoreitti on merkattu katkoviivalla. Tämä ajoreitin muutos antaisi maksimaalisen hyödyn, kun kone 1 tuottaa tuotetta 2. Kone 1:en tuottaessa tuotetta 5, olisi hyöty arviolta vain noin neljännes. Ensin mainitussa esimerkissä laskettu ajoreitin muutoksen tuoma hyöty on laskettu sen mukaan, että kone 1:n ajaa tuotetta 2.



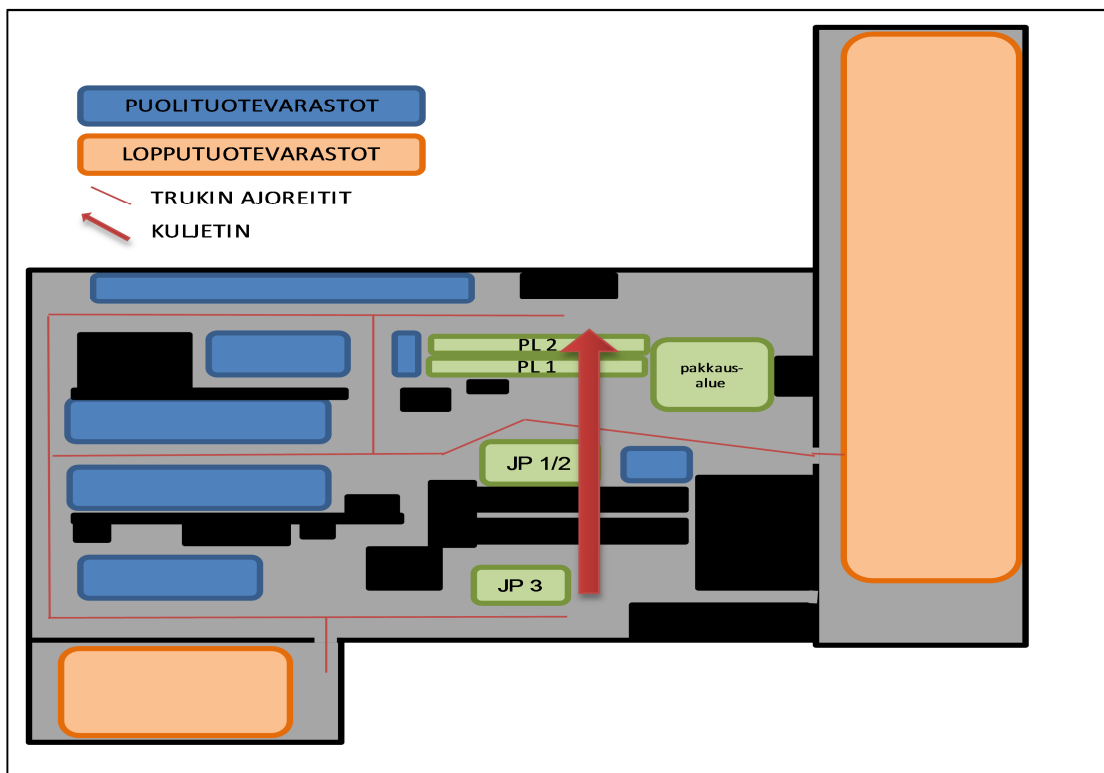
Kuva 7. Muutos rakenteisiin ja uusi ajoreitti.

Uusi ajoreitti lyhentäisi trukin reittiä 150 metristä 80 metriin, eli 70 metriä ajosuuntaa kohden. Uusi ajoreitti toisi myös muissa tilanteissa lyhennystä reittiin ja vähentäisi ylimääräistä ajoa. Tuotannon pyöriessä normaalisti ajaa järjestelijä viimeistelylinjojen puolelta JP 3:lle noin 12-14 kertaa vuoron aikana. Tässä tilanteessa, koska reitti on ajettava edestakaisin tulisi oikaisua käytettyä noin 24-28 kertaan vuorossa. Vuoroa kohden ajoa tulisi noin 1,8 kilometriä vähemmän. Laskettaessa yhtä vuoroa kohden säästyvä aika trukin keskinopeudella 10 km/h, joka on tehtaan sisälle määritetty maksiminopeus saadaan tulokseksi noin 11 minuuttia.



Kuva 8. Vapautuva aika trukin ajoreittimuutoksen avulla.

Yritykselle miestyötunnin kustannus on noin 30 €/h, eli vapautuneen ajan arvo työvuoroa kohden olisi (11min/60min \*30€) 5,50 euroa. Viikossa 6/24-tuotannon käyttöasteella kertyisi säästetylle ajalle arvoa noin 99 euroa. Investoinnin takaisinmaksuaika olisi noin viisi kuukautta. Yksi erittäin merkittävä parannus olisi myös reilusti vähenevä trukkiliikenne tehtaan vasemmassa päädyssä missä sijaitsee sosiaalitalat ja sisäänkäynti tehtaaseen. Tämä parantaisi työturvallisuutta tehtaassa, trukkiliikenteen aiheuttamien vaarojen osalta. Kyseisen reittimuutoksen vaatima investointi olisi niin pieni suhteessa hyötyihin, että se olisi hyödyllistä toteuttaa joka tapauksessa.

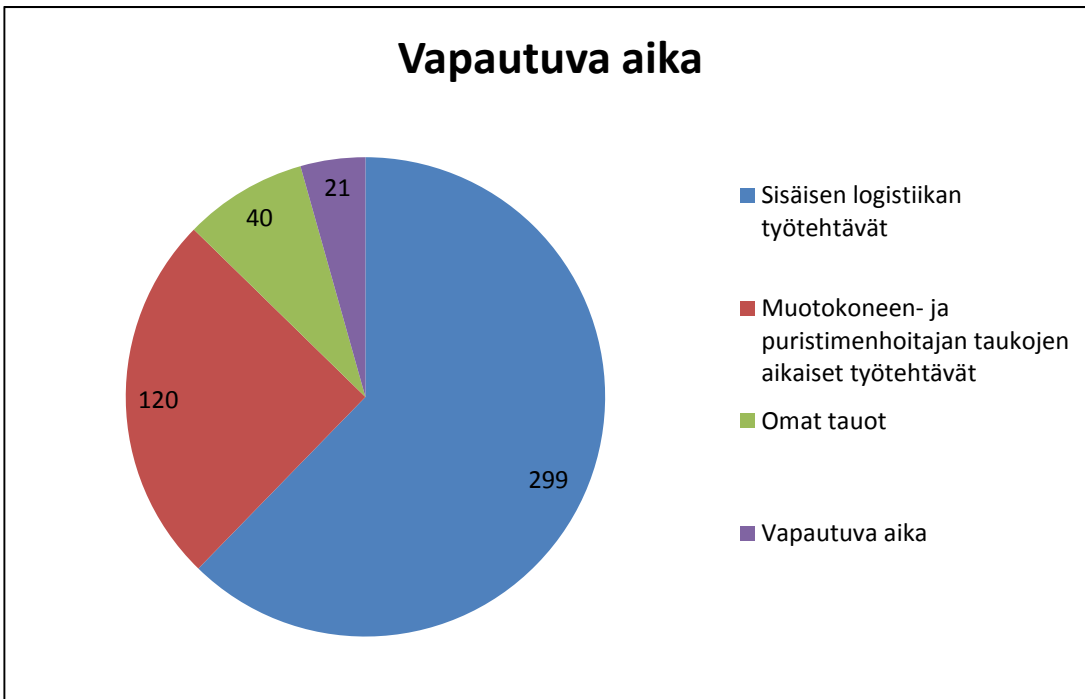


Kuva 9. Kuljetin jälkipuristin 3:lta viimeistelyyn.

## 4.2 KONTTIKULJETIN

Toisessa vaihtoehdossa kartoitettiin mahdollisen kuljettimen (kuva 9) jälkipuristin 3:lta viimeistelylinja 2:lle tuomia hyötyjä. Tässä vaihtoehdossa investointikulut olisivat huomattavat verrattaen ensimmäiseen vaihtoehtoon. Tarvittavan kuljettimen pituus olisi noin 60 metriä, jonka hankintahinta olisi noin 45 000 euroa. Lisäksi asennuksista koituvat lisäkulut noin 5 000 euroa, eli arvioitu kokonaisinvestointi olisi noin 50 000 euroa.

Tuotannon käydessä siten, että kone 1:n tuottaa tuotetta 2 ja myös viimeistelylinja 2 jatkojalostaa samaa tuotetta, ei järjestelijän tarvitsisi huolehtia kyseiseen prosessiin kuin tyhjen konttien riittäminen jälkipuristin 3:lle. Tässä tilanteessa säästynyt aika olisi noin 21 minuuttia.



Kuva 10. Vapautuva aika kuljettimien avulla.

Edellä mainituilla oletuksilla investoinnin kannattavuutta laskettaessa olisi takaisinmaksuaika noin 5,5 vuotta. Kyseistä takaisinmaksuaikaa ei tietenkään voi pitää täysin eksaktina, koska laskelmissa ei ole huomioitu mahdollisen vapautuvan ajan tuomaa apua muualle. Tämä koskee tietenkin jokaista kehitysvaihtoehtoa.

### 4.3 AUTOMAATTITRUKIT

Kolmas vaihtoehto on kaikkein suurimman investoinnin vaativa. Siinä ajatuksena olisi investoida kaksi automaattitruckia, jotka hoitaisivat koko tehtaan sisäisen logistiikan trukki liikenteen osalta.



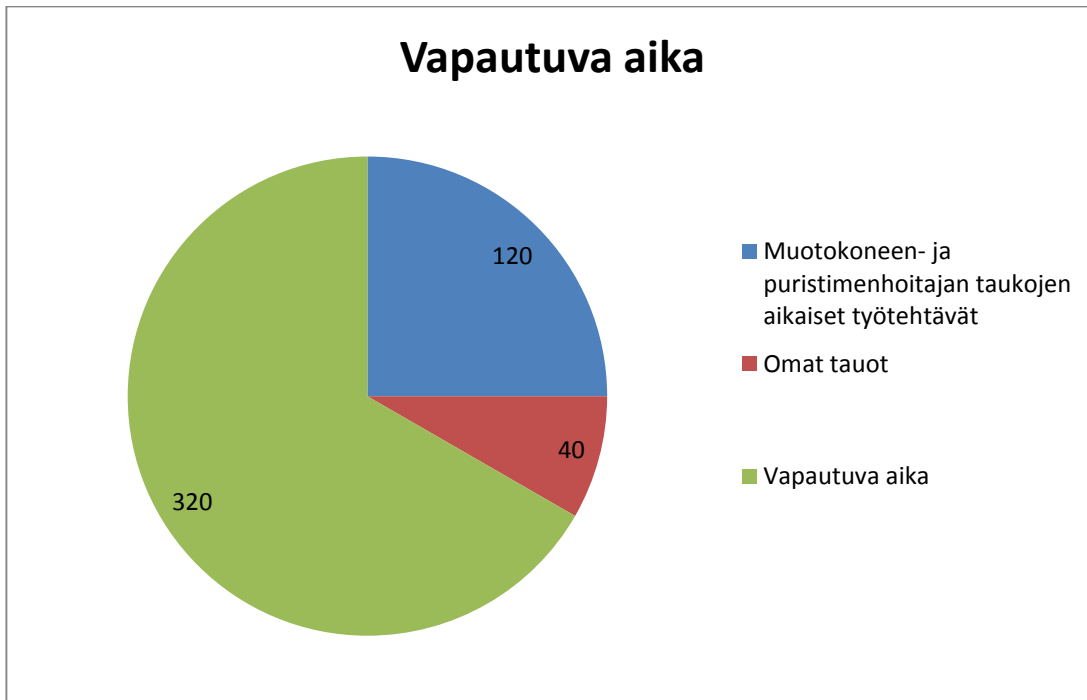
*Kuva 11. Rocla AGV – Automaattitrucki.*

Automaattitruckien toimintaperiaate on sellainen, että ne sisältävät gps-paikannin järjestelmän, jonka avulla niihin ohjelmoidaan haluttu varastointi alue tietylle tuotteelle ja rekisteröidään trukin muistiin kulkureitit ja halutut päätepisteet. Automatisoidun trukin kulkunopeus on vain noin viisi kilometriä tunnissa, joten tästä syystä

tarvittaisiin kaksi truckia varmistamaan puolituotteiden tarve jatkojalostuksessa.

Kyseisen automatisoidun trukki järjestelmän etu muihin automatisoituihin varastointi- ja kuljetusjärjestelmiin on se, että kuljetusyksikköinä toimisi täysin samat kontit kuin tälläkin hetkellä, eli järjestelmä ei vaatisi mitään lisäinvestointeja.

Kyseinen järjestelmä kahdella automaattitruckilla maksaisi kokonaisuudessaan noin 420 000 euroa. Vaikkakin kyseinen investointi vaikuttaa suurelta kahteen edelliseen verrattuna, on sen tuomat edut myös merkittävät. Trukkien hidas kulkunopeus ja truckeissa olevat kamerat ja sensorit pienentäisivät riskit trukki liikenteen aiheuttamiin vahinkoihin minimiin. Automatisoidun trukki järjestelmän hankinta tarkoittaisi myös sitä, että se vapauttaisi pysyvästi yhden henkilön työpanoksen muihin tehtäviin lukuunottamatta tietysti kahden muun työnkuvan taukojen tuurausta.



Kuva 12. Vapautuva aika automaattitruckien avulla.

Jos lasketaan samaa periaatetta käyttäen takaisinmaksuaikaa automatisoidun trukkijärjestelmän investoinnille, olisi vapautuva työaika vuoroa kohden 5 tuntia ja 20 minuuttia, eli omia taukoja ja muotokoneen- ja puristimenhoitajan taukojen aikaisia työtehtäviä lukuunottamatta koko työaika. Jos henkilötyötunnin kustannus on 30 € on vuoroa kohden vapautuvan työajan arvo 160 €. Näin ollen 420 000 € investoinnin takaisinmaksu aika olisi noin kolme vuotta, mikä on lyhyt, huomioiden investoinnin suuruuden. Toisaalta, automaattitruckien ansiosta olisi mahdollista siirtää vuoroa kohden yksi henkilö täysin eri tehtäviin, koska koneen- ja puristimenhoitajien taukojen aikaisten työtehtävien hoitaminen olisi mahdollista myös muita järjestelyjä käyttäen. Näin ollen takaisinmaksuaikaa laskettaessa voitaisiin investoinnin tuloksena siirtää pysyvästi neljän henkilötyövuoden työpanos toisiin tehtäviin ja takaisinmaksuaika olisi vain reilut kaksi vuotta. Sijoitetun pääoman tuottona investointi vastaa lähes 50% vuotuista tuottoa investoinnille.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa kohdeyrityksen tuottavuutta sen sisäistä logistiikkaa kehittämällä.

Kuten jo edellisessä kappaleessa mainittiin, niin olivatpa tulevat toimenpiteet minkälaisia tahansa, tuo ensimmäisenä vaihtoehtona esitetty trukin ajoreitin muutos investointikuluihin nähden selviä etuja ja hyötyjä. Vaikka itse ajallinen voitto ei ole kovin suuri, niin trukki liikenteen väheneminen ja oikaisu on merkittävä parannus erityisesti työturvallisuuden näkökulmasta.

Toisen kehitysvaihtoehdon, eli kuljettimien tuoma etu investointeihin nähden, ei ole yrityksen antamien tavoitteiden mukainen. Kyseinen toimenpide antaisi hyödyn vain tietyllä tuotantoyhdistelmällä ja olisi muissa tilanteissa lähes hyödytön.

Paras kolmesta tutkitusta kehitysvaihtoehdosta on automatisoitu trukki järjestelmä. Sen tuoma hyöty on merkittävä, koska se vapauttaa järjestelijän lähes kokonaan omista tehtävistään. Vaikka investointi olisi melko suuri, niin vapautuvan työajan arvolla laskettuna jäisi takaisinmaksuaika uusilla työjärjestelyillä parhaimmillaan noin kahteen vuoteen. Automatisoitu trukki järjestelmä vähentäisi myös huomattavasti riskiä työtaturmaan trukki liikenteen osalta.

Yrityksen palaute raportissa esitetyistä kehityssuunnitelmista oli hyvä ja työn tavoitteet saavutettiin kiitettävästi. Tutkimustyön perusteella olisi perusteltua jatkaa automaattitrukki järjestelmän suunnittelutyötä sen toteutuksesta. Samalla olisi myös syytä selvittää tarpeelliset muutokset työjärjestelyihin.

## LÄHTEET

ATEX Direktiivi (94/9/EY). [viitattu 6.2.2012]. Saatavissa:

[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/documents/legislation/atex/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/documents/legislation/atex/index_en.htm)

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. 5. p. Tampere: Tammer-paino.

Heikkilä, A-M., Malmén, Y. Turvallisuus prosessien suunnittelussa ja käyttöönotossa [verkkójulkaisu]. VTT Tuotteet ja tuotanto, Tampere [viitattu 6.2.2012]. Saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/alarp/aineisto/luento-08-moduuli-02.pdf>

Tuotantopäällikkö. Kohdeyritys. 1.4.2011-29.2.2012. Keskustelut.

Pyysalo, Jarmo 2006. Layout suunnittelu. Luentomateriaali. Varkaus: Savonia-ammattikorkeakoulu.

Rocla Oy:n www-sivut [viitattu 6.2.2012]. Saatavissa:

<http://www.rocla.com/productlist.asp?Section=2879>

Suhonen, P.;& Tenkama, P. 2010. Raportointiohjeet. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.





---

[www.savonia.fi](http://www.savonia.fi)



