

Sami Ala-Riihimäki
**Tuotantotilan materiaalivarastojen ja layoutin
kehittäminen kohdeyrityksessä**

Opinnäytetyö

Syksy 2009

Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemisalalan yksikkö

Pienen ja keskisuuren yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma

Tuotantotalous



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemisalan yksikkö

Koulutusohjelma: Pienen ja keskisuuren yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotalous

Tekijä: Sami Ala-Riihimäki

Työn nimi: Tuotantotilan materiaalivarastojen ja layoutin kehittäminen kohdeyrityksessä

Ohjaaja: Jorma Imppola

Vuosi: 2009

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 4

Opinnäytetyö käsittelee varastointia ja kokoonpanotilan layouttia Energent Oy:ssä. Energent on Etelä-Pohjanmaalla sijaitseva metallialan yritys, joka valmistaa, markkinoi ja kehittää ilmanvaihto ja lämmöntalteenottolaitteita. Työ kohdennettiin koskemaan nimenomaan koneiden kokoonpanotilaa. Työn ulkopuolelle rajattiin muun muassa hitsaamo, levyntyöstöpiste sekä sähköistysten asentaminen. Työn tavoitteena oli tehostaa varastointia mahdollisilla layoutin muutoksilla ja selkeyttämällä materiaalin keräilyä kokoonpanopisteessä.

Teoreettinen viitekehys jaettiin kahteen osioon. Aluksi käsiteltiin varastointia ja varastonohjausta sekä myöhemmin layoutsuunnittelua. Pääpaino teoreettisessa viitekehyksessä on varastoinnilla ja varastonohjauksella. Työn case-osiossa käsiteltiin kohdeyrityksen kokoonpanotilan materiaalivarastojen ja layoutin kehittämistä.

Työn tuloksena jokaiselle kokoonpanossa tarvittavalle komponentille määriteltiin oma varastopaikkansa, sekä tilausrajat ja tiluserien koot. Myös layouttia selkiytettiin ja kehitettiin keräilyn helpottamiseksi. Opinnäytetyö oli eräänlainen pilottiohjelma tuotantotilojen varastojen ja layoutin kehittämisessä. Työtä voidaan hyödyntää myös muissa samankaltaisissa kohteissa.

Asiasanat: varastointi, layout

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Business school

Degree programme: SME Business Management

Specialisation: Production Economics

Author/s: Sami Ala-Riihimäki

Title of thesis: Improving material storage and layout of assembly space in target company

Supervisor(s): Jorma Imppola

Year: 2009

Number of pages: 51

Number of appendices: 4

The thesis deals with the storage and assembly space layout in Energent Ltd. Energent is metal company located in Southern Ostrobothnia. Company manufactures, markets and develops the ventilation and heat recovery equipment. Thesis was restricted to the machine assembly point. Inter alia welding, plate machining and electrical installation were excluded from the work. Aim of the work was to enhance the storage by layout changes and the clarification of material collecting

The theoretical framework was divided into two sections. Initially there was background Information about the storage and inventory control and later about layout planning. The main focus in theoretical framework is on storage and inventory control. In case section material storage and layout were improved in assemply point.

Own place in shelves was defined for every component. In addition, the subscription limits and batch sizes were defined. Layout was clarified and developed. The thesis was a sort of pilot program for storage and layout development in production unit. Work can also be exploited in other similar situations.

Keywords: Warehousing, layout

SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 2 |
| Thesis abstract..... | 3 |
| SISÄLTÖ..... | 4 |
| Kuvio- ja taulukkuuettelo..... | 6 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet..... | 7 |
| 1 JOHDANTO..... | 8 |
| 1.1 Tutkimusongelma ja työn rajaus..... | 8 |
| 1.2 Tutkimusmenetelmä ja työn rakenne..... | 8 |
| 2 VARASTOINTI JA LAYOUT..... | 10 |
| 2.1 Varastoinnin käsite..... | 10 |
| 2.2 Varastoinnin syyt..... | 11 |
| 2.3 Varastoinnin kustannukset ja riskit..... | 12 |
| 2.4 Varastoinnin tekniikka..... | 13 |
| 2.4.1 Varastohyllyt..... | 14 |
| 2.4.2 Varastotyypit..... | 18 |
| 2.5 Varasto-ohjattu tuotanto..... | 20 |
| 2.5.1 Kiertonopeus..... | 22 |
| 2.5.2 JIT..... | 23 |
| 2.5.3 ABC-analyysi..... | 23 |
| 2.5.4 Tilausräkoon määrittäminen..... | 25 |
| 2.6 Layoutin käsite..... | 27 |
| 2.6.1 Layoutin suunnittelu..... | 27 |
| 2.6.2 Layoutsuunnittelun tavoitteet ja layoutin valinta..... | 30 |
| 2.7 Layout-tyypit..... | 31 |
| 2.7.1 Tuotantolinjalayout..... | 31 |
| 2.7.2 Funktionaalinen layout..... | 32 |
| 2.7.3 Solulayout..... | 33 |
| 2.7.4 Tuoteverstas..... | 34 |
| 3 TUTKIMUSYMPÄRISTÖN KUVAUS..... | 36 |

| | |
|--|----|
| 4 VARASTON JA LAYOUTIN SUUNNITTELU ENERAGENT OY:LLE | |
| | 39 |
| 4.1 Varastoitavat komponentit ja osat | 39 |
| 4.2 Rajoittavat tekijät..... | 39 |
| 4.3 Nykyinen varastointijärjestelmä..... | 40 |
| 4.4 Kokoonpanosolun layout, hyllyjärjestys ja nimikkeet..... | 40 |
| 4.5 Vaihtajien kokoonpanon layout, hyllyjärjestys ja nimikkeet | 42 |
| 4.6 Tiivistenauhan ja profiilisalkojen varastointi | 44 |
| 4.7 Toimenpiteet | 46 |
| 5 JOHTOPÄÄTÖKSET | 47 |
| LÄHTEET | 49 |
| LIITTEET | 51 |

Kuvio- ja taulukkoluetelo

| | |
|---|----|
| KUVIO 1 Kuormalavahylly. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009])..... | 15 |
| KUVIO 2 Pientavarahylly. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009])..... | 16 |
| KUVIO 3 Ulokehylly. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009])..... | 17 |
| KUVIO 4 ABC-analyysi. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri 1999, 431) | 25 |
| KUVIO 5 Yhteysuhdepiirros. (Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen 1997, 309)..... | 29 |
| KUVIO 6 EGX-malli (Energent Oy, [viitattu 21.10.2009]) | 37 |
| KUVIO 7 Ottolaatikko. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009]) | 40 |
| KUVIO 8 Lavakauluksilla varustettu kuormalava. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009]) | 42 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

Case Esimerkki, tapaus

Layout Layout tarkoittaa tuotantojärjestelmissä fyysisten osien, kuten laitteiden, varastojen ja kulkureittien sijoittelua.

Lämmöntalteeottolaite Lämmöntalteeottolaitteistolla tarkoitetaan laitteita, joka siirtää poistoilmasta lämpöä tuloilmaan tai johonkin muuhun rakennuksen sisätiloja lämmittävään järjestelmään.

Teoreettinen viitekehys Teoreettinen näkökulma, josta tutkimusta tarkastellaan. Siinä selvitetään ilmiössä esiintyvät yhteenliittyvät tekijät, lähtökohdat ja perusteet.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on Energent Oy:n tuotantotilojen layoutin kehittäminen ja materiaalivarastojen suunnittelu nimikkeittäin työpisteiden läheisyyteen keräilytehokkuuden mukaisesti. Tavoitteena on myös materiaalivaraston tilausrajojen määrittäminen. Työssä huomioitavien varastoitavien materiaalien sijoittelusta tuotantotilaan on tarkoitus laatia selventävät piirrokset.

1.1 Tutkimusongelma ja työn rajaus

Ongelmana yrityksessä oli, että erityisesti kokoonpanossa varastoitavilla materiaaleilla ei ollut mitään tiettyjä varastopaikkoja, vaan niitä säilytettiin siellä missä sattui kulloinkin olemaan tilaa. Säilytyspaikaksi tarkoitettu varastohylly puolestaan oli täynnä sekalaista tavaraa. Osa sellaista, mitä ei ollut tarvittu aikoihin. Tämän koettiin hankaloittavan keräilyä ja muuta toimintaa kokoonpanopisteessä.

Alun perin työssä oli tarkoitus suunnitella koko tuotantotilan varastointi, mutta työn ulkopuolelle päätettiin jättää tuotannon alkupää, johon kuuluvat muun muassa hitsaamo ja levyntaittopiste. Myöskään sähköistykseen liittyviä asioita, eikä muiden kuin yrityksen ”omien” koneiden kokoamista katsottu tarpeelliseksi käsitellä tässä työssä. Aluksi työssä oli tarkoitus huomioida myös Nova toiminnanohjausjärjestelmä varastonhallinnassa, mutta tämä rajattiin myöhemmin työn ulkopuolelle.

1.2 Tutkimusmenetelmä ja työn rakenne

Opinnäytetyö on luonteeltaan toiminnallinen, joka on vaihtoehtona tutkimukselliselle työlle. Tapauksesta riippuen toiminnallisen opinnäytetyön tuloksena syntyy esimerkiksi opastus, ohje, tapahtuman toteuttaminen tai muu sellainen. Työhön liittyvän taustatiedon hankkimiseen on käytetty lähinnä alan

liittyvää kirjallisuutta sekä jossain määrin Internetiä. Itse tutkimuksessa välineenä on käytetty tutkimusympäristön tarkkailua sekä yrityksen työntekijöiden kanssa käytyjä keskusteluja. (Vilka & Airaksinen 2003, 9.)

Työn teoriaosuudessa käsitellään yleisesti varastointiin, varastonhallintaan sekä tuotantolaitoksen layout-suunnitteluun liittyvää taustatietoa. Teorialla pyritään pohjustamaan lukijalle edellä mainittujen teemojen syitä ja huomioonotettavia seikkoja. Teoriaosiossa syvennetään lukija käsitteisiin, joilla tutkimuksen aihetta lähestytään.

Johdannon lisäksi tämä opinnäytetyö koostuu neljästä luvusta, joissa käsitellään layoutsuunnitteluun ja varastointiin liittyviä osa-alueita, konepajateollisuutta ja kohdeyritystä yleisesti, kohdeyrityksen varastojen ja layoutin kehittämistä sekä johtopäätöksiä.

Luvussa kolme käsitellään kohdeyritystä ja konepajateollisuutta yleensä. Luvussa pyritään luomaan tarkempi kuva yrityksen toiminnasta sekä toimialasta. Neljännessä luvussa käydään läpi kokoonpanotilan varastojen ja layoutin suunnittelu kohdeyritykselle sekä työn tulokset. Viidennessä luvussa arvioidaan työn kulkua ja onnistumista.

2 VARASTOINTI JA LAYOUT

Tässä luvussa käsitellään varastointiin, varastonohjaukseen ja layoutsuunnitteluun liittyvää taustatietoa. Varastointiosiossa käsitellään muiden muassa varastoinnin syitä, kustannuksia ja riskejä sekä varastoinnin tekniikkaa ja varasto-ohjattua tuotantoa. Layoutosiossa käydään läpi layoutsuunnittelua yleisellä tasolla, erilaisia layouttyyppejä ja niiden valintaan vaikuttavia tekijöitä.

2.1 Varastoinnin käsite

Varastointia harjoitetaan lähestulkoon kaikissa yrityksissä: Materiaalia hankitaan ja säilytetään varastoissa kunnes sitä tarvitaan tai valmiita tuotteita varastoidaan kunnes ne myydään tai toimitetaan eteenpäin. (Ritvanen, Koivisto 2007, 35.) Tuotteita varastoidaan pitkin toimitusketjua muun muassa materiaalivarastoissa, tehtaiden väli- ja lopputuotevarastoissa sekä kauppojen hyllyillä. Varastoinnilla pyritään tasaamaan materiaalien saatavuudessa ilmeneviä paikka- ja aikaeroja. Näiden edellä mainittujen varastojen ylläpitäminen saattaa aiheuttaa yritykselle huomattavia kustannuksia. Tämän vuoksi huolellinen varastojen hallinta ja suunnittelu on erittäin tärkeää. (Basu & Wright 2008, 96.)

Varastoinnin järjestäminen ja varastoinnin tasot riippuvat useista tekijöistä, kuten yrityksen liiketoimintamallista, toimialasta ja tavoitteista. Nykyään pyritään kuitenkin yleisesti vähentämään varastojen määrää. Sähköinen kaupankäynti ja Internetissä tehtävät tilaukset mahdollistavat sen, että nykyään asiakas voi tilata tuotteensa suoraan tehtaalta. Muun muassa tämä vähentää tarvetta varastoida väliportaissa. (Ritvanen & Koivisto 2007, 34.)

Suomenkielessä saatetaan usein sekoittaa termit ”varastonohjaus” ja ”varastointi”, vaikka niiden merkitys oleellisesti eroaakin toisistaan. Varastoinnilla tarkoitetaan varastotiloja, varastotilojen suunnittelua ja niissä tapahtuvia toimintoja. Varastointia suunniteltaessa suunnitellaan esimerkiksi varastojen tehtävä, lukumäärä, koko ja tekniikka. Varastonohjauksella tarkoitetaan puolestaan

materiaalivirtojen ohjausta ja varastoihin ja varastoitavaan materiaaliin sitoutuneen pääoman hallintaa sekä halutun palvelutason ylläpitämistä. (Ritvanen & Koivisto 2007, 34-35.)

2.2 Varastoinnin syyt

Tuotantoyrityksessä materiaalivarastot ovat yleensä lähes välttämättömiä ja se on olennaisena osana useimmissa logistisissa järjestelmissä. Varastoinnilla yritys voi saavuttaa etuja materiaalin hankinnassa, kuljetuksessa sekä jatkokäsittelyssä. Hankkimalla materiaalia varastoon suuria eriä kerrallaan saadaan usein laskettua kuljetuskustannuksia ja samalla mahdollistuvat muun muassa suurista tilauseristä saatavat paljousalennukset. (Ritvanen & Koivisto 2007, 35; Varastointi – Suomen kuljetusopas, [viitattu 7.9.2009].)

Varastoinnilla voidaan myös tasapainottaa kysynnän ja tarjonnan kausittaista vaihtelua. Monissa tapauksissa tuotteiden menekki ajoittuu muutamiin huippuihin, kun taas muulloin menekki on vähäistä tai täysin olematonta. Sesongin aikaan tuotannon kapasiteetti ja resurssit eivät välttämättä riitä vastaamaan runsaaseen kysyntään, jolloin on yrityksen kannalta järkevää tuottaa materiaalia varastoon hiljaisina aikoina. Yritykselle voi muutenkin olla tärkeää pyrkiä pitämään tuotanto jatkuvasti tasaisena, jolloin hiljaisempina aikoina varastoihin saattaa kertyä suuriakin määriä tavaraa. Esimerkkeinä voidaan mainita muun muassa urheiluvälineeteollisuus ja vaateteollisuus, jota ohjaa kaksi merkittävää sesonkia. Saattaa myös olla, että tuotteiden menekki on vakaata, mutta tiettyä raaka-ainetta tai valmistuksessa käytettävää materiaalia ei ole saatavilla kuin tiettyyn aikaan vuodesta. (Pouri 1983, 7-8; Karrus 2001, 34-35; Varastonohjaus - Suomen kuljetusopas, [viitattu 7.9.2009].)

Varastoinnilla voidaan pyrkiä myös suojautumaan epävarmuutta vastaan esimerkiksi tilanteissa, joissa jonkin materiaalin hinnan odotetaan kohoavan lähitulevaisuudessa tai mikäli materiaalin saatavuudessa on odotettavissa häiriöitä. Keskeneräisiä tuotteita varastoimalla voidaan parantaa tuotannon läpimenoaikoja mikäli tuotannon vaiheet läpäistään eri nopeuksilla. Valmiita

tuotteita varastoimalla voidaan parantaa asiakaspalvelutasoa odotettua suuremman kysynnän tai valmistushäiriöiden yllättäessä. (Varastonohjaus - Suomen kuljetusopas, [viitattu 7.9.2009].)

Tuotteiden loputtua varastosta, vaikka kysyntää vielä riittäisi, syntyy puuttekustannuksia, jotka vaikuttavat palvelutasoon. Mikäli tuote joudutaan tilaamaan asiakkaalle pikatoimituksena, koituu yritykselle siitä ylimääräisiä kustannuksia. Toisaalta asiakas voidaan jopa menettää, mikäli tuotetta ei saada toimitettua nopeasti. Palvelutaso pitää pyrkiä asettamaan siten, että varmuusvarastointi ei nosta liikaa varastointikustannuksia. Useimmiten yritysten palvelutaso on noin 90-98 prosenttia. (Ritvanen & Koivisto 2006, 34-35.)

2.3 Varastoinnin kustannukset ja riskit

Huolimatta varastointiin liittyvistä hyödyistä on varastoitavaan materiaaliin sitoutunut pääoma yritykselle merkittävä kustannusrasite. Varastojen karsiminen ja varastoinnin minimoiminen on viime aikoina ollut merkittävä seikka monien yritysten logistiikan kehittämisessä. (Varastoista aiheutuvat kustannukset - Suomen kuljetusopas, [viitattu 7.9.2009].)

Yritykselle materiaalin varastointi toimitusketjun eri tasoilla saattaa maksaa jopa 15-40 prosenttia varastoitavan materiaalin arvosta. Nämä varastoinnista aiheutuneet kustannukset koostuvat useista eri tekijöistä, kuten itse varastotilan hankkimisesta, materiaalin käsittelykustannuksista, varaston lämmitys- tai jäähdytyskuluista, varastoitavan materiaalin mahdollisesta pilaantumisesta tai vanhentumisesta sekä vakuutuksista ja vaarallisten aineiden varastoinnista koituvista turvallisuuskustannuksista. Suuret varastot luonnollisesti lisäävät myös materiaalin vahingoittumisen tai varkauksien riskiä. (Basu & Wright 2008, 96-97.)

Muita varastointiin liittyviä riskejä ovat erityisesti vaateteollisuudessa vaikuttavat muodin vaihtelut, elintarviketeollisuudessa ruokien ”parasta ennen” päiväyksen ylittyminen sekä uuden teknologian kehittyminen ja sen myötä aiempien tuotteiden vanhanaikaistuminen. Vanhentuneen teknologian tai epämuodikkaiden tuotteiden

myyminen on luonnollisesti vaikeaa ja elintarvikkeiden tapauksessa vanhentuneiden tuotteiden myyminen on jopa kiellettyä. Toisaalta varastoja voidaan kustannuksistaan huolimatta pitää turvana ennustamattomia kysynnän ja tarjonnan muutoksia vastaan. (Basu & Wright 2008, 96-97.)

Varastoinnista aiheutuneet kustannukset voidaan myös jakaa neljään pääryhmään, joihin kuuluvat varastotilan kustannukset, riskikustannukset, pääomakustannukset sekä vakuutuskustannukset. Näistä pääomasta tai sidotun pääoman koroista muodostuneet kustannukset muodostavat yleensä suurimman osuuden varastointiin liittyvistä kokonaiskustannuksista. Varastoihin sitoutunutta pääomaa voitaisiin yrityksessä hyödyntää myös muihin kohteisiin ja näin varastoinnin kustannuksena voidaan pitää myös korkotekijää, jolla yritys voisi saada voittoa sijoittamalla varastointiin sijoittuneen pääoman toisaalle. (Ritvanen & Koivisto 2006, 40-41.)

2.4 Varastoinnin tekniikka

Varastoitavan materiaalin koko ja muoto asettavat rajoituksia sekä käsittelymenetelmiin, että varastointitapoihin. Materiaalin paino, koko ja muut mitat vaikuttavat siihen valitaanko esimerkiksi häkit vai pientavara- tai kuormalavahylly, pitkille tavaroille oksahyllyt tai isokokoiselle, mutta kevyelle materiaalille laajatasohyllyt. Varastoitavan materiaalin käsittelyyn ja siirtelyyn voidaan tarvita esimerkiksi pumppukärryjä tai trukkeja sekä raskaamman tavaran kanssa nostureita. (Pouri 1983, 10.)

Varastoitavan materiaalin käsittelytapoihin vaikuttavat varaston kiertonopeus ja tavaran määrä; nopeasti kiertävät massatavarat tulee olla vaivattomasti saatavissa. Tavaran käsittelyyn ja sijoitteluun vaikuttaa myös materiaalin särkyvyys ja säilyvyys. Materiaalin särkyvyys tulisi huomioida esimerkiksi varaston keräilyreitillä siten, että herkästi särkyvät materiaalit eivät jää alimmaisiksi kaiken muun tavaran alle. Tavaran säilyvyyteen vaikuttavia tekijöitä muiden muassa:

- Lämpötila
- Kosteus
- Lika ja pöly
- Ilmanvaihto ja hajut
- Auringonvalo
- Paino

Varaston lämpötila vaikuttaa useiden materiaalien varastointiin. Etenkin elintarviketeollisuuden tuotteet tarvitsevat sekä lämmitettyjä että jäähdytettyjä varastoja, mutta lämpimiä varastoja voidaan tarvita myös esimerkiksi konepajateollisuudessa. Lämmittämättömissä varastoissa ilman kosteus on yleensä poissa hallinnasta ja vaihtelee usein. Näin varastossa oleva kosteus tiivistyy rauta- ynnä muiden metalliesineiden ja koneiden pinnoille heikentäen niiden laatua. Joissain tapauksissa myös liian alhainen kosteus on haitaksi tavaralle. Tavarain pinoamisessa tulee myös huomioida vaikuttaako materiaalin paino pinon alimmaisten tavaroiden laatuun. Tavarain varastointiin vaikuttaa lisäksi sen hävikkiherkkyys. Tavarain hävikkialttiuden syynä saattaa olla arvo tai sen tarve yleisessä käytössä. (Pouri 1983, 10-11.)

2.4.1 Varastohyllyt

Ilman erityisiä varastohyllyjä, materiaalia voidaan varastoida muun muassa kuormalavoilla tai rullakoissa. Kevyitä tuotteita voidaan usein pakata pahvilaatikoihin, jolloin tuotteiden varastointikin voidaan suorittaa pinoamalla suoraan pelkät pahvilaatikot niille määriteltyyn paikkaan. Heikkoutena voidaan kuitenkin todeta etenkin kiireen aiheuttama epäjärjestys ja epäsiisteys sekä riski nimikkeiden sekaantumisesta. (Pouri 1983, 63.)

Raskaampia tai pakkaamattomia materiaaleja voidaan varastoida päällekkäin pinotuissa kuormalavoissa tai häkeissä. Muodoltaan epämääräisten tavaroiden pinoamiseen voidaan apuna käyttää kuormalavoille kiinnitettäviä lavakaiteita tai varastointikehikkoja. (Pouri 1983, 63-65.) Usein kuitenkin tavaroiden kestävyys, paino ja muoto aiheuttavat sen, että pelkkien tuotteiden tai kuormalavojen

pinoaminen päällekkäin ei ole mahdollista. Tällöin materiaalit voidaan varastoida esimerkiksi varastohyllyihin. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 327.) Varastointiin tarkoitettuja hyllytyyppejä ja ratkaisuja on olemassa suuri joukko. Seuraavassa on esitelty muutamia yleisimpiä ja lähinnä tätä työtä ajatellen tärkeimpiä malleja.

Kuormalavahyllyt



KUVIO 1 Kuormalavahylly. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009]).

Yleisimpiä käytössä olevia standardoituja kuormalavoja ovat ISO- sekä EUR-lavat. Näiden lisäksi Suomessa on käytössä myös FIN-lava. EUR-lava on mitoiltaan 800mm x 1200mm ja ISO- sekä FIN-lavat 1000mm x 1200mm. (Tavaran yksiköinti ja käsittely-yksiköt – Suomen kuljetusopas, [viitattu 2.9.2009]).

Tavallisesti kuormalavahyllyt koostuvat pystypalkkielementeistä eli pylväistä, vinottaisista ja vaakatasoisista tuista sekä joissain tapauksissa takatuista. Hyllytasot, joille kuormalavat asetetaan, koostuvat vaakapalkeista. Kuormalavahyllyt ovat tavallisesti sovitettu juuri EUR- ja FIN-lavoille. Tavallisesti kuormalavat asetetaan hyllyyn siten, että niiden pidempi sivu on hyllyn syvyyssuunnassa. Normaalisti hyllyn syvyys on jonkin verran yli metrin. Samaa hyllyä voidaan käyttää tällä tavoin sekä FIN- että EUR-standardin mukaisten lavojen säilytykseen. (Pouri 1983, 75.)

Kuormalavahyllyt mitoitetaan yleensä niin, että kahden pystypalkkielementin väliin mahtuu noin yhdestä kolmeen standardikokoista kuormalavaa, joiden maksimipaino on noin 1000 kg. Mikäli pystypalkkielementit asetetaan tiheämpään, kuten kunkin lavapaikan molemmille puolille, voidaan kuorman maksimipainoa nostaa. (Pouri 1983, 75.)

Pientavarahyllyt



KUVIO 2 Pientavarahylly. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009]).

Pientavarahyllyjä käytetään usein erilaisissa pientavaravarastoissa. Pientavarahyllyt ovat tavallisesti teräslevyistä taivutettuja pienen ja kevyehkön materiaalin säilyttämiseen tarkoitettuja varastohyllyjä. Pientavarahyllyjen rakenteet on yleensä suunniteltu siten, että niistä voi yksinkertaisesti muotoilla erityyppisiä hyllystöjä, joita on mahdollista laajentaa ja muokata jälkeenpäin tarvittaessa. Pientavarahyllyistä voidaan muokata varsin monipuolisia muun muassa säilytettävän materiaalin koon ja muodon perusteella. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 338-339.)

Pelkkien hyllytasojen lisäksi voidaan tavarantoimitukseen käyttää esimerkiksi muovisia ottolaatikoita, joiden käyttöä tämänkin työn kohdeyrityksessä tullaan soveltamaan. Laatikoita voidaan käyttää erillisissä laatikkotelineissä tai tavanomaisen pientavarahyllyn tasoille asetettuina tai hyllyn takaseinään kiinnitettyinä. Pientavarahyllyn korkeuden tulisi olla alle 2,1 metriä, että tavarantoimitus ilman korokkeita tai tikapuita on mahdollista. Hyllyn syvyys saattaa

vaihdella, mutta on tavallisesti noin 300-600 millimetriä. Tavarankäsittely hyllyn alimmilla ja ylimmillä tasoilla vaikeutuu hyllyn syvyyden kasvaessa. Korkean keräilytehokkuuden saavuttamiseksi eniten käytettävät varastoartikkelit tulisi sijoittaa helposti käsiteltävälle korkeudelle, eli hyllyn keskivaiheille. Vastaavasti harvemmin käytettäville nimikkeille varataan hyllyn alimmat ja ylimmät tasot. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 339-340.)

Ulokehyllyt



KUVIO 3 Ulokehyllyt. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009]).

Ulokehyllyt eli oksahyllyt ovat pitkän tavaran varastointiin soveltuva varastohylly. Materiaalin painosta riippuen voidaan pitkää tavaraa varastoida esimerkiksi kuormalavahyllyille tai laajatasohyllyille, mutta tehokkain varastointitapa pitkälle tavaralle on kuitenkin ulokehyllyt. Ulokehyllyt muodostuu tietyin välimatkoin asetetuista pylväistä, joihin kiinnitetään ulokkeita eli niin sanottuja oksia. Varastoitava kuorma lastataan näiden oksien päälle. Ulokehyllyn oksat saattavat olla joko täysin kiinteitä tai niitä voidaan korkeuden osalta säätää. Tilanteesta riippuen ulokehyllyt voidaan kiinnittää seinään tai lattiaan tai ne voivat olla vapaasti seisovia. (Pouri 1983, 136.)

Läpivirtaushyllyt

Läpivirtaushylly eli FIFO – hylly (first in first out.) on varastointitapa, jossa ensimmäisenä hyllyn varastoitu tavara käytetään ensimmäisenä. Läpivirtaushyllyssä varastoitava materiaali lastataan hyllyyn ”takapuolelta” ja otetaan pois ”etupuolelta”. Hyllyyn asetettu tavara siirtyy esimerkiksi painovoiman vaikutuksesta hyllyssä olevia rullia tai kiskoja pitkin hyllyn toiselle puolelle. Hyllyt saattavat olla hyvinkin syviä, jolloin hyllyn täyttö- ja purkukäytävät saattavat olla melko etäällä toisistaan. (Pouri 1983, 147.)

Läpivirtaushyllyt tehostavat usein varastointiin varatun pinta-alan käyttöä, sillä käytävien vaatima pinta-ala on vähäistä. Tilankäytön tehostamisen lisäksi läpivirtaushyllyjen kenties tärkein ominaisuus on varastoitavan materiaalin käyttäminen automaattisesti ikäjärjestyksessä, eli materiaali mikä menee ensimmäisenä sisään tulee myös ensimmäisenä ulos. Tämä ominaisuus on tärkeää huomioida, jos varastoitavat tuotteet ovat herkästi vanhetessaan pilaantuvia. Läpivirtaushyllyt soveltuvat varastoihin, joissa varastoitavia nimikkeitä on vähän, mutta yksikkömäärät ja varaston kiertonopeus suuria. Läpivirtaushyllyjä voidaan käyttää niin kuormalavavarastoissa kuin pientavaravarastoissakin. (Pouri 1983, 147-148.)

2.4.2 Varastotyypit

Seuraavassa käsitellään muutamia yleisiä varastotyyppisiä. Varastoitavat materiaalit voidaan säilyttää joko avoimissa tai katetuissa ulko- tai sisävarastoissa. Sisävarastot voidaan lisäksi jakaa esimerkiksi lämmitettyihin ja lämmittämättömiin, sekä kuivavarastoihin. Näiden lisäksi on olemassa varastoitavan materiaalin vaatimuksista riippuen myös eräitä muuntotyypisiä varastoja. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 319 – 325.)

Ulkovarastot

Ulkovarastoihin luetaan kuuluvaksi ulkona avoimella maalla tai katosten alla varastoitavat tavarat tai materiaalit. Ulkovarastot ovat kustannuksiltaan edullisin varastointimuoto, sillä varaston rakenteisiin tarvitaan pääomaa hyvin vähän tai ei lainkaan. Myöskään varasto-olosuhteiden ylläpitoon ei kulu energiaa samoin, kuin esimerkiksi lämmitettyihin tai kylmennettyihin varastoihin. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 319.)

Monesti varastoitavat materiaalit eivät kestä ulkovarastointia. Vaikka ulkovarastossa olisikin suoja esimerkiksi suoranaiselta vesi- ja lumisateelta, niin ilmankosteus, kondensoitunut vesi ja lämpötilojen vaihtelut saattavat vahingoittaa herkkiä materiaaleja ja tavaroita. Ulkovarastoinnin haitoista huolimatta kustannusten kannalta on järkevää säilyttää kaikki ulkovarastointia sietävä materiaali ulkovarastoissa. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 319.)

Lämmittämättömät sisävarastot

Tavallisesti lämmittämättömät varastot Suomessa ovat betoni-, teräs- tai puurunkoisia ja kokonaan katettuja. Lämmittämätön varasto voidaan rakentaa esimerkiksi varastohyllyjen varaan. Lämmitettyyn varastoihin verrattuna lämmittämättömän varaston rakennus- ja ylläpitokustannukset. Kuten ulkovarastoissa, myös lämmittämättömissä sisävarastoissa ilmankosteus ja lämpötila ovat usein hallitsemattomissa ja näin ollen ne ovat suurin uhka varastoitaville materiaaleille. Suomessa ilman suhteellinen kosteus on keskimäärin noin 80% ja esimerkiksi teräksen ruostuminen alkaa ilman suhteellisen kosteuden ylitettyä 50%. Tämän vuoksi on tärkeää huolehtia, että varastossa on riittävä ilmanvaihto ja varaston sisärakenteet, etenkin sisäkatto ovat jotakin heikosti lämpöä johtavaa materiaalia, kuten puuta. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 321-322.)

Lämminvarastot

Lämpimiä varastoja käytetään sellaisten tavaroiden ja materiaalien varastointiin, jotka eivät sovellu säilyttäväksi tai työolosuhteiden vuoksi käsiteltäväksi alhaisissa lämpötiloissa. Lämpimän varaston lämpötila on tavallisesti fyysiselle työlle sopiva, eli noin 12-16 astetta. Lämmittämättömään varastoon verrattuna lämminvarasto on niin rakennus- kuin käyttökustannuksiltaan kallis. Lämmin varasto ei myöskään välttämättä suojaa materiaaleja kosteudelta. Joinakin aikoina saattaa ilmakosteus kohota niin korkeaksi, että kosteusvaurioita pääsee syntymään. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 323-324.)

Mikäli varaston lämpötilalla ei sinällään ole merkitystä voidaan lämminvarasto muuttaa kuivavarastoksi. Taloudellisesti ilmankuivaus on huomattavasti edullisempaa kuin varaston lämmittäminen. Myös rakennuskustannuksiltaan kuivailmavarasto on lämminvarastoa edullisempi vaihtoehto. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 323.)

Erikoisvarastot

Esimerkiksi kosteudelle tai ilman epäpuhtauksille erityisen arkoja materiaaleja voidaan säilyttää erikoisvarastoissa. Erikoisvarastointia vaatimat myös muun muassa ongelmajätteet, helposti syttyvät tai räjähtävät materiaalit sekä myrkyt ja muut kemikaalit. Muita erityyppisiä varastoja ovat myös kylmä- ja pakastevalmistot. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 325.)

2.5 Varasto-ohjattu tuotanto

Tuotantolaitoksen ohjauksessa tuotantotyyppi ja yksikön luonne vaikuttavat käytettävien menetelmien valintaan. Lähtökohtaisesti ohjauksen pääperiaatteina voidaan pitää varasto-ohjausta ja tilausohjausta. (Lapinleimu 2001, 109.)

Tilausohjauksessa perusideana on että toimintaa ei aloiteta, ennen kuin on saatu tilaus. Etuna tilausohjauksessa on joustavuus, sekä epäkuranttiusriskin

puuttuminen. Toisaalta lyhyt toimitusaika ja yleensä pienet valmistuserät ovat tuotantotekniikalle vaativia. (Lapinleimu 2001, 109.)

Varasto-ohjauksessa merkittävimpanä etuna on tilausohjaukseen verrattuna on nopea toimitusaika. Varasto-ohjauksen haittapuolina voidaan sen sijaan mainita varastoihin sitoutunut pääoma sekä vaara varastoitavan materiaalin epäkuranttiudesta. Lisäksi varastot saattavat kätkeä toiminnan tehottomuuden. (Lapinleimu 2001, 109.)

Aidolla imuohjauksella tarkoitetaan toimintamallia, jossa toimittava yksikkö varastoi kaikkia tuotteen valmistuksessa tarvittavia osia niin kutsutussa imuvarastossa. Valmistusimpulssi syntyy kun varastoon tulee käytön seurauksena tyhjä paikka. Erityisesti osanvalmistuksen ja kokoonpanon välillä on hyvä paikka imuvarastolle, varsinkin tapauksissa, joissa pienehköstä määrästä osia voidaan valmistaa useita erilaisia muunnelmia lopputuotteesta. (Lapinleimu 2001, 112.)

Puhtaan varasto-ohjauksen tapauksessa varastoitava tavara on halpaa ja tavaran epäkuranttiusriski on matala. Olennaista puhtaassa varasto-ohjauksessa on, että materiaalin ohjaus suoritetaan kokonaan tilauksista riippumatta. Tilauksia käsiteltäessä lähtökohtana pidetään, että varasto-ohjautuvaksi tarkoitettua tavaraa on, eikä näin ollen ole tarvetta ryhtyä toimenpiteisiin. Varaston ohjaamisessa voidaan käyttää tilausrajoja tai toimittajan hoitamaa varastotäydennystä. (Lapinleimu 2001, 113.)

Imuohjauksen ja puhtaan varasto-ohjauksen lisäksi voidaan mainita myös kaksilaatikkojärjestelmä. Kaksilaatikkojärjestelmällä tarkoitetaan Varasto-ohjaussysteemiä, jossa toimituserä ja hälytysraja ovat saman suuruiset. Nimensä mukaisesti tämä voi tarkoittaa esimerkiksi kahta laatikkoa. Selkeänä ja yksinkertaisena systeeminä kaksilaatikkojärjestelmä on hyvin toimiva. (Lapinleimu 2001, 113.) Osassa tässä työssä huomioitavien komponenttien varastoinnissa käytetään eräänlaista kaksilaatikkojärjestelmää.

Teorian tasolla tilausohjaus olisi tuotantolaitoksessa ideaalisin ratkaisu, mutta käytännössä paras malli on näiden kahden pääperiaatteen yhdistelmä. (Lapinleimu 2001, 109.)

2.5.1 Kiertonopeus

Varaston kiertonopeutta pidetään yhtenä tärkeimmistä varaston ohjaukseen liittyvistä tunnusluvuista. Sitä käytetään varastoon, varaston eri nimikkeisiin sekä nimikeryhmiin sitoutuneen pääoman seuraamiseen. Varaston kiertonopeus voidaan laskea erilaisilla tavoilla. Normaalisti laskeminen suoritetaan jonkun tietyn ajanjakson käytön tai kulutuksen sekä varaston arvon suhteena. Lukujen tulee tällöin olla vertailukelpoisia. Yleensä käytetty ajanjakso on yksi vuosi. Mitä lyhyempi käytetty aikajänne keskimääräisen varastoarvon laskemisessa on, sitä todellisemman kuvan annettu tulos tilanteesta antaa. Kiertonopeus voidaan määrittellä lukumäärää, tilavuutta tai painoa ilmaisevilla yksiköillä tai rahallisena arvona. Valitulla laskentatavalla ei ole vaikutusta kiertonopeuden arvoon. (Varaston kiertonopeus – Suomen kuljetusopas, [viitattu 28.10.2009].)

Varaston korkealla kiertonopeudella pyritään parantamaan kannattavuutta. Mitä suurempi kiertonopeus on, sitä vähemmän on yrityksellä pääomaa sitoutuneena varastoihin varaston läpimenon suhteen. (Varaston kiertonopeus – Suomen kuljetusopas, [viitattu 28.10.2009].)

Toinen varaston kiertonopeuden kaltainen tunnusluku on varaston riitto. Se soveltuu monesti paremmin käytännön ohjaustyöhön kuin varaston kiertonopeus. Varaston riitolla tarkoitetaan sitä, miten pitkäksi ajaksi varastossa oleva tavaramäärä riittää. (Varaston kiertonopeus – Suomen kuljetusopas, [viitattu 28.10.2009].)

2.5.2 JIT

JIT-ajattelu (just in time.) on alun perin Japanista peräisin oleva ajattelumalli. JIT:ssa pyrkimyksenä on luopua varastoista ja tuotannon tarpeisiin vastataan tarkentamalla ajoitusta, tarvesuunnittelua ja yhteistyötä komponenttien ja materiaalien toimittajien kanssa. Keskeisenä ideana on, että mitään ei jää varastoon yli tarpeen, vaan toimitettu materiaalmäärä vastaa täsmälleen suunnitelmien mukaista tarvetta. (Mustonen, Pouri 1994, 6.) Varastojen määrää sekä keskeneräistä tuotantoa voidaan JIT:n avulla vähentää huomattavasti. Varastoja ja keskeneräistä tuotantoa vähentämällä voidaan vapauttaa pääomaa ja lisäksi hyötyä saadaan myös tuottavuuden osalta, kun varastoinnin kätkemät ongelmat voidaan tunnistaa ja korjata muulla tavoin. (Uusi-Rauva 1991, 68.)

JIT-ajattelussa pyritään usein myös luopumaan valmiiden tuotteiden varastoinnista. Tällöin tuotannon läpimenoaikoja pyritään minimoimaan muun muassa lyhyempien asetusajkojen, tehokkaampien valmistusmenetelmien ja tarkemman kuormitussuunnittelun avulla. Tällä tavoin yritys pystyy valmistamaan täsmälleen sitä mille on milloinkin kysyntää markkinoilla. Käytännössä tällainen toiminta on mahdollista ainoastaan, jos toimintavarmuus ja toimitusten laatu on täydellistä. Edellytyksenä JIT-toiminnalle voidaan muiden muassa pitää että yrityksellä on vähäinen määrä tavarantoimittajia ja alihankkijoita, toimitukset toistuvat tiheästi pienissä erissä, kyky reagoida nopeasti muutoksiin markkinoilla ja vähäinen määrä keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa sekä täydellinen laatu ja toimintavarmuus. (Mustonen & Pouri 1994, 6-7.)

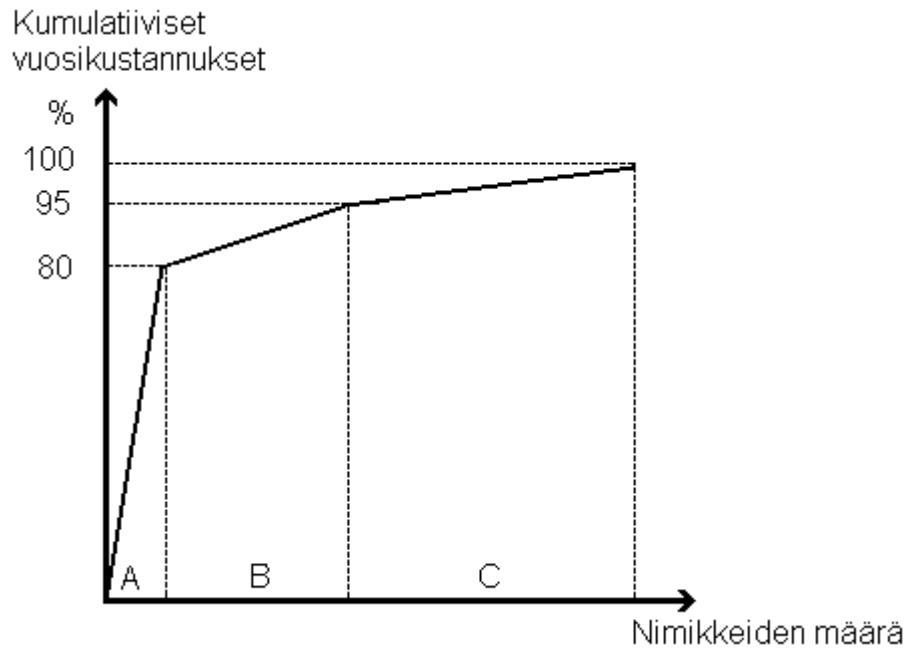
2.5.3 ABC-analyysi

ABC-analyysillä tarkoitetaan analyttistä johtamisvälinettä, jossa suurin huomio asetetaan eniten voittoa tuottaville osa-alueille. ABC-analyysiä käytetään varastotoiminnan kehittämiseen yleisesti ympäri maailmaa. Sitä voidaan käyttää myös apuna esimerkiksi laatujohtamisessa. ABC-analyysi perustuu Pareton sääntöön eli niin sanottuun 80:20-periaatteeseen. Ajatuksena on että pieni osa (20

prosenttia.) koko joukosta tuottaa suurimman osan (80 prosenttia.) tehokkuudesta tai tuotosta, ja näin ollen ABC-analyysiä käytetään oleellisen osuuden erottamiseksi vähemmän oleellisesta joukosta. Periaatteessa luvut 80:20 ovat keskimääräisiä ja voivat vaihdella. Eri tilanteissa jakauma saattaa olla esimerkiksi 75:25 (Hollier & Coocce 1994, 117; Ritvanen & Koivisto 2006, 38.)

ABC-analyysissä materiaalit jaetaan ryhmiin, kuten esimerkiksi A-, B-, C- tai D-ryhmään, tuotteiden tarpeen tai myynnin mukaan. Luokituksen perusteena voidaan käyttää myös sitä, paljonko kukin tuote vaikuttaa kannattavuuteen. Luokittelun jälkeen voidaan selvittää eri tuotteiden käsittelyä varastossa runsas- ja vähälukuisten tuotteiden eroja tarkastelemalla. Luokittelu voidaan toteuttaa siten, että A-ryhmä tuottaa esimerkiksi kuusikymmentä prosenttia, B-ryhmä kaksikymmentä prosenttia, C-ryhmä viisitoista prosenttia ja D-ryhmä viisi prosenttia myynnistä. Näin ollen A-ryhmän tuotteet ovat yrityksen myynnin tai tuotannon kannalta tärkeimpiä. D-ryhmä puolestaan tuottaa ainoastaan viisi prosenttia yrityksen myynnistä, mutta ryhmä saattaa olla välttämätön jonkin tuotteen valmistuksessa, eikä sen varastoinnista näin ollen pystytä luopumaan. (Ritvanen & Koivisto 2006, 38-39.)

Mikäli A- ja B-ryhmien tuotteiden kiertonopeus on pieni, mutta ne muodostavat silti suurimman osan varastosta, on kiinnitettävä huomiota tuote-erien supistamiseen. D-ryhmän materiaalista tulee puolestaan selvittää, mitä oikeastaan tarvitaan ja mitä varastoidaan turhaan. Mikäli materiaalia ei käytetä tai myydä, on sitä tarpeetonta myös varastoida. (Ritvanen & Koivisto 2006, 39.)



KUVIO 4 ABC-analyysi. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 431).

2.5.4 Tiluseräkköön määrittäminen

Mikäli tietyn tuotteen kulutus on hyvin tasaista ja kulutus on ennalta tiedossa, voidaan täydennys tehdä esimerkiksi kerran vuodessa. Tällöin kuitenkin käytössä täytyy olla yleensä runsaasti varastotilaa, eikä tuotteen saisi olla pilaantuvaa. Tällöin yrityksellä on myös runsaasti pääomaa sitoutuneena varastoon. Toinen ääripää on, että täydennystoimitus tehdään esimerkiksi kerran päivässä. Tällöin varastotilaa ei vaadita lainkaan niin paljoa, mutta täydennyksiin liittyvät rasitteet, kuten tilaus- ja kuljetuskustannukset kasvavat. Tärkeintä on löytää taloudellisin vaihtoehto varastointikustannusten sekä tilaus- ja toimituskustannusten väliltä. (Karrus 2001, 36-37.)

Taloudellisen tiluserän määrittämiseen voidaan apuna käyttää niin sanottua Wilsonin kaavaa, eli EOQ (Economic Order Quantity, eli taloudellinen tiluserä) – kaavaa. EOQ-kaava perustuu toimituserän tilaus ja toimituskustannuksiin, sekä yksikkökohtaisiin varastointikustannuksiin. Perusoletuksena kaavassa ovat tasainen kysyntä, sekä muuttumattomat kustannustekijät. EOQ-kaava ei kuitenkaan ole ongelmaton, sillä esimerkiksi täysin tasainen kulutus on yleensä

hyvin harvinaista. Kaava jättää myös huomioimatta eritä tärkeitä tekijöitä, jotka vaikuttavat eräkokoon. Tästä huolimatta EOQ-kaavalla voidaan saada hyvä ensiarvio taloudellisesta eräkoosta. (Karrus 2001, 38-41.)

Satunnainen kysyntä kuvaa tilannetta, jossa yksiköllä ei ole tarvittavia keinoja kulutuksen tarkkaan ennakkointiin, eikä varastojen, palvelutason tai varasto- ja toimituskustannusten optimointiin. Kysynnän satunnaisuus tuottaa usein vaikeuksia varastoinnissa. Riittävän toimituskyvyn takaaminen saattaa aiheuttaa ylivarastointi ja lisätä varastoihin sitoutunutta pääomaa. Toisaalta taas liian tiiviit täydennykset lisäävät täydennyskustannuksia. Samankaltaisia ongelmia saattavat aiheuttaa myös epätasaisuus toimitusajoissa sekä satunnaiset vaihtelut toimituserien laadussa ja määrässä. Tuotteiden kysynnän muutokset, sesonkiriippuvuus, tuotteiden väliset riippuvuussuhteet ja asiakkaiden taloudellisen tilanteen muutokset aiheuttavat sen, että kiinteät rutiinit ja vakiotäydennykset eivät ole välttämättä mielekkäitä. (Karrus 2001, 42-43.)

Kysynnän ollessa väistämättä epävarmaa, voidaan käyttää tilauspistemalleja. Mainitun kaltaisiin tilanteisiin nämä soveltuvat EOQ-kaavaa paremmin. Tilauspistemalleissa tilausimpulssin laukaisee kullekin varastonimikkeelle ennalta määritellyn varastomäärän alittuminen. Tilauspistemallin perustan muodostaa tilauspiste, eli hälytysraja. Hälytysrajalla tarkoitetaan tilannetta, jossa varastossa olevan tavaran määrä laskee tietyn nimikkeen osalta sille ennalta määritellyn rajan alapuolelle. Hälytysrajan alituttua kyseistä nimikettä tilataan uusi erä. (Karrus 2001, 43.)

Hälytysraja määritellään sen perusteella, mikä on nimikkeen havaittu tai ennustettu kysyntä, toimitusviive tai mahdollisesti kokonaiskustannus. Kysynnän lisäksi hälytysrajan kokoon vaikuttaa se, miten usein varastossa olevan tavaran määrä tarkastetaan. Varaston määrää voidaan tarkkailla joko jatkuvasti tai jaksotettuna. Jatkuvassa tarkkailussa materiaalmääriä tarkkaillaan aina kun tavaraa otetaan varastosta, ja näin ollen täydennystilaus suoritetaan heti kun määrätty hälytysraja alitetaan. Jaksotetussa menetelmässä materiaalin määrä tarkastetaan tietyin väliajoin. Täydennystilaus suoritetaan kun havaitaan nimikkeen

määrän saavuttaneen tilauspisteen. Tarkastusväliä voidaan muuttaa esimerkiksi sesonkivaihtelun perusteella. (Karrus 2001, 43-45.)

Mikäli toimitusviive ja kysyntä ovat samoja, vaatii jaksotettu tarkkailu korkeamman hälytysrajan, kuin jatkuva tarkkailu. Tämä siksi, että jaksotettua tarkkailua käytettäessä reagointiaika hälytysrajan alittumiseen saattaa maksimissaan olla yhden tarkastusvälin verran. Tietotekniikan avulla varaston jatkuva seuraaminen on helpottunut huomattavasti viimeisten vuosien tai vuosikymmenten aikana. Tätä ennen jaksottainen tarkistaminen on ollut varsin tavanomainen menettelytapa, sillä jatkuva tarkkailu on ollut siihen verrattuna kovin työlästä. (Karrus 2001, 46.)

2.6 Layoutin käsite

Layoutilla tarkoitetaan esimerkiksi yrityksessä, kuten tuotantolaitoksessa suoritettavaa fyysistä sijoittelua. Layoutin piiriin luetaan kuuluvaksi muiden muassa varastot, käytävät ja työkoneet. Yleisesti layout jaetaan kolmeen päätyyppiin, joita ovat solulayout, tuotantolinjalayout ja funktionaalinen layout. Jako layouttyyppien välillä tapahtuu koneiden sijoittelun ja työnkulun perusteella. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 439.) Layoutin suunnittelulla voidaan merkittävästi vaikuttaa tuotannon olosuhteisiin, tilantarpeeseen ja sujuvuuteen. Toisaalta huonosti suunniteltu layout saattaa tulla yritykselle kalliiksi. (Tehokasta tilansuunnittelua – Kookas News [viitattu 25.10.2009].)

2.6.1 Layoutin suunnittelu

Layoutin suunnittelu on yritykselle tarpeen aina uusia toimitiloja rakennettaessa. Kuitenkin useimmiten layoutin suunnittelua tarvitaan valmiiksi olemassa olevien tilojen uudelleensuunnitteluun. Monet yritykset – olivat ne sitten tuotantolaitoksia, tukkumyymälöitä tai vähittäistavarakauppoja – kohtaavat usein tarpeen layout-suunnittelulle. Yrityksen layoutia voidaan joutua muuttamaan esimerkiksi tuotantoteknologian, tuotevalikoiman tai tuotantomenetelmien muuttuessa. (Tersine 1985, 352.)

Yrityksen layout voidaan nähdä tarpeelliseksi suunnitella uudelleen, mikäli sillä tavoin katsotaan pystytään parantaa yrityksen toimintaa. Myös tarve suunnittelun laajuudelle yrityksessä saattaa vaihdella huomattavasti riippuen tilanteesta. Kyseessä saattaa olla ainoastaan yhden työpisteen muokkaaminen, mutta toisaalta joissain tapauksissa joudutaan suunnittelemaan kokonaisen tehtaan tuotantotilojen, varastojen ja muiden toimintojen sijoittelu uudelleen. Muutokset yrityksissä ovat usein melko yleisiä ja tämän vuoksi kohdataan usein myös layoutia koskevia ongelmia. Hyvän layoutin tulisikin olla joustava ja mahdollisimman vähäisillä häiriöillä edullisesti ja yksinkertaisesti muokattavissa oleva ratkaisu. (Tersine 1985, 352.)

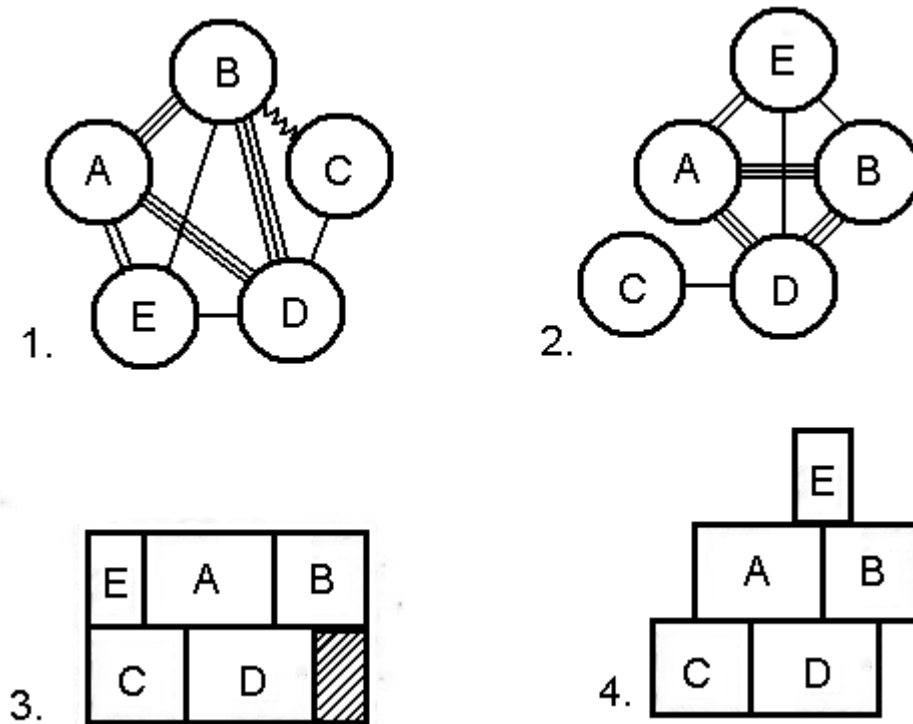
Layouttia suunniteltaessa tulee huomioida mahdolliset tulevat muutokset ja laajennukset. Layoutin tulee olla joustava, mikäli tuotantomääriin tai tuotetyyppeihin tulee muutoksia. Mahdolliset muutostarpeet täytyy huomioida etenkin suurikokoisten tai vaikeasti liikuteltavien laitteiden tai muiden elementtien sijoittelussa. Kiinteät tai suurikokoiset varastorakennelmat sekä painavat laitteet tulee sijoittaa niin, että ne eivät hankaloita layoutin kehittämistä myöhemmin. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 446.)

Layoutin suunnittelussa on hyvä huomioida myös eri työvaiheiden ja koneiden vaatimat turvallisuusseikat. Nämä turvallisuusseikat saattavat liittyä esimerkiksi fyysiseen vaaraan tai korkeaan melutasoon. Tärkeitä tekijöitä ovat niinkään siirtomatkojen optimointi, sekä tarve mahdollisille välivarastoille. Välivarastoja varten tulee sijoittelua suunniteltaessa muistaa varata tilaa ja esimerkiksi riittävästi vapaaita hyllypaikkoja. (Tehokasta tilansuunnittelua – Kookas News [viitattu 25.11.2009].)

Layouttia suunniteltaessa voidaan apuna käyttää niin sanottua Mutherin yhteissuhdepiirrosta (Kuvio 5.). Ideana on, että lasketaan resurssien vaatima tila, asetetaan se mittakaavaisena yhteissuhdepiirroksen ja lopuksi järjestellään se piirroksessa. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.)

Nykyisin yhteyssuhdepiirroksen merkitys layout-suunnittelussa ei ole kovin suuri; Laajojen funktionaalisten järjestelmien ohjaaminen on hankalaa, eikä näin ollen

niiden rakentaminen ole usein perusteltua. Lisäksi solujen sijoittelu ja solunsisäinen layout on puolestaan melko yksinkertaista selvittää muutenkin. Kuitenkin parhaiten yhteyssuhdepiirros soveltuu funktionaalisen layoutin ja solujen sijoittelun suunnitteluun. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 310.)



KUVIO 5 Yhteyssuhdepiirros. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309).

Kuviossa kolmella viivalla yhdistetyt ympyrät viittaavat vahvasti toisistaan riippuvaisiin yksiköihin, yhdellä viivalla yhdistetyt puolestaan heikosti toisistaan riippuvaisiin yksiköihin ja katkoviiva tarkoittaa, että yksiköt eivät voi olla lähekkäin. 1. piirroksessa on kartoitettu yksikköjen riippuvuussuhteet, 2. piirroksessa yksiköt on järjestelty niin, että toisistaan vahvasti riippuvaiset yksiköt ovat lähekkäin sekä C ja B mahdollisimman etäällä toisistaan. 3. piirroksessa on määritelty yksiköiden tilantarve ja 4. piirroksessa on esitetty yksiköiden lopullinen sijoittelu. Riippuvuussuhteiden suurena voidaan käyttää muun muassa kuljetusvirtoja (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 309.)

Nykyään layout-suunnittelun apuna voidaan käyttää myös virtuaalisia simulaatiomalleja. Simulaatiota käytetään nykyisin hyvin laajasti etenkin uusien

tehtaiden suunnittelussa. Simulaatio-ohjelman avulla laaditaan matemaattinen malli suunniteltavasta tilasta. Näin voidaan selvittää tuotantoyksikön suorituskykyä sekä laitteiden ja koneiden tarvetta. Simulaation avulla voidaan myös tutkia, miten erilaiset tekijät vaikuttavat tuotantoprosessiin. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 446.)

2.6.2 Layoutsuunnittelun tavoitteet ja layoutin valinta

Layoutsuunnittelussa keskeisenä tavoitteena on yrityksen materiaalivirtojen tehokkuuden saavuttaminen. Onnistuneella suunnittelulla pyritään minimoimaan kuljetusmatkat ja –kerrat eri työpisteiden ja osastojen välillä. Toiminnan ohjauksen kannalta on myös järkevää saada perättäiset työvaiheet sijoiteltua niin, että työvaiheiden välinen materiaalivirta on mahdollisimman selkeä. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 446.)

Layoutin suunnittelu on pitkälinen toimenpide. Sitä voidaan pitää monien erilaisten muuttujien summana, ja tuotantojärjestelmien osalta se on käytännössä aina kompromissi. Täysin optimaalista layouttia ei yleensä ole mahdollista tehdä. Peruslähtökohtana layouttia suunniteltaessa tulee huomioida muutamia seikkoja; Lopputuotteen rakenteiden ja käytettävien materiaalien määrittäminen, työvaiheistus, tuotantotekniikan, ja –muodon määrittäminen sekä tukitoimintojen ja tuotannon aikajänteen määrittäminen. Tuotannon aikajänteestä selviää, miten kauan tuotanto säilyy suunnitelmien mukaisena. Tämä puolestaan antaa tietoa siitä, minkä suuruiset investoinnit ovat kannattavia. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 445-446.)

Apukeinona layout-tyyppejä vertaillessa voidaan käyttää niin sanottua hyötyarvomatriisia. Hyötyarvomatriisissa ajatuksena on, että jokaiselle vertailukohteelle annetaan painoarvo. Tämän jälkeen ratkaisuvaihtoehdot pisteytetään ja pisteet kerrotaan kyseessä olevan vertailukohteen painoarvolla. Lopuksi kunkin vaihtoehdon pisteet lasketaan yhteen ja tällä tavoin selvitetään parhaiten sopiva vaihtoehto. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 446.)

2.7 Layout-tyypit

Layoutsuunnittelu on tuotantojärjestelmää, rakenteiden muutoksia tai uudisrakenteita suunniteltaessa eräs tärkeimmistä kysymyksistä. Tuotantojärjestelmän layout voidaan luokitella kolmeen päätyyppiin tuotantolaitteiden sijoittelun ja työnkulun perusteella. Nämä kolme pääryhmää ovat tuotantolinjalayout funktionaalinen layout ja solulayout. Lisäksi mainitsemisen arvoinen on myös esimerkiksi tuoteverstaas. (Sjölander 1982, 63; Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 439.)

2.7.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa tuotantolinja on erikoistunut jonkin tietyn tuotteen valmistamiseen. Tuotantolinjassa koneet sekä muu laitteisto järjestetään työnkulun mukaisesti. Tietyn tuotteen valmistamiseen erikoistuneen tuotantolinjan toiminta on kappaleiden käsittelyn ja valmistuksen osalta tehokasta ja tavallisesti pitkälti automatisoitua. Tärkeimpiä seikkoja tuotantolinjaa rakennettaessa ovat tuotannon korkea kuormitusaste sekä volyyymi. Tuotantolinjan rakentamisesta syntyy yleensä paljon kustannuksia, mutta monissa tapauksissa sen rakentaminen on silti kannattavaa. Tuotantolinja mahdollistaa tuotteen suuret valmistusmäärät ja alhaiset valmistuskustannukset yksittäiselle tuotteelle. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 439.)

Tuotantolinjaa voidaan pitää melko herkkänä erilaisille tuotannon häiriöille, sillä vähäisetkin häiriöt jossain tuotantolinjan osassa saattavat vaikuttaa merkittävästi koko linjan tuottavuuteen. Häiriöistä saattaa koitua yritykselle korkeita kustannuksia. Lisäksi virheellisen tuotannon estämiseksi on tuotannon laadunvalvontaan kiinnitettävä huomiota. Tiettyä tuotetta valmistetaan yleensä hyvin pitkinä sarjoina, sillä valmistettavan tuotteen vaihtaminen tuotantolinjalla on usein varsin työlästä ja aikaa vievää. Tuotannonohjausta helpottaa tuotantolinjalla vallitseva selkeä työnkulku (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 439.)

2.7.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa tuotannon työpisteet ja koneet ryhmitellään samankaltaisten työtehtäviensä mukaan. Esimerkiksi levyntaitto tapahtuu aina omassa työpisteessään ja kaikki hitsausvälineet ovat omassa työpisteessään. Toinen nimitys funktionaaliselle layoutille on teknologinen layout, sillä laitteet ryhmitellään niiden tuotantoteknologisten ominaisuuksien mukaan. Tuotetyyppien ja tuotantomäärien osalta funktionaalinen layout on tuotantolinjaa huomattavasti joustavampi. Erilaisilla laite- ja konevalinnoilla pystytään vaikuttamaan siihen että hyvin erilaisiakin toimintoja pysytään suorittamaan joustavasti. Funktionaalisen layoutin avulla voidaan tuottaa sarjoja, mutta myös yksittäiskappaleiden tuottaminen on mahdollista. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 440.)

Funktionaalisisessa layoutissa automaation soveltaminen materiaalin käsittelyyn on huomattavasti hankalampaa kuin tuotantolinjassa, johtuen toisistaan poikkeavista työkuluista. Tuottavuus ja kuormitusasteet funktionaalisisessa layoutissa jäävät usein melko matalaksi. Kuitenkin funktionaalinen layout on yksinkertaisempi ja edullisempi rakentaa. Myös tuotannon kapasiteetin muuttaminen ja lyhyidenkin sarjojen valmistaminen on helpompaa kuin tuotantolinjassa. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 440.)

Tuotannonohjauksen tehtävänä on järjestää eri työpisteisiin jonossa olevat tuotteet ja keskeneräisten tuotteiden ohjaaminen oikeaan aikaan oikeisiin työpisteisiin tuottaa usein vaikeuksia. Tiettyä työvaihetta odottavat epävalmiit tuotteen lisäävät keskeneräisten tuotteiden varastojen määrää ja kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja. Pitkät välimatkat välivarastojen ja eri työpisteiden kesken lisäävät kustannuksia ja hankaloittavat laadunohjausta. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 440-441.)

Funktionaalisen layoutin merkittävimmät edut tulevat esiin sekatuotannossa, jolloin erilaisia tuotemuunnoksia on paljon valmistusmäärien ollessa pieniä. Erityisesti funktionaalinen layout toimii tapauksissa, joissa järjestys vaihtelee erilaisten osien vaatimien työvaiheiden välillä niin, että eri työvaiheiden välistä kulkua ei ole mahdollista erottaa. (Sjölander 1982, 64.)

2.7.3 Solulayout

Tuotantosolu muodostuu niistä laitteista ja koneista, joiden avulla tuote, osaperhe tai yksittäinen komponentti pystytään valmistamaan kokonaan samalla alueella. Osaperheiksi kutsutaan osia, joilla on paljon yhteneviä tekijöitä. Valmistusketjun hallinta ja valmistuksen koordinoiminen on helppoa, sillä kaikki tapahtuu yhdessä tietyssä paikassa. Sen sijaan, että valmistuksessa käytettäisiin vaihekohtaista ajoitusta, voidaan koko solua pitää yhtenä kuormituspisteenä. (Tuotantotalous 15ov – Jakso 4 [Viitattu 5.10.2009].)

Solulayout on eräänlainen tuotantolinjan ja funktionaalisen layoutin välimuoto. Solulayoutilla tarkoitetaan itsenäistä, erilaisista työpaikoista ja koneista muodostuvaa ryhmää, jonka on keskittynyt jonkin tietyn työvaiheen tai osan valmistamiseen. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 441-442.)

Solulayoutissa pyritään tuotteen valmistamiseen alusta loppuun samojen solusta löytyvien koneiden avulla. Erilaisten laitteiden kokoamisella yhdeksi soluksi pyritään laskemaan tuotannon läpimenoaikaa ja vähentämään keskeneräisiin töihin sitoutunutta pääomaa. Lisäksi muun muassa automaatio mahdollistaa sen, että solussa työskentelevä työntekijä ei välttämättä ole erikoistunut yhdelle ja tietylle laitteelle, vaan hän voi hoitaa monia erilaisia koneita. (Sjölander 1982, 64-66.)

Pyrkimys lyhyisiin läpimenoaikoihin tarkoittaa sitä, että eräiden solussa olevien asemien tulee olla vajaakuormitettuja riippumatta siitä, mikä on solun senhetkinen osakoostumus. Näiden niin sanottujen täydennysasemien kuormitus vaihtelee melko paljon ja tämän vuoksi työntekijöiden pitää voida liikkua solun sisällä eri työpisteiden välillä ja päättää itse työnjaostaan. Tavallisesti pyrkimyksenä on että solussa olevan avainkoneen kuormitusaste on mahdollisimman korkea ja täydennyskoneilla on vastaavasti liikakapasiteettia. (Sjölander 1982, 64-66.)

Solulayoutissa ei esiinny välivarastoja ja materiaalivirta toimii selkeästi. Funktionaaliseen layoutiin verrattuna solutuotannon läpimenoajat ovat hyvin lyhyet. Solu pystyy myös valmistamaan hyvin joustavasti niitä tuotteita, joille se on

suunniteltu ja eri tuotteiden valmistukseen siirryttäessä asetusajat ovat lyhyet. Solulle suunnitellun tuoteryhmän rajoissa solu on sekä funktionaalista layouttia tehokkaampi, että tuotantolinjaa joustavampi. Lisäksi eräkoot ja tuotemäärät voivat tuotteesta riippuen vaihdella suurestikin. Tuotteen valmistaminen tapahtuu kuitenkin yleensä pienissä sarjoissa tai yksittäisinä kappaleina. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 441-442.)

Laadunvalvonta sekä virheiden tunnistaminen ja korjaaminen tuotantosolussa on yleensä helppoa, sillä tuotteen kokoamisprosessi tapahtuu samalla alueella. Tuotantosolussa koneiden kuormitus on tavallisesti alhaisempaa, kuin tuotantolinjassa, mutta kuormitusaste saattaa myös vaihdella eri laitteiden välillä paljonkin. Solutuotantoa voidaan pitää myös työntekijöiden kannalta mielekkäänä vaihtoehtona, sillä työntekijöillä on mahdollisuus itse vaikuttaa työtehtäviinsä ja työnjakoon solun sisällä. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 442.)

2.7.4 Tuoteverstas

Edellä lueteltujen kolmen päätyypin lisäksi layout voi jakautua myös tuoteverstaaisiin. Tuoteverstaalla tarkoitetaan solua suurempaa kokonaisuutta, jolla on tarvittavat tuotannolliset voimavarat tuotteen tai tuoteperheen valmistukseen. Tuoteverstas järjestellään tavallisesti niin, että tuotantoprosessi kulkee virtauksena yhteen suuntaan. Tuoteverstas saattaa muodostua monista tuotantolinjoista tai soluista. Tuoteverstaisten kapasiteetin tehokas käyttö vaatii yleensä jatkuvaa tuotantoa ja ne ovat usein paljolti automatisoituja. (Tuotantotalous 15ov – Jakso 4 [viitattu 5.10.2009].)

Tuoteverstasta voidaan pitää varsin itsenäisenä yksikkönä. Valmistustoiminnan lisäksi verstaalla on yleensä oma johto ja tuotannon suunnittelu. Tuoteverstaalla on myös oma tuotannonohjaus, joka itsenäisesti hoitaa toiminnanohjauksen tuoteverstaassa. Tuoteverstailla pyritään helpottamaan toiminnanohjausta ja kohentamaan tuottavuutta. Tuotannonohjaus tuoteverstaassa on melko helppoa, sillä tuoteverstasta voidaan pitää yrityksen sisäisenä toimittajana, joka toimittaa tarvittavat komponentit ja tuotteet. Verstaan toiminta on kohdennettu tietyille

tuotteelle tai komponenttityypille. Tuoteverstaas pohjautuu edellä mainittuihin kolmeen päätyppiin tai se saattaa olla niiden sekoitus. Normaalisti verstaassa työskentelee noin kolmestakymmenestä sataan henkilöä. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1999, 443.)

3 TUTKIMUSYMPÄRISTÖN KUVAUS

Suomessa metsäteollisuuden ohella tärkein teollisuudenala on metalliteollisuus. Metalliteollisuus jaetaan yleensä kolmeen osaan, jotka ovat perusmetalliteollisuus, kone- ja metallituoteteollisuus sekä sähkö- ja elektroniikkateollisuus. Perusmetalliteollisuuteen kuuluu erilaisten terästen, kuparimetallien ja alumiinien valmistus. Kone- ja metallituoteteollisuuteen kuuluvat puolestaan konepajat, ajoneuvoteollisuus sekä metallituoteteollisuus. Sähkö- ja elektroniikkateollisuuden piiriin luetaan muun muassa tietokoneiden, automaatiolaitteiden sekä erilaisten sähkölaitteiden valmistaminen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 34-35)

Kohdeyrityksenä tässä opinnäytetyössä on Ilmajoella, Etelä-Pohjanmaalla toimiva Energent Oy. Vuonna 1982 perustettu Energent Oy on konepajayritys, jonka erikoisalaa ovat korkeahyötysuhteisten, eli noin 75-80 prosentin hyötysuhteella toimivien ilmanvaihto- ja lämmöntalteenottolaitteiden kehittäminen, valmistaminen ja markkinointi. Vuonna 2008 yrityksen liikevaihto oli noin 8,7 miljoonaa euroa. Lokakuussa 2008 viitasaarelainen SopValm Oy osti kokonaisuudessaan Energentin osakekannan. SopValm Oy on vuonna 2006 tuotantonsa aloittanut teollisuuden ohutlevymekaniikkaan erikoistunut yritys. Kaupan jälkeen molemmat yritykset jatkoivat toimintaansa itsenäisinä omilla paikkakunnillaan. (Salo 2009, 43-47; Energent Oy [viitattu 7.10.2009].)

Merkittävin osa yrityksen ilmanvaihto- ja lämmöntalteenottolaitteista tulee teollisuuden käyttöön. Koneita toimitetaan myös muun muassa uimahalleihin ja kaupparakennuksiin. Päämarkkina-alueena yrityksellä on Suomi, mutta ulkomaillekin, etenkin Viroon ja Venäjälle, vientiä on jonkin verran. Ilmanvaihdon ja lämmöntalteenoton lisäksi voidaan asiakkaan tarpeiden mukaan laitteisiin yhdistää myös muita ominaisuuksia, kuten esimerkiksi kivipölyn poisto. (Lämmöntalteenotto- ja ilmanvaihtolaitteet haastaviin kohteisiin [viitattu 25.10.2009].)

Tuotanto yrityksessä tapahtuu täysin asiakaslähtöisesti, eli laitteet valmistetaan tilauksen mukaan. Laitteet myös mitoitetaan aina tapauskohtaisesti sen mukaan

minkä malliselle ja kokoiselle laitteelle kulloinkin on tarve. Koneiden kokohaitari voi olla todella suuri. Tämä vaikuttaa voimakkaasti myös laitteiden kokoonpanon vaatimaan tilantarpeeseen.



KUVIO 6 EGX-malli (Energent Oy, [viitattu 21.10.2009]).

Energent Oy:n omia tuotteita ovat EGP-pystymalli, EGX-malli, EGK-kattokojepaketti sekä EG Twin Jet-oviverhojärjestelmä. EGP- ja EGX-mallit ovat perus toiminnoiltaan hyvin saman tyyppisiä. Molemmat ovat korkealla hyötysuhteella toimivia ja hyvin poistoilman epäpuhtauksia sietäviä. Ehkä merkittävin eroavaisuus näiden kahden mallin välillä on EGX-mallissa raitisilmapuoli ja jäteilmapuoli ovat aina erillään. Tämän ansiosta ilman ulospuhallus ja raitisilman sisäänotto voivat sijaita eripuolilla rakennusta. (Energent Oy [viitattu 29.10.2009].)

EGK on rakennuksen ulkopuolelle, esimerkiksi katolle asennettava malli. Lämmöntalteenottotekniikaltaan EGK on samankaltainen kuin EGP- ja EGX-mallit. EGK-malli toimitetaan kalustettuna ja lämpöeristettynä konehuoneena. Tällaisia valmiita konehuoneita käytetään etenkin silloin kun rakennuksen sisätilojen pinta-alaa halutaan säästää muuhun käyttöön. EG Twin Jet on puolestaan oviverhojärjestelmä, jota käytetään oviaukoissa estämään sisään virtaavaa kylmää ulkoilmaa. Järjestelmän toiminta perustuu porrastettuun vastakkaispuhallukseen, joka muodostaa niin sanotun virtauskatkon tuulikaapissa. Suuttimien

puhallusnopeutta säädetään ulkoilman lämpötilan perusteella. Tällainen porrastettu vastakkaispuhallus vähentää tehokkaasti sisään virtaavan ulkoilman lämmitystarvetta. (Energent Oy [viitattu 29.10.2009].)

4 VARASTON JA LAYOUTIN SUUNNITTELU ENERAGENT OY:LLE

Kuten johdanto-osassa kävi ilmi, työn tarkoituksena on kehittää kokoonpanotilan materiaalien varastointia ja layoutia. Työssä on tavoitteena määrittellä kullekin laitteiden kokoonpanossa tarvittavalle varastonimikkeelle oma paikkansa. Työn toisena tavoitteena on määrittellä kokoonpanotilan layout siten, että kokoonpanossa tarvittavien materiaalien keräily helpottuu.

4.1 Varastoitavat komponentit ja osat

Työssä huomioitavat varastot sijaitsevat käytännössä kahdessa eri paikassa: *Vaihtajien* kokoaminen ja siihen tarvittavien materiaalien varastot sijaitsevat kokoonpanopisteestä katsottuna tehdashallin toisella puolella erillisessä huoneessa. Itse kokoonpanopisteellä on puolestaan omat työkalu- ja materiaalivarastot, jotka sijaitsevat kokoonpanopisteen läheisyydessä. Ruuvien, muttereiden ja sen kaltaisten tarvikkeiden toimittamisesta ja hyllyttämisestä huolehtii Würth.

4.2 Rajoittavat tekijät

Suunniteltaessa uutta layoutia kohteeseen, täytyy ottaa huomioon muutamia rajoittavia seikkoja. Lähtökohtana suunnittelussa on, että kokoonpanotilan muotoa tai kokoa ei tuotantotilojen toimivuuden kannalta voida muuttaa kovin merkittävästi, sillä melko suuri osa niin sanotusta vapaasta lattiapinta-alasta on varattu muiden kuin yrityksen ”omien” koneiden kokoamiseen. Kokoonpanopisteen aluetta rajaa myös levyjentyöstöpiste ja tehdashallin keskikäytävä, joka tulee pitää vapaana.

Tilankäyttöä rajoittaa jonkin verran myös se, että koneet rakennetaan lähes poikkeuksetta asiakaslähtöisesti siten, että koneet ovat useimmiten eri kokoisia. Lisäksi rakennettavien koneiden kokohaitari saattaa olla todella iso. Näin ollen koneiden valmistuksen vaatima tilantarve vaihtelee alati.

4.3 Nykyinen varastointijärjestelmä

Tulevana varastointijärjestelmänä tulisi olemaan pääasiassa eräänlainen visuaalisella periaatteella toimiva kaksilaatikkojärjestelmä, jossa suurin osa komponenteista varastoidaan muovisissa kuvion 7 mukaisissa ottolaatikoissa tai alkuperäisissä pakkauksissaan. Hyllypaikkojen nopeaa löytämistä varten jokaisen nimikkeen kohdalle lisätään komponentin nimi tai koodi sekä tilausraja. Kun jokaisella nimikkeellä on oma paikkansa hyllyssä, säästetään tilaa ja aikaa kun osien löytäminen ja poimiminen onnistuu helposti.



KUVIO 7 Ottolaatikko. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009]).

4.4 Kokoonpanosolun layout, hyllyjärjestys ja nimikkeet

Edullisin vaihtoehto olisi muokata kuormalavahyllystä pientavaran säilyttämiseen soveltuva hyllykkö. Ongelmana nykyisessä hyllyssä on oikeastaan vain se, että se on liiankin suuri ja näin ollen hyllyyn jää vapaata tilaa, jolla on helposti tapana täytyä sekalaisella tavaramalla. Varastoinnin uudelleenjärjestely edellyttää että hylly tyhjennetään ja kaikki ylimääräinen tavara siirretään muualle tai siitä hankkiudutaan eroon. Myös ylimääräiset työkalut siirretään muualle ja tarvittavien työkalujen säilyttäminen tapahtuu työkalukärryissä. Ongelmaksi muodostuu, että missä tämä ”muu” paikka sitten on? Sitä ei kuitenkaan tämän opinnäytetyön puitteissa ole tarvetta selvittää.

Kuormalavahyllyyn jäisi oikeastaan vain muutamat komponentit, joita käytetään ”omien” koneiden valmistamiseen. Hyllykössä säilytetään myös muihin koneisiin tarvittavia komponentteja, joita voidaan säilyttää hyllyssä myöhemminkin, mutta

niillekin tulisi määritellä omat paikkansa. Hyllyä tulisi kaventaa leveyssuunnassa poistamalla siitä käytävänpuoleisin ”välikkö” jolloin saadaan tila jossa säilytetään liimamassaa ja lasivillaa.

Nykyisellään massaa tuodaan kokoamispisteeseen tavallisesti vain pienempi laatikollinen kerrallaan, mutta ottaen huomioon, että sitä kuluu jatkuvasti, voisi sitä olla kokoamispisteen läheisyydessä enemmän, kuten kuormalavallinen. Myös eristeenä käytettävälle lasivillalle tulisi tänne paikka, johon sitä haetaan ulkovarastosta lisää tarpeen vaatiessa. Tällä hetkellä lasivillan varastoinnissa kokoamispisteen lähellä on ongelmana se, että villaa kuluu paljon ja villapaketit vaativat valtavasti tilaa.

Tutkimusta tehdessä kävi ilmi seikka, että nykyinen varastohyllykkö toimii kokoonpanotilan ja levyntyöstöpisteen välissä eräänlaisena väliseinänä. Tehtävänä tällä väliseinällä on ollut lähinnä estää pääsy levyntyöstökoneiden taakse. Varastohyllyn kaventamisen jälkeen voidaan tarpeen vaatiessa levyntyöstökoneiden taakse asentaa sermi, joka ajaa saman asian.

Levyjen varastointi tapahtuu tällä hetkellä levytelineissä, joita on kokoonpanosolussa kaksi kappaletta. Telineet ovat levyille hyvä säilytyspaikka, mutta telineisiin voisi asentaa mieluiten lukittavat pyörät, jolloin niiden liikuttelu on helpottuu ja niitä voidaan siirtää tarpeen mukaan. Tilauskomponenteista kokoonpanosoluun jäisi osat 11201, 11195, 11196, 13069. Muut osat joita solussa tarvitaan tehdään tilauskohtaisesti erikseen jokaista laitetta varten.

Osan 11201 tilauserä on 1000 kappaletta ja tilausraja 50 kappaletta. Osat varastoidaan kahteen muoviseen säilytyslaatikkoon, joista toiseen erotetaan väliseinällä tila johon kerätään 50 kappaletta komponentteja. Osien 11196 ja 13069 tilauserä on 500 kappaletta ja tilausraja 50 kappaletta. Osat toimitetaan 50 kappaleen pusseissa ja säilytetään pusseissaan kahdessa muovisessa ottolaatikossa. Viimeiset pussit toimivat samalla tilausrajana. Osa 11195 puolestaan toimitetaan 100 kappaleen pusseissa tilausmäärän ollessa 500 kappaletta ja tilausrajan 50 kappaletta. Osat varastoidaan muoviseen säilytyslaatikkoon, johon erotetaan väliseinällä tila johon kerätään 50 kappaletta

komponentteja. Osat 10723, 10721, 10722, 11016, 11022, 11023, 11186, 13068 valmistetaan ainoastaan tarvittaessa ja säilytetään peltitelineissä.

Osan AH07 tilausmäärä on 500 kappaletta ja tilausraja 100 kappaletta. Osat varastoidaan pienelle suunnilleen kuvion 8 kaltaiselle lavakauluksilla varustetulle trukkilavalle . Lisäksi 100 kappaletta kerätään kahteen muovilaatikkoon. Osaa 11191 valmistetaan tarvittaessa ja sitä säilytetään kuormalavahyllyssä. Osaa 11190 valmistetaan myös tarvittaessa ja säilytys tapahtuu muovilaatikossa hyllyssä.



KUVIO 8 Lavakauluksilla varustettu kuormalava. (Hexaplan, [viitattu 29.9.2009]).

4.5 Vaihtajien kokoonpanon layout, hyllyjärjestys ja nimikkeet

Vaihtajien kokoonpanosolun layout säilyy pääpiirteissään nykyisellään, samoin nimikkeistö. Suurin osa vaihtajien ja vivustojen kokoamiseen tarvittavista komponenteista varastoitaisiin vaihtajien kokoonpanotilan yhteyteen, jolloin vaihtajien kokoonpanosta vastaavat työntekijät voivat helposti seurata komponenttien tilaa ja ilmoittaa tilaustarpeesta.

Ongelmana vaihtajien kokoonpanotilassa koettiin nykyisten hyllyköiden kevytrakenteisuus, mikä estää painavien kuormien säilyttämisen hyllyissä. Tämän vuoksi hyllyt tulisi korvata saman kokoluokan tukevarakenteisemmilla hyllyillä. Sen sijaan kävi ilmi, että muoviosien varastoinnissa ei tarvitse tehdä juurikaan muutoksia, vaan nykyinen säilytyspaikka trukkilavoilla on hyvä. Muoviosista osat 10418 ja 10419 toimitetaan 100 kappaleen laatikoissa ja tilausrajan ollessa 200

kappaletta suoritetaan tilaus kun on jäljellä kaksi täyttä laatikkoa. Osa 10417 toimitetaan 60 kappaleen pakkauksissa tilausrajan ollessa 200 kappaletta. Koska kyseistä osaa kuluu aina yhtä paljon kuin osia 10418 ja 10419, tilataan näitä kaikkia osia yhtä aikaa.

Kustannussyistä myös muoviosien tilauserät ovat melko suuret Muoviosien valmistuksen aloittaminen aiheuttaa lisäkustannuksia, joten kovin pieniä eriä ei kannata tilata. Koska tässä tapauksessa varastoitavat materiaalit eivät voi pilaantua, varastointikaan sinällään ei aiheuta lisäkustannuksia, ellei oteta huomioon varastoitavaan materiaaliin sitoutunutta pääomaa.

Osa 10420 tilataan 2000 kappaletta kerrallaan ja osat toimitetaan 500 kappaleen paketeissa. Tilausraja on noin 1000 kappaletta. Tilaus tehdään siis toiseksi viimeisen paketin kohdalla. Samaten osaa 13067 tilataan 2000 kappaletta kerrallaan ja osat toimitetaan 240 kappaleen paketeissa. Tilausraja on sama 240 kappaletta, mikä ylittyy kun viimeinen laatikko avataan.

Moottoreita tilataan kerrallaan 20 kappaletta ja tilausraja on neljä kappaletta toimitusajan ollessa kolme vuorokautta. Osa SKK2X400I ei normaalisti varastoida pidempiä aikoja, sillä ne tilataan tarpeeseen. Osan 11192 tilauserä on 200 kappaletta ja tilausraja 20 kappaletta. Osat varastoidaan muovilaatikkoon, josta erotetaan väliseinällä tila 20 kappaleelle. Osat AH04 ja AH14 varastoidaan samalla periaatteella kahteen muovilaatikkoon.

Tilauserät molemmissa komponenteissa on 200 kappaletta ja tilausraja 20 kappaletta. Osa 11189 tilataan 2000 kappaletta kerrallaan ja tilausrajana on 100 kappaletta. Osat varastoidaan pienelle trukkilavalaatikolle. Sata kappaletta kerätään muovilaatikkoon. Samalla periaatteella toimitaan myös osien AH09 ja AH23 kanssa.

Molempien tilausmäärä on 500 kappaletta ja tilausraja 50 kappaletta. Osat varastoidaan pienelle trukkilavalaatikolle. 50 kappaletta kerätään muovilaatikkoon. Osat 13113, 11701 ja VOKKNM10 varastointi tapahtuu muovilaatikoissa, joihin väliseinällä erotetaan tilausraja.

Kaikkien kolmen edellä mainitun komponentin tilausmäärä on 200 kappaletta ja tilausraja 20 kappaletta. Osaa 11673 valmistetaan tarvittaessa ja sitä säilytetään kuormalavahyllyssä. Osaa 11104 valmistetaan myös tarvittaessa ja säilytys tapahtuu muovilaatikossa hyllyssä.

4.6 Tiivistenauhan ja profiilisalkojen varastointi

Sulkuläppien tiivistenauhaa tilataan kerrallaan 5000 metriä ja se tulee yhdessä isossa pahvilaatikossa, jossa tiivistenauha on vyyhtinä sisällä. Tällä hetkelle tiivistelaatikkoa säilytetään varsin hankalassa paikassa kuormalavahyllyn takana nurkassa, jonne on vaikea päästä. Vaikka laatikkoa tarvitsee vaihtaa melko harvoin, hankaloittaa vaihtamista se, että paikka on varsin ahdas. Lisäksi tilausimpulssi tulee usein vasta siinä vaiheessa kun viimeiset metrit tiivistettä ovat käsillä. Tämän vuoksi tiivistelaatikkoa sekä tiivisteenleikkauspistettä tulisi siirtää ”yhdellä pykälällä” eteenpäin, pois kuormalavahyllyjen takaa, jolloin laatikon vaihtaminen helpottuu ja näin voidaan myös helpommin tarkkailla paljonko laatikossa on tiivistettä jäljellä.

Tiivisteiden kulutuksen ennustaminen on melko vaikeaa, sillä se riippuu rakennettavien laitteiden koosta ja määrästä. Sopivaksi tilausrajaksi arvioitiin kuitenkin noin 500 metriä tiivistettä. Ongelmia aiheuttaa kuitenkin myös se, että on erittäin hankala arvioida milloin laatikossa on jäljellä 500 metriä tiivistettä. Yksinkertaisin ratkaisu tähän lienee, että mitataan juuri avatun laatikon tiivistekerros ja tehdään laatikkoon merkintä noin kymmenesosan kohdalle ja kun tiivistekerros alittaa merkityn kohdan tilataan tiivistettä lisää.

Alumiiniset sivu-, pääty- ja läppäprofiilit varastoidaan hallin ulko-oven vieressä olevassa pitkän tavarahan hyllykössä. Profiilit toimitetaan kuuden metrin pituisissa saloissa. Sivu- ja päätyprofiilisalot on pakattu 20 salon pakkoihin ja läppäprofiilit 26 salon pakkoihin. Tällä tavoin yhdessä pakassa on noin 120 metriä sivu- tai päätyprofiilia tai noin 156 metriä läppäprofiilia. Tiluserät pääty- ja sivuprofiileilla ovat neljä pakkaa, mikä on noin 480 metriä profiilia ja läppäprofiililla seitsemän pakkaa mikä vastaa noin 1092 metriä. Tilausrajat puolestaan ovat yksi kokonainen

pakka eli noin 120 metriä pääty- ja sivuprofiilia sekä kaksi kokonaista pakkaa eli noin 312 metriä läppäprofiilia.

Seuraavassa lueteltu nimikkeittäin tilattavien komponenttien tilauserät, tilausrajat sekä toimitusajat:

| | | | |
|------------------|-------|------|---------------|
| 10420 | 5000 | 1000 | 4 kuukautta |
| 13067 | 2000 | 230 | 3 kuukautta |
| 11195 | 500 | 50 | 3-4 viikkoa |
| 11196 | 500 | 50 | 3-4 viikkoa |
| 13069 | 500 | 50 | 3-4 viikkoa |
| AH07 | 500 | 100 | 3 viikkoa |
| 11025 | 500m | 120m | 3 viikkoa |
| 11669 | 500m | 120m | 3 viikkoa |
| 11670 | 1000m | 312m | 3 viikkoa |
| AH17 | 200 | 20 | 3 viikkoa |
| AH04 | 200 | 20 | 3 viikkoa |
| AH09 | 500 | 50 | 3 viikkoa |
| AH23 | 500 | 50 | 3 viikkoa |
| 11189 | 2000 | 100 | 2 viikkoa |
| 10419 | 2000 | 200 | 2 viikkoa |
| 10418 | 2000 | 200 | 2 viikkoa |
| 10417 | 2000 | 200 | 2 viikkoa |
| 11671(tiiviste.) | 5000m | 500m | 2 viikkoa |
| 11701 | 200 | 20 | 1 viikko |
| 13113 | 200 | 20 | 1 viikko |
| VOKKNM10 | 200 | 20 | 1 viikko |
| 11196 | 200 | 20 | 1 viikko |
| 11201 | 1000 | 50 | 1 viikko |
| VOLTOVM4001 | 20 | 4 | 3 vuorokautta |

4.7 Toimenpiteet

Tilausrajojen ja -erien määrittämisestä käytiin keskustelua yrityksen tilauksista vastaavan työntekijän kanssa. Keskustelussa käytiin läpi kunkin komponentin osalta toimitusajat, sekä alihankkija tai yritys, jolta komponentit tilataan. Keskustelussa kävi ilmi, että tilauserät ja -rajat koettiin nykyisellään sopiviksi eikä niihin katsottu tarpeelliseksi tehdä suurempia muutoksia. Joitain korjauksia sen sijaan tehtiin. Lähinnä siten, että eräiden osien tilausrajoja tarkennettiin materiaalmäärän seuraamisen helpottamiseksi. Esimerkkinä mainittakoon osa 13067, joka toimitetaan 230 kappaleen paketeissa. Näin ollen myös tilausraja määriteltiin 230 kappaleeseen 200 kappaleen sijaan.

Eri komponenttien toimitusajoissa oli hyvinkin suurta vaihtelua. Toimitusajat vaihtelivat muutamasta vuorokaudesta muutamaa kuukauteen. Suurin osa komponenteista toimitettiin kuitenkin noin 2-4 viikon sisällä tilauksesta. Ruuvien, muttereiden ynnä muiden sellaisten toimittamisen ja hyllyttämisen, kuten tähänkin asti, hoitaa Würth, joten niihin ei ollut tarvetta paneutua sen tarkemmin.

Vaihtajien kokoonpanotilassa pientavarahyllyt säilyvät nykyisellä paikallaan, mutta vaihtajiin tarvittavien komponenttien säilytykseen tarkoitettu hylly korvataan tukevampirakenteisella. Suurin osa vaihtajien kokoonpanossa tarvittavista komponenteista, lukuun ottamatta osia 10419, 10418 ja 10417 sijoitetaan yhteen pientavarahyllyyn liitteen 3 piirustuksen mukaan. Tiivistenauhan säilytyspaikka siirretään paremmin seurattavaan ja käsiteltävään paikkaan liitteen 4 mukaisesti.

Alumiinisten profiilisalkojen sijoittelussa ei tehty merkittäviä muutoksia, mutta tilausrajat ja tilauserät määriteltiin suurin piirtein tilauksista vastaavan henkilön kanssa. Myöhemmin tilausrajat ja erät tarkennettiin toimitettavien profiilisalkojen pituuden ja pakkauksissa olevan määrän perusteella.

Varaston täydennys tapahtuu tilauspistemenetelmällä siten, että varaston tarkkailu on jatkuvaa, eräkoko on kiinteä ja tilaushetki vaihtuva. Tilaus suoritetaan kullekin nimikkeelle kun nimikekohtainen hälytysraja alittuu.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työtä aloittaessaan tutkijalla ei ollut käytännössä juuri mitään aiempaa kokemusta tai tietoa aiheesta. Tämä seikka tuottikin joitain ongelmia työn aikana, sillä työ jouduttiin käytännön syistä tekemään melko ripeällä tahdilla. Tämän vuoksi ei ollut alkuvaiheessa kovin paljon aikaa tutustua aiheeseen liittyvään teoriaan ja taustatietoon. Kuitenkin työn edetessä tietoa tuli koko ajan lisää ja aiheesta alkoi hiljalleen muodostua entistä parempi käsitys.

Opinnäytetyön case-osio valmistui suunnitellun aikataulun mukaisesti helmikuun 2009 alkuun mennessä. Yrityksessä oli alun perin tarkoituksena aloittaa muutostyöt helmikuun puolivälin tienoilla. Samanaikaisesti case-osion kanssa opinnäytetyöhön luonnosteltiin pääpiirteissään runko teoriaosuudelle, mutta syvällisempi paneutuminen teoriaan ja teoriaosion puhtaaksikirjoittaminen tapahtui vasta, kun case-osio oli jo käytännössä valmis. Tämä järjestys oli siinä mielessä äärimmäisen huono, että teoriaosien puhtaaksikirjoittamisvaiheessa tuli monia uusia näkökulmia ja ideoita varsinaiseen työhön.

Tähän saakka yrityksen omien konemallien ja muiden koneiden kokoamiseen tarvittavat materiaalit varastoitiin samassa paikassa sekaisin. Komponenttien varastointi kokoonpanotilassa oli melko epämääräistä ja materiaaleja säilytettiin yleensä siellä missä oli tilaa. Työntekijöiden kanssa keskusteltaessa kävi ilmi, että tämän koettiin hankaloittavan työntekoa. Koska komponenteille ei oltu määritelty mitään tarkkoja varastopaikkoja, niin turhaa aikaa kului usein osien etsimiseen. ”Vaihtajien” kokoonpanossa tämä ei niinkään ollut ongelma, sillä siellä varastoitavat materiaalit olivat valmiiksi melko hyvin järjestyksessä.

Ongelma oli huomattu myös yrityksen johdossa ja se päätettiin korjata samalla kun tuotantohallissa tehtäisiin muitakin muutostöitä. Aikataulun mukaan opinnäytetyön oli määrä valmistua siten, että sitä voidaan käyttää apuna tuotantohallin uudelleenjärjestelyjä suunniteltaessa.

Yrityksessä työ otettiin hyvin vastaan ja muutostöitä alettiin tekemään. Tämä työ oli eräänlainen pilottiohjelma, jota voidaan soveltaa myös muiden konemallistojen suhteen.

LÄHTEET

- Basu, R., Wright J. N. 2008. Total supply chain management. Linacre house, Jordan Hill
- Energent Oy. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Energent Oy. [Viitattu 7.10.2009] Saatavana: <http://www.energent.fi/>
- Hexaplan. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Varastokalusteet. [Viitattu 29.9.2009] Saatavana: http://www.hexaplan.fi/index.php?article_id=1826&__from_id__=3108&product_category1=4253
- Hollier, R. H., Coocce , C. 1994. Tuotantoyritysten varastojen hallinta. Helsinki: Oy Rastor Ab
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys.
- Karrus K. E. 2001. Logistiikka. Juva: WSOY
- Lapinleimu, I. 2001. Ideaalitehdas. Toinen painos. Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.
- Lämmöntalteenotto- ja ilmanvaihtolaitteet haastaviin kohteisiin. TeollisuusSuomi [verkkolehti]. Syyskuu 2006. [viitattu 25.10.2009]. Saatavana: http://www.ammattiviestit.fi/resources/userfiles/Flash/TS_Raksa_Syys_06.swf ISSN 1458 - 3259
- Mustonen, J., Pouri, R. 1994. Tehokkaaseen varastotoimintaan. Forssan Kirjaoaino Oy
- Pouri, R. 1983. Varastoinnin tekniikka. Jyväskylä: K. J. Gummerus Oy.
- Ritvanen, V., Koivisto, E. 2007. Logistiikk PK-yrityksessä - Hankinta kilpailutekijänä. Porvoo: WSOY oppimateriaalit Oy.
- Salo, T. 2009. Yhdessä entistä osaavampia. Teollisuus Nyt. 9(1), 43-47
- Sjölander, S. 1982. Tuotannon johdon käsikirja. Imatra: Ylä-Vuoksi Oy

- Tavaran yksiköinti ja käsittely-yksiköt – Suomen kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Suomen kuljetusopas. [Viitattu 2.9.2009]. Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/yksikointi/>
- Tehokasta tilansuunnittelua – Kookas News. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Kookas News. [Viitattu 14.9.2009]. Saatavana: <http://www.kookas.fi/articles/read/1631>
- Tersine, R. 1985. Production/Operational management: Concepts, Structure and Analysis. New Jersey: PTR Prentice Hall Inc.
- Tuotantotalous 15 ov – Jakso 4. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Kuopion yliopisto & Savonia-ammattikorkeakoulu. [Viitattu 5.10.2009]. Saatavana: http://www.uku.fi/avoin/tuta/j4_3vaikuttavat.htm
- Uusi-Rauva, E. 1991 Tuotekohtaisen kustannuslaskennan kehittäminen modernissa tuotantolaitoksessa. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- Uusi-Rauva, E. & Haverila, M & Kouri, I. 1999 Teollisuustalous. Kolmas painos. Tampere. Tammer-paino.
- Varastointi – Suomen kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Suomen kuljetusopas. [Viitattu 7.9.2009]. Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/>
- Varastoista aiheutuvat kustannukset - Suomen kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Suomen kuljetusopas. [Viitattu 7.9.2009]. Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kustannukset/>
- Varaston hallinnan kehittäminen - Suomen kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Suomen kuljetusopas. [Viitattu 7.9.2009]. Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kehittaminen/>
- Varaston kiertonopeus – Suomen kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Suomen kuljetusopas. [Viitattu 28.10.2009]. Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kiertonopeus/>
- Varastonohjaus - Suomen kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Suomen kuljetusopas. [Viitattu 7.9.2009]. Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/varastonohjaus/>
- Vilkka, H., Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi

LIITTEET

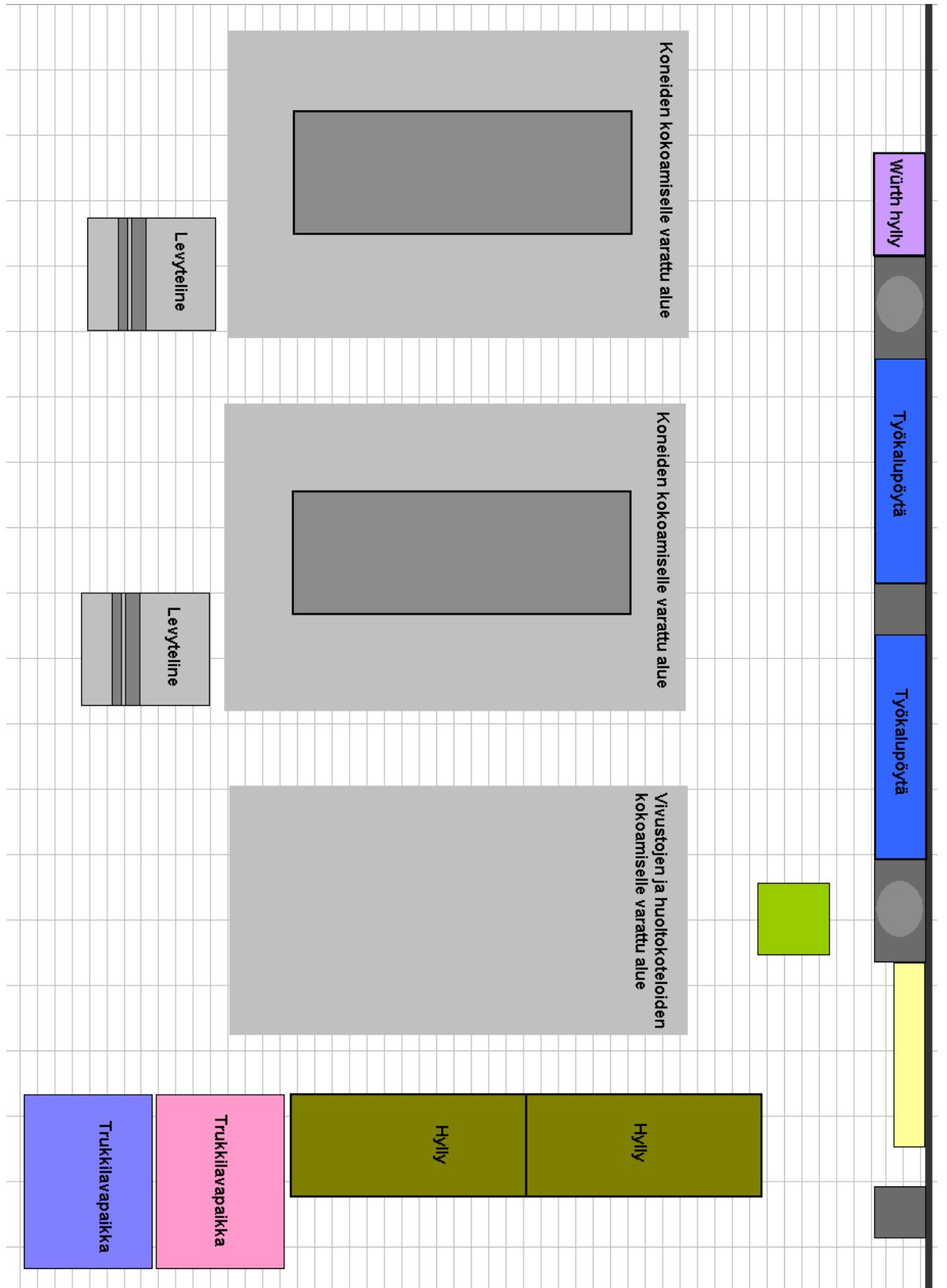
Liite 1: kokoonpanotilan layout

Liite 2: Kokoonpanotilan hyllyjärjestys

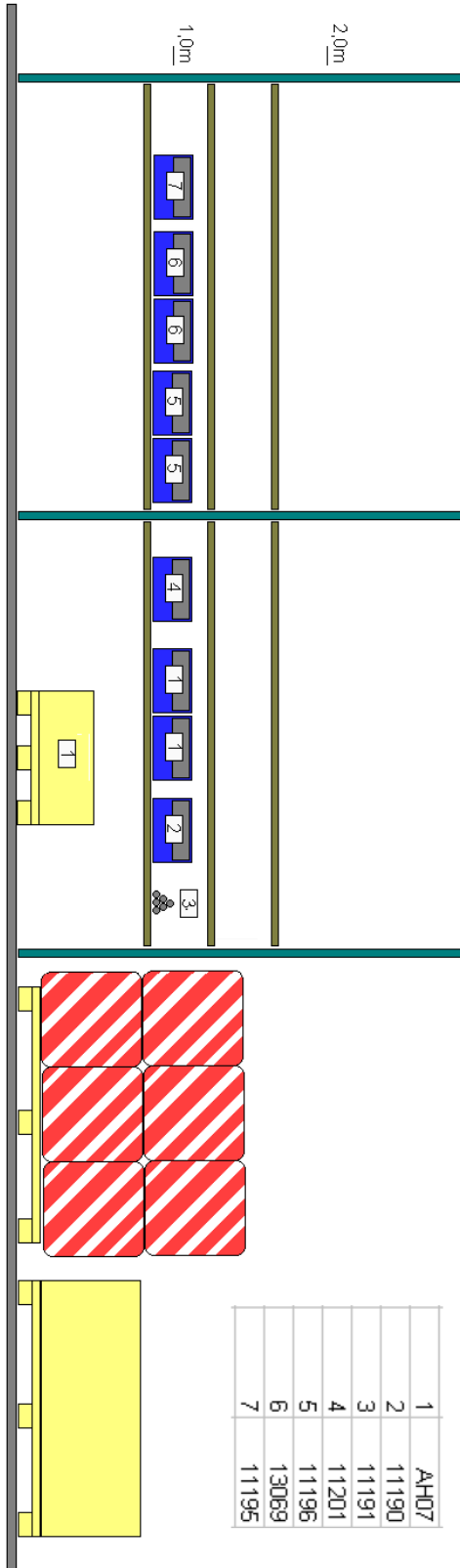
Liite 3: Vaihtajien kokoonpanon hyllyjärjestys

Liite 4: Tiivistenauhan varastointi

Liite 1: kokoonpanotilan layout



Liite 2: Kokoonpanotilan hyllyjärjestys



Liite 3: Vaihtajien kokoonpanon hyllyjärjestys



| | |
|----|-------------|
| 1 | 10420 |
| 2 | VOLTOVM4001 |
| 3 | 11192 |
| 4 | AH17 |
| 5 | AH04 |
| 6 | 13067 |
| 7 | 11189 |
| 8 | AH09 |
| 9 | AH23 |
| 10 | 13113 |
| 11 | 11701 |
| 12 | VOKKNM10 |

Liite 4: Tiivistenauhan varastointi

