

Varastoinnin ja tuotantologistiikan kehittäminen tuotantoyrityksessä

Juuso Tasso

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Tasso, Juuso	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 15.4.2016
	Sivumäärä 47	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Varastoinnin ja tuotantologistiikan kehittäminen tuotantoyrityksessä Puttipaja Oy		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Juha Sipilä		
Toimeksiantaja(t) Puttipaja Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella yrityksen varaston ja tuotantologistiikan toiminnot ja etenkin tilat tehokkaammiksi. Varastotilojen ja materiaalivirtojen selkeyttämisellä yrityksen tavoitteina oli tasata työkuormaa, hyödyntää varastotilat paremmin ja tehostaa tuotannon sisäisiä virtoja. Toiveena oli, että suunnitelmat toteutettaisiin mahdollisimman pitkälle jo yrityksessä valmiiksi olevalla kalustolla.</p> <p>Työhön tarvittavat lähtötiedot saatiin haastattelemalla yrityksen työntekijöitä, havainnoimalla yrityksen toimintaa paikan päällä ja analysoimalla joitakin yrityksestä saatuja materiaaleja. Uuden layoutin suunnittelua varten täytyi myös käydä ottamassa kaikki tuotanto- ja varastotilojen mitat, sillä tiloista ei ollut saatavilla valmiita ja riittävän tarkkoja piirustuksia.</p> <p>Tutkimuksissa todettiin, että nykyiset tilat ovat käyneet liian ahtaiksi tavaramäärien kasvaessa. Erilaisia vaihtoehtoja uudeksi layoutiksi kokeiltiin piirtämällä tilat, hyllyt ja koneet oikeilla mitoilla Microsoft Visio -ohjelmalla. Vaihtoehtoista valittiin parhaalta vaikuttava ehdotus, jota alettiin kehittää eteenpäin. Tuloksena saatiin suunnitelma, joka voitaisiin toteuttaa nopeallakin aikataululla. Uuden layoutin lisäksi yritykseen ehdotettiin otettavaksi käyttöön siisteyden ja järjestyksen ylläpitoon 5S-järjestelmä. Järjestelmässä on viisi kohtaa, jotka ohjeistavat selkeään varastojärjestyksen ylläpitoon, työpisteiden siisteyteen sekä turhasta materiaalista luopumiseen.</p> <p>Näillä muutoksilla saataisiin säästettyä yrityksen työntekijöiltä ylimääräistä aikaa, kun kulumatkat lyhenevät ja tavarat löytyvät helposti. Myös hyllytilat olisivat tehokkaammassa käytössä. Yrityksen toiminnan tehostuessa näillä pienillä muutoksilla yritys voi saada aikaan suuriakin säästöjä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Varastointi, tuotanto, layout, 5S, tilasuunnittelu		
Muut tiedot		

Author(s) Tasso, Juuso	Type of publication Bachelor's thesis	Date 15.4.2016 Language of publication: Finnish
	Number of pages 47	Permission for web publication: x
Title of publication Developing warehousing and production logistics in a production company Puttipaja Oy		
Degree programme Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Sipilä, Juha		
Assigned by Puttipaja Oy		
Abstract <p>The main purpose of this thesis was to plan the company's warehousing and production logistics functions more efficiently. By reorganizing warehouse space and material flows, the company wanted to balance the work load, use the warehouse space more efficiently and make the material flows more effective. The company also wished the plans to be executed with already existing equipment as much as possible.</p> <p>The needed information for the thesis was collected by interviewing the company's workers, observing the different functions in the company and analyzing some data from the company. To plan the new layout all warehouse and production spaces needed to be measured, because there were not any accurate drawings of the factory available.</p> <p>The examination showed that the warehouse and production spaces were too small for the increased material quantities. Different alternatives for the new layout were tested by drawing the factory spaces, racks and equipment in the right scale using Microsoft Visio program. One of the alternatives was chosen for further development, which resulted in a new layout plan that was ready for execution. In addition to the new layout, the company was advised to acquire 5S-system into their daily functions to maintain a clean and systematic production and warehouse environment. There are five parts that instruct the company to efficiently maintain warehouse order, keep the working space clean and also discard unnecessary materials.</p> <p>With these changes the company could save its worker's time for example when the moving distances get shorter and the materials are found easily. Also, the rack spaces would be more efficiently used. When the company's functions become more efficient by these small changes, the company can get quite big savings.</p>		
Keywords/tags (subjects) Warehousing, manufacturing, production, layout, 5S,		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	4
1.1	Työn tarkoitus ja rajaaminen.....	4
1.2	Puttipaja Oy.....	4
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	5
1.3.1	Kvantitatiivinen tutkimus.....	5
1.3.2	Kvalitatiivinen tutkimus.....	6
1.3.3	Valmiit aineistot.....	8
2	Varastointi.....	9
2.1	Varastoinnin merkitys.....	9
2.2	Varastomuodot.....	10
2.3	Varmuusvarasto.....	11
2.4	Varastovalvonta.....	13
2.4.1	Varastokirjanpito.....	14
2.4.2	Visuaalinen valvonta.....	14
2.4.3	Inventointi.....	14
2.4.4	Tilausohjautuvat hankinnat.....	15
2.4.5	Vendor managed inventory (VMI).....	15
2.5	ABC-analyysi.....	15
2.6	Työturvallisuus ja -ergonomia varastotyössä.....	16
3	Tuotantologistiikka.....	18
3.1	Tuotannon layout.....	18
3.1.1	Tuotantolinja.....	18
3.1.2	Funktionaalinen tuotanto.....	20
3.1.3	Solulayout.....	21
3.1.4	Tuoteverstaas.....	22
3.2	LEAN-tuotanto ja 5S-menetelmä.....	23

	2
3.3 Tuotannonohjaus	24
3.3.1 Tarvelaskenta ja keskitetty ohjaus	25
3.3.2 Materiaalin virtauksen mukaan hajautettu ohjaus	25
3.3.3 Imu- ja työntöohjaus	25
3.4 Tilauksen kohdennuspiste	27
4 Nykytila-analyysi.....	28
4.1 Tutkimuksen toteutus	28
4.2 Tuotantologiikka	29
4.2.1 Tilojen layout	29
4.3 Varastointi	30
4.3.1 Varaston layout.....	30
4.3.2 Alakerran varastotilat	30
4.3.3 Yläkerran varastotilat	31
4.3.4 Nimikerekisteri, varastonhallintajärjestelmä ja viivakoodinlukijat	31
4.4 Tavarantoimitus ja lähetys	31
5 Tutkimustyön tulokset	32
5.1 Layout-suunnitelma.....	32
5.1.1 Tuotannon varastotilat	32
5.1.2 Alakerran varastotilat	34
5.1.3 Yläkerran varastotilat	35
5.2 Varastopaikkojen numerointi.....	36
5.3 Tuotteiden sijoittelu	36
5.4 Lähetys- ja vastaanotto	37
5.5 Muutosten kustannukset	38
6 Jatkotutkimuksen aiheita	39
7 Pohdinta	40
Lähteet.....	42
Liitteet	43

Liitteet

Liite 1. Puttipajan uuden layoutin suunnitelma	43
Liite 2. Paikkanumeroinnit uudessa layoutissa	44
Liite 3. Puttipajan alkuperäinen layout	45
Liite 4. Puttipajan yläkerran uuden layoutin suunnitelma paikkanumeroineen	46
Liite 5. Puttipajan alakerran uuden layoutin suunnitelma paikkanumeroineen	47

Kuviot

Kuvio 1 Esimerkki varaston vaihtelusta.....	12
Kuvio 2 ABC-analyysi (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 457).....	16
Kuvio 3 Tuotantolinja (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 476).....	19
Kuvio 4 Funktionaalisen layoutin toimintamalli (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 477).....	21
Kuvio 5 Solulayoutin materiaalivirtaus (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 478)	22
Kuvio 6 Imuohjaus (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 423)	26
Kuvio 7 Työntöohjaus (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 423)	26
Kuvio 8 Tilauksen kohdennuspiste (Muokattu lähteestä Logistiikan maailma n.d., Tilauksen kohdennuspiste).....	27
Kuvio 9 Puttipajan uusi layoutsuunnitelma	33
Kuvio 10 Alakerran varastotilojen suunnitelma	35
Kuvio 11 Puttipajan yläkerran suunnitelma	36

Taulukot

Taulukko 1 Varmuuskertoimet eri palvelutasoille	12
Taulukko 2 Varmuusvaraston laskentakaavat (Muokattu lähteestä Talluri ym. 2004, 65).....	13
Taulukko 3 Arvioidut kustannukset ehdotetuista hankinnoista	38
Taulukko 4 Esimerkkilaskelma muutosten tuomista tuotoista.....	39

1 Johdanto

1.1 Työn tarkoitus ja rajaaminen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia mahdollisia ongelmakohtia kynttilätehtaan varastoinnin ja tuotantologistiikan osalta. Yrityksen puolesta oli toiveena, että mahdollisissa muutoksissa käytettäisiin jo olemassa olevia materiaaleja ja resursseja. Joitakin investointeja on myös mahdollista tehdä tarpeen vaatiessa. Opinnäytetyön tavoitteina oli työkuorman tasaaminen, kriittisten kapeikkojen tunnistaminen ja riskien vähentäminen, varastotilojen parempi hyödyntäminen ja tuotannon sisäisten virtojen tehostaminen. Varastojärjestelmät rajattiin tästä opinnäytetyöstä pois ja päätettiin keskittyä varsinaisten varastotoimintojen parantamiseen. Tutkimuskysymyksiä asetettiin kaksi:

1. Miten tuotantoon ja varastoon liittyvä tilanhallinta järjestetään Puttipajalla?
2. Voiko varaston tilanhallintaa tehostaa uudella layout -suunnittelulla?

1.2 Puttipaja Oy

Puttipaja Oy on Vaajakoskella vuodesta 1976 asti toiminut kynttilätehdas, jossa kynttilät valmistetaan käsityönä. Aluksi pajalla tehtiin kynttilöitä tukkumyyntinä lahja- ja käsityömessuja varten. Nykyään kynttilöitä myydään myös marketeissa, tavarataloissa ja liikennemyymälöissä ympäri Suomen. (Puttipaja Oy N.d.)

Puttipajan valikoimiin kuuluu nykyisin myös paljon erilaisia sisustustarvikkeita, tekstiilejä ja nalleja. Puttipajalla on oma sisustusmyymälä Vaajakosken Naissaareissa ja Puttipajan tuotteita saa myös tilattua yrityksen verkkokaupasta. Kynttilöiden lisäksi Puttipaja myy muun muassa sesongin mukaisia koristeita, astioita, kynttilänjalkoja ja -alusia, mansetteja, lyhtyjä, tekstiilejä ja huonekaluja. Osa tuotteista on itse suunniteltuja ja osa maahantuontituotteita. (Puttipaja Oy N.d.)

1.3 Tutkimusmenetelmät

1.3.1 Kvantitatiivinen tutkimus

Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät ovat alun perin lähtöisin luonnontieteistä, mutta niitä käytetään myös paljon sosiaali- ja yhteiskuntatieteissä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa korostuvat yleispätevät syy- ja seurauksen lait. Tämä ajattelumalli on syntynyt filosofisesta suuntauksesta, jossa ajateltiin, että kaikki tieto saadaan suorista aistihavainnoista ja loogisesta päättelystä, joka perustuu näihin havaintoihin. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 139)

Keskeisiä asioita kvantitatiivisessa tutkimuksessa ovat:

- Johtopäätökset aiemmista tutkimuksista
- Aiemmat teoriat
- Hypoteesien esittäminen
- Käsitteiden määrittely
- Aineiston keruun suunnitelmat
- Määrällinen tai numeerinen mittaaminen
- Koehenkilöiden tai tutkittavien henkilöiden valinta
- Muuttujien ja aineiston saattaminen taulukkoon tai muutoin tilastollisesti käsiteltävään muotoon
- Päätelmien teko aineiston tilastolliseen analysointiin perustuen

Ennen tutkimuksen aloittamista on tutkijan ensin laadittava tarkoituksen mukainen viitekehys. Viitekehyksellä tarkoitetaan tässä edellä mainittuja toimenpiteitä ennen varsinaista aineiston keruuta. Viitekehyksessä esitetyt teoriat antavat mahdollisuuden esimerkiksi tuoda esille ja järjestää ideoita, paljastaa ongelmakohtia aiheesta sekä osoittaa näennäisesti erillisten ongelmien yhteyksiä. (Mts. 140-142)

Käsitteet ovat tutkijalle tärkeitä työkaluja, joten ne täytyy tutkimuksessa myös määritellä tarkasti. Keskeisimmät tutkimuksen termit ja käsitteet on määriteltävä, kun ne tulevat esille ensimmäisen kerran. Mikäli termiä ei osaa määritellä tarpeeksi tarkasti, olisi sen käyttöä vältettävä. Määrittely on syytä tehdä riittävällä tarkkuudella, koska se muun muassa rajaa ja täsmentää käsitettä, antaa käsitteelle merkityksen sekä luo normin käsitteen käytölle. (Mts. 151-152)

Perinteisiä kvantitatiivisia tutkimusstrategioita on kolme:

1. Kokeellinen tutkimus, jossa mitataan muuttujien vaikutusta toisiinsa. Tässä menetelmässä usein valitaan populaatiosta näyte, jota analysoidaan erilaisten koejärjestelyjen avulla olosuhteita muutellen. Aikaansaadut muutokset mitataan numeerisesti. Yleensä tähän sisältyy myös hypoteesien testausta.
2. Survey-tutkimus, jossa kerätään standardimuotoista tietoa tietyltä ihmisryhmältä. Aineisto voidaan kerätä jokaiselta yksilöltä esimerkiksi tutkimusta varten rakennetulla kyselylomakkeella tai haastattelulla. Kerätyllä aineistolla voidaan kuvailla, vertailla ja selittää tutkittavaa ilmiötä.
3. Case study eli tapaustutkimus, jossa kerätään yksityiskohtaista tietoa yksittäisestä tapauksesta tai toisiinsa yhteydessä olevasta pienestä joukosta tapauksia. Kohteena voi olla esimerkiksi tilanne, joukko tapauksia tai yhteisö. Usein tällä menetelmällä tutkitaan erilaisia prosesseja yhteydessä ympäristöönsä. Tapaustutkimus voidaan toteuttaa sekä kvantitatiivisesti, että kvalitatiivisesti. (Hirsjärvi ym. 2009, 134-135)

1.3.2 Kvalitatiivinen tutkimus

Kun kvantitatiivisessa tutkimuksessa usein tarkastellaan taulukoita, tilastoja ja numeerisia tietoja, kvalitatiivinen tutkimus keskittyy laadulliseen tutkimukseen eli niin sanotusti todellisen elämän kuvaamiseen. Kvalitatiivinen tutkimus tutkii kohdetta kokonaisvaltaisesti ja voidaan sanoa, että siinä yritetään ennemminkin löytää tai paljastaa tosiasioita, kuin todentaa jo olemassa olevia väittämiä. (Hirsjärvi ym. 2009, 160-161)

Kvalitatiiviselle tutkimukselle on tyypillistä muun muassa, että siinä hankitaan tietoa kokonaisvaltaisesti todellisista tilanteista, käytetään pääasiassa ihmisiä tiedon lähteenä sekä käytetään aineiston hankintaan laadullisia menetelmiä. Laadullisia metodeja ovat esimerkiksi haastattelut ja havainnointi, joissa niin sanotusti tutkittavien ääni pääsee kuuluviin. Tutkimuksessa ei yleensä käytetä satunnaisotoksen menetelmää, vaan kohdejoukko valitaan kyseiseen tutkimukseen tarkoituksenmukaisesti. Tarkkaa tutkimussuunnitelmaa ei kvalitatiivisessa tutkimuksessa välttämättä ole,

vaan se muotoutuu vähitellen tutkimuksen edetessä. Suunnitelmia voidaan siis muuttaa joustavasti olosuhteiden mukaan. (Mts. 164)

Kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä ovat esimerkiksi haastattelut, havainnointi ja kyselyt. Vaikka kyselyt useimmiten käsitetään kvantitatiiviseksi menetelmäksi, voidaan kuitenkin kvalitatiivisessakin tutkimuksessa hyödyntää esimerkiksi avoimia kyselyitä. Avoimessa kyselyssä kysymykseen ei ole annettu vastausvaihtoehtoja, vaan vastaaja kirjoittaa näkemyksensä omin sanoin. Avoimella kyselyllä saadaan kuva siitä, mikä vastaajan mielestä on keskeistä aiheessa. (Mts. 194-195, 198)

Haastattelussa kerätään haastateltavalta tietoja ennalta määritellyillä kysymyksillä. Toisin kuin kyselyssä, haastattelussa ollaan aina suorassa kielellisessä vuorovaikutuksessa tutkittavan kanssa. Tästä voi olla sekä hyötyjä että haittoja. Isoimpana etuna haastattelussa pidetään sen joustavuutta. Haastattelun aikana on vielä mahdollista tarkentaa kysymyksiä ja siten saada yksityiskohtaisempia tietoja. Haastattelu voidaan myös esimerkiksi valita sen vuoksi, että kysymyksessä on vähän tunnettu alue, joten tutkijan on vaikea ennakoida vastausten suuntaa. Haastattelu voidaan toteuttaa yksilö-, pari- tai ryhmähaastatteluna. (Mts. 204-205, 210)

Kyselyitä ja haastatteluja tukemaan on vielä yksi menetelmä, havainnointi. Kyselyissä ja haastatteluissa ihmiset kertovat, mitä ajattelevat, tuntevat ja uskovat. Niistä selviää, miten tutkittavat havaitsevat ympärillä tapahtuvat asiat, mutta eivät kerro mitä todellisuudessa tapahtuu. Havainnoinnin avulla saadaan selville, toimivatko ihmiset niin kuin sanovat toimivansa. Havainnoinnilla saadaan välitöntä tietoa esimerkiksi organisaation toiminnasta todellisessa ja luonnollisessa ympäristössä. (Hirsjärvi ym. 2009, 212-213)

Havainnointi voidaan luokitella systemaattiseen ja osallistuvaan havainnointiin. Systemaattisessa havainnoinnissa havainnoija on kohteen ulkopuolinen toimija ja itse havainnointi on systemaattista ja jäsenneiltyä. Osallistuvassa havainnoinnissa taas havainnoija osallistuu tutkittavan ryhmän toimintaan. Tällainen havainnointi muotoutuu vapaammin tilanteen mukaan. Karkeasti voidaan yleistää, että kvantitatiivisesti painottuneissa tutkimuksissa käytetään systemaattista havainnointia ja osallistuvaa havainnointia kvalitatiivisissa tutkimuksissa. (Mts. 214-215)

Systemaattinen havainnointi tehdään yleensä tarkasti rajatussa tilassa, kuten esimerkiksi laboratorioissa, tutkimushuoneissa tai luonnollisissa tilanteissa, kuten työpaikoilla. Systemaattiseen havaintojen tekemiseen ja tallentamiseen on kehitetty muutamia erilaisia apukeinoja. Esimerkiksi ”tsekkauslistat” ovat tällaisia työkaluja, joissa on lueteltu eri toimintoja ja havainnoija merkitsee ylös, mikäli listan kohta esiintyy tutkimuskohteessa. Myös erilaisia arviointiskaaloja voidaan käyttää laadulliseen tarkkailuun jostakin tutkittavasta piirteestä. Skaalat voivat olla numeerisia tai sanallisia (esimerkiksi: erinomainen – hyvä – keskinkertainen – huono tai asteikko 1-5). (Mts. 215-216)

Osallistuvassa havainnoinnissa tutkija osallistuu ryhmän toimintaan osana ryhmää. Havainnoijan osallistumisen aste voi myös vaihdella. Täydellisessä osallistumisessa tutkija pyrkii täysin ryhmän jäseneksi. Tästä voi kuitenkin tulla ongelmia sen suhteen, miten kertoa tutkittaville tutkimuksesta. Vaihtoehto tälle voi olla tutkimus, jossa tutkittaville kerrotaan heti aluksi tutkijan roolista havaintojen tekijänä. Tämän jälkeen tutkija pyrkii luomaan hyvät suhteet tutkittaviin ja osallistumaan ryhmän toimintaan. (Mts. 216-217)

1.3.3 Valmiit aineistot

Tutkimusaineiston hankintaan on olemassa paljon erilaisia menetelmiä. Vaikka yleensä tutkija kerää omat aineistonsa havainnoista, on kuitenkin joskus mahdollista ja syytäkin käyttää valmiita aineistoja. Esimerkiksi joitakin valmiita ja kyseiseen tutkimukseen hyödynnettävissä olevia kyselyiden tuloksia voi käyttää aineistona, jos siitä löytyy kaikki tarvittava tieto. Tutkimuksen arvo ei välttämättä laske sen mukaan, miten aineisto on hankittu. Tutkimusongelman joihinkin osiin on myös mahdollista saada suoraan vastaus jostakin valmiista aineistosta, joten kaikkea aineistoa ei välttämättä tarvitse kerätä itse. Valmiita aineistoja on mahdollista kerätä esimerkiksi virallisista tilastorekistereistä, tilastotietokannoista, arkistoista ja aiempien tutkimusten tuottamista materiaaleista. Usein valmiita aineistoja joudutaan kuitenkin muokkaamaan, mikä voi olla työlästä. Tutkija voi myös haluta päättää tarkemmin aineiston sisällöstä ja päätyä keräämään itse oman aineistonsa. (Hirsjärvi ym. 2009, 186-189)

2 Varastointi

2.1 Varastoinnin merkitys

Sanalla ”varasto” voidaan suomen kielessä tarkoittaa kahta asiaa. Taloudellisesta näkökulmasta sillä tarkoitetaan yritykseen hankittuja materiaaleja, jotka eivät ole tuotannossa tai esimerkiksi valmistuotevarastoa myyntiin lähteville tuotteille. Teknisestä näkökulmasta sillä taas tarkoitetaan fyysistä paikkaa, jossa kyseisiä materiaaleja tai tuotteita varastoidaan. Englannin kielessä nämä kaksi määritelmää onkin eroteltu eri sanoiksi, inventory ja warehouse. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011)

Jokaisen osakeyhtiön tarkoitus on tuottaa omistajilleen voittoa. (Osakeyhtiölaki 2006, 5 §) Teollisuudessa yleensä yritetään saada tuotettua hyväksyttävää laatua mahdollisimman pienillä kustannuksilla. Teollisessa yrityksessä varastoinnilla ja logistiikalla on iso merkitys yrityksen tuloksen kannalta. Teollisuuden ja kaupan alan yritysten logistiikkakustannusten osuus koko liikevaihdosta oli 13,4 %. (Laari, Lorentz, Malmsten, Ojala, Solakivi, Töyli, Viherlehto 2014, 16) Tämä tarkoittaa sitä, että pieniläkin parannuksilla logistiseen ketjuun, voi olla suuri vaikutus yrityksen menestykseen. (Hokkanen ym. 2011, 128)

Varastointi teollisessa yrityksessä on lähes aina lyhytaikaista. Varastointi sitoo aina pääomaa, joten yleensä varastot pyritään pitämään mahdollisimman pienenä, kuitenkin unohtamatta toimitusvarmuutta. Fyysisten varastotilojen ylläpito myös saattaa maksaa huomattavia summia. Logistiikkaselvityksen (Laari ym. 2014, 18) mukaan varastointikustannukset vuonna 2013 yhteensä Suomen yrityksissä olivat noin 5,9 mrd. euroa ja varastoon sitoutuneen pääoman osuus noin 6,4 mrd. euroa. Yhdessä ne muodostivat yli puolet kaikista logistiikkakustannuksista 2013. Selvityksen mukaan rahan sitoutumisaika on ollut yrityksissä nousussa vuodesta 2006 asti.

Mikäli varastotilat sijaitsevat tuotantolaitoksen sisällä, ne myös saattavat aiheuttaa ahtautta. Näistä syistä varaston kiertonopeus yritetään saada nopeaksi, jotta suuria varastoja ei tarvita. Varaston kiertonopeudella tarkoitetaan sitä, kuinka monta kertaa vuodessa yrityksen varastot kulkevat koko tuotantoprosessin läpi. Varasto kiertonopeus voidaan laskea jakamalla varaston vuotuinen käyttö keskivarastoarvolla. Esimerkiksi, jos vuotuinen varaston käyttö euroina on 200 000€ ja keskivarastoarvo on

20 000€, saadaan varaston kiertonopeudeksi $\frac{200\,000\text{€}}{20\,000\text{€}} = 10$. (Taloussanakirja n.d.) Varaston kiertonopeus vaihtelee melko paljonkin eri alojen välillä. Esimerkiksi vähittäiskaupan alalla kiertonopeus on noin 16,7 kun taas tukkukaupassa se on 11,2 ja puu- ja metsäalalla vain 6,8. Kuljetuksen ja logistiikan alalla kiertonopeus on melko suuri, noin 102,8. (Inventory Turnover Ratio Screening N.d.)

Varastointi on joka tapauksessa usein välttämätöntä, jotta saadaan varmistettua haluttu toimitusvarmuus. Sadan prosentin toimitusvarmuuteen ei kuitenkaan yleensä kannata pyrkiä, sillä se aiheuttaa enemmän kustannuksia, kuin siitä on hyötyä yritykselle. Liian alhainen toimitusvarmuus taas ajaa asiakkaat käyttämään kilpailijoiden palveluita tai tuotteita. Yritykset usein määrittelevät kokemuksen tai tutkimusten perusteella sille hyväksyttävän toimitusvarmuusprosentin. (Hokkanen ym. 2011, 128)

2.2 Varastomuodot

Teollisuudessa varastoinnilla usein tuetaan tuotantoa ja sen avulla saadaan mahdollisesti järkevämmiin aikataulutettua eri työvaiheet. Eri varastointimuodoilla vaikutaan siihen mitä, milloin ja missä tuotanto tapahtuu, ei niinkään tuotantotapoihin. (Bowersox, Closs 1996, 35)

Teollisuuden varastoinnissa varasto jaetaan eri osa-alueisiin sen mukaan, missä tuotannon vaiheessa tuotteet ovat. Varastot jaotellaan yleensä:

- Raaka-ainevarastoon
- Puolivalmiste-/välivarastoon (myös keskeneräinen tuotanto)
- Valmistuotevarastoon
- Tarvikevarasto
- Työvälinevarasto.

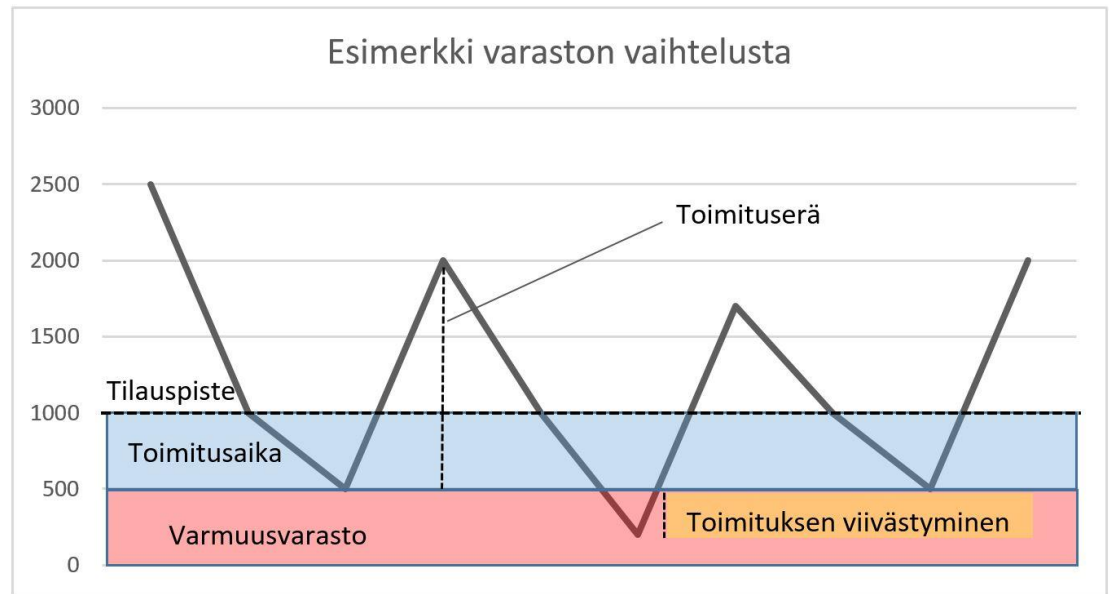
Raaka-ainevarastossa varastoidaan tuotteen valmistamiseen tarvittavat materiaalit. Raaka-aineiksi voidaan laskea myös ulkopuoliselta yritykseltä tilatut puolivalmisteet, jos niitä käytetään sellaisenaan oman tuotteen valmistukseen. Raaka-aineet tulevat usein suurissa erissä ja niistä kannattaa pitää suurempaa varmuusvarastoa. Materiaalitoimitusten häiriöistä johtuvat tuotannon keskeytykset ovat yritykselle erittäin kalliita. (Hokkanen ym. 2011, 125)

Puolivalmiste- tai välivarastossa varastoidaan yrityksen itsensä tuottamia, tuotannon eri vaiheissa olevia materiaaleja, joita on jo jalostettu raaka-aineista. Puolivalmistevarastoja tarvitaan silloin, kun tuotannon työvaiheita on useita, ja kun tuotetta ei voida siirtää eri vaiheiden välillä heti. (Mts. 125)

Valmistuotevarastossa säilytetään nimensä mukaisesti asiakkaalle toimitusvalmiita tuotteita. Tässä varastossa nimikkeiden yksikköhinta on yleensä suuri. Valmistuotevarasto siis sitoo suhteessa eniten rahaa varastoon, joten etenkin se kannattaa pitää mahdollisimman pienenä. (Mts. 125)

2.3 Varmuusvarasto

Koska usein teollisuudessa tuotteiden kysyntä saattaa vaihdella huomattavasti ja materiaalitoimituksissa saattaa esiintyä häiriöitä, yritykset pitävät varmuusvarastoa. Se tarkoittaa, että varastossa pidetään ylimääräistä materiaalia paikkaamaan mahdollisia toimitusongelmia tai kysyntäpiikkejä. Jos oltaisiin tilanteessa, jossa kysyntä on tasaista ja kaikki toimitusajat ovat vakioita, ei varmuusvarastoa tarvittaisi lainkaan. Käytännössä kuitenkin tällainen tilanne on lähes mahdoton, joten aina tarvitaan ainakin pieni varmuusvarasto. (Talluri, Cetin & Gardner 2004, 65) Toisaalta taas varmuusvarastolla ei voida estää kaikkia toimitusongelmia, mutta kuitenkin suurin osa niistä. Esimerkiksi, jos halutaan 95 %:in palvelutaso, noin puolet ajasta varmuusvarastoa ei tarvita. Noin 45 prosenttia ajasta varmuusvarastoa kuitenkin tarvitaan. Kuitenkin noin 5 %:ssa täydennyskierrosta on odotettavissa viivästyksiä toimituksissa. (King 2011, 33) Kuviossa 1 on havainnollistettu varmuusvaraston merkitystä kaaviolla.



Kuvio 1 Esimerkki varaston vaihtelusta

Yksinkertaisimmillaan varmuusvaraston laskemiseen voidaan käyttää kaavaa:

$$B = ks\sqrt{L}$$

Kaavassa k on varmuuskerroin, L hankinta-/toimitusaika ja s kulutuksen keskihajonta. Varmuuskerroin saadaan laskemalla käänteinen normaalijakauma halutusta palvelutasosta. Esimerkilaskut on esitetty taulukossa 1. (Valtanen 2012, 175)

Taulukko 1 Varmuuskertoimet eri palvelutasoille

Haluttu palvelutaso	Varmuuskerroin (k)
95 %	1,644853627
96 %	1,750686071
97 %	1,880793608
98 %	2,053748911
99 %	2,326347874

Edellä mainittu kaava pätee käytännössä kuitenkin vain, jos pelkästään kysyntä tai kulutus vaihtelee. Varmuusvaraston laskemiseen käytettävät kaavat monimutkaistuvat sitä mukaa, mitä useampi muuttuja kaavassa vaihtelee. Jos esimerkiksi sekä kysyntä että toimitusaika vaihtelevat täytyy edellä mainittuun kaavaan yhdistää myös toimitusajan vaihtelu. Taulukossa 2 on esitetty varmuusvaraston laskemiseen käytettävät kaavat sen mukaan, mikä muuttujista vaihtelee. (Talluri ym. 2004, 64-65)

Taulukko 2 Varmuusvaraston laskentakaavat (Muokattu lähteestä Talluri ym. 2004, 65)

		Toimitusaika	
		Vakio	Vaihteleva
Kysyntä	Vakio	Ei varmuusvarastoa	$R_L = RL$ $\sigma_L = \sqrt{R^2 s_L^2}$ $SS = F_{F_s^{-1}}(CSL)\sigma_L$
	Vaihteleva	$R_L = RL$ $\sigma_L = \sqrt{\sigma_R^2 L}$ $SS = F_s^{-1}(CSL)\sigma_L$	$R_L = RL$ $\sigma_L = \sqrt{\sigma_R^2 L + R^2 s_L^2}$ $SS = F_s^{-1}(CSL)\sigma_L$

Taulukon kaavojen merkinnät tarkoittavat:

- R = Ajanjakson keskimääräinen kysyntä
 - σ_R = Ajanjakson kysynnän keskihajonta
 - L = Keskimääräinen toimitusaika
 - s_L = Toimitusaikojen keskihajonta
 - SS = Varmuusvarasto
 - CSL = Haluttu palvelutaso
 - F_s^{-1} = Käänteinen normaalijakauma
- (Talluri ym. 2004, 64)

2.4 Varastovalvonta

Varastovalvonnalla tarkoitetaan varastosaldojen valvontaa tuote ja nimikekohtaisesti. Varastosaldoja on tärkeää valvoa, sillä ne usein vaikuttavat olennaisesti tuotantolaitoksen toiminnanohjaukseen. Esimerkiksi optimaalisten tuotantoerien, materiaalihankintojen sekä toimitusaikojen määrittelyssä tarvitaan varastomäärien tiedot. (Haverila, Kouri, Miettinen & Uusi-Rauva 2009, 450)

2.4.1 Varastokirjanpito

Varastokirjanpito tarkoittaa, että varastosaldoja seurataan ajantasaisesti tarkalla kirjanpidolla. Yleensä yrityksissä on käytössä jokin sähköinen varastokirjanpitojärjestelmä tätä varten. Kaikki varastoon tulevat ja sieltä lähtevät materiaalit kirjataan järjestelmään. Esimerkiksi tuotantoerän valmistuminen, tavaran saapuminen ja tilausten lähetys merkitään sinne. Tällöin järjestelmä laskee automaattisesti kunkin tuotteen, puolivalmisteiden ja eri materiaalien varastosaldot. (Haverila ym. 2009, 451)

Sähköisessä järjestelmässä on myös yleensä mahdollista määritellä tilauspiste jokaiselle tuotteelle ja materiaalille erikseen. Kun jonkin materiaalin varastosaldo alittaa kyseisen rajan, järjestelmä voi antaa siitä ”hälytyksen” tai hankintaehdotuksen. (Haverila ym. 2009, 451)

2.4.2 Visuaalinen valvonta

Visuaalisen valvonnan menetelmässä varastosaldoa valvotaan työntekijöiden toimesta materiaalin varastopisteessä. Yleisin menetelmä on niin kutsuttu ”kahden laatikon menetelmä”, jossa nimike varastoidaan kahteen laatikkoon, ja toisen tyhjentyessä tilataan nimikettä lisää. Laatikot on mitoitettu siten, että jäljelle jäävä laatikko riittää vähintään tuotteen toimitusajaksi. Tällaista menetelmää käytetään usein halvaille ja hankalasti laskettaville tuotteille, kuten esimerkiksi ruuveille ja muttereille. Menetelmä on myös sovellettavissa isommillekin tavaroille ja määriille, kuten kuormalavoille. (Haverila ym. 2009, 452)

2.4.3 Inventointi

Inventointi tarkoittaa varastossa olevien materiaalien laskemista käsin. Tätä voidaan käyttää silloin, kun tuotteita on useita ja niihin kuuluu eri määriä materiaalia. Tällöin voi olla vaikeaa seurata ajantasaisesti materiaalin kulutusta, joten esimerkiksi kerran viikossa tapahtuva inventaario on paras tapa suunnitella seuraavat materiaalihankinnat. Kuitenkin, vaikka yrityksessä olisi tarkka varastokirjanpito, joudutaan silti tekemään silloin tällöin inventaarioita kirjanpidon mahdollisten virheiden korjaamiseksi. (Haverila ym. 2009, 452)

2.4.4 Tilausohjautuvat hankinnat

Tilausohjautuvilla hankinnoilla tarkoitetaan sitä, että materiaaleja ei pidetä lainkaan varastossa vaan niitä tilataan sitä mukaa kun asiakkaat tilaavat tuotteita. Tällaista menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi silloin, kun tuotteen myyntiennusteet ovat epävarmoja tai materiaalia ei jostain syystä pystytä varastoimaan. Tämä menetelmä toimii parhaiten silloin, kun tuotteen toimitusaika on melko lyhyt. (Haverila ym. 2009, 450)

2.4.5 Vendor managed inventory (VMI)

VMI tarkoittaa toimittajan valvomaan varastoa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että toimittaja on vastuussa varaston riittävydestä yrityksessä. Tällöin toimittaja voi seurata omien järjestelmiensä kautta toimittamiensa tuotteiden varastomääriä yrityksessä. Useimmiten toimittajalla on kuitenkin pääsy yrityksen järjestelmiin suoraan, jolloin valvonta helpottuu. Toimittaja ja yritys sopivat yhteisesti tilauskäytännöistä siten, että toimittaja voi suunnitella toimituksen sille kannattavimmalla tavalla. (Haverila ym. 2009, 453)

2.5 ABC-analyysi

ABC-analyysi on menetelmä, jolla erotellaan merkittävät tapahtumat vähemmän merkityksellisistä. Useimmiten analyysiä käytetään varaston nimikkeitä toisistaan varastoarvon perusteella. Analyysi perustuu Pareton periaatteeseen jonka mukaan missä tahansa ilmiössä 80% seurauksista johtuu 20%:sta syistä. Varastoinnin ABC-analyysissä tämä tarkoittaa sitä, että 80% myynnistä tulee 20%:sta tuotteista. Tämä suhdeluku kuitenkin vaihtelee usein tuotevalikoiman laajuuden mukaan. (Haverila ym. 2009, 457-458; Bowersox, Closs 1996, 299-300)

Analyysin avulla tuotteet voidaan siis jakaa A-, B- ja C-luokkiin jossa A-tuotteet tuottavat 80% yrityksen myynnistä, B-tuotteet 15% ja C-tuotteet 5%. Tuoteluokituksia voi olla enemmänkin ja prosenttiosuudet voivat vaihdella hieman. Periaate on kuitenkin aina sama. Menetelmän käyttötarkoituksena voi olla esimerkiksi varastopaikkojen optimaalinen sijoittelu luokitusten avulla. Yleensä siis A-tuotteet sijoitetaan varas-

saattaa pahimmassa tapauksessa aiheuttaa pysyviä vammoja. Myös taakan putoaminen tai sen aiheuttama kaatuminen voi olla riskinä nostotyössä. (Työterveyslaitos 2015, nostotyö)

Taakan nostaminen tai siirtäminen pitäisi aina mahdollisuuksien salliessa korvata mekaanisilla apuvälineillä. Mikäli kuitenkin niitä ei voida koneellistaa, täytyy kiinnittää huomiota oikeaan nostotekniikkaan. Huomioon otettavia asioita ovat ainakin:

- Riittävästi tilaa nostoille
- Nosto-opastusta työntekijöille
- Vahvoja alaraaja- ja pakaralihaksia hyödynnetään nostoissa
- Taakka tulisi pitää mahdollisimman lähellä vartaloa
- Tasainen nostosuoritus (ei riuhtaisu)
- Vältetään kierto liikkeitä ja taivutuksia

Lainsäädännössä ei suoraan aseteta tarkkoja kilorajoja nostoille. Kuitenkin usein nosto-opastuksessa käytetään apuna eurooppalaista koneturvallisuusstandardia, joka on alun perin suunniteltu koneen suunnittelijoille ja rakentajille ohjeistukseksi koneiden käytössä tapahtuviin nostoihin ja siirtoihin. Standardissa määritellään yksittäisten nostojen maksimitaakaksi 25 kg tai jos käyttäjäryhmässä on sekä vanhoja että nuoria työntekijöitä 15 kg. Erityisen harjaantuneille nostajille sallittaisiin jopa 40 kilogramman taakka. Taakan etäisyys tulisi olla korkeintaan 25 cm ja taakka on 75 cm:n korkeudella. (Työterveyslaitos 2015, nostotyö)

Toinen ergonomiaan liittyvä asia on toistotyö. Toistotyötä esiintyy paljon muun muassa teollisuudessa ja palvelualoilla. Toistotyö määritellään siten, että yksi työvaihe kestää vähemmän kuin 30 sekuntia tai työvaiheessa on samojen liikkeiden toistoa yli puolet vaiheajasta. Esimerkkeinä toistotyöstä mainittakoon valmistus- ja pakkaustyö teollisuudessa tai kaupan kassatyö. (Työterveyslaitos 2015, toistotyö)

Toistotyö otetaan huomioon myös työturvallisuuslaissa. Työturvallisuus laissa sanotaan, että työpisteen rakenteet ja työvälineet on valittava ja sijoitettava työn luonne ja työntekijän edellytykset huomioon ottaen ergonomisesti asianmukaisella tavalla. Niiden tulee olla mahdollisuuksien mukaan säädettävissä ja järjestettävissä sekä käyttöominaisuuksiltaan sellaisia, että työ voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta. (Työturvallisuuslaki 2002, 24 §)

3 Tuotantologistiikka

3.1 Tuotannon layout

Tuotantotilojen layoutsuunnitteluun vaikuttaa moni asia, riippuen yrityksen tuottamista tuotteista ja niiden ominaisuuksista sekä tuotantovolyymeista. Myös yrityksen määrittelemä tuotantostrategia ja tuotannonohjausmenetelmät. Yleisimpinä vaihtoehtoina yrityksissä käytetään tuotantolinjaa, funktionaalista tuotantoa ja tuotantosuoluja. Myös näiden erilaisia yhdistelmiä voidaan käyttää riippuen yrityksen tuotevalikoimista. Jos yritys valmistaa laaja-alaisesti erityyppisiä tuotteita, se voi käyttää eri tuotteille eri tuotannon layouteja. Hyvällä layoutsuunnittelulla voidaan, samoin kuin varastoinnissakin, vähentää huomattaviakin summia tuotteen yksikkökustannuksissa. (Haverila ym. 2009, 475)

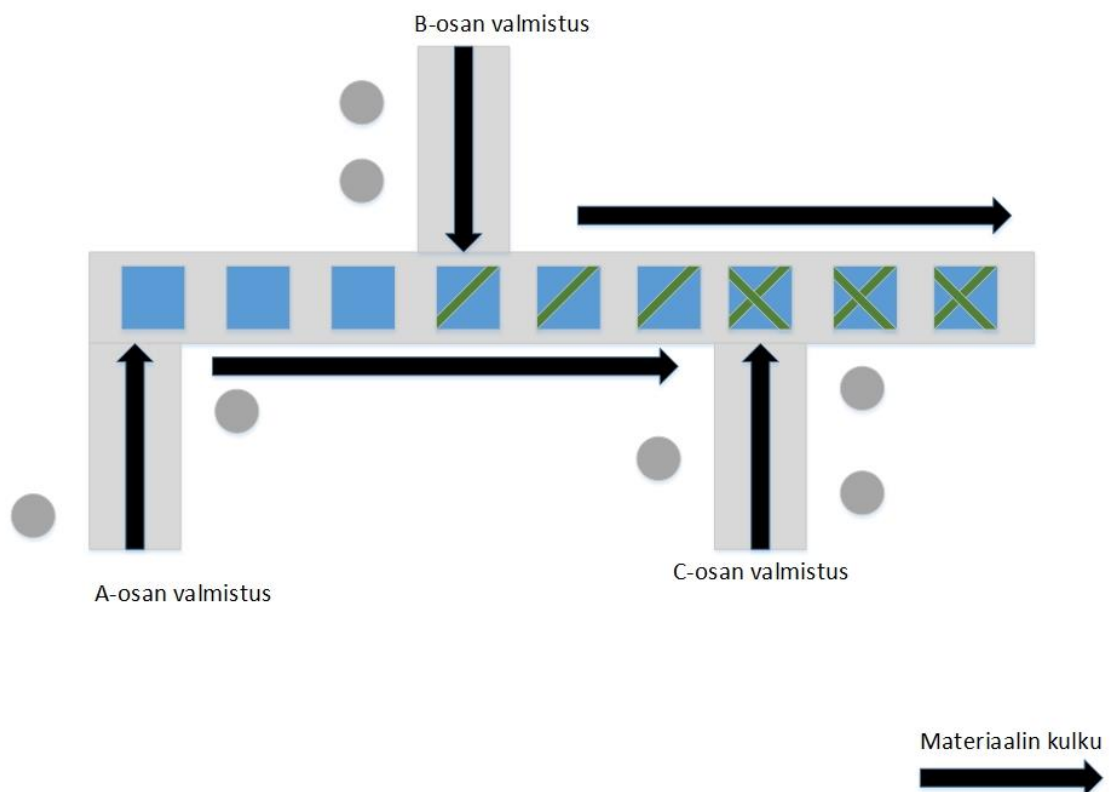
3.1.1 Tuotantolinja

Tuotantolinjalla tarkoitetaan sitä, että valmistukseen tarvittavat koneet ja laitteet on sijoitettu ja ryhmitelty tuotteen eri vaiheiden mukaan oikeaan järjestykseen ensimmäisestä viimeiseen. Nimensä mukaisesti tuotantolinjan laitteet on järjestetty usein mahdollisimman suoraan linjaan, jotta prosessin kulku olisi mahdollisimman tehokasta. Etenkin suuremmissa yrityksissä tuotantomäärien ollessa isoja, käytetään materiaalien siirtoon kuljettimia ja muuta automaatiota. Tämä vähentää työntekijöiden tarvetta kulkea työpisteeltä toiselle ja näin säästää aikaa. Tällä menetelmällä saadaan selkeät materiaalivirrat ja tehokas tuotanto. (Haverila ym. 2009, 475-476; Miltenburg 2005, 54-56)

Vaikka linjatuotanto on erittäin tehokas tuotantomalli, se ei kuitenkaan sovi kaikkiin tilanteisiin. Linjatuotannon toteuttaminen voi olla erittäin kallista, joten pienillä tuotantovolyymeilla tuotantolinjaa ei kannata rakentaa. Tuotantolinja täytyy olla tehokkaassa käytössä, jotta siitä saadaan täysi hyöty irti. Tuotantolinjalla valmistettavien tuotteiden täytyy myös olla samankaltaisia, koska linjaa on hankala muuttaa erityyppisen tuotteen valmistukseen soveltuvaksi, ellei siitä ole tehty alun perin muunneltavaa. (Haverila ym. 2009, 475-476)

Muita riskejä tässä tuotantomallissa voi olla erilaiset häiriötekijät. Laitteiden rikkoutuminen voi aiheuttaa koko linjan pysähtymisen, mikä voi aiheuttaa suuria kustannuksia, jos vikaa ei saada heti korjattua. Laitteiston kunnosta huolehtiminen nousee linjatuotannossa tärkeäksi, ja monilla suurilla yrityksillä onkin oma huoltohenkilöstö. Myös ulkoistetulla huollolla voi kuitenkin saada nopeasti huollon paikalle. (Mts. 475-476)

Laadunvalvonta on myös tärkeää tässä tuotantomallissa. Kun tuotanto nopeutuu, saattaa helposti tulla myös laatuvirheitä. Mikäli linjatuotannossa työpisteillä työ tehdään käsin, saattaa tapahtua inhimillisiä virheitä kiireessä. Automaatiolla saadaan yleensä melko hyvin tuotettua tasaista laatua, mutta koneetkin voivat pettää. Nopeassa tuotannossa usein käytetään myös laadunvalvontaan automaattista laitetta. Esimerkki tuotantolinjasta on esitetty kuviossa 3. (Mts. 475-476)

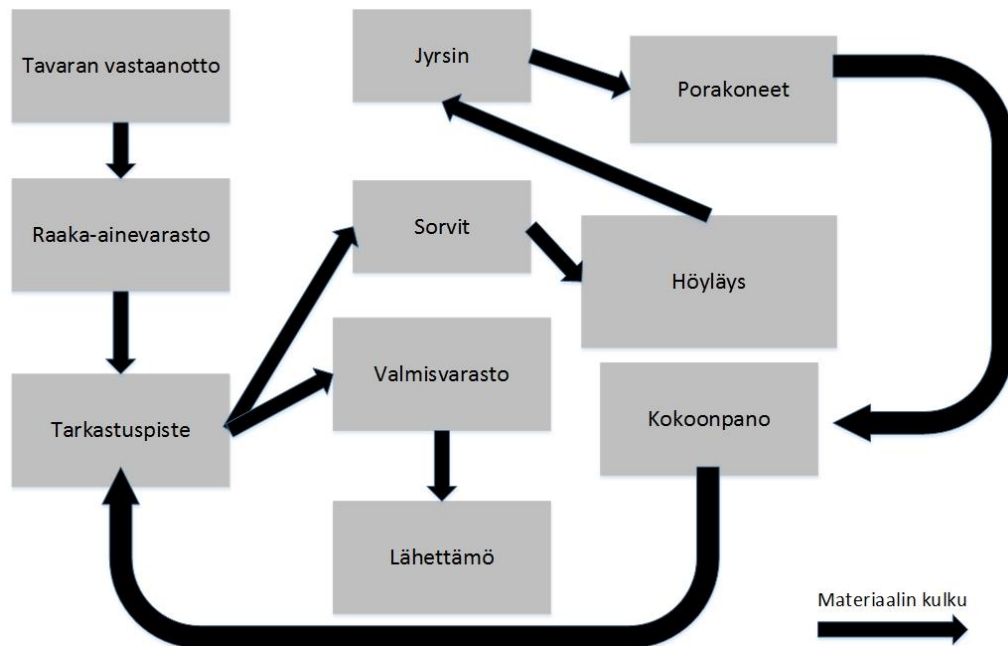


Kuvio 3 Tuotantolinja (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 476)

3.1.2 Funktionaalinen tuotanto

Funktionaalinen layout tarkoittaa sitä, että samankaltaisten työvaiheiden koneet ja työpisteet on ryhmitelty omiksi kokonaisuuksiksi tai osastoiksi. Teollisessa tuotannossa voivat esimerkiksi kaikki hitsauspisteet olla sijoitettuna yhteen paikkaan, sorvit yhteen paikkaan ja niin edelleen. Tällaisessa tuotantolayoutissa on helppoa säädellä esimerkiksi eräkokoja. Valmistettavan tuotteen muokkaaminen tai vaihtaminen toiseen käy myös helpommin. Funktionaalinen layout on yleensä helpompi ja edullisempi ratkaisu yrityksille rakentaa. Tämä on pienemmillä ja vaihtelevammilla tuotantomäärillä parempi ratkaisu kuin tuotantolinja. (Peltonen 1997, 45; Miltenburg 2005, 329)

Tällaiseen layoutiin on hankalampi saada automaatiota mukaan, sillä työvaiheet voivat olla hyvinkin erilaisia eri tuotteilla. Funktionaalisisessa layoutissa tuotannonohjauksella on suuri merkitys ja siihen täytyy panostaa. Eri työpisteillä vaiheajat voivat vaihdella, joten on tärkeää hallita eri pisteiden kuormitusta järjestelemällä ja priorisoida työt oikeaan aikaan. Liian suuria työjonoja pitäisi pyrkiä välttämään. Työjonot pidentävät aina tuotteen läpäisyäikää sekä kasvattavat keskeneräisen tuotannon varaston arvoa. Sisäisiä kuljetuksia eri työpisteiden välillä saattaa myös olla melko paljon, joten sekin osaltaan kasvattaa läpäisyäikoja. Materiaalivirrat saattavat myös olla tässä mallissa hieman sekavia ja risteävää liikennettä voi olla paljon. Funktionaalisisessa tuotannossa varsinaisen tuotteen valmistusajan osuus saattaa pahimmillaan olla vain kymmenen prosenttia koko läpäisyajasta. (Peltonen 1997, 45-46) Esimerkki funktionaalisen layoutin toiminnasta on esitetty kuviossa 4.



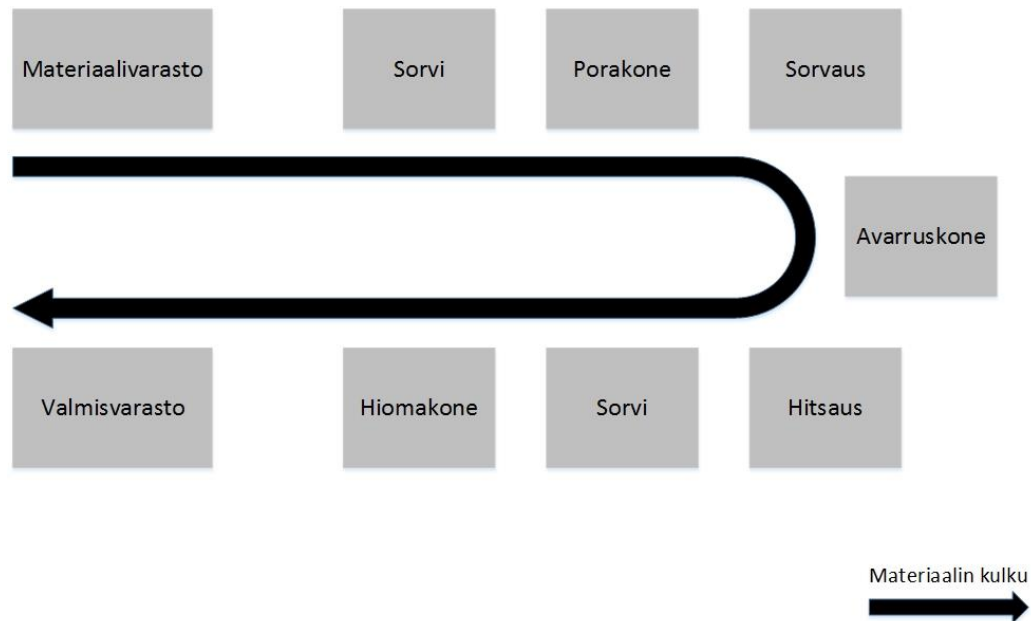
Kuvio 4 Funktionaalisen layoutin toimintamalli (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 477)

3.1.3 Solulayout

Solulayout on tavallaan yhdistelmä linjatuotannosta ja funktionaalisesta tuotannosta. Siinä työpisteet on jaettu eri koneista ja työpisteistä koostuviin soluihin. Toisin kuin funktionaalisisessa layoutissa, samassa solussa voi olla erityyppisiäkin koneita ja työpisteitä. Jokainen solu voi olla erikoistunut esimerkiksi jonkin yksittäisen osan valmistukseen tai tiettyyn työvaiheeseen. Tällaisella ratkaisulla saadaan vähennettyä tuotannon eri vaiheiden välisiä sisäisten siirtojen välimatkoja, kun esimerkiksi jonkin tuotteen kokoonpano ja maalausvaiheet ovat lähekkäin. Tässä ratkaisussa materiaali-
virrat saadaan myös selkeämmiksi verrattuna funktionaaliseen layoutiin. Teoriassa tässä mallissa ei tarvita välivarastoja. Siinä tapauksessa kuitenkin layoutin ja vaiheikojen suunnittelu täytyy olla erittäin hyvällä tasolla. (Haverila ym. 2009, 477-478, Miltenburg 2005, 53-54)

Tässä mallissa yhdistyy monia linja- ja funktionaalisen tuotannon hyviä puolia. Tuotteen läpimenoaika lyhenee verrattuna funktionaaliseen malliin, mutta linjatuotannosta poiketen eräkokoja ja tuotteen malleja on helpompaa vaihdella. Hyvin suunnitellussa solulayoutissa ei tule risteäviä materiaalivirtoja ja on siten tuotannonohjauksen kannalta paremmin hallittava malli. (Haverila ym. 2009, 477-478)

Solulayoutissa usein jaetaan nimikkeet niin kutsuttuihin ”tuoteperheisiin”. Tämä tarkoittaa siis sitä, että samoista raaka-aineista valmistettavat tuotteet jaotellaan omiin soluihin. Tällä saadaan aikaiseksi se, että tuotannon laitteiden asetusajat valmistettavaa tuotetta vaihdettaessa saadaan lyhemmiksi. Esimerkki solulayoutin materiaalivirtauksesta on esitetty kuviossa 5. (Mts. 477-478)



Kuvio 5 Solulayoutin materiaalivirtaus (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 478)

3.1.4 Tuoteverstas

Tämä layoutmalli on tavallaan myös solulayout. Erona kuitenkin siihen, tässä mallissa tuotantolaitos on jaettu omiin itsenäisiin verstaisiin tuotteen ominaisuuksien tai valmistustapojen mukaan. Tällaiset verstaat toimivat pääasiassa itsenäisesti tehtaansisällä ja ovat erikoistuneet oman tuotteen valmistukseen. Verstailla on omat johtohenkilöstönsä ja työntekijöitä tavallisesti kymmeniä. (Haverila ym. 2009, 478-479)

Tällä mallilla yritys pyrkii yksinkertaistamaan toiminnanohjausta ja sitä kautta parantamaan tuottavuutta. Tuottavuus nousee, kun verstaassa tehtävät ovat toistuvia ja työntekijöiden on mahdollista päästä kehittämään työn laatua ja tehokkuutta. Yksittäinen verstaas toimii ikään kuin tuotantolaitoksen yhtenä tavarantoimittajana laitoksen sisällä. (Haverila ym. 2009, 478-479)

3.2 LEAN-tuotanto ja 5S-menetelmä

LEAN-tuotantomenetelmän käsite on tulosta International Motor Vehicle Program tutkimusohjelmasta. Tutkimuksessa analysoitiin globaalin autoteollisuuden toimintaa ja tehokkuutta. Tutkimuksessa todettiin, että japanilainen tuotannon organisointitapa on paljon tuottavampi ja laadukkaampi, tarjoten samaan aikaan laajemman valikoiman autojen varustelussa ja malleissa. LEAN siis perustuu Just In Time -menetelmään (JIT), mutta on laajennettu käsite siitä. JIT taas tarkoittaa käytännössä sitä, että tuotannossa tarvittavat materiaalit saapuvat tuotantolaitokseen juuri oikeaan aikaan, kun niitä tarvitaan. Tällöin ei parhaassa tapauksessa tarvita lainkaan varastointia. (Haverila ym. 2009, 362)

5S-menetelmä on alun perin Japanissa kehitetty viiden kohdan menetelmä, jolla pyritään pääsemään eroon kaikesta turhasta ja varsinaista tuottavaa työtä haittaavasta materiaalista eroon. Myös tuottamattomat toiminnot pyritään poistamaan. Tämä kaikki tähtää yrityksen parempaan tuottavuuteen jo olemassa olevilla resursseilla. Toimiakseen hyvin, 5S on otettava yrityksessä käyttöön pysyvänä jokapäiväisenä toimintamallina, ei pelkästään yksittäisenä lyhytaikaisena projektina. Menetelmää on sovellettu maailmalla hyvin tuloksin suurissakin yrityksissä. 5S on monesti ensimmäinen askel siirryttäessä yrityksessä LEAN-ajatteluun. (Väisänen 2013; Liker 2006, 150-152)

Menetelmä on kuitenkin itsessään melko yksinkertainen. 5S-järjestelmässä on viisi eri kohtaa, jotka ovat:

- Seiri (Lajittelu)
Lajittelulla tarkoitetaan tässä yhteydessä myös turhista tavaroista luopumista. Tässä pyritään poistamaan työpaikalta kaikki tavarat, joita ei oikeasti tarvita varsinaisessa käsillä olevassa työssä. Näin saadaan lisää tilaa tarpeellisemmille tarvikkeille ja työvälineille.
- Seiton (Järjestäminen)
Järjestetään kaikille tarvittaville materiaaleille ja työvälineille oma paikkansa. Tämän jälkeen pidetään huolta siitä, että välineet palautuvat omille merkityille paikoilleen käytön jälkeen. Myös materiaalien ja tuotteiden nouto ja

siirto järjestetään mahdollisimman esteettömäksi. Näillä saadaan aikaan tehokkaampi, turvallisempi ja ergonomisempi työympäristö.

- Seiso (Puhdistaminen)

Työalueen siistinä pitäminen on tärkeä osa 5S:ää. Tämä tarkoittaa oman työpisteen päivittäistä siivoamista esimerkiksi päivän päätteeksi. Tätä kohtaa voidaan myös soveltaa toimistotyössä tietokoneen ”siivoamiseen”. Tämä tapahtuu samalla tavalla poistamalla kaikki turhat tiedostot, roskapostit, liitteet ym. tietokoneelta. Näin myös toimistotyöntekijöiden työympäristö pysyy siistinä ja tehokkaampana.

- Seiketsu (Standardisointi)

Standardisointi liittyy vahvasti aiempiin kohtiin. Tämä tarkoittaa, että tavaroille nimetyt merkitään selkeän visuaalisesti, jotta jokainen työntekijä näkee oikeat paikat tavaroille. Tässä voidaan esimerkiksi maalata tai teipata eri väreillä lattiaan työpisteiden paikat. Näin kaikki pystyvät helpommin noudattamaan oikeaa järjestystä.

- Shitsuke (Sitoutuminen, ylläpito)

Tämä kohta on erittäin tärkeä menetelmän onnistumisen kannalta yrityksessä. Työntekijöiltä ja myös yrityksen johdolta vaaditaan tiukkaa kuria järjestelmän noudattamiseen, etenkin alkuvaiheessa, jotta menetelmät saadaan vakiintumaan yrityksen normaaliin kulttuuriin. (Väisänen 2013; Liker 2006, 150-152)

3.3 Tuotannonohjaus

Tehtaan tuotantoa täytyy ohjata tuotteiden, valmistusmäärien ja eri osastojen kapasiteetin mukaan. Tuotannonohjauksessa määritellään valmistusjärjestys, valmistavat henkilöt/osastot ja tuotteen kuljetukset osastolta toiselle. Tuotannonohjausmenetelmiä on useita ja niiden toimivuus riippuu paljon tuotannon layoutista. (Haverila ym. 2009, 397)

3.3.1 Tarvelaskenta ja keskitetty ohjaus

Tarvelaskentajärjestelmää käytetään yleensä funktionaalisessa tuotannossa. Tarvelaskenta tapahtuu yleensä sähköisen tietojärjestelmän avulla. Tässä menetelmässä tarvitaan tiedot kaikista lopputuotteista ja niihin käytettävistä materiaaleista ja komponenteista sekä hankinta- ja läpäisyajoista. Lisäksi tarvitaan tiedot työvaiheiden kes- toista ja työajoista, varastotilanteesta ja esimerkiksi mahdollisten varaosien tar- peesta. Kaikkien tuotantolaitoksen osien täytyy olla mukana tarvelaskennassa, jotta se toimisi hyvin. Täydellinen tarvelaskenta ajetaan säännöllisesti, esimerkiksi kerran viikossa. Tämä menetelmä kuitenkin aiheuttaa joustamattomuutta tuotannon muut- tamiselle välissä. Tällaisen järjestelmän käyttöönotto voi viedä paljon aikaa ja rahaa, joten se ei välttämättä useinkaan ole paras mahdollinen. (Peltonen 1997, 121)

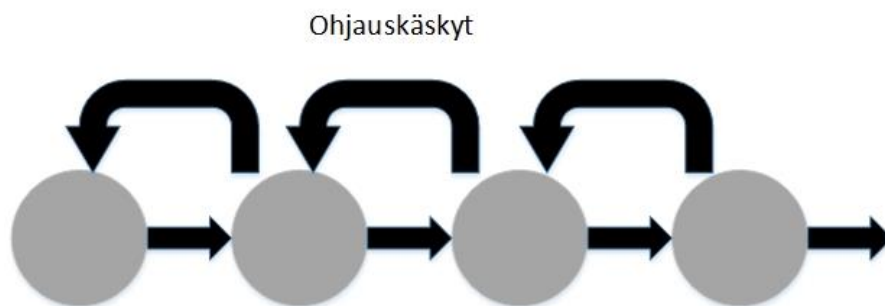
3.3.2 Materiaalin virtauksen mukaan hajautettu ohjaus

Tässä järjestelmässä käytetään osin samoja menetelmiä kuin tarvelaskentaan perus- tuvassakin, mutta osa päätöksenteosta annetaan käyttäjälle. Tämä soveltuu hyvin käytettäväksi solutuotannossa, jossa eri soluilla on yksilöllisiä ja toisista eroavia ra- kenteita tai menetelmiä. Ohjattavia nimikkeitä täytyy kuitenkin olla rajoitetusti, jotta menetelmä toimisi mahdollisimman hyvin. Tämä menetelmä tuo joustavuutta lisää verrattuna tarvelaskentamenetelmään, kun kunkin solun henkilöstö voi vaikuttaa itse paremmin tuotantoon. Tässä menetelmässä voidaan myös hyödyntää niin kutsuttua rullaavan suunnittelun periaatetta, jossa tuotannon suunnitelma tarkentuu tuotanto- ketjun edetessä. Tuotantosoluajattelu helpottaa tämän periaatteen hyödyntämistä. (Peltonen 1997, 119; Haverila ym. 2009, 410-411)

3.3.3 Imu- ja työntöohjaus

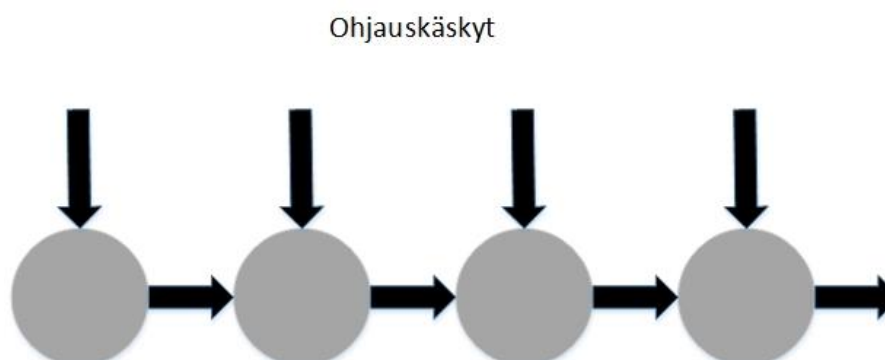
Imuohjauksella tarkoitetaan sellaista menetelmää, jossa tuotteita ja puolivalmisteita valmistetaan tai siirretään eteenpäin tuotannossa asiakastarpeen mukaan. Näin saa- daan rajoitettua keskeneräisen tuotannon (KET) ja valmistuotevaraston määrää. Tässä mallissa asiakas on siis tuotantoketjun seuraava vaihe, joka ohjaa edellistä vai- hetta. Yksi tapa toteuttaa imuohjausta ovat ”Kanban-kortit”. Jokainen kortti antaa lu- van valmistaa tai siirtää tuotetta tuotantoketjussa eteenpäin ja ilman tällaista korttia

tuotetta ei saa valmistaa. Korteja on tehtaalla tietty määrä, joka määrittelee kesken-eräisen tuotannon ja valmisvaraston ylärajan. Toinen yleisesti käytetty malli on kahden laatikon menetelmä, josta mainittiin aiemmin varasto-ohjauksen kohdalla. Tätä menetelmää pystyy tehokkaasti käyttämään, jos tuotannon tarve on melko tasaista ja materiaalin toimitusajat lyhyitä. (Logistiikan maailma n.d., Imuohjaus) Esimerkki imuohjauksesta on esitetty kuviossa 6.



Kuvio 6 Imuohjaus (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 423)

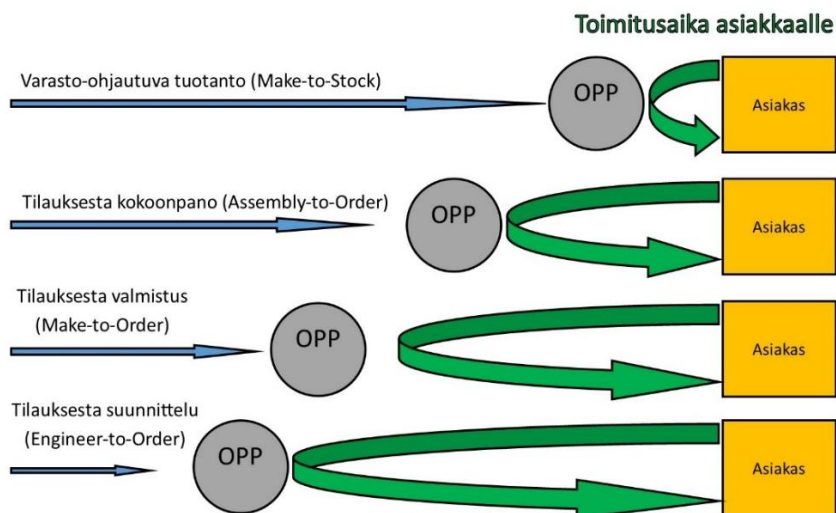
Työntöohjaus taas perustuu yleensä tarvelaskentaan. Tässä mallissa siis asiakkaiden tarve ei varsinaisesti suoraan ohjaa tuotantoa, vaan määrät perustuvat ennalta laadittuun suunnitelmaan. Joskus tällä termillä voidaan myös kuvata menetelmää, jossa myyntiennusteet eivät määrittele tuotannon määriä, vaan tuotteita valmistetaan tietty ennalta päätetty määrä ja sen jälkeen valmiit tuotteet ”työnnetään” markkinoille. (Logistiikan maailma, työntöohjaus n.d.) Kuvaus työntöohjauksesta on esitetty kuviossa 7.



Kuvio 7 Työntöohjaus (Muokattu lähteestä Haverila ym. 2009, 423)

3.4 Tilauksen kohdennuspiste

Order Penetration Point (OPP) eli tilauksen kohdennuspiste tarkoittaa sitä vaihetta tilaus-toimitusprosessissa, jolloin materiaalien tilaaminen tapahtuu. Tämä piste määrittää asiakkaan tilauksen läpimenoaikaa. Varasto-ohjautuvilla tuotteilla on lyhyin toimitusaika tilauksesta, kun taas tilauksesta valmistettavia tuotteita asiakas joutuu odottamaan kauemmin. Eli mitä lähempänä asiakasta tilauksen kohdennuspiste on, sitä lyhyempi on toimitusaika. Kuviossa 8 on havainnollistettu toimitusaikaa suhteessa tilauksen kohdennuspisteeseen. (Logistiikan maailma n.d., Tilauksen kohdennuspiste)



Kuvio 8 Tilauksen kohdennuspiste (Muokattu lähteestä Logistiikan maailma n.d., Tilauksen kohdennuspiste)

Tilauksen kohdennuspisteen valintaan ei voida antaa yksiselitteistä ohjetta. Mikäli tuotteilta odotetaan lyhyttä toimitusaikaa, se todennäköisesti täytyy tuottaa varasto-ohjautuvana. Tämä muoto toimii parhaiten isoilla myyntimäärillä ja yksinkertaisilla tuotteilla. Mitä enemmän yksilöitävä tuote on, sitä kauempana asiakkaasta tilauksen kohdennuspiste on. (Logistiikan maailma n.d., Tilauksen kohdennuspiste)

4 Nykytila-analyysi

Puttipajan suurimpina ongelmina olivat opinnäytetyön alkaessa tuotanto- ja varastotilojen ahtaus, selkeän varastonohjauksen puute, sekä varastopaikkojen nimeämättömyys. Puttipajalle oltiin opinnäytetyön alkaessa hankkimassa varastonhallintajärjestelmä ja siihen liitettyä viivakoodinlukijaa. Näistä lähtökohdista alettiin tutkia Puttipajan varastoinnin ongelmia. Liitteessä 3 on esitetty tehtaan layout työn alkuvaiheessa.

4.1 Tutkimuksen toteutus

Tutkimusmenetelminä opinnäytetyössä käytettiin tiedonkeruuseen pääasiassa kvalitatiivisia menetelmiä, joihin kuului työntekijöiden ja johdon haastatteluja sekä havainnointia itse tehtaalla. Haastateltavana työntekijäpuolelta oli suurimmaksi osaksi yrityksen varastoista pääasiassa vastaava henkilö sekä toimistopuolelta myynnin, laskutuksen ja markkinoinnin työntekijöitä. Haastatteluissa kerättiin tietoa yrityksen nykytilasta varastoinnin osalta. Haastattelut valittiin yhdeksi tutkimusmenetelmäksi sillä perusteella, että se on joustavampi menetelmä kuin esimerkiksi kysely. Opinnäytetyön alussa oli tärkeää saada melko nopeasti kokonaiskuva yrityksen toiminnasta ja sen käytännöistä. Työntekijöiden haastattelut kasvotusten antoivat tähän hyvät edellytykset ja kysymyksiä pystyttiin haastattelun aikanakin vielä tarkentamaan.

Toinen pääasiallinen tutkimusmenetelmä oli havainnointi tuotanto- ja varastotiloissa. Tämä menetelmä oli hyvä tuki haastatteluille. Etenkin työpaikan ulkopuolisen henkilön oli mahdollista tutkia sitä, toimivatko asiat siten kuin haastatteluissa oli tullut ilmi. Myös tällä menetelmällä saatiin nopeasti tietoa toiminnasta työpaikalla. Havainnointi itse tehtaalla puolella antoi myöskin paljon informaatiota käytännön työnteosta pajan puolella ja auttoi näkemään tiettyjä ongelmakohtia ja kapeikkoja tuotantotiloissa.

Vaikka pääasialliset tutkimusmenetelmät opinnäytetyössä olivat kvalitatiivisia, käytettiin tutkimuksessa kuitenkin pienissä määrin myös kvantitatiivisia menetelmiä muun muassa yrityksen myyntitietojen analysointiin sekä tilojen layoutin tutkimiseen

ja suunnitteluun. Lisäksi työssä tehtiin kustannuslaskelmat arvioitujen tietojen perusteella. Yrityksen tuotteista kynttilöiden osalta tehtiin myös ABC-analyysi.

4.2 Tuotantologistiikka

4.2.1 Tilojen layout

Tehtaan tuotannon puolella layout on muodostunut monilta osin eri koneiden ja esimerkiksi ilmastointilaitteiden ympärille. Nämä laitteet ovat pääosin asennettu kiinteästi, eikä niitä ollut mahdollista siirtää ilman suuria muutoksia ja töitä. Tästä johtuen myös uuden layoutin suunnittelun täytyi rakentua näiden työpisteiden ympärille.

Liitteessä 3 esitetyn nykyisen layoutin mukaisesti oikeassa reunassa sijaitsee prässi ja sirkkeli, jotka ovat omina tiloinaan erotettuna seinillä. Niiden vieressä on jonkin verran työtasoja kynttilöiden valmistukseen. Alhaalla oikealla on kruunukynttilöiden valmistuspiste, jonka sisällä reunoilla on myös muutamia hyllyjä. Osa hyllyistä on kuitenkin melko tyhjiä, koska ne ovat hankalasti sijoitettu ja etenkin ylimmille hyllyille on vaikea päästä käsiksi. Lisäksi tilaa hyllyistä vievät kuumavesivaraajat ja putkistot. Kahden hyllyn välissä on myös seinä, jossa kulkee putkistoja ja jota ei sen vuoksi pystytä purkamaan. Myös kruunukynttilöiden valmistukseen käytettävät koneet on asennettu kiinteästi, joten niiden paikkaa ei pystytä muuttamaan.

Kruunukynttilöiden vieressä seinän toisella puolella sijaitsee kynttilöiden valupiste. Pisteessä on siirrettäviä työtasoja, joiden päällä kynttilämuotit ovat. Pöytien vieressä on raaka-aineen kuumennukseen käytettävät padat. Myös parafiinilavat on sijoitettu niiden viereen. Valupisteen vieressä on vielä seinän toisella puolella kynttilöiden värjäyspiste, jossa kaikki pintavärjätyt kynttilät värjätään. Värjäyspisteessä täytyy olla hyvä ilmastointi, joten tähän ei juuri pystytä tekemään muutoksia, koska ilmastointilaitteita ei ole mahdollista siirtää.

Toinen värjäyspiste sijaitsee layoutissa yläreunassa tehtaan uudemmallalla puolella. Tässä pisteessä värjätään kaikki metallinhohtokynttilät. Tämä tila on erittäin ahdas, sillä se sijaitsee hyllyjen ja seinän välissä. Tässä pisteessä ei ole mitään kiinteitä lait-

teita, joten tähän oli mahdollista lähteä suunnittelemaan parannuksia työskentelytilan lisäämiseksi. Uudella puolella oli myös ulkotulien valmistuspiste, joka oli mahdollista myös tarvittaessa siirtää.

4.3 Varastointi

Puttipajalla varastoidaan pääasiassa kynttilöitä ja niiden koristeita, sisustustarvikkeita sekä pakkaustarvikkeita, jotka kaikki ovat pientavarana. Lavatavarana varastoidaan ainoastaan raaka-aineena käytettyä parafiiniä ja se varastoidaan lattiatasolla kynttilöiden valupaikan vieressä. Tästä huolimatta hyllyinä Puttipajalla käytetään kuormalavahyllyjä, joissa on palkkien päällä puulevy. Puulevyn päällä varastoidaan kaikki materiaali.

4.3.1 Varaston layout

Nykyisessä varaston layoutissa kynttilät varastoidaan värjäys- ja pakkauspistettä lähimpänä oleviin hyllyihin. Näihin hyllyihin varastoidaan ne kynttilät, jotka eivät lähde asiakkaalle suoraan valmistuksesta. Näiden hyllyjen ylimmillä tasoilla varastoidaan myös erilaisia kevyempiä myytäviä tuotteita, kuten esimerkiksi nalleja. Layoutissa vasemmassa reunassa sijaitsevissa hyllyissä varastoidaan myös pääasiassa nalleja ja muuta kevyempää tavaraa.

Tehtaan uudemmalla puolella (layoutin yläreuna) varastoidaan pääasiassa Puttipajan myymiä keramiikkatuotteita, astioita ja koristeita. Osaa näistä myydään sellaisenaan ja osaa käytetään muun muassa kynttilälahjapaketteihin koristeina tai esimerkiksi aluslautasina.

4.3.2 Alakerran varastotilat

Puttipajan alakerrassa on entinen myymälätila, jota on käytetty sekä vanhan leipomon myymälänä, että aikanaan Puttipajan tehtaanmyymälänä. Nykyisin se on kuitenkin pelkästään varastotilana Puttipajan myymille sisustustarvikkeille ja tekstiileille. Tilloissa on yhteensä noin 80 m² varastotilaa. Eniten tilaa täällä vievät suuriin pahvilaitikkoihin pakatut sisustustarvikkeet ja tekstiilit, kuten isot kellot tai tyynyt. Lisäksi

siellä on muutama pientavarahylly, joihin on varastoitu pienempiä tekstiilejä sekä koriste-esineitä. Alakertaan on varastoitu tuotteita, jotka liikkuvat melko hitaasti tai paljon tilaa vieviä tuotteita.

4.3.3 Yläkerran varastotilat

Samoin kuin alakerran varastotiloissa, myös yläkerrassa varastoidaan hitaammin liikkuva tai paljon tilaa vievää tavaraa. Tiloissa on myös hieman hyllytilaa pienissä hyllyissä, mutta pääasiassa tavaraa varastoidaan lattiatasolla. Yläkerran tilojen käyttöä rajoittaa hieman matala korkeus ja katon kaltevuus. Tähän oli myös toiveena saada järjestelmällisempi layout.

4.3.4 Nimikerekisteri, varastohallintajärjestelmä ja viivakoodinlukijat

Puttipajalla on käytössä nimikerekisteri, jossa kynttilät on numeroitu värikoodin, mallikoodin sekä koon mukaan. Tämä järjestelmä koettiin edelleen toimivaksi, joten sitä ei lähdetty muuttamaan. Nimikerekisteriä kuitenkin pystytään jatkossa uuden varastohallintajärjestelmän ja viivakoodinlukijoiden avulla hyödyntämään paremmin.

Opinnäytetyön edetessä Puttipajalle otettiin käyttöön uusi varastohallintajärjestelmä Suomen Kassajärjestelmät Oy:ltä. Tämän järjestelmän yritys oli valinnut, koska sen pitäisi toimia hyvin yrityksen käyttämän toiminnanohjausjärjestelmän kanssa yhteen. Tähän liittyen käyttöön otetaan myöhemmin myös viivakoodinlukijat.

4.4 Tavarantoimitus ja lähetys

Saapuva tavara tuodaan tehtaalle pääasiassa uudemmallalla puolella sijaitsevasta lastausovesta. Lastauslaiturilla on lavanostin, sillä ovi sijaitsee tehdastiloja alempana. Lavoilla tuleva saapuva tavara puretaan autoista ja siirretään tehtaalla käsikäyttöisillä haarukkavaunuilla. Etenkin raskaat, noin 1000 kilogrammaa painavat parafiinilavat, ovat hankalia siirrettäviä käsivoimin haarukkavaunuilla. Ahtaissa tiloissa painavien lavojen siirtelyyn kuluu melko paljon aikaa. Varsinkin kiireisempänä aikana tämä voi aiheuttaa ongelmia ja jopa vaaratilanteita. Lisäksi tehtaalla on joissakin kohdissa hieman epätasainen, joten myös se osaltaan tekee lavojen siirtämisen raskaammaksi.

Lähtevä tavara lastataan autoihin saapuvan tavaran lastauslaiturin lisäksi myös toisella puolella sijaitsevasta lastausovesta (liitteen 3 vasemmassa alareunassa). Siitä ovesta lastataan pääasiassa Postin kautta kulkevat tavarat rullakoissa. Oven edustalla ongelmia aiheuttaa myös lattian epätasaisuus. Juuri oven edessä on isoja kuoppia ja kohoumia lattiassa, joten rullakot uhkaavat kaatua usein autoon lastatessa. Lisäksi tämän lastausoven läheisyyteen oli toiveena saada jonkin verran tilaa muutamalle rullakolle, jotta ne voitaisiin pakata hieman etukäteen odottamaan kuljetusta. Nykyisin tällaista varsinaisesti tarkoitukseen sopivaa tilaa ei ole. Hyllyihin varastoitavat lähtevät kynttilät keräillään värjäys- ja pakkausalueen viereisistä hyllyistä joko lavoille tai rullakoihin. Pääasiassa kuitenkin tuotteet valmistetaan tilauksesta ja pakataan suoraan lavoille tai rullakoihin.

5 Tutkimustyön tulokset

5.1 Layout-suunnitelma

5.1.1 Tuotannon varastotilat

Yrityksen puolesta oli toiveena, että mahdollisimman paljon hyödynnettäisiin jo olemassa olevia hyllyjä varastoinnissa. Tämän pohjalta alettiin miettiä layoutiin erilaisia muutoksia, joilla nykyiset kuormalavahyllyt saataisiin hyödynnettyä tehokkaammin. Ongelmana aiemmin oli, että osa hyllyistä oli seinää vasten, jolloin syvän hyllyn takaosasta on hankala ottaa tavaraa ja tästä johtuen taakse jää myös helposti tyhjää tilaa. Tähän hain muutosta siten, että nykyiset hyllyt käännetään toisin päin molemmilla puolilla hallia. Tällöin saadaan kaikki hyllyt asetettua siten, että niille jää käytävät molemmin puolin hyllyä keräilyä varten. Näin saadaan myös jaoteltua eri käytävät ja nimettyä hyllypaikat selkeämmin. Varsinaisten tuotannon työpisteiden paikkoja ei ole suunnitelmassa muutettu, sillä useat laitteista eivät ole siirrettävissä ja esimerkiksi pintavärjäyspaikalla on oltava hyvä ilmastoiltilaite, jota ei ole mahdollista siirtää. Uusi layoutsuunnitelma on esitetty kuviossa 9, sekä A3 kokoisena liitteessä 1.



Kuvio 9 Puttipajan uusi layoutsuunnitelma

Tällä layoutilla myös saadaan tehtyä lisää kulkureittejä hallissa puolelta toiselle, koska keskiosan hyllyjen väliin jää nyt käytäviä. Uudessa layoutissa ei enää välttämättä tarvitse kiertää hyllyjä. Tässä suunnitelmassa on siis käytetty pääasiassa jo olemassa olevia hyllyjä. Ainoastaan punaisella merkityt hyllyt olisivat hankittavia kaksi metriä korkeita pientavarahyllyjä vanhojen ja huterien puuhyllyjen tilalle. Niitä käytetään pääasiassa erilaisten pienten tarvikkeiden varastointiin. Tällaisen pientavarahyllyn voi hankkia uutena tai käytettynä. Esimerkiksi uusi kaksi metriä korkea, metrin leveys ja 40 cm syvä pientavarahylly maksaisi noin euroa kappaleelta. Yhteishinta seitsemästä tällaisesta hyllystä olisi noin euroa. Mikäli vastaavat hyllyt saisi hankittua käytettyinä, olisi hinta noin puolet uusien hinnasta. Näiden hyllyjen hankkiminen käytettynä olisikin tässä tapauksessa suositeltavaa, sillä hyllyt eivät olisi kovin raskaassa käytössä.

Tästä suunnitelmasta on kuitenkin poistettu kaksi kuormalavahyllyä. Toinen hylly jouduttiin ottamaan pois, jotta ulkotulien valmistuspiste saatiin järkevämmiin sijoitettua prässin viereen uudelle puolelle. Toinen otettiin pois, jotta saataisiin lisää tilaa pakkaamiselle pintavärjäysalueen viereen. Myös lisää kulkutilaa saatiin tällä ratkaisulla. Kun varastointia järjeistetään ja kaikki hyllyt saadaan kokonaisuudessaan tehokkaasti

hyödynnettyä, kaiken materiaalin pitäisi mahtua silti hyllyihin. Layoutissa on harmaalla merkitty pääkäytävät. Mikäli kuitenkin tämä työ tilattaisiin palveluna ulkopuoliselta yritykseltä, hinta muodostuisi lähinnä työntekijöiden palkoista. Työhön voisi arvioida kuluvan esimerkiksi kahdelta ammattiasentajalta kokonaisuudessaan noin 15-20 tuntia. Tämän perusteella työn hinnan voisi arvioida olevan korkeintaan noin euroa.

Yrityksellä oli myös toiveena, että saataisiin käyttöön yksi tila, johon pystyisi tekemään jonkin verran ennakkoon sesonkia varten kynttilöiden pohjia. Tilan täytyy olla mahdollista pitää viileänä myös kesän hellepäivinä, jotta ne eivät ala sulaa. Tähän kuitenkin riittää noin 20 °C. Koska tehdas on toiminut alun perin leipomona, on siellä vanha kylmiö, jota on mahdollista käyttää tähän tarkoitukseen. Kylmiön laitteet on ehkä mahdollista saada toimimaan, tai vaihtoehtoisesti sinne voidaan hankkia ilmalämpöpumppu. Layoutissa suunniteltiin sinne hankittavaksi seinustoille 50cm leveitä pientavarahyllyjä. Niihin kynttiläpohjat varastoidaan pahvilaatikoissa, joita mahtuu hyllyihin noin 100-150. Hankittavia hyllyjä olisi kuusi ja niiden hinta yhteensä käytettynä olisi noin euroa. Toinen vaihtoehto tähän olisi pinota laatikot suoraan lattiatasolle päällekkäin. Tällöin hyllyjä ei tarvittaisi, mutta ongelmana voi olla se, että jotkin tuotteet eivät välttämättä kestä juurikaan päällekkäin pinoamista, joten osatilasta jäisi hyödyntämättä.

5.1.2 Alakerran varastotilat

Tähän alakerran varastoon suunnittelin varastopaikat samalla idealla, kuin tuotannon varaston hyllyihin, eli jokaiselle nimikkeelle ei ole erikseen omaa varastopaikkaa, vaan sinne on merkitty eurolavan kokoisia alueita, jossa saattaa olla useampaa tuotetta. Tuotteet ovat kuitenkin helposti löydettävissä, kun alue josta hakea on rajattu ja laatikkoihin on merkitty selkeästi niiden sisältö. Myös hyllyihin merkitään tuotannon varaston tavoin omat hyllypaikat. Alakertaan jätetään myös selkeät kulkuväylät ja hyllyt sijoitetaan hieman eri tavalla kuin aiemmin. Tämän tilan muutokset eivät vaadi kovin suuria toimenpiteitä. Alakerran varastotilan layout paikkanumeroineen on esitetty kuviossa 10 sekä liitteessä 5.



Kuvio 10 Alakerran varastotilojen suunnitelma

5.1.3 Yläkerran varastotilat

Puttipajan yläkerrassa olevaan varastoon suunniteltiin myös eurolavan mittojen mukaan varastopaikat. Yläkerrassa saatetaan varastoida myös isoakin tavaraa, joka ei mahdu eurolavan kokoiselle alueelle. Tämän vuoksi yläkerran varastotilaan jätettiin kaksi isompaa varastopaikkaa tällaiselle tavaralle. Yläkertaankin jätettiin selkeät käytävät. Yläkerran suunnitelma paikkanumeroineen on esitetty kuviossa 11 sekä liitteessä 4.



Kuvio 11 Puttipajan yläkerran suunnitelma

5.2 Varastopaikkojen numerointi

Kun uusi layout otetaan yrityksessä käyttöön, täytyy samalla myös määritellä varastopaikkojen numerointi. Varastopaikkojen numeroinnissa varastopaikat on jaettu ensin hyllyvälien muodostamiin käytäviin ja niiden sisällä varastopaikkoihin. Paikkojen koodit ovat viisinumeroisia. Esimerkiksi jos varastopaikka on käytävällä 3 ja paikalla numero 12, on varastopaikan koko numero muodossa 03-012. Käytävää ilmaiseva luku on siis kaksinumeroinen ja käytäväpaikan luku kolmenumeroinen. Vaikka tämän suunnitelman mukaan millään käytävällä ei ole yli sataa varastopaikkaa, on käytäväpaikan numeroinnissa käytetty kuitenkin kolmea numeroa. Tämä sen vuoksi, että paikkanumerointiin on helpompi myöhemmin tehdä tarvittaessa muutoksia järjestelmään, kun on valmiiksi käytetty kolmea numeroa. Jos esimerkiksi jatkossa haluttaisiinkin muuttaa käytäväpaikkojen jakoa siten, että eri hyllytasot on merkitty erikseen, on tällöin todennäköisesti käytettävä kolmea numeroa. Lisäksi Puttipajalla on erillään tehtaasta toinen varasto, johon saattaa tulla yli sata varastopaikkaa. Myös se numeroidaan yhdeksi tai useammaksi ”käytäväksi” varastohallintajärjestelmään.

5.3 Tuotteiden sijoittelu

Tuotteiden sijoittelussa hyllyihin on mahdollista käyttää kynttilöiden osalta ABC-analyysiä. Sen perusteella eri kynttilät on jaettu A-, B- ja C-luokkiin, ja A-tuotteet sijoitettaisiin hyllyissä lähimmäs pakkaus- ja lähetysalueita. Tuotteille nimetään omat

paikat siten, että yhdelle varastopaikalle voi olla nimettynä useampaa tuotetta. Hyllypaikat ovat noin 90 cm leveitä paikkoja, joihin mahtuu rinnakkain useampaa tuotetta. Jokaiselle nimikkeelle ei erikseen määritellä kokonaan omaa varastopaikkaa, koska kynttilöiden värit, koot ja muodotkin vaihtelevat paljon eri sesonkeina. Sen vuoksi esimerkiksi joulunaikaan kirkkaiden kesäväreiden kohdalla saattaisi olla tyhjää tilaa, mikäli niille olisi erikseen määritelty kokonaan oma varastopaikka.

Kaikki erilaiset tarvikkeet ja materiaalit pyritään sijoittamaan aina niitä tarvitsevan työpisteen läheisyyteen. Esimerkiksi kaikki pakkaustarvikkeet säilytetään pakkausalueen vieressä, väriaineet värjäyspisteillä ja parafiinit valupisteellä. Selkeiden paikkojen nimeämisellä ja niiden noudattamisella pyritään välttämään ylimääräistä kulkemista hallissa.

5.4 Lähetys- ja vastaanotto

Vaikka isoimmat muutokset tehdäänkin varaston layoutiin, löydettiin kuitenkin myös joitakin parannettavia kohtia lähtevän ja saapuvan tavaran puolelle. Ensimmäisenä ehdotuksena on, että lavoilla saapuvan ja lähtevän tavaran purkuun tai lastaukseen hankitaan tehtaalle sähkökäyttöinen haarukkavaunu vanhan käsikäyttöisen rinnalle. Tämä helpottaisi ja nopeuttaisi etenkin painavampien lavojen siirtelyä tehtaalla. Sähkökäyttöinen haarukkavaunu ei vie juurikaan enempää tilaa kuin käsikäyttöinenkään ja se toimii yhtä ketterästi. Tehtaalla haarukkavaunujen käyttöaste on kuitenkin suhteellisen pieni ja lavojen siirtomatkat eivät ole kovin pitkiä, joten yritys pystyisi mahdollisesti myös hankkimaan sähkökäyttöisen haarukkavaunun käytettynä alhaisempaan hintaan. Sähkökäyttöisen haarukkavaunun hinta käytettynä on noin euroa.

Toiseksi parannusehdotukseksi saatiin toisen lastauslaiturin lattian tasoittaminen. Nykyisellään Postin kautta lähtevien rullakoiden lastaamiseen ja siirtämiseen kuluu ylimääräistä aikaa lattian epätasaisuuden vuoksi. Epätasainen lattia on myös työturvallisuusriski painavien rullakoiden kaatumisen vuoksi, joten lattia olisi tarpeen tasoittaa. Tasoitettavan lattia-alueen pinta-ala on melko pieni, joten toimenpiteen kustannuksetkaan eivät nouse kovin suuriksi. Lattian tasoittamisen hinta on noin euroa neliömetriltä, joten karkea arvio tasoituksen hinnasta olisi noin euroa.

5.5 Muutosten kustannukset

Näiden muutosten kustannukset muodostuvat muutamista uusista pientavarahyllyistä, lattian tasoituksesta lähetysalueen ovella, lattiamerkintäteipistä sekä sähkökäyttöisestä haarukkavaunusta. Taulukossa 3 on esitetty arvioidut kustannukset näistä muutoksista. Taulukossa ei ole otettu huomioon hyllyjen purkua ja uudelleen kokoamista, sillä sen työn yritys aikoi toteuttaa omilla työntekijöillä. Mikäli kuitenkin tämä työ tilattaisiin palveluna ulkopuoliselta yritykseltä, hinnaksi tulisi arviolta noin 1000 euroa. Nämä esitetyt kustannuslaskelmat on arvioitu eri yritysten internet-sivuilla esillä olleiden ilmoitusten ja hintojen perusteella. Hintojen ja määrien muodostuminen on selitetty edellisissä kappaleissa. Hankintojen mahdollinen toteutus ja tarjouspyyntöjen teko jätetään yrityksen harkinnan varaan.

Taulukko 3 Arvioidut kustannukset ehdotetuista hankinnoista

Hankinta	Määrä	Hinta	Muutosten yhteismäärä
Sähkökäyttöinen simpukkaauto	1	1000,00 €	1000,00 €
Pientavarahyllyt (50 kpl syvä)	9	100,00 €	900,00 €
Pientavarahyllyt (40 kpl syvä)	7	100,00 €	700,00 €
Lattian tasoitus (120 m ²)	1	200,00 €	200,00 €
Hyllyjen mahdollinen kuljetus	1	200,00 €	200,00 €
Lattiamerkintäteippi	20	14,50 €	290,00 €
Yhteensä			3090,00 €

Ehdotettujen muutosten tuomat edut muodostuvat lähinnä säästetystä työajasta työympäristön muuttuessa järjestelmällisemmäksi sekä esimerkiksi sähkökäyttöisen haarukkavaunun tuoma ajansäästö kuorman purkamisessa ja lastaamisessa. Materiaalin siirtäminen paikasta toiseen ja ylimääräinen kulkeminen tehtaalla ovat kaikki niin sanotusti tuottamatonta työtä. Näissä säästetyn työajan voi ajatella siirtyvän suoraan tuottavaan työhön. Tästä saatuja lisätuottoja voi olla vaikea arvioida, mutta taulukossa 4 on esitetty esimerkkilaskelma mahdollisista lisätuotoista yritykselle vuoden aikana tuottamattomassa työssä säästetyn ajan myötä. Laskelma on tehty sen perusteella, että tällä hetkellä suurin mahdollinen määrä valmistettuja kynttilöitä päivässä on noin 10 kappaleita. Työajaksi tauot pois luettuna on määritelty seitsemän tuntia, työpäiviä vuodessa on noin 250 ja yhdestä kynttilästä saatu tuotto on noin

. Mikäli ajatellaan, että tuottavaan työhön saataisiin ehdotetuilla muutoksilla lisää aikaa noin puoli tuntia päivässä, olisi siitä muodostuvat myyntituotot taulukon 4 mukaiset.

Taulukko 4 Esimerkkilaskelma muutosten tuomista tuotoista

Säästetty aika/päivä yhteensä	0,5
Työpäivät vuodessa	250
Säästetyt tunnit vuodessa	125
Työaika päivässä (h)	7
Kynttilöiden max. Valmistusmäärä/päivä	500
Kynttilöiden max. Valmistusmäärä/tunti	71,43
Kynttilöitä säästettynä työaikana	8928,57
Tuotto/kynttilä	2,50 €
Tuotto yhteensä säästettynä työaikana vuodessa	22 321,43 €

Esimerkkilaskelmat perustuvat arvioihin ja todellisia lukuja on hankala ennustaa, mutta vaikka säästöissä jäätäisiin esimerkiksi neljäsosaan laskelman tuloksesta, maksaisivat hankinnat silti itsensä takaisin vuodessa. Lisäksi järjestykseen ja siisteyteen liittyvillä muutoksilla on vaikutusta työergonomiaan ja -turvallisuuteen. Tämä saattaa vähentää tai ehkäistä myös sairauspoissaoloja, jotka tulevat työnantajalle melko kalliiksi. Nämä asiat huomioon ottaen yrityksen olisi kannattavaa toteuttaa ehdotetut muutokset tehtaalla.

6 Jatkotutkimuksen aiheita

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin lähinnä tehtaan oman varaston ja tuotannon tilojen kehittämiseen sekä materiaalivirtojen tehostamiseen. Puttipajalla on vielä erikseen toinenkin varasto erillään tehtaasta. Yhtenä jatkotutkimuksen aiheena voisi olla sen varaston toimintojen tehokkuuden tutkiminen ja mahdollisesti kehitys. Tässä varastossa säilytetään hitaammin liikkuvia tuotteita ja tarvikkeita.

Toisena jatkotutkimuksen aiheena voisi olla aiheellista selvittää tarkalleen ottaen, mitä tuotteita, tarvikkeita ja tavaroita yrityksen kahdessa varastossa on. Nämä tiedot

ovat osittain yrityksessä tällä hetkellä hieman hajallaan, joten olisi aiheellista tehdä yksi koottu lista kaikista yrityksen materiaaleista. Tämän jälkeen olisi huomattavasti helpompi myös selvittää, onko kaikki materiaali tarpeellista säilyttää. Tämä liittyy vahvasti myös käyttöön otettavaksi ehdotettuun 5S-järjestelmään. Lisäksi opinnäytetyössä esitettyjen muutosten jälkeen voitaisiin tutkia muutosten vaikutusta yrityksessä ja onko muutosten jälkeen tullut ilmi muita kehityskohteita, joita voisi parantaa.

7 Pohdinta

Aloittaessani opinnäytetyötä, itselläni ei ollut juurikaan muuta, kuin perustiedot Puttipajasta ja sen myymistä tuotteista. Tämän vuoksi alussa meni jonkin aikaa, ennen kuin pääsin hieman paremmin selville yrityksen toiminnasta. Tutkimusmenetelminä havainnointi ja työntekijöiden haastattelut toimivat hyvin tässä työssä. Lisäksi esimerkiksi ABC-analyysit antoivat yrityksen tuotteiden menekistä hyvän kuvan. Havainnointi toi esiin hyvin tilanpuutteeseen liittyvät haasteet ja haastatteluissa selvisi paljolti syyt niihin. Näillä tiedoilla päädyin siihen tulokseen, että uusi varastoinnin layout voisi olla mahdollinen ratkaisu isoon osaan ongelmista.

Layoutin suunnittelussa oli tässä työssä melko paljon erilaisia rajoitteita, jotka toivat omat haasteensa mukaan. Esimerkiksi työpisteitä ei ollut mahdollista siirtää tai juurikaan muokata ja muutenkin tehtaan tilat olivat rajalliset. Tästä syystä juuri Microsoft Office -ohjelma oli mielestäni hyödyllinen, sillä siinä oli mahdollista helposti siirrellä osia ja kokeilla erilaisia vaihtoehtoja rajatun alueen sisällä oikeassa mittakaavassa. Tavarankäytön on osaltaan myös aiheuttanut suuren osan tilojen ahtaudesta. Kaikkea ei ole saatu järkevästi mahtumaan hyllystöihin, joten ne on jouduttu jättämään lattiatasolle, mikä taas on kaventanut jo valmiiksi ahtaita käytäviä. Varsinaisesti lisää tiloja ei pystytä järjestämään, mutta uusilla järjestelyillä toivon mukaan saadaan hieman väljyyttä ja selkeyttä tiloihin. 5S-järjestelmän yhtenä kohtana on myös käyttämättömän tavarankäytön hävittäminen ja se olisi tärkeää yrityksessä ottaa vakavasti. On osattava luopua jostakin, jotta saadaan tilaa oikeasti tuottavalle materiaalille ja toiminnalle.

Uusi varastohallintajärjestelmä rajattiin ulos tästä työstä, jotta se ei kasva liian laajaksi. Uskon kuitenkin, että se saadaan hyvin toimimaan uusien järjestelyiden kanssa yhteen ja se myös osaltaan tuo järjestelmällisyyttä toimintaan. Kassa- ja materiaali- virtojen seuraaminen pitäisi helpottua sen avulla huomattavasti ja sekin osaltaan tasa- ja vähentääkin työntekijöiden työkuormaa. Järjestelmän käyttöönotto ja tietojen syöttäminen sinne voi viedä jonkin aikaa, mutta kun sinne on kerran kaikki tiedot syötetty, sitä on helppo hallita ja päivittää.

Alussa työlle asetettiin muutamia tavoitteita, kuten työkuorman tasaaminen, työergonomian paraneminen, kapeikkojen tunnistaminen ja varastotilojen parempi hyödyntäminen. Näiden tavoitteiden toteutuminen yrityksessä nähdään paremmin ajan kuluessa, mutta uskon, että niihin päästään. Etenkin 5S-järjestelmän käyttöönotto päivittäiseen toimintaan ja sen noudattaminen lisää myös työpaikan viihtyvyyttä, työturvallisuutta ja -ergonomiaa. Siistissä työympäristössä on kaikkien mukavampi työskennellä.

Ehdotetut uudet järjestelyt ja toimintatavat voivat myös tuoda työympäristössä esiin uusia kehityskohteita, joita ei ole aiemmin osattu ottaa huomioon. Niihin on silloin helpompi puuttua ja tehdä korjauksia. Siten saadaan työyhteisö lähemmäs toiminnan jatkuvan kehittämisen mallia, jossa myös työntekijät otetaan mukaan päätöksentekoon ja suunnitteluun. Toiminnan jatkuvalla kehittämisellä luodaan pohjaa yrityksen jatkuvuudelle ja mahdollisesti kasvulle.

Lähteet

- 21.7.2006/624. Osakeyhtiölaki. Valtion säädöstietopankki Finlex. Viitattu 23.03.2016
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060624#a624-2006>
- 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki. Valtion säädöstietopankki Finlex. Viitattu 29.03.2016
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- Bowersox, D., Closs, D. 1996. Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Haverila, M., Kouri, I., Miettinen, A., Uusi-Rauva, E. 2009. Teollisuustalous. 6. p. Tampere: Infacs
- Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. p. Helsinki: Tammi
- Inventory Turnover Ratio Screening. N.d. CSImarket Inc. Tilastoa eri alojen varaston kiertonopeudesta. Viitattu 22.08.2015. <http://csimarket.com/screening/index.php?s=it>
- King, P. 2011. Crack the Code. Apics magazine, 21, 4, 33-36.
- Laari ,S., Lorentz, H., Malmsten, J., Ojala, L., Solakivi, T., Töyli, J., Viherlehto N. 2014. Logistiikkaselvitys 2014. Turun kauppakorkeakoulu. Viitattu 24.02.2016
<https://www.doria.fi/handle/10024/101919>
- Liker ,J., Suomentanut Niemi ,M. 2006. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi
- Logistiikan maailma. N.d. Imuohjaus. Viitattu 10.03.2016
http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Ty%C3%B6nt%C3%B6hjaus_ja_imuohjaus
- Logistiikan maailma. N.d. Tilauksen kohdennuspiste. Viitattu 15.03.2016
http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tilauksen_kohdennuspiste_%28OPP%29
- Miltenburg, J. 2005. Manufacturing Strategy. 2. p. New York: Productivity Press
- Peltonen ,A. 1997. Tuottava tehdas. Helsinki: Hakapaino Oy
- Puttipaja Oy. N.d. Kynttilätehdas. Viitattu 28.02.2016
<http://www.puttipaja.fi/kynttilatehdas>
- Talluri ,S., Cetin, K., Gardner, A. 2004. Integrating demand and supply variability into safety stock evaluations. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34, 1, 62-69.
- Työterveyslaitos. 2015. Työn fyysisiä kuormitustekijöitä. Viitattu 23.02.2016
http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon_fyysisia_kuormitustekijoita/sivut/default.aspx
- Taloussanommat. N.d. Taloussanakirja, kiertonopeus. Viitattu 23.02.2016
<http://www.taloussanommat.fi/porssi/sanakirja/termi/Kiertonopeus>
- Valtanen, E. 2012. Tekniikan Taulukkokirja. Mikkeli: Genesis-Kirjat Oy
- Väisänen, J. 2013. Viiden ässän kehitystyökalu. Viitattu 04.04.2016
<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyoekalu/>

Liitteet

Liite 1. Puttipajan uuden layoutin suunnitelma



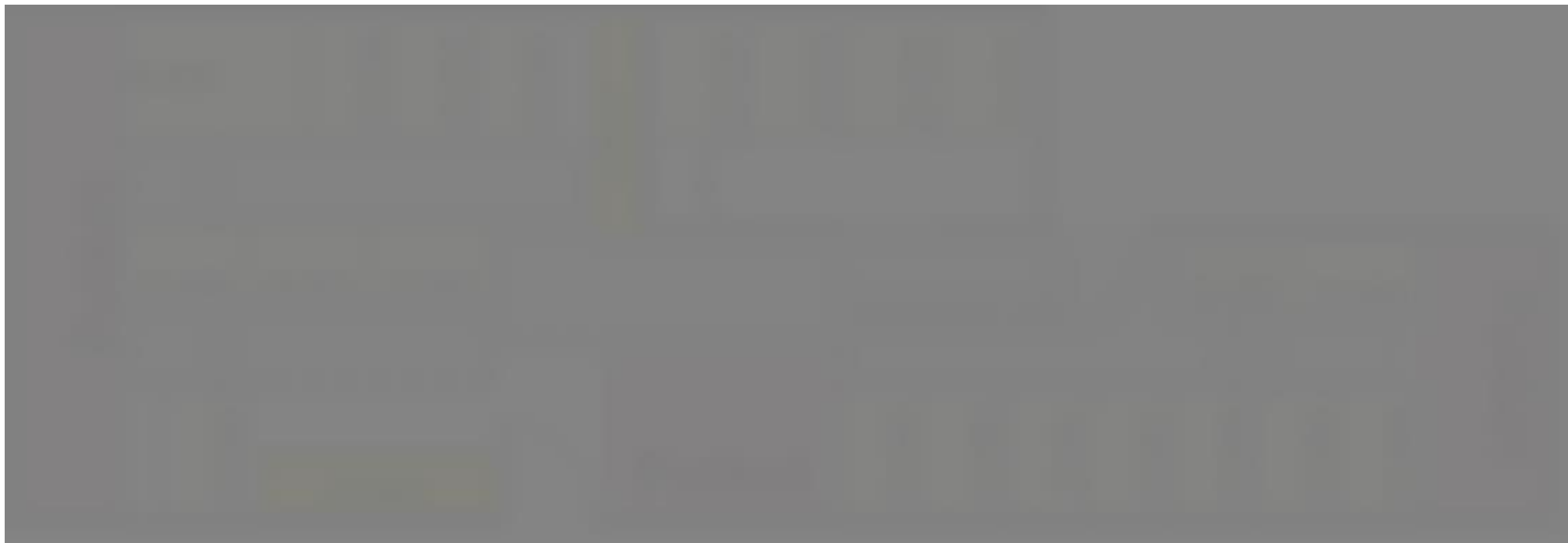
Liite 2. Paikkanumeroinnit uudessa layoutissa



Liite 3. Puttipajan alkuperäinen layout



Liite 4. Puttipajan yläkerran uuden layoutin suunnitelma paikkainumeroineen



Liite 5. Puttipajan alakerran uuden layoutin suunnitelma paikkanumeroineen

