



TEKNIikka JA LIIKENNE

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka

INSINÖÖRITYÖ

MATERIAALIHALLINNAN KEHITTÄMINEN

**Työn tekijä: Joonas Aumola
Työn ohjaaja: Markku Saarnio
Työn ohjaaja: Jaakko Hyvärinen**

Työ hyväksytty: __. __. 2010

**Markku Saarnio
lehtori**



ALKULAUSE

Tämä insinööri työ tehtiin Endeas Oy:lle. Haluan kiittää projektissa mukana olleita henkilöitä sekä koko Endeas Oy:n henkilöstöä. Erityisesti haluan kiittää toimitusjohtaja Jaakko Hyväristä ja teknologiapäällikkö Antti Tolvasta, jotka mahdollistivat projektin tekemisen. Kotipuolella kiitokset avusta ja kärsivällisyydestä saa Pauliina Lehtinen.

Espoossa 29.10.2010

Joonas Aumola

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Joonas Aumola	
Työn nimi: Materiaalihallinnan kehittäminen	
Päivämäärä: 29.10.2010	Sivumäärä: 68 s. + 8 liitettä
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka	Ammatillinen suuntautuminen: Tuotantotekniikka
Työn ohjaaja: Markku Saarnio	
Työn ohjaaja: Jaakko Hyvärinen	
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli parantaa Endeas Oy:n varastointia uudella tilasuunnitelmalla, selvittää materiaalihallinnan suurimmat ongelmakohdat ja antaa kehitysehdotuksia niiden ratkaisemiseksi. Työssä syvennyttiin materiaalihallinnan perusteisiin ja sen kehittämiseen. Materiaalihallinnan kehittämistarve on tullut esiin yrityksen laajentumisen myötä.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä Endeas Oy:n materiaalivirtojen ja varastoinnin nykytiloihin. Perehtymisen yhteydessä tehtiin havaintoja nykytilojen ongelmakohdista.</p> <p>Työn tuloksina osoitettiin yrityksen materiaalihallinnan suurimmat ongelmakohdat, joiksi havaittiin tilanpuute, sekä varastoinnin perusasioiden kuten nimikkeiden, osoitteiston ja hyllymerkintöjen puuttuminen. Ongelmakohtiin esitettiin kehitysehdotuksia, annettiin kehityskohteisiin ratkaisuvaihtoehtoja ja tehtiin ohjeistuksia materiaalivirran parantamiseksi. Kehitysehdotuksina esitettiin uuden tilasuunnitelman lisäksi hyllymerkinnän toteuttaminen, nimikkeiden luominen kaikille tuotteille, osoitteiston luominen varastosta, varastojärjestyksen selkeyttäminen, keskeneräisten tuotteiden materiaalivirtojen ohjeistus ja varastokirjanpidon käyttöönotto. Edellä mainittuihin kehityskohteisiin esitettiin vaihtoehtoisia ratkaisumalleja, joista yritykselle valittiin sopivimmat.</p>	
Avainsanat: materiaalihallinta, varastointi, varastonohjaus, varastonvalvonta	

ABSTRACT

Name: Joonas Aumola	
Title: Developing Materials Management	
Date: 29 October 2010	Number of pages: 68 + 8 appendices
Department: Mechanical Engineering	Study Programme: Production Engineering
Instructor: Markku Saarnio	
Supervisor: Jaakko Hyvärinen	
<p>The aim of this thesis was to improve Endeas Ltd's warehousing space with a new layout draft, to identify the most problematic areas of materials management and provide development proposals for solving them. The thesis covered materials management fundamentals and its development. The need to develop the company's materials management became necessary with the expansion of the company.</p> <p>The thesis work began by studying Endeas Ltd's material flow and their current warehousing premises. During this process observations were made about the major trouble spots.</p> <p>Based on the observations, it was found that the company's major problem areas in materials management had to do with the lack of inventory space and certain fundamentals of warehousing such as product titles, addresses and shelf labels.</p> <p>This study presents development proposals for the trouble spots and provides solutions for the development targets as well as guidelines to improve the flow of materials. The development proposal includes a new layout draft and, in addition, it recommends shelf label implementation, creation of titles for all products, creation of address book for the warehouse, warehouse order clarification, instructions for unfinished products and instructions for stock records. The proposal contains alternative solution options for the above-mentioned development targets so that the most suitable options can be selected.</p>	
Keywords: materials management, warehousing, inventory management	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn taustaa	1
1.2	Työn tavoitteet ja menetelmät	2
2	MATERIAALIHALLINTA	3
3	VARASTOT	6
3.1	Varastomuodot	6
3.2	Tuotannon varastoinnin syyt	8
3.3	Varastotoiminnot	10
4	VARASTOJEN SUUNNITTELU	12
4.1	Puskurivarastot	13
4.2	Varastotilat/Layout	15
4.3	Nimikkeet	17
4.4	Varastopaikat	19
4.5	Varastojärjestys	20
5	VARASTONOHJAUS	22
5.1	Materiaaliohjauksen tunnusluvut	22
5.2	Huonon varastonohjauksen tuntomerkkejä	25
6	TOIMINNAN KEHITTÄMINEN	26
6.1	ABC-analyysi	26
6.2	Nelikenttäanalyysi	29

7	VARASTOTASON HALLINTA	32
7.1	Tilauuseräkoon määrittäminen	32
7.2	Tilauspistemenetelmä	33
7.3	Tilausvälimenetelmä	34
7.4	Minimi–maksimi -menetelmä	35
7.5	Kahden laatikon menetelmä	37
7.6	Tietojärjestelmän hyödyntäminen	38
7.7	Imuohjausmenetelmä	38
7.8	Varastovalvonnan menetelmät	40
7.9	Nimikkeiden valvontaperiaatteiden valinta	43
8	TYÖN TOTEUTTAMINEN KOHDEYRITYKSESSÄ	44
8.1	Lähtötilanne	44
8.2	Havaitut ongelmakohdat	45
9	KEHITYSEHDOTUKSET	46
9.1	Layout ja hyllymerkintä	46
9.2	Nimikkeet	47
9.3	Varastojärjestys	48
9.4	Osoitteisto	49
9.5	Saapuvien tavaroiden esivalmistelu	49
9.6	Keskeneräisten tuotteiden poisto	49
9.7	Varastokirjanpito	50
10	RATKAISUVAIHTOEHDOT	53
10.1	Layout-vaihtoehdot	53
10.2	Hyllymerkintävaihtoehdot	55
10.3	Nimikkeidenluontivaihtoehdot	56
10.4	Varastojärjestysvaihtoehdot	58
10.5	Keskeneräisten tuotteiden käsittelyvaihtoehdot	59
10.6	Varastokirjanpitolvaihtoehdot	60

11	LOPPUTULOKSET	61
12	JATKOTOIMENPITEET	63
13	YHTEENVETO JA POHDINTA	64
	VIITELUETTELO	67

LIITTEET

Liite 1. Materiaalihankintojen osuus teollisuudessa toimialoittain

Liite 2. Koko teollisuuden, sähkö- ja elektroniikka teollisuuden varastojen muutokset

Liite 3. Endeas Oy:n tuotantotilojen lähtötilan layout-piirros

Liite 4. Endeas Oy:n tuotantotilojen layout-suunnitelma 1

Liite 5. Endeas Oy:n tuotantotilojen layout-suunnitelma 2

Liite 6. Endeas Oy:n tuotantotilojen layout-suunnitelma 3

Liite 7. AM1.5G-1.4B (QS01100A) -filterien mittaus- ja lajitteluohje

Liite 8. DR-IV Power Supplyn esivalmisteluohje

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustaa

Kohdeyrityksenä on Endeas Oy, mikä sijaitsee Espoon Kivenlahdessa. Yritys on perustettu vuonna 2001. Endeas Oy on kasvanut perustamisen jälkeen jatkuvasti, joten se otti käyttöön uudet toimitilat vuonna 2009. Tällä hetkellä yritys työllistää 10 henkilöä, mutta rekrytointi on jatkuvasti käynnissä. Liikevaihto vuonna 2009 oli noin 6 M€. Endeas Oy on vientiyritys, myydyistä tuotteista 100 prosenttia menee vientiin.

Yrityksen toimialana on aurinkokennojen ja -moduulien mittauslaitteiden suunnittelu, tuotekehitys, valmistus ja myynti sekä alan konsultointipalvelut. Endeas Oy:n päätuotteita ovat.

1. QuickSun 120CA
2. QuickSun 200A
3. QuickSun 540LA
4. QuickSun 800-series.

Lisätietoa yrityksestä ja sen tuotteista löytyy yrityksen kotisivuilta (www.endeas.fi).

Pienemmän menekin aikaan materiaalihallintaan ei tarvinnut panostaa paljon, vaan suhteellisen pienen materiaalivirran myötä materiaalihallinta saatiin hoidettua yksinkertaisin menetelmin. Suuremman materiaalivirran myötä yrityksessä havaittiin, että vanhat toimintatavat eivät ole enää tehokkaita. Ensimmäinen havainto oli, että varastopaikat loppuvat kesken ja näin ollen hyllytilaa tarvitaan lisää. Yrityksessä tiedostettiin kuitenkin, että muutakin parannettavaa varmasti löytyy, joten insinööriä vaille oleva tuotantotekniikan opiskelija otettiin tutkimaan muita kehitystarpeita. Aluksi linjattiin toimeksiantajan kanssa, että työssä selvitetään yrityksen materiaalihallinnan suurimmat ongelmakohdat. Työn lopullinen muoto ja sisältö muotoutuivat työn edetessä.

1.2 Työn tavoitteet ja menetelmät

Insinööriyön tavoitteena on perehtyä Endeas Oy:n materiaalihallintaan. Perehtymisen kautta pyritään havaitsemaan nykyisten toimintojen ongelmakohdat ja etsitään menetelmiä niiden ratkaisemiseksi. Empiirisessä osuudessa laaditaan kehitysehdotuksia, joista tehdään vielä tarkemmat yksilölliset versiot. Lopuksi valitaan yksilöllisistä kehitysehdotuksista yritykselle toimivimmat ratkaisumallit. Tämän jälkeen ehdotetaan vielä jatkotoimenpiteitä, joiden avulla materiaalihallintaa voidaan tehostaa insinööriyön jälkeen vielä pidemmälle.

Insinööriyön tietoperustan luomiseen käytettiin pääasiassa logistiikkaan liittyvän kirjallisuuden perusteoksia sekä alan julkaisuja. Kirjallisten lähteiden lisäksi hyödynnettiin Internetiä ja työntekijän omaa osaamista.

2 MATERIAALIHALLINTA

Materiaalihallinnalla tarkoitetaan lopputuotteiden, puolivalmisteiden ja raaka-aineiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallintaa. Materiaalihallinnassa ohjataan yrityksen kaikkia materiaalivirtoja aina tavarantoimittajilta asiakkaalle saakka. Erityisesti materiaalien hallinta ja hankintatoimi on korostunut selvästi viime vuosien aikana. Kustannuksien osalta materiaalihankintojen osuus on kasvanut roimasti yrityksen kustannusrakenteessa (liite 1). Yrityksissä pyritään nopeampaan tilaus-toimitusprosessin hallintaan, mutta samanaikaisesti varastojen kokoa pyritään pienentämään ja pitämään täten kustannukset kurissa (liite 2). Vastaavien tavoitteiden saavuttaminen edellyttää erittäin hyvää materiaalitoimintojen hallintaa ja organisointia. [1, s. 443.]

Materiaalihallinnalla on kaksi keskeistä perustavoitetta: Halutun asiakaspalvelutason ylläpitäminen ja materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimointi. Palvelutason määrittämiseen vaikuttavat puutekustannukset, joita syntyy kun tuotteelle olisi edelleen kysyntää, mutta tuote on loppunut varastosta [2, s. 35]. Ritvasen ja Koiviston mukaan palveluaste yrityksissä on usein 90–98 prosenttia, mikä tarkoittaa sitä, että 90–98 prosenttia tilauksista voidaan toimittaa suoraan varastosta [2, s. 35]. Materiaalihallinnon täytyy kyetä ylläpitämään tiettyä ja haluttua palvelutasoa. Valmiste-, puolivalmiste- ja raaka-ainevarastojen palvelutaso määräytyy tuotteiden saatavuudesta sekä toimitusajan pituudesta. Materiaalihallinnon toimintoja tulee kehittää siten, että yrityksen varastot pystyvät palvelemaan omaa tuotantoa sekä asiakasta halutulla tavalla. Materiaalien kokonaiskustannusten minimoinnissa puolestaan on otettava huomioon kaikki materiaalien aiheuttamat kustannukset yritykselle.

Materiaalihallinnan kokonaiskustannukset muodostuvat seuraavasti:

1. ostettavien materiaalien muodostama hinta
2. oston kustannukset, kuten toimittajan käsittelykustannukset
3. kuljetus, vastaanotto ja tarkastuskustannukset
4. varastointikustannukset; kuten sitoutuneen pääoman korko, tilakustannukset, työvoimakustannukset, epäkuranttius ja vakuutukset
5. jakelukustannukset, kuten tavarantoimitus loppuasiakkaalle
6. materiaalivirheiden aiheuttamat kustannukset tuotannossa
7. puuttekustannukset, kuten ylityöt ja myöhästymissakot
8. reklamaatiokustannukset.

Edellä mainitut kustannuserät kattavat kaikki materiaalien aiheuttamat kustannukset. Materiaalihallintaa kehittäessä on alati tarkasteltava, miten hankintapäätökset vaikuttavat kustannuksiin kokonaisuutena. Kustannusten minimointiin liittyy kuitenkin ristiriita, sillä varastojen kasvattaminen nostaa varastointikustannuksia, mutta vastaavasti pienentää hankinta- ja puuttekustannuksia. [1, s. 443–444.] Taloudellisinta materiaalin hallinta on silloin, kun turhaa puutetta eli toimituskyvyttömyyttä ei synny, mutta myöskään liian isoja varastoja ei kerätä [3, s. 35]. Taulukosta 1 nähdään, kuinka esimerkiksi jokaisesta varastossa olevasta 100 000 euron erästä syntyy kuluja vuositasolla 19 500–36 000 euroa.

Taulukko 1. Varastoinnin aiheuttamat kustannukset varaston arvosta [lähde 1, s. 444 mukailen]

1. Sitoutuneen pääoman korko	10 - 20 %
2. Hävikki (epäkuranttius)	2 - 5 %
3. Tilakustannukset	1 - 5 %
4. Työvoimakustannukset	1 - 5 %
5. Vakuutukset	0,5 - 1 %
Yhteensä	19,5 - 36 %

Vastaavasti Ritvanen ja Koivisto arvioivat, että varastoinnin kustannukset ovat yleensä 20–55 prosenttia varastoon sidotun pääoman arvosta. He jaottelevat kustannukset neljään pääryhmään: pääoma-, varastotila-, riski- ja vakuutuskustannukset. [2, s. 40.]

3 VARASTOT

Yleisesti varastolla tarkoitetaan fyysistä tilaa, esimerkiksi rakennusta tai paikkaa, jossa säilytetään tuotteita tai materiaaleja. Todellisuudessa varasto kuitenkin tarkoittaa myös hallittavaa logistista kokonaisuutta. Esimerkiksi varastoa voi olla tukkupisteessä, jakeluautossa, takahuoneessa tai esillä myymälässä, kuitenkin näistä tiloista vain osa on varsinaista varastotilaa. [3, s. 35.] Varastoksi voidaan siis ajatella kaikkea yrityksen vaihto-omaisuutta, riippumatta sen fyysisestä sijainnista [4, s. 103].

Varastoinnista puhuttaessa tarkoitetaan fyysisiä varastotiloja, niiden suunnittelua ja varastossa tapahtuvien toimintojen hallintaa. Varastointiin liittyvillä päätöksillä luodaan pohja yrityksen varastotoiminnalle, esimerkiksi varastojen koko, tehtävä ja tekniikka. [2, s. 34; 5.]

Varastonohjauksella puolestaan tarkoitetaan varastoihin sitoutuneen pääoman hallintaa ja materiaalivirtojen ohjausta. Varastonohjauksen tavoitteena on ylläpitää haluttua palvelutasoa mahdollisimman pienin kustannuksin. [2, s. 34; 5.]

3.1 Varastomuodot

Usein varastot ryhmitellään käyttötarkoituksen mukaisesti, eli valmistukseen tai jakeluun liittyviksi varastoiksi [6, s. 146]. Tässä kappaleessa käydään läpi valmistukseen liittyvät varastot, koska ne sijaitsevat teollisuuslaitosten yhteydessä ja ne palvelevat välittömästi tuotteiden jalostusta. Vastaavasti jakeluun liittyvät varastot sijaitsevat jakelureitin varrella, joten niitä ei katsota tarpeelliseksi tarkastella tässä tutkimuksessa. Valmistukseen liittyvät varastot eritellään lisäksi sen mukaan, missä jalostuksen vaiheessa ne sijaitsevat, ja kuinka ne prosessia palvelevat.

Tällaisia valmistukseen liittyviä varastoja ovat seuraavat:

1. *Valmisteverasto* (kutsutaan myös lopputuote- ja tuotevarastoksi), jossa säilytetään valmiita tuotteita. Valmiit tuotteet ovat kulkeneet tuotannon jalostavien vaiheiden läpi ja näin saavuttaneet täyden arvonsa. Ominaista valmisteverastolle on, että nimikkeiden yksikköhinnat ovat suuret.
2. *Puolivalmisteverasto* (kutsutaan myös välivarastoksi), jossa säilytetään tuotannon välivaiheiden välillä olevaa keskeneräistä tuotantoa. Keskeneräisestä tuotannosta käytetään kirjallisuudessa usein lyhennettä KET [2, s. 121; 3, s. 77]. Ominaista puolivalmisteverastolle on, että siihen voidaan liittää kontrollitoimenpiteitä, kuten mittaus, sen toiminta nivoutuu tuotannon toimintaan ja tulo- sekä lähtöerät ovat suuruudeltaan yhteneviä.
3. *Raaka-ainevarasto* (kutsutaan myös materiaalivarastoksi), jossa säilytetään tuotannon käsittelyyn tarvittavia materiaaleja. On hyvä ottaa huomioon, että yrityksen raaka-aine on usein jonkin muun tehtaan lopputuote, kuten alihankittavat raaka-aineet/tuotteet. Ominaista raaka-ainevarastolle on, että kutakin materiaalia on paljon ja nimikkeiden yksikköhinta on pieni.
4. *Tarvikevarasto*, jossa säilytetään valmistusprosessin eri vaiheissa tarvittavia tarvikkeita ja apuvälineitä, kuten puhdistusaineita, pakkaustarvikkeita ja varaosia.
5. *Työvälinevarasto*, jossa säilytetään jalostukseen tarvittavia työvälineitä käyttökertojen välillä. Ominaista työvälinevarastolle on, että kysytty tavara on nopeasti löydettävissä ja tavarat vaativat kunnossapitoa, kuten terien teroitus. [6, s. 146–147.]

Vastaavasti Sakki mainitsee kirjassaan [4, s. 103], että teollisuuden varastot luokitellaan tavallisesti kolmeen ryhmään, eli valmiste-, puolivalmiste- ja raaka-ainevarastoihin. Tällöin raaka-ainevarasto sisältää edellä mainitun tarvikevaraston sisällön.

3.2 Tuotannon varastoinnin syyt

Haverila ym. [1, s. 446–447] analysoivat varastoja niiden syntymekanismien mukaan. Heidän mukaan tuotannon varastot syntyvät seuraavista kuudesta eri syystä:

1. *Toimituskyvyn turvaavat varastot, toisin sanoen puskurivarastot.* Toimituskyvyn varmistamiseen tarvitaan puskurivarastoja, kirjallisuudessa usein kutsuttu myös varmuusvarastoiksi [4, s.104]. Yrityksien tuotantoprosessien läpäisy aika on usein asiakkaantoimitusvaatimuksia pidempi. Tällöin on yrityksen käytettävä puskurivarastoja toimituskyvyn ja palvelutason ylläpitämiseen. Puskurivarastoja voidaan myös käyttää satunnaisen menekki vaihtelun tasoittamiseen. Materiaalipuskurit voivat olla valmiste-, puolivalmiste- tai raaka-ainevarastoissa. Puskurivarastojen koot mitoitetaan yrityksen haluaman palvelutason mukaan. Menekkitietojen hallinnalla ja hyvällä varaston suunnittelulla voidaan pienentää merkittävästi puskurivarastoja. Toisaalta myös tuotannon läpäisyajan lyhentäminen ja prosessin joustavuuden kasvattaminen vähentävät varastoinnin tarvetta.
2. *Kausivaihteluiden hallinta.* Kausivaihteluiden vaikutuksia voidaan tasoittaa varastoimalla tuotteita. Tuotteen varastointikustannusten tulee olla kuitenkin riittävän alhaiset, jotta tämä toimintamalli olisi mahdollinen. Tämä tuotantomalli on käytössä erityisesti, kun kapasiteettijousteojen toteutus on kallista. Kapasiteetin mitoitus onnistuu tällöin keskimääräisen menekin avulla.
3. *Työvaiheiden kytkeminen toisiinsa, toisin sanoen välivarastointi.* Välivarastoja tarvitaan kun eri työvaiheilla on eri nopeudet, jolloin keskeneräisiä tuotteita on järkevä varastoida vaiheiden välillä. Mitä enemmän valmistuksessa on erilaisia vaiheita, sitä suuremmat ovat välivarastot. Työvaiheiden välimatkat keskenään vaikuttavat myös oleellisesti varastoihin, kuten myös tuotetyyppien määrä. Välivarastot hidastavat oleellisesti valmistuksen läpäisy aikaa, sitovat pääomaa sekä kasvattavat laatu virheiden määrää. Täten turhista välivarastoista tulee pyrkiä eroon.

4. *Valmistuksen taloudellisesta eräkoosta johtuvat varastot.* Pitkät asetusajat tai suuret asetuskustannukset houkuttelevat suuriin valmistuseräkokoihin. Suuri valmistuserä muodostaa kuitenkin valmistusvaiheen jälkeen suuren välivaraston. Eräkoon kasvattaminen yhdessä vaiheessa johtaa myös helposti eräkokojen kasvuun koko tuotannossa, mikä taas pidentää läpäisyaikaa ja kasvattaa keskeneräisen tuotannon määrää. Taloudellisen eräsuuruuden tavoittelusta syntyviä varastoja pitää siis pyrkiä välttämään. Varastoja voidaan kuitenkin vähentää lyhentämällä asetusajoja, jolloin eräkokoja voidaan pienentää ja kustannustehokkuus ei kärsi.
5. *Kuljetusten ja siirtojen aiheuttamat varastot.* Kuljetukset ja siirrot aiheuttavat yrityksille varastointitarpeita. Kuljetuserien muodostaminen, pakkaus, lastaus, kuljetus ja purku johtavat turhiin varastointeihin ja pienentävät myös läpäisyaikaa. Tuotteen edestakaista kuljettamista ja siirtämistä tulee täten välttää. Erityisen hankala tilanne on, jos tuote käy alihankkijalla kesken tuotteen valmistuksen. Siirtäminen organisaatiosta toiseen aiheuttaa aina kuitenkin omat viiveensä, mikä taasen johtaa turhaan varastointiin ja pidentää myös läpäisyaikaa.
6. *Tuotantoprosessin ja toimintojen virheiden varalta pidettävät varastot.* Laatuvirheet valmistuksessa ja toiminnassa peitetään usein ylimääräisillä varastoilla. Virheen sattuessa turvaudutaan varastoihin, jolloin vältytään laajemmilta tuotantohäiriöiltä tai toimituskykyongelmilta. Laatuongelmien hoitaminen ylimääräisillä varastoilla voi estää toiminnan kehittämisen. Ongelmien syyt jäävät täten piiloon, jolloin niihin ei osata puuttua. Tällaiset varastot on hyvä poistaa ja poistamisen tuloksena esiin nousseet ongelmat on korjattava. [1, s. 446–447.]

Kirjallisuudesta löytyy erilaisia luokittelutapoja, esimerkiksi Ritvanen ja Koivisto [2, s. 36] luokittelevat syyt kolmeen; kysynnän ja tarjonnan kausivaihtelut, suojautuminen epävarmuustekijöitä vastaan sekä varaston käyttö puskurina. Eräät muut teokset [6, s. 223; 7, s. 228–231] ja Suomen kuljetusopas [5] luokittelevat syyt seuraavasti; taloudellisen edun saavuttaminen, kysyntäpiikkiin vastaaminen, erikoistuminen, epävarmuuteen varautuminen sekä puskurivarastot.

3.3 Varastotoiminnot

Varastotyöskentely koostuu useista eri toiminnoista. Tärkeintä on se miten toiminnot suoritetaan, koska se näkyy suoraan varaston tehokkuutena. Arnold ym. [8, s. 336–337] luokittelevat varastotoiminnot seuraavasti.

1. *Tavaran vastaanotto.* Varastotyöntekijä ottaa saapuvan tavaran vastaan ja vastuun siitä. Varastotyöntekijän tulee suorittaa tavaralle vastaanottotarkastus, jossa tarkastetaan, että saapuva tavara vastaa tehtyä tilausta ja tavara on vioittumatonta.
2. *Tuotteiden tunnistus.* Varastotyöntekijä tunnistaa tavaran esimerkiksi nimiketiedoista ja saapuneiden tuotteiden määrä kirjataan varastosaldoon.
3. *Tuotteiden toimitus varastoon.* Tuotteet lajitellaan ja niille tehdään tarvittavat esivalmistelut, esimerkiksi tarroitus, jonka jälkeen tuotteet toimitetaan varastopaikoilleen.
4. *Tuotteiden varastointi.* Tuotteita varastoidaan oikeassa paikassa ja kunnossa, kunnes niitä tarvitaan.
5. *Tuotteiden keräily.* Tilauksen saavuttua tuotteet kerätään varastosta ja toimitetaan jäsenyspaikalle. Tilaus voi tulla myös sisäisesti, sillä tuotanto luokitellaan usein sisäiseksi asiakkaaksi.
6. *Pakkaaminen ja muutosten kirjaus.* Jäsenyspaikalla tuotteet yhdistellään, tarkastetaan ja pakataan ja varastosaldot päivitetään.
7. *Tavaran lähetys.* Pakkaukset lastataan oikealle kuljetusvälineelle, esimerkiksi eurolava kauluksilla ja toimitusasiakirjat hoidetaan asianmukaisesti.

8. *Varaston kirjanpitojärjestelmän käyttäminen.* Varastokirjanpidon pitää olla ajan tasalla. Järjestelmässä tulee näkyä varastoitavalle tuotteelle varastosaldo, varastosta otot, varastoon saapumiset ja varastopaikka. Järjestelmän tulisi olla yksinkertainen, jotta sitä olisi helppo käyttää, eikä tarvitsisi turvautua ihmismuistiin. Nykyisin kirjanpitojärjestelmät ovat tietokoneella, mutta niiden ylläpidossa pätevät samat säännöt kuin ennenkin.

4 VARASTOJEN SUUNNITTELU

Varastojen koon eli varastotasojen määrittely on yksi materiaalihallinnon tärkeimmistä tehtävistä. Varastotasojen tulee olla riittävän suuret, jotta voidaan turvata riittävä toimituskyky ja palvelutaso. Samanaikaisesti varastointiin sitoutuva pääoma pyritään pitämään minimissään. [1, s. 449.] Perussääntönä voidaan pitää, että jokaisen varastoitavan tuotteen varastoinnista täytyy saada suuremmat hyödyt kuin siitä, jos sitä ei varastoida [2, s. 34].

Valmisteverastojen suunnittelun lähtökohtana ovat palvelutaso sekä tuotteiden menekkiennusteet. Varastotasot mitoitetaan siten, että eri menekkitilanteessa pystytään takaamaan haluttu palvelutaso. Esimerkiksi tuotteita valmistetaan hiljaisten menekkien aikana varastoon, jota sitten puretaan menekkien huippukohdissa. [1, s. 450.]

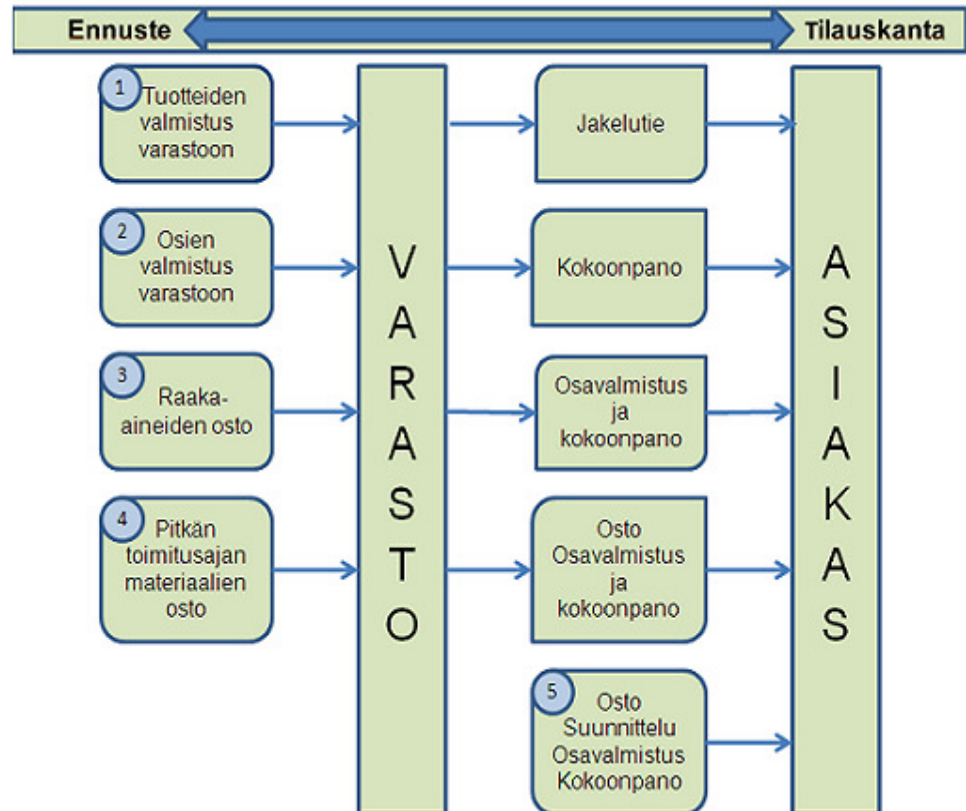
Puolivalmiste- ja raaka-ainevarastojen mitoitus voi esimerkiksi perustua lopputuotteiden tilauskannasta ja menekkiennusteista laskettuun materiaalimenekkiin. Johdettua tarvetta eli lopputuotteen menekin perusteella laskettua materiaalimenekkiä käytetään usein pitkän toimitusajan ja kalliiden materiaalien varastotasojen suunnitteluun. Vastaavasti lyhyen toimitusajan materiaalien hankinta ja varastointi perustuu usein kokemusperäisesti määriteltyihin tilauspisteisiin ja varastotasoihin. [1, s. 450.]

Varastotasojen määrittelyn yhteydessä on hyvä ottaa huomioon menekin kausivaihtelu. Materiaalien menekin mahdollisen vaihtelun takia varastointi on usein välttämätöntä, mikä myös edellyttää yrityksen varastotasojen nostoa, jotta toimituskyky olisi turvattu. Paljousalennukset myös houkuttelevat yrityksiä tilaamaan suuria eriä, ja samalla tuoteyksikkökohtaiset toimituskustannukset laskevat. Isojen raaka-ainevarastojen ylläpito on perusteltua, jos yrityksessä oletetaan jonkin raaka-aineen hinnan nousevan tai sen saannissa on mahdollisesti ongelmia lähitulevaisuudessa. [1, s. 450; 2, s. 35–36.]

4.1 Puskurivarastot

Puskurivarastoja syntyy, kun ei tarkkaan tiedetä, paljonko tiettyä tavaraa tarvitaan tai milloin sitä tarvitaan. Epävarmuuden seurauksena tavaraa tilataan vähän enemmän tai vähän aikaisemmin varastoon, näin pyritään välttämään tilanne, että tavara loppuisi kesken. Puskurivarastoja joudutaan siis pitämään, jotta voidaan taata tietty palvelutaso. On kuitenkin syytä mainita, että kannattaa määrittää taloudellisesti kannattavat puskurivaraston koot, sillä yrityksissä muodostuu helposti niin kutsuttuja passiivivarastoja. Passiivivarastot muodostuvat, kun täydennystilauksen saapuessa samaa tavaraa onkin vielä varastossa enemmän kuin olisi tarve. Syyt passiivivaraston muodostumiseen ovat aivan inhimillisiä. Ostajat haluavat toimia vain varman päälle, sillä puutteesta saa usein negatiivista palautetta. Siis varmuuden tuovat varastot kasvavat helposti liian suuriksi. Voidaan siis todeta, että puskurivarastot tuovat lisäarvoa, mutta riittävän varmuuden turvaava puskurivarasto on usein passiivivarastoa paljon pienempi. [4, s. 104–106.]

Materiaalihallinnon yksi tärkeistä kysymyksistä on, mihin vaiheeseen tuotantoprosessia puskurivarastot sijoitetaan. Materiaalipuskureiden sijoitus vaikuttaa erityisesti toimituskykyyn, toimitusajan määrittelyyn sekä tuotannosuunnittelun periaatteisiin. [1, s. 447–449.] Kuvassa 1 esitetään, viisi vaihtoehtoista tapaa, miten materiaalipuskurit voidaan sijoittaa.



Kuva 1. Materiaalipuskureiden sijoituskohdat [lähde 1, s. 448 mukailen]

1. *Tuotteiden valmistus varastoon.* Varastoon valmistaminen on tyypillinen toimintamalli, kun varasto-ohjautuva tuotanto on kyseessä. Tuotteen jakelutie on pitkä ja siihen voi liittyä monta erillistä varastointivaihetta. Tämä on yleisesti kulutushyödyketuotannossa käytetty toimintamalli. [1, s. 447–449.]
2. *Osien valmistus varastoon, kokoonpano tilausten perusteella.* Toimintamalli on käytännöllinen silloin, kun tuotteella on monia eri variaatioita, mikä tekee varastoinnista kannattamatonta. Tuotteen tarkat ominaisuudet määrittelee asiakas vasta tilaushetkellä ja kokoonpano tehdään kyseisen tilauksen perusteella. Malli on yleisesti käytössä teollisuuden laitetoimittajien ja autoteollisuuden tuotannossa. [1, s. 447–449.]

3. *Raaka-aineiden osto varastoon, valmistus ja kokoonpano tilausten perusteella.* Tyypillinen toimintamalli tuotteille, joiden valmistusprosessi on nopea. Alihankintayritykset sekä osa elektroniikkateollisuuden alihankinnoista tapahtuu kyseisellä tavalla. [1, s. 447–449.]
4. *Pitkän toimitusajan materiaalien osto varastoon, muiden osien hankinta ja valmistus tilausten perusteella.* Pitkän toimitusajan omaavat materiaalit pitää hankkia varastoon, esimerkiksi elektroniikan komponentit, koska muuten niiden pitkät toimitukset rajoittavat toimituskykyä. Vastaavasti nopeasti saatavien raaka-aineiden hankinta ja tuotteiden valmistus tapahtuu asiakkaan tilauksen perusteella. [1, s. 447–449.]
5. *Valmistus ja materiaalien hankinta tilausten perusteella.* Toimintamalli on tyypillinen yksittäisten erikoistuotteiden valmistuksessa. Tilaukset edellyttävät usein suunnittelua ja toimitusajat ovat suhteellisen pitkiä. Malli on käytännöllinen esimerkiksi rakennusten ja laivojen valmistuksessa. Myös alihankintateollisuus soveltaa kyseistä toimintamallia hankkiessaan materiaalit tilauksen perusteella. [1, s. 447–449.]

4.2 Varastotilat/Layout

Englanninkielinen sana layout, joka tarkoittaa esimerkiksi pohjapiirustusta, asetelmaa, sijoitusta ja asemapiirusta [9], on myös vakiintunut termi teollisuudessa. Sillä tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, kulkureittien, varastohyllyjen ja varastopaikkojen sijoittelua tuotantotiloissa [1, s. 475].

Layout-suunnittelun keskeisin tavoite on materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Materiaalien kuljetuskerrat ja kuljetusmatkat pyritään minimoimaan eri työpisteiden välillä [1, s. 482]. Esimerkiksi saapuvien materiaalien siirrot raaka-ainevarastoon, sieltä valmistuksen kautta valmisteverastoon ja aina edelleen lähetyspisteeseen saakka. Näistä kertyvien matkojen tulisi olla mahdollisimman lyhyet ja johdonmukaiset.

Hyvän layoutin tärkeistä ominaisuuksista voidaan luetella seuraavat:

1. selkeät materiaalsiirrot
2. layout helposti ja joustavasti muunneltavissa
3. materiaalien pieni siirtotarve
4. lyhyet kuljetusmatkat
5. erityisosaamista vaativa valmistus keskitetty samaan paikkaan
6. tehtaan sisäiset palvelut sijoitettu käyttöpaikan lähelle
7. materiaalien vastaanoton ja jakelun tehokkuus
8. sisäisen kommunikaation helppous
9. otettu eri valmistusvaiheiden erityistarpeet huomioon
10. tila käytetty tehokkaasti hyödyksi
11. otettu työturvallisuus ja työtyytyväisyys huomioon. [1, s. 482.]

Hyötyarvomatriisia voidaan käyttää erilaisten layout-vaihtoehtojen arvioinnissa (taulukko 2). Siinä annetaan kaikille määritellyille tekijöille painoarvo. Eri layout-vaihtoehdot pisteytetään, minkä jälkeen annetut pisteet kerrotaan määritellyillä painoarvoilla. Painoarvotetut pisteet lasketaan yhteen, jotta saadaan paras vaihtoehto määritettyä.

Taulukko 2. Esimerkki hyötyarvomatriisin käytöstä [lähde 1, s. 481 mukailten]

	Painoarvo	Eri vaihtoehtojen arvostelu ja lasketut pisteet			
		A	B	C	D
Materiaalin kulun tehokkuus	10	E 30	H 20	A 40	H 20
Pinta-alan hyväksikäyttö	6	H 12	E 18	E 18	H 12
Investointitarve	9	O 9	E 27	H 18	U 0
Valmistuksen ohjaus	7	E 21	H 14	H 14	O 7
Muunneltavuus	5	H 10	H 15	O 5	A 20
Valvonta	8	E 24	E 24	E 24	H 16
SUMMA		106	118	119	75

A = Lähes täydellinen (4) E = Erittäin hyvä (3) H = Hyvä (2)
O = Välttävä (1) U = Huono (0) X = Ei toivottava (-)

4.3 Nimikkeet

Jokaisella osalla tai tuotteella, joka on osa valmistusprosessia, tulee olla yksilöllinen nimikekoodi. Nimikekoodi muodostuu normaalisti 4–10 numeron, kirjaimen tai niiden yhdistelmän sarjasta. Tyypillisesti nimikekoodilla varustettua osaa tai tuotetta kutsutaan nimikkeeksi. Useasta erillisestä nimikkeestä koottu osakokonaisuus tai tuote nimetään omalla nimikekoodilla. Nimikkeen tarkat tuotetiedot on dokumentoitu, ja niiden tulisi löytyä nimikekoodin avulla yrityksen tietokannasta. [10, s. 26.]

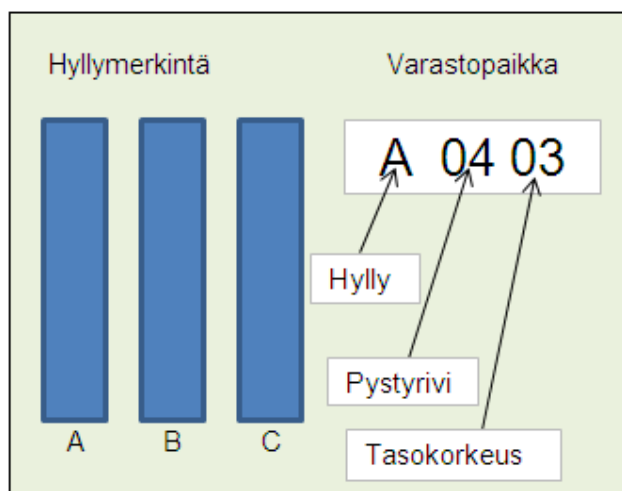
Nimikkeet ovat olennainen osa varastonohjausta, mutta lisäksi ne nopeuttavat ja helpottavat hankintaa, tuotannonohjausta, suunnittelua ja myyntiä. Näin nimikkeiden hyvä hallinta tehostaa yrityksen koko toiminnanohjausta. Varsinkin suurissa yrityksissä, missä osia ja osakokonaisuuksia on paljon, ovat nimikkeet ja niiden hallinta välttämättömiä. [10, s. 26.]

Toomeyn [10, s. 27–28] mukaan nimikekoodin muodostamiselle on kolme vaihtoehtoista tapaa; merkityksellinen järjestelmä, ei-merkityksellinen järjestelmä ja niiden välimuoto.

1. *Merkityksellinen järjestelmä.* Osalle tai tuotteelle annetaan nimikekoodi, joka tunnistustiedon lisäksi määrittelee osaa tai tuotetta. Nimikekoodin merkeille voidaan sopia tietyt luokat. Ensimmäisellä merkillä voidaan ilmaista osan ominaisuutta karkealla tasolla, esimerkiksi onko osa raaka-aineeltaan puuta, metallia tai vaikka sähkökomponentti. Seuraavilla nimikekoodin merkeillä merkitään osat yhä tarkemmalle tasolle, esimerkiksi onko osa liitin tai johde. Merkityksellisten nimikekoodien käytöstä on hyötyä käyttäjälle, koska nimikekoodi on helpompi yhdistää tiettyyn osaan tai tuotteeseen. Haitalliseksi merkityksellisen järjestelmän käyttö muodostuu, kun nimikekoodit alkavat mennä liian pitkiksi, jolloin niiden tunnistaminen on vaikeaa. Merkityksellisen järjestelmän koodien laatimiseen kuluu myös paljon aikaa, koska jokaiselle tuotteelle on löydettävä aina uusi tarkkaan määritelty nimikekoodi.
2. *Ei-merkityksellinen järjestelmä.* Osalle tai tuotteelle annetaan järjestyksessä nimikekoodi, josta se tunnistetaan. Koodin merkit eivät määrittele tai kuvaa tuotetta millään tavalla. Ei-merkityksellisen järjestelmän etuna on sen yksinkertaisuus. Osille ja tuotteille annettavia nimikekoodeja ei tarvitse sen kummemmin miettiä, vaan seuraavalle osalle annetaan seuraava vapaana oleva koodi. Heikkoutena vastaavasti on, että nimikekoodi ei anna minkäänlaista mielikuvaa tuotteesta, jolloin tuote on aina etsittävä vain koodin perusteella.
3. Hyvänä kompromissina voidaan pitää edelle mainittujen järjestelmien *välimuotoa*. Nimikekoodeja laaditaan samalla tavalla kuin merkityksellisessä järjestelmässä, mutta kuvaavaa määrittelyä ei viedä yhtä tarkalle tasolle. Tällöin nimikekoodin jotkut merkit kuvaavat osaa tai tuotetta, esimerkiksi nimikekoodissa SK1234, SK kertoo, että kyseessä on sähkökomponentti, mutta numerosarja 1234 ei kuvaa mitään muuta. Järjestelmiä yhdistelemällä saadaan molempien edut suuremmiksi kuin heikkoudet.

4.4 Varastopaikat

Yrityksissä käytetään eniten keräysmenetelmää, jossa varastotyöntekijä menee tuotteen luokse [11, s. 378]. Tästä johtuen varastopaikkojen merkintä on keräilyn kannalta erittäin oleellinen tekijä. Mikäli niin kutsuttua varaston osoitteistoa ei ole luotu, on varastotyöntekijän keräiltävät tuotteet muistin ja visuaalisen tarkkailun perusteella. Osoitteisto pohjautuu siihen, että kaikille tuotteille on annettu nimikekoodit ja hyllypaikat on merkitty johdonmukaisesti [12, s. 156–159]. Kyseisten tietojen avulla varastosta voidaan muodostaa kattava osoitteisto. Osoitteistosta ilmenee, mikä tuote on sijoitettu mihinkin varastopaikkaan. Esimerkiksi osoitteistossa on merkintä, että tuote nimikkeellä 12345 sijaitsee pientavarahyllyssä A, pystyrivillä 4 ja tasolla 3. Kuvassa 2 havainnollistetaan edellä mainitun esimerkin varastopaikkojen merkitsemistä.



Kuva 2. Pientavarahyllyjen merkintä ja varastopaikka

On kuitenkin otettava huomioon, että ei ole olemassa mitään yhtä ja oikeaa hyllymerkintä- tai varastopaikkamerkintämenetelmää. Yritysten sisällä määritellään heille mieluisin menetelmä, joka palvelee yrityksen tavoitteita parhaalla mahdollisella tavalla. Tiettyjä ohjenuoria kirjallisuudesta kuitenkin löytyy, kuten esimerkiksi Lehmuskoski [12, s. 159] mainitsee, että tavaralle tulisi antaa paikkamerkintä vähintään kolmetasoisena: käytävä, hyllyväli ja hylly.

Hyvän osoitteiston avulla varastotoimintaa saadaan merkittävästi tehostettua. Hyvin suunniteltu osoitteisto helpottaa varastossa

työskentelevien henkilöiden työntekoa. Osoitteiston avulla varastotyöntekijän on helpompi hahmottaa varastoitavien tuotteiden sijainti. Toimiva osoitteisto vie varastotyöntekijän suoraan keräiltävän tuotteen luo, eikä aikaa tarvitse kuluttaa tuotteen etsimiseen. [13, s. 16.] Myös Karhunen ym. toteavat kirjassaan [11, s. 378], että tehokas keräystyö edellyttää toimivan osoitejärjestelmän.

4.5 Varastojärjestys

Varastojärjestyksellä tarkoitetaan tässä tutkielmassa sitä, miten tuotteet on sijoitettu varastohyllyihin. Alkuun on todettava, että tuotteiden sijoittelulle ei myöskään ole mitään yksiselitteistä tapaa, vaan ajan myötä yrityksissä muodostuu heille mieluinen sijoittelumenetelmä. Varastojärjestykseen vaikuttavat tuotteiden ominaisuudet, käsittelyvaatimukset, tilauseräkoot ja tuotannon vaatimukset [8, s. 340]. Riippumatta varastojärjestykseen vaikuttavista tekijöistä, se tulee laatia siten, että varasto pystyy vastaamaan haluttuun palvelutasoon. Tällöin tavaroiden tulee löytyä varastosta ongelmitta ja varastotoimintoihin kuluva työmäärä minimoida. [8, s. 340.]

Kirjallisuudesta löytyy kuitenkin hyviä perustapoja varastojärjestyksen määrittämiseen. Arnold ym. [8, s. 340] luettelevat kolme perustapaa varastojärjestyksen määrittämiseksi:

1. *Varastointi tuoteperheittäin.* Samoihin käyttötarkoituksiin käytettävät tuotteet varastoidaan samalle alueelle, esimerkiksi kaikki kaapelit löytyvät samalta hyllyriviltä. Tuoteperheittäin varastointi helpottaa keräilyä, sillä varastotyöntekijä oppii hahmottamaan kokonaisuuksien sijainnit paremmin kuin yksittäisten tuotteiden sijainnit.
2. *Varastointi kiertonopeuksien mukaan.* Varastossa vain vähän aikaa viipyvät tuotteet varastoidaan lähelle tavaravastaanotto- ja lähetyspaikkaa. Tällöin varastoon viemiseen ja varastosta ottoon ei kulu paljon aikaa.
3. *Varastointi tuotteen fyysisten ominaisuuksien mukaan.* Fyysisesti samankaltaiset tuotteet vaativat tyypillisesti omanlaisensa varastopaikan. Esimerkiksi pienissä laatikoissa saapuvat tuotteet, kuten ruuvit, vaativat erilaiset hyllypaikat ja käsittelyvälineet kuin lavoilla saapuvat isommat tuotteet.

Normaalisti ihmisen on mahdollista poimia tavaroita noin kahden metrin korkeudesta, ilman apuvälineitä. Tyypillisesti tuotteet tulisi sijoittaa hyllyyn parhaille käsittelykorkeuksille. Kuvassa 3 esitetään ohjeellisia arvoja, kuinka kauan kestää poimia tuotteita 2200 millimetriä korkean ja 600 millimetriä syvän pientavarahyllyn eri kohdista. [11, s. 412–413.]

Hyllypaikan korkeus (mm)	2200			
	2000	4,5	4,1	3,5
	1800	4,5	4,1	1,2
	1600	1,5	1,5	0,9
	1400	1,5	1,2	0,6
	1200	1,5	1,2	0,6
	1000	3,7	1,2	0,6
	800	3,7	3,4	1,2
	600	3,7	3,4	1,5
	400	3,7	3,4	2,8
	200	3,7	3,4	2,8
	7,9	3,4	2,8	Lattiataso
	600	400	200	0

Kuva 3. Kevyiden ja kooltaan pienien tuotteiden poiminta-aika pientavarahyllystä yhdellä poimintaliikkeellä, poiminta-ajat sekunteina [lähde: 11 s. 412–413 mukailleen]

5 VARASTONOHJAUS

Varastonohjauksella tarkoitetaan varastoihin sitoutuneen pääoman hallintaa ja materiaalivirtojen ohjausta [2, s. 34]. Seuraavaksi käydään tarkemmin läpi materiaalin ohjaukseen liittyviä tunnuslukuja, joita käytetään yleisesti varastojen vertaamiseen, arviointiin ja ohjaukseen. Luvun lopussa esitellään vielä, millaiset tuntomerkit paljastavat usein huonon varastonohjauksen.

5.1 Materiaaliohjauksen tunnusluvut

Materiaaliohjauksen toimenpiteillä vaikutetaan yhteen pääomaeraan, eli vaihto-omaisuuteen. Tavallisin tunnusluku vaihto-omaisuuden tehokkaan käytön vertaamiseen on varaston kierto eli kiertonopeus [4, s. 76]. Sen avulla voidaan seurata varastoon ja sen eri nimikkeisiin sitoutunutta pääomaa [5]. Kiertonopeus lasketaan suhteuttamalla varaston arvo tavaroiden vuoden kulutuksen arvoon (kaava 1) [4, s. 76].

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{Vuoden kulutuksen arvo}}{\text{Varaston (keski)arvo}} \quad (1)$$

Tavallisesti kiertonopeus lasketaan yleensä vuoden kulutuksen tai käytön ja varaston arvon suhteena [5]. Se voidaan myös laskea painoa tai tilavuutta ilmaisevalla yksiköllä. Kiertonopeuteen ei vaikuta se, mitä laskentatapaa käytetään [2, s. 36]. Yhden tuotteen varastokierto voidaan laskea kappalemääräisen kulutuksen ja varaston avulla. Laskennallisten perusteiden tulee olla selvillä, kun puhutaan varaston kierrosta. Esimerkiksi kun kierto lasketaan kulutuksen ja varaston arvosta, tulee molempien olla hinnoiteltu samoin perustein, esimerkiksi hankintahinnoin. [4, s. 76.]

Teollisuusyrityksessä, jossa on valmiste-, puolivalmiste-, ja raaka-ainevarastoja, pätee kaava 1 parhaiten raaka-aineiden kiertonopeuden määrittämiseen. Valmisteveraston kiertonopeutta (kaava 2) laskettaessa tuulee tuotteeseen tehdyn työn arvo ottaa huomioon sekä käytössä että varastossa. [4, s. 76.]

$$\text{Valmisteveraston kiertonopeus} = \frac{\text{Valmistuksen arvo}}{\text{Varaston arvo}} \quad (2)$$

Varaston kiertonopeus on merkittävä asia [6, s. 156]. Nopeutta nostamalla saadaan kannattavuus paremmaksi, sillä mitä suurempi on kiertonopeus, sitä vähemmän siihen sitoutuu pääomaa varaston läpimenon eli usein myös liiketoiminnan volyymin suhteen [2, s. 37; 5]. Nopean varaston kierron ansiosta voidaan saada korkomenot muutettua korkotuotoksi, edellyttäen kuitenkin sitä, että toimittaja antaa pitkän maksuajan ja asiakas suorittaa maksun eräpäivään mennessä [2, s. 42]. Korkomeno muuttuu siis korkotuotoksi, kun tuote on myyty ennen kuin se pitää maksaa tavarantoimittajalle. Myös tavaran epäkuranttiusriski heikkenee varaston kiertonopeuden tehostuessa [6, s. 156], sillä tavara ei jää varastoon maleksimaan. Kärjistäen voikin sanoa varastoimisen olevan turhaa, koska yleensä tuotteet eivät käyttäydy kuin viini ajan funktiona, eli parane vanhetessaan.

Kuitenkin liiallinen kiertonopeuden kasvattaminen, ilman että otetaan huomioon koko logistiikkajärjestelmää, saattaa heikentää kannattavuutta. Kannattavuus saattaa heiketä, jos muut logistiikkakustannukset nousevat korkeammiksi kuin kiertonopeutta parantamalla saadut kustannussäästöt. [14, s. 117; 5.] Kiertonopeutta säädeltäessä onkin tärkeää ottaa huomioon, kuinka se vaikuttaa muihin logistiikkakustannuksiin [14, s. 117]. Esimerkiksi kierron parantuessa saattavat täydennyskulujen kustannukset kasvaa saavutetun hyödyn yli.

Toinen keskeinen varastotason tunnusluku on varaston kiertoaika eli pysähdysaika tai riitto [3, s. 176; 4, s. 77]. Kiertoaika kertoo kuinka kauan varasto riittää keskimääräisen myynnin tai kulutuksen toteutuessa [4, s. 77]. Usein kiertoaikaa on helpompi soveltaa käytännön ohjaustyöhön kuin kiertonopeutta [2, s. 37]. Kulutus, johon varastoa verrataan, voidaan laskea menneen ajan kulutuksena tai tulevan kulun ennusteena [4, s. 77]. Kiertoajan määrittämiseen löytyy muutamia erilaisia kaavoja. Yksinkertaisesti kiertoaika on kiertonopeuden käänteisluku [2, s. 37–38; 5]. Yleensä kiertoaika ilmoitetaan kuitenkin päivissä, jolloin se voidaan laskea kaavan 3 mukaisesti [3, s. 176; 7, s. 157].

$$\text{Kiertoaika} = \frac{365}{\text{Varaston kiertonopeus}} \quad (3)$$

Jos kiertonopeutta ei ole ennakkoon määritelty, voidaan kiertoaika laskea kaavasta 4 [3, s. 176; 15, s. 29].

$$\text{Kiertoaika} = \frac{\text{Varaston arvo} \times 365}{\text{Vuoden kulutus}} \quad (4)$$

Kuten kiertonopeuden voi myös kiertojan laskea yhtä lailla yksittäiselle nimikkeelle kuin koko varaston arvolle.

Kolmas varastotason keskeinen tunnusluku, varsinkin kauppayrityksissä, on katekierto eli pääoman tuottavuus. Pääoman tuottavuus on sekä laskennallisesti että käsitteenä lähellä tuottoastetta, joten sitä voidaan pitää tuottoasteen vastineena [3, s. 176; 4, s. 77]. Hyvä tavoite arvo katekierrolle kokoonpanelevassa teollisuudessa on 250–350 [3, s. 176; 15, s. 29]. Yksinkertaisesti katekierto voidaan laskea kertomalla myyntikateprosentti varaston kiertonopeudella (kaava 5) [3, s. 176; 4, s. 77].

$$\text{Katekierto} = \text{Myyntikateprosentti} \times \text{Varaston kiertonopeus} \quad (5)$$

Karrus mainitsee kirjassaan [3, s. 176] myös toisen tavan laskea katekierron (kaava 6).

$$\text{Katekierto} = \frac{(\text{Myynti} - \text{Ostot} + \text{Loppuvarasto} - \text{Alkuvarasto}) \times \text{Kiertonopeus}}{\text{Myynti}} \quad (6)$$

5.2 Huonon varastonohjauksen tuntomerkkejä

Ensimmäinen askel varastoinnin kehittämiseen on tunnistaa varastoinnin ongelmakohdat sekä niiden syyt. Stock ja Lambert [7, s. 254–255] luettelevat seuraavat kahdeksan seikkaa huonon varastonohjauksen tuntomerkeiksi:

1. jälkitoimitusten määrien kasvu
2. jälkitoimitusten määrien kasvu, huolimatta suurista investoinneista varastoon
3. suuri asiakasvaihtuvuus
4. tilausten peruutusten kasvu
5. ajoittainen puute varastointitilasta
6. suuri eroavaisuus jakelukeskuksen ja merkittävien tuotteiden varastojen kiertonopeuksissa
7. heikentyneet suhteet jälleenmyyjien kanssa, tilausten peruuntumisten ja kaupan vähenemisen myötä
8. suuri määrä vanhentuneita tai käytöstä poistettuja tuotteita varastossa.

Kuten tutkimuksessa on käynyt selväksi, myös suuret pääomakustannukset ovat seurauksia huonosta varastonohjauksesta. Pääomakustannuksia ei voi kuitenkaan ihan suoraan yhdistää huonon varastonohjauksen tunnusmerkiksi, sillä niihin vaikuttavat myös muut tekijät, kuten tilojen kustannukset.

6 TOIMINNAN KEHITTÄMINEN

Tässä luvussa esitellään yleisimpiä toiminnan kehittämisen menetelmiä, joilla pyritään tehostamaan varastointiperiaatteita ja analysoimaan kehityskohteita [1, s. 457]. Esimerkiksi ABC-analyysin ja nelikenttäanalyysin avulla voidaan luokitella ne tuotteet, joiden tarkkaan ohjaukseen, valvontaan ja hankintaan kannattaa panostaa. ABC-analyysi ja nelikenttä-analyysi perustuvat italialaisen Vilfredo Pareton keksimään 20/80-sääntöön [3, s. 180].

Pareton 20/80-säännön perusteella voidaan esimerkiksi todeta, että 80 prosenttia tuotteista tuo vain 20 prosenttia liikevaihdosta, 20 prosenttia tuotteista tuo 80 prosenttia tuloksesta, 20 prosenttia tuotteista aiheuttaa 80 prosenttia varastosta ja 20 prosenttia asiakkaista tuo 80 prosenttia myynnistä. Prosenttiluvut ovat tietenkin vain suuntaa antavia, mutta on ymmärrettävä, että luvut ovat kuitenkin lähempänä 20/80-suhdetta kuin 50/50- suhdelukua. [4, s. 90.] ABC-analyysi ja nelikenttä-analyysi perustuvat siis nimikkeiden luokitteluun, joten ilman nimikkeitä ja niiden sisältämää tuotetietoa on tuotteiden luokittelu kyseisissä menetelmissä mahdotonta.

6.1 ABC-analyysi

ABC-analyysi on niin sanottu erotteleva analyysi, jolla pyritään erottamaan merkittävät asiat vähemmän merkityksellisistä [1, s. 457]. Analyysillä siis pyritään saamaan parempi käsitys siitä, miten ohjausperiaatteita tulee kehittää ja mihin resursseja kannattaa panostaa. Kun tuotteet sijoitetaan sopivasti muutamaankin ABC-luokkaan ja luokkia verrataan keskenään, voidaan useiden tuotteiden massasta erottaa helposti jo yhdellä silmäyksellä erilaisia yksityiskohtia. [4, s. 91.]

ABC-analyysin avulla seurataan Pareton 20/80-säännön toteutumista, mutta kahden luokan sijaan käytetään useampia luokkia [4, s. 91]. Usein ABC-analyysi ryhmitellään neljään luokkaan [2, s. 38; 3, s. 180], jolloin se on muotoa ABCD ja luokat ovat seuraavat:

1. A-tuotteet muodostavat ensimmäiset 50 prosenttia kumulatiivisesta kulutuksesta tai myynnistä.
2. B-tuotteet muodostavat seuraavat 30 prosenttia kulutuksesta tai myynnistä.
3. C-tuotteet muodostavat seuraavat 18 prosenttia kulutuksesta tai myynnistä.
4. D-tuotteet muodostavat viimeiset 2 prosenttia kulutuksesta tai myynnistä (sisältäen ei-kulutetut tuotteet).

Ei-kulutetut tuotteet voidaan myös luokitella erillään D-tuotteista, jolloin analyysi olisi vielä hienojakoisempaa muotoa eli ABCDE [3, s. 179; 4, s. 91].

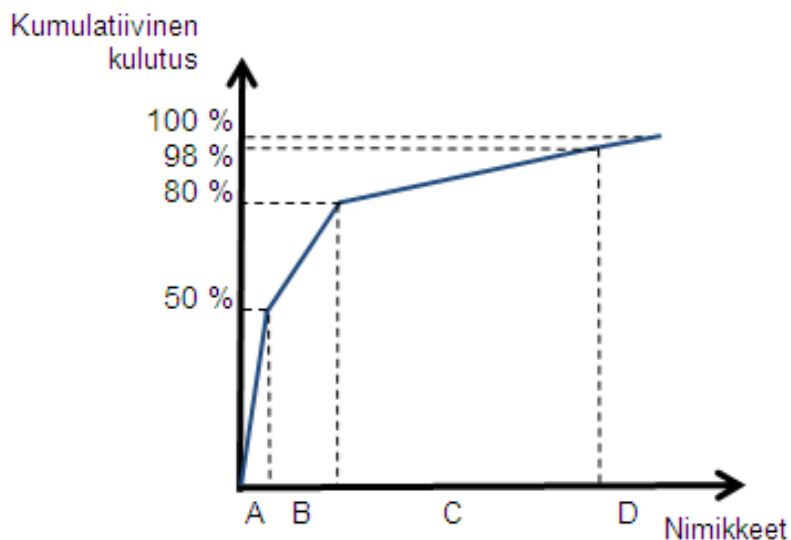
Tavoitteena ABC-analyysillä on saada A- ja B-luokkien nimikkeille mahdollisimman tasainen virta ja sen kautta varastotasojen hallinta tehokkaaksi. Samanaikaisesti C-luokan nimikkeiden täydennyskustannuksia pyritään minimoimaan, uhraamatta kuitenkaan niiden saatavuutta. Luokkien A ja B nimikkeet ovat hyvin kiertäviä ja tuottavia, silti niiden varastointiin ei aina kannata ryhtyä. Nimittäin, parhaimmillaan A-luokan nimikkeissä voidaan päästä täydelliseen imuohjaukseen (esitellään luvussa 7.7 *Imuohjausmenetelmä*), jolloin toimitukset tapahtuvat tilauksiin aikataulutetusti minimivarastoin. Usein ei kuitenkaan saavuteta täysin tasaista imuohjausta, jolloin on A- ja B-luokan nimikkeille mitoitettava varmuusvarastot erikseen. Täydennysrytmin tulisi olla tiheä, jotta nimikkeet virtaavat tehokkaasti, koska A- ja B-luokan nimikkeet ovat yleensä tärkeitä toiminnan ja talouden kannalta sekä yritykselle että asiakkaalle. [3, s. 179–183.]

Vastaavasti C- ja D-luokkien nimikkeet ovat yleensä menekiltään vaikeammin ennustettavissa, nimikemääriltään suurempia ja teettävät enemmän ohjaustyötä. C-luokan nimikkeet ovat kuitenkin usein toiminnan, esimerkiksi valmistuksen kannalta oleellisia, joten niiden muodostamaa

taloudellista vaikutusta ja erityisesti valvontataakkaa tulisi minimoida. Täydennysrytmi voi olla merkittävästi pidempi ja toimituserät suurempia kuin A- ja B-luokan nimikkeille. Varmuusvarasto voi olla kooltaan huomattavasti suurempi, ja se ei vaadi yhtä tiheää ja tarkkaa valvontaa verrattuna A- ja B-luokan nimikkeisiin. [3, s. 179–183.] D-luokan nimikkeet ovat kärjistään turhia, koska niitä myydään todella harvoin tai ei ollenkaan. Se, että nimike sijoittuu D-luokkaan, ei välttämättä tarkoita sitä, että nimikkeen varastointi olisi lopetettava [2, s. 39]. Usein kuitenkin varastoitavissa nimikkeissä on historiallisia jäänteitä, joiden poistaminen saattaa helpottaa toimintaa [3, s. 183]. Lappeenrannan teknillisen yliopiston tuotantotalouden professori Janne Huiskonen kehottaakin:

...jokaista yritystä tekemään aika ajoin niin kutsutun ABC-analyysin ja perkaamaan liikkumattoman tavarän, joka syö tilaa varastossa. [16, s. 6.]

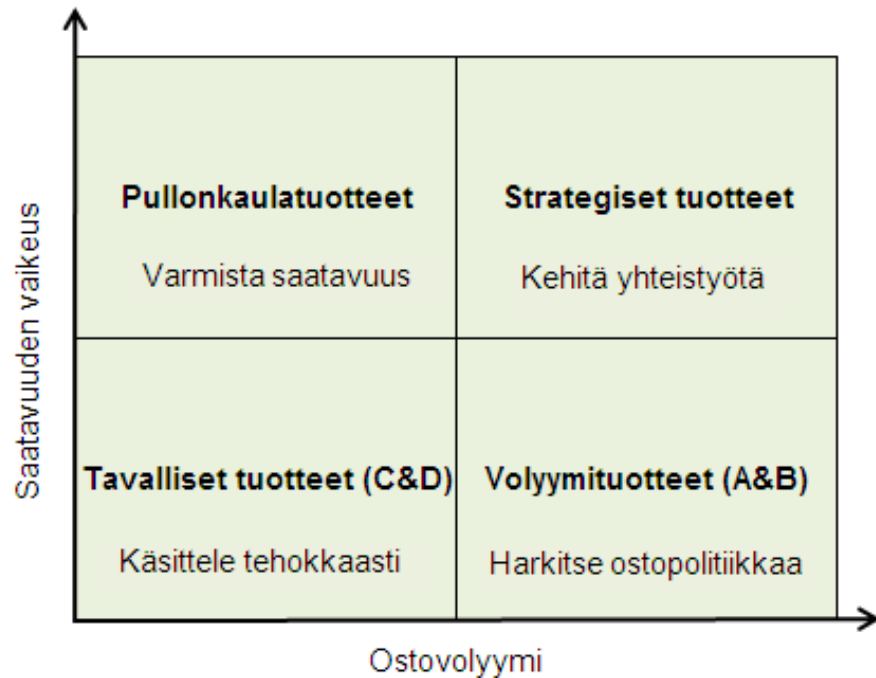
Voidaan siis lyhyesti todeta, että A- ja B-luokkien nimikkeet ovat yrityksille tärkeitä ja arvokkaita. Niiden varastoinnin kehittämiseen ja valvontaan on syytä panostaa. A- ja B-luokan nimikkeitä on myös valvottava tiheimmin kuin C- ja D-luokan nimikkeitä. Kuvassa 4 havainnollistetaan, kuinka noin 20 prosenttia nimikkeistä (A- ja B-luokan nimikkeet) muodostavat 80 prosenttia kulutuksesta.



Kuva 4. Abc-analyysi [lähde 1, s. 457 mukailleen]

6.2 Nelikenttäanalyysi

Nelikenttäanalyysi (kuva 5) eli portfolioanalyysi syventää ja täydentää ABC-tarkastelua. Analyysissä tuotteet luokitellaan neljään luokkaan ostovolyymien ja saatavuuden perusteella. Analyysin avulla voidaan tarkentaa neljää kehittämisen aluetta. Pääsääntöisesti nelikenttäanalyysiä käytetään hankintatoimen kehittämiseen [15, s. 45; 17, s. 151–152].



Kuva 5. Nelikenttäanalyysi [lähde: 15, s.44 mukailen].

Kuvassa esitettyjen tuotteiden hankintastrategiat poikkeavat toisistaan niin, että hankinnan painopisteen tulee olla volyymituotteissa ja strategisissa tuotteissa. Vastaavasti tavallisten tuotteiden hankintaan tulisi liittyä mahdollisimman vähän hankintaosaston työtä. [17, s. 151–152.] Tavallisesti ABC-analyysin mukaan luokitellut tuotteet ryhmittyvät seuraavasti; A- ja B-luokkien tuotteet ovat volyymituotteita ja C- ja D-luokkien tuotteet tavallisia tuotteita [15, s. 45].

Tavalliset tuotteet

Tavallisten tuotteiden ostovolyymi on pieni ja saatavuus hyvä. Yleensä suurin osa tuotteista asettuu tähän lokeroon. Kyseisen ryhmän tuotteille on ominaista, että niiden käsittely aiheuttaa enemmän kuluja kuin niiden arvo on [17, s. 151]. Tavallisille tuotteille on myös tyypillistä niiden ostomäärien pienuus, hankinta tapahtuu paikallisilta valmistajilta ja vaihtoehtoisia tavarantoimittajia on olemassa [15, s. 45].

Tavallisten tuotteiden hankintahinta on halpa verrattuna siitä aiheutuviin toimituskustannuksiin, joten on hyvä sopia toimittajien kanssa mahdollisimman yksinkertainen tapa tilata tuotteita. Tällöin tuotteiden uusintatilaukset voidaan siirtää kokonaan pois ostajien vastuulta. Tilausvastuu voidaan siirtää esimerkiksi tuotteita työssään käyttäville, kunhan tilaaminen tapahtuu sopimustoimittajan katalogeja hyväksi käyttäen. [17, s. 152.]

Pullonkaulat tuotteet

Pullonkaulat tuotteiden ostovolyymi on pieni ja saatavuus vaikea. Tämän luokan tuotteet ovat usein ominaisuuksiltaan paljon tavallisten C- ja D-luokkien tuotteiden kaltaisia. Ne eroavat vain siinä, että niiden saatavuus on huomattavasti vaikeampaa. [15, s. 45.] Tuotteilla saattaa olla vain muutama toimittaja tai niillä on hyvin pitkät toimitusajat [17, s. 151]. Lisäksi tuotteiden saanti on välttämätöntä lopputuotteelle ja niiden mahdollinen loppuminen saattaa aiheuttaa merkittäviä kustannuksia [15, s. 45].

Hankintatoimen tulisi pyrkiä varmistamaan pullonkaulat tuotteiden saatavuus. Toimittajien kanssa voidaan tehdä pitkiä sopimuksia ja tuotteille on syytä pitää myös omaa varmuusvarastoa. On kuitenkin hyvä etsiä tuotteille sekä vaihtoehtoisia toimittajia että korvaavia tuotteita, jotta pystytään minimoimaan riskit. [17, s. 152.]

Volyymituotteet

Volyymituotteiden ostovolyymi on suuri ja saatavuus hyvä [15, s. 45]. Volyymituotteilla tarkoitetaan suuren ostovolyymin omaavia standardituotteita, joille löytyy useita vaihtoehtoisia toimittajia, mutta niiden hankintahinnat ovat korkeat [17, s. 151]. Täten niillä on suuri vaikutus kustannuksiin, mutta toisaalta niiden ostoriski pieni.

Volyymituotteiden hankinnasta ei kannata tehdä liian pitkiä sopimuksia toimittajien kanssa, koska toimittajat joutuvat kilpailemaan keskenään ja se vaikuttaa myös ostohintoihin. Näin ollen ostajalla on vaikutusvaltaa, jota voi käyttää mahdollisimman paljon hyödyksi. Lyhytnäköistä voitonpyyntiä tulee kuitenkin välttää. [15, s. 45.] Markkinatilanteiden muutoksia tuotteiden ja toimittajien osalta kannattaa kuitenkin seurata aktiivisesti [17, s. 152].

Strategiset tuotteet

Strategisten tuotteiden ostovolyymi on suuri ja saatavuus vaikea. Tässä luokassa ostajan ja myyjän vaikutusvallat tasoittuvat. Vaikutusvalta saattaa jopa kallistua myyjän eduksikin, ottaen huomioon kuitenkin, että ostava yritys on myyjälle tärkeä asiakas [15, s. 45]. Normaalisti strategiset tuotteet ovat mittatilaustuotteita, joiden hinta on korkea ja toimittajia on vähän. Kyseiset tuotteet vaikuttavat merkittävästi myös lopputuotteen hintaan. [17, s. 151.]

Hankintatoimen on syytä tehdä tiivistä yhteistyötä tuotteiden toimittajien kanssa. Yhteistoiminnassa on hyvä pyrkiä niin kutsuttuun partnership-ajatteluun eli tehostamaan toimintoja niin, että ne tuovat molemmille yrityksille lisäarvoa. Tällaisessa tapauksessa asiakasyrityksellä tulee olla tieto toimittajan tuotantokapasiteetista ja kehitysmahdollisuuksista [17, s. 152].

7 VARASTOTASON HALLINTA

Varastotasojen hallinnassa kyse on varastotasojen määrittämisestä, kuinka varastotasot täydennetään ja millaisin keinoin niitä valvotaan. Aluksi on syytä määrittää, minkälaista varastotasoa halutaan ylläpitää. Seuraavaksi voidaan miettiä ratkaisuja esimerkiksi kysymyksiin, milloin täydennystilaus tulisi tehdä ja minkä kokoinen erä tilataan? [4, s. 115-116.] Näihin kysymyksiin ei löydy valmiita ratkaisuja, koska tilanteet vaihtelevat yksityiskohtaisesti ja kysyntä on harvoin tasaista tai ennalta ennustettavissa. Kirjallisuudesta löytyy kuitenkin menetelmiä, joiden avulla voidaan tehostaa varastotasojen hallintaa. Tässä luvussa esitellään yleisimmin käytössä olevat menetelmät ja käydään läpi sitä, kuinka varastotasojen valvontaa yleensä toteutetaan.

7.1 Tiluseräkoon määrittäminen

Varastotasojen hallinnassa tärkeä käsite on taloudellinen eräkokoo [18], myös kutsuttu optimiostokeräksi [4, s. 116; 6, s. 157]. Taloudellinen eräkokoo on eräkokoo, joka minimoi varastojen ja vaihto-omaisuuden varastointi- ja tilauskustannukset (kuva 6). Taloudellisen eräkoon määrittämiseksi käytetään Wilsonin kaavaa (kaava 7), josta käytetään lyhennettä EOQ (Economic Order Quantity). [18.] Wilsonin kaava kuitenkin edellyttää, että nimikkeen menekki on tasainen, varaston täydennys tapahtuu kerralla eikä tilattavan erän koko vaikuta tuotteen hintaan. Käytännössä monet kaavan perusedellytykset eivät toteudu, joten kaavasta saatuihin tuloksiin tulee suhtautua kriittisesti. [1, s. 455.] Wilsonin kaava antaa kuitenkin hyvän pika-arvion taloudellisesta eräkoosta, mikäli perusluvut ovat selvillä ja kysyntä on kohtalaisen tasaista [3, s. 41]. Pääsääntöisesti Wilsonin kaavalla lasketut taloudelliset eräkoot ovat liian suuria, koska siinä ei oteta huomioon tilauskustannusten pienenemistä tiluseräkoon kasvaessa, eikä varaston kasvun haitallisia vaikutuksia laatuun ja läpimenoaikaan. Nyökkisääntönä voidaan pitää, että kaavalla saadut arvot ovat noin 2–4 kertaa liian suuret. [1, s. 456.]

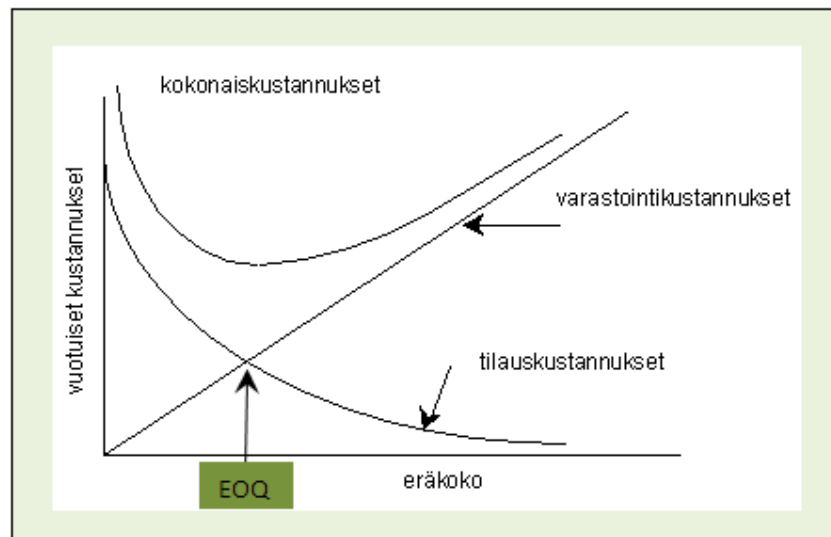
$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * TK}{H * VK}} \quad (7)$$

D = vuotuinen menekki

TK = tilauskustannukset

H = nimikkeen yksikköhinta

VK = varastointikustannukset, laskettuna prosentteina varaston arvosta

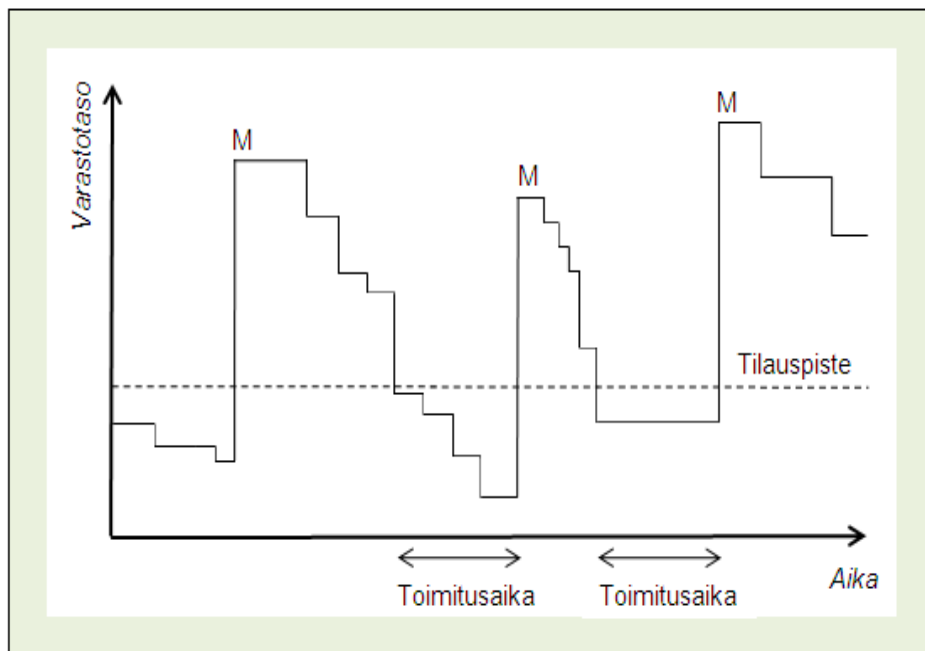


Kuva 6. Taloudellinen eräkkoko EOQ, eräkoon suurentuessa varastointi- ja kokonaiskustannukset kasvavat, mutta tilauskustannukset pienenevät. Taloudellinen eräkkoko löytyy varastointi- ja tilauskustannusten leikkauskohdasta. [Lähdettä 18 mukaillen.]

7.2 Tilauspistemenetelmä

Tilauspisteellä tarkoitetaan ennalta määritettyä varastotasoa, jonka alittuessa kyseistä tuotetta ehditään normaalin toimitusajan puitteissa hankkia lisää [4, s. 123]. Tilauspistemenetelmän ydin perustuu siihen, että on ennalta määritelty tilauspiste eli hälytysraja, jonka alittuessa tuotetta tilataan lisää [3, s. 43]. Optimitilanteessa toimituksen saapumishetkellä varastossa on vielä varmuusvaraston verran tavaraa. Jos menekki on ollut toimitusaikana ennakoitua suurempi tai toimitusaika sovittua merkittävästi pidempi, voidaan toimituskyky turvata käyttämällä varmuusvaraston tuotteita. [4, s. 123.] Oleellista on, että tilattava määrä pysyy samana ja tilausten välinen aika sen sijaan vaihtelee [18]. Tilauspistemenetelmä

soveltuu siis EOQ-menetelmää paremmin käytännössä väistämättömään kysynnän satunnaisuuteen [3, s. 43]. Kuvassa 7 havainnollistetaan tilauspistemethodin toimintaa, kysynnän ollessa satunnaista. Kaavalla 8 voidaan vastaavasti laskea kuvan 7 mukainen tilauspiste.



Kuva 7. Tilauspistemethodin. Tilauksia tehdään epäsäännöllisin välein, aina varastotason alittaessa tilauspisteen. Tiluseräkoko on vakio ja kohdassa M on uusi toimitus juuri saapunut varastoon. [Lähdettä 4, s. 124 mukailen.]

$$\text{Tilauspiste} = \text{keskimääräinen menekki tietyllä aikavälillä} * \text{toimitusajan pituus} + \text{varmuusvarasto} \quad (8)$$

7.3 Tilausvälimethodin

Tilausvälimethodin eli perioditilausmethodinssä tuotteille määritellään haluttu varastotaso, esimerkiksi kaavalla 9, johon pyritään joka tilauksessa [8, s. 320]. Tässä tapauksessa tilausajankohtaa ei ohjaa määrä vaan aika, joka on ennalta määritelty [18]. Tilausväli on siis kiinteä, esimerkiksi viikon välein, ja jokaisella tarkasteluhetkellä tuotteita tilataan haluttuun varastotasoon asti [8, s. 320]. Tiluseräkoon voi laskea kaavalla 10.

$$\text{Haluttu varastotaso} = \text{varmuusvarasto} + \text{tilauksen toimitusajan menekki} + \text{tilausvälin menekki} \quad (9)$$

$$\text{Tiluseräkkö} = \text{haluttu varastotaso} - \text{tarkasteluhetken varastotaso} \quad (10)$$

Käytännöllinen tilausvälin menetelmä on varsinkin silloin, kun tilauskustannukset eivät ole korkeita, sillä täydennys tilataan joka tapauksessa, tai samalta toimittajalta tilataan useampia tuotteita, jolloin saadaan kuljetuskustannuksia optimoitua. Taulukossa 3 esitetään tilauspiste- ja tilausvälimenetelmän eroavaisuuksia.

Taulukko 3. Tilauspiste- ja tilausvälimenetelmän eroavaisuuksia [lähdeä 18 mukaillen]

Tilauspistemenetelmä	Tilausvälimenetelmä
Yksilölliset täydennysvälit <ul style="list-style-type: none"> • Kustannustehokas • Tilaus- ja varastointikustannusten optimointi 	Kiinteät täydennysvälit <ul style="list-style-type: none"> • Helpompi toteuttaa • Helpompi toteuttaa aikataulutetuille kuljetuksille
Määräalennukset	Tilausten yhdistely <ul style="list-style-type: none"> • Vähemmän paperitöitä • Pienemmät tilakustannukset • Avoimia tilauksia helpompi seurata
Kapasiteettikysymykset <ul style="list-style-type: none"> • Kuljetukset • Materiaalinkäsittely 	Jatkuva inventointi
Pienempi varmuusvarasto	

7.4 Minimi–maksimi -menetelmä

Minimi–maksimi -menetelmää voisi luonnehtia vähän molempien edellä mainittujen menetelmien yhdistelmäksi. Tässä menetelmässä määritetään tilausvälimenetelmän tavoin tarkasteluväli, mutta tuotteen täydennystilaus tehdään vasta, kun varastotaso on alittanut tietyn pisteen, eikä jokaisen tarkastuksen yhteydessä kuten tilausvälimenetelmässä. Tämän tyylinen menetelmä luokitellaan kirjallisuudessa myös optimoiduksi täydennysmenetelmäksi [18].

Minimi–maksimi -menetelmässä tuotteille määritellään varastotason ylä- ja alarajat, joiden sisällä varastotaso pyritään pitämään. Varastotasoa tarkastellaan säännöllisesti, ja jos varastotaso on tarkasteluhetkellä raja-arvojen sisällä, ei tilausta tehdä. Jos varastotaso on vastaavasti alle alarajan, tilataan sen suuruisen määrä, joka nostaa varastotason sen ylärajaan. Tästä johtuen tilattavan erän koko vaihtelee kerrasta toiseen. Raja-arvot, tilauserä, tilauskertojen määrä ja tarkasteluvälin pituus voidaan määrittellä seuraavilla tavoilla (kaavat 11, 12, 13, 14 ja 15). [4, s. 125.]

$$\begin{aligned} \text{Maksimivarasto} = & \text{varmuusvarasto} + \text{tilauksen toimitusajan menekki} \\ & + \text{tilausvälin menekki} \end{aligned} \quad (11)$$

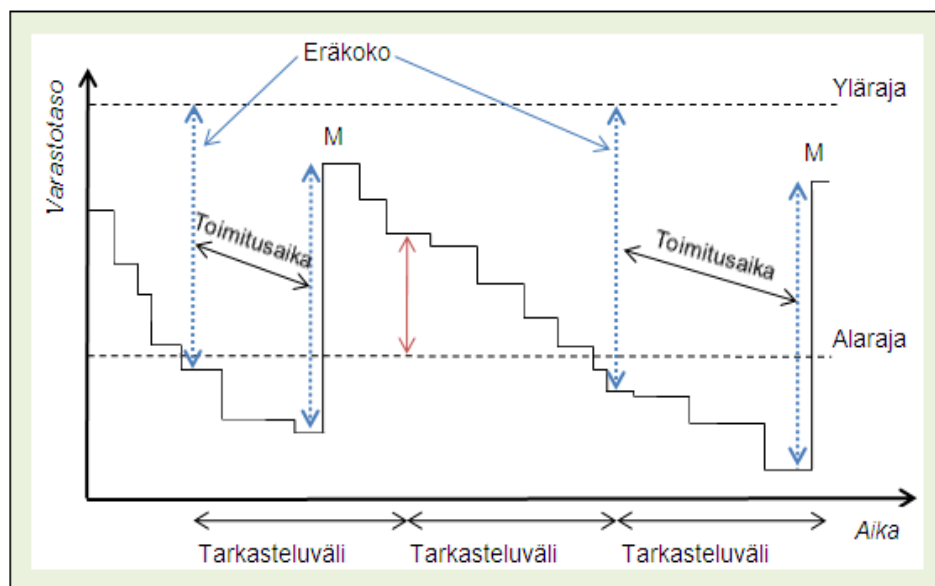
$$\begin{aligned} \text{Minimivarasto} = & \text{varmuusvarasto} + \text{keskimääräinen menekki tilauksen} \\ & \text{toimitusajan aikana} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \text{Tilauserä} = & \text{maksimivarasto} - (\text{varastotaso tarkasteluhetkenä} + \\ & \text{saapumatta olevat tilaukset}) \end{aligned} \quad (13)$$

$$\text{Tilauskertojen määrä} = \frac{\text{tuotteen vuosikulutus}}{\text{taloudellinen erä} \text{EOQ}} \quad (14)$$

$$\text{Tarkasteluväli viikoissa} = \frac{52}{\text{tilauskertojen määrä}} \quad (15)$$

Minimi–maksimi-menetelmää voidaan soveltaa tilausvälimenetelmän tavoin niin, että samalta tavarantoimittajalta tilataan kerralla kaikki heidän tarjoamansa tuotteet. Tämän ansiosta voidaan saada kuljetuskoot suuremmiksi ja samalla kuljetuskustannuksia minimoitua. Menetelmä soveltuu myös kaikille ABC-analyysissä luokitelluille tuotteille. Tällöin A- ja B-tuotteiden tarkasteluväli on lyhyempi kuin C- ja D-tuotteiden. [4, s.126.] Kuvassa 8 havainnollistetaan vielä minimi–maksimi -menetelmän periaatetta.



Kuva 8. Minimi–maksimi -menetelmä. Tilaus tehdään vain jos varastotaso on laskenut alle alarajan. Tiluseräkkö määärtyy tarkasteluhetken ylärajan ja todellisen varastosaldon erotuksen mukaan. Kohdassa M on uusi toimitus juuri saapunut varastoon. [Lähdettä 4, s. 125 mukaillen.]

7.5 Kahden laatikon menetelmä

Kahden laatikon menetelmä on käytännönläheisempi sovellus varastolähtöisestä ohjauksesta [4, s. 124]. Tämä menetelmä sopii hyvin kokoonpanopaikoille ja erityisesti halvoille komponenteille, joiden kulutus on tasaista. Menetelmä perustuu yksinkertaisuudessaan siihen, että tavaraa on ennalta sovittu määrä kahdessa laatikossa, jotka on yleensä sijoitettu peräkkäin hyllyyn. Kun ensimmäinen laatikko tyhjenee, siirtyy tyhjä laatikko täydennykseen ja täynnä oleva taimmainen laatikko siirtyy tyhjentyneen tilalle. [4, s. 124; 18.] Kun tyhjä laatikko on täydennetty, se sijoitetaan taimmaiselle paikalle ja näin menetelmä jatkaa pyörimistä. Valvonnan kannalta kahden laatikon menetelmä on helppo toteuttaa, sillä voidaan visuaalisesti todeta milloin täydennystilaus tulisi tehdä. Usein laatikoihin on lisätty kortti, joka määrittelee ostettavan nimikkeen ja ostoerän, jolloin niiden täydennystilaus on helppo tehdä [1, s. 452]. Usein japaninkielinen sana kanban esiintyy varaston- ja tuotannonohjauksen kirjallisuudessa. Kanbanilla tarkoitetaan tässä kappaleessa esiintyvää kahden laatikon menetelmän korttia, joka sisältää aina tietyt tilausparametrit, joiden perusteella tuotetta tilataan lisää. [6, s. 230.]

7.6 Tietojärjestelmän hyödyntäminen

Materiaaliohjauksen tietojärjestelmiin sisältyy lähes poikkeuksesta taloudellisen tilauseräkoon, varmuusvaraston ja tilauspisteen määrittämiseen tarvittavat ominaisuudet. Tietojärjestelmäperäisessä ohjauksessa pitäisi pyrkiä siihen, että tietojärjestelmä tilaa ja ostaja valvoo tuloksia. Jos ne eivät ole tavoitteiden mukaisia, järjestelmän ohjausparametreja säädetään. Usein kuitenkin ongelmana on, että ostajat käyttävät järjestelmää puolitehoisesti ja hyödyntävät näin ollen vain osan järjestelmän tarjoamasta automaatiosta. Tietojärjestelmän hyviä puolia ovat, että se lisää systemaattisuutta ja vähentää inhimilliseen harkintaan pohjautuvan ostotoiminnan vinoutumia. Täten ohjelma vapauttaa ostajan aikaa poikkeustuotteiden ohjaukseen, mitä jokaisessa yrityksessä on. [4, s. 126.]

7.7 Imuohjausmenetelmä

Imuohjausmenetelmä perustuu materiaalinmenekkiin. Tilaus suoritetaan kysynnän mukaan ja varastosaldoa seurataan aktiivisesti [6, s. 230]. Tavoitteena on varmistaa, että oikeat tuotteet ovat saatavilla, oikeaan aikaan ja oikeasta paikasta [4, s. 130]. Imuohjausmenetelmä vaatii tyypillisesti, tehokkaasti toteutuakseen, tietokoneen ja varastonvalvontaohjelmiston. Usein varastonvalvontaohjelmisto on kytköksissä yrityksen muihin järjestelmiin, esimerkiksi tuotannonohjausjärjestelmään ja myynnin ohjelmistoon. Tällöin ohjelmamoduulit toimivat keskenään vuorovaikutteisesti. Myynnin yhteydessä ohjelmisto tarkistaa valmisvaraston varastosaldon ja ellei valmiita tuotteita ole, annetaan tuotannolle valmistuskehotus. Tuotannonohjausmoduuli puolestaan tarkistaa raaka-ainetilanteen. Jos järjestelmä havaitsee, että materiaalit eivät riitä tai varastotaso laskee alle tilauspisteen, antaa järjestelmä täydennysehdotuksen. Teollisuudessa tällaista toimintamenetelmää kutsutaan usein materiaaliarvelaskennaksi eli MRP (Material Requirements Planning). [6, s. 229–230.]

Imuohjaukseen liitetään usein termi JIT (just-in-time), joka on suomennettu termiksi JOT, eli juuri oikeaan tarpeeseen [4, s. 129; 19]. Just-in-time termi sai syntynsä japanilaisessa autoteollisuudessa. Autoteollisuus, erityisesti Toyotan johdolla, onkin hankkinut merkittävää kilpailuetua

imuohjausmenetelmän avulla. Myöhemmin JOT on lanseerattu menestyksekkäästi myös muille teollisuuden aloille. [6, s. 229–230.]

Usein imuohjaus ja JOT-termi mielletään enemmänkin tuotannollisiin asioihin, ja ehkä se sitä on, mutta tässä tutkielmassa se esitellään, koska se liittyy oleellisesti myös varastointiin. JOT tarkoittaa enemmänkin kokonaan uutta tuotannollista ajattelua, ja se on paljon enemmän kuin pelkkä materiaalihjauksen menetelmä [4, s. 129]. Siinä otetaan huomioon tuotesuunnittelu, tuotantolaitteet, laadun hallinta, valmistuksen työnkulku, tuottavuus ja varastomäärät. Voidaankin todeta, että tavoitteena on koko valmistuksen läpimenoajan lyhentäminen. [4, s. 129.]

Tässä yhteydessä käytetään usein myös toista Japanin autoteollisuudesta periytynyttä termiä lean management, joka on suomennettu muotoon kevyt ja joustava tuotanto. Kevyessä ja joustavassa tuotannossa on keskeistä se, että kaikki turha poistetaan. Tuotantoon sisältyy paljon toimenpiteitä, jotka eivät nosta tuotteen arvoa, esimerkiksi liian isot varastot ja pitkät siirtomatkat. On mahdollista, että vain viisi prosenttia läpimenoajasta kuluu jalostukseen ja loput 95 prosenttia kuluu odottamiseen, virheiden korjaamiseen ja turhaan sähläämiseen. Yksinkertaisesti tuottavuus paranee, kun poistetaan turhia vaiheita. [4, s. 129.]

JOT-valmistuksen yksi tavoitteista on pienemmät keskeneräisen työn varastot. Jolloin varastoimisen kulut alenevat ja varastotilaa tarvitaan vähemmän. Pienemmät keskeneräisen työn varastot vaikuttavat myös laatuun. Mahdolliset laatuvirheet ilmenevät nopeammin pienemmistä varastoista ja niihin on mahdollista puuttua nopeammin. [4, s. 129.]

Sakki [4, s. 130] luettelee kahdeksan hyötyä, mitä JOT-toimintaan liittyy:

1. keskeneräisen työn varastot ovat pienemmät, mikä mahdollistaa työskentelyn pienemmissä tiloissa ja siksi myös kustannukset alenevat
2. laatu paranee, koska valmistuserät ovat pienempiä
3. työn ja pääoman tuottavuus paranee
4. läpimenoajat pienenevät
5. pienemmät yleiskustannukset, koska toiminta on enemmän itseohjautuvaa
6. paperityöt vähenevät
7. luotettavuus paranee, koska ongelmat ovat näkyvillä
8. varastotason hallinta voidaan toteuttaa visuaalisesti. Esimerkiksi kahden laatikon menetelmällä, joka on yksi JOT-toiminnan sisältämistä kehittämisskeinoista [6, s. 230].

7.8 Varastovalvonnan menetelmät

Varastovalvonnalla tarkoitetaan tietoisuutta varastoitavien nimikkeiden varastosaldoista. Varastosaldojen suuruus on keskeinen lähtötieto toiminnanohjauksen ja päätöksenteon kannalta. Varastosaldon pohjatiedot ovat perusta toimitusaikojen määrittelylle, tuotantoerien suunnittelulle ja etenkin materiaalin hankinnalle. Varastovalvonnan ongelmat ja puutteet heikentävät merkittävästi toiminnanohjausta, mikä voi aiheuttaa lisäkustannuksia. [1, s. 450.]

Haverila ym. [1, s. 450–453] luokittelevat varastovalvonnan menetelmät viiteen, seuraavasti:

1. *Hankinta tilausten perusteella.* Hankittavaa materiaalia ei varastoida, vaan se tilataan asiakkaan tilauksen tai valmistuserän tarpeen perusteella. Tällainen toimintatapa on tyypillinen arvokkaille ja toimitusajaltaan lyhyille nimikkeille. Menetelmää käytetään myös, kun menekistä ei ole varmuutta tai materiaalia ei pystytä varastoimaan.
2. *Varastokirjanpito.* Nimikkeiden varastosaldoja seurataan tarkalla ja ajantasaisella kirjanpidolla. Tyypillisesti kirjanpito hoidetaan yrityksen tietojärjestelmän avulla, johon kirjataan kaikki nimikkeitä koskevat tapahtumat. Esimerkiksi toimitusten vastaanotto, tilausten lähettäminen ja tuotantoerän valmistuminen päivittävät kirjanpitoa. Varastokirjanpidossa seurataan valmistuotteiden, puolivalmisteiden ja raaka-aineiden saldoja.
3. *Visuaalinen valvonta.* Visuaalinen valvonta perustuu varastosaldojen koon valvontaan varastointipisteissä. Kun havaitaan, että sovittu varastotaso on alittunut, syntyy tilausimpulssi ja tavaraa tilataan lisää. Visuaalista valvontaa käytetään usein halvoille tasaisen menekin nimikkeille ja lyhyen toimitusajan omaaville nimikkeille. Kyseisten nimikkeiden valvonta on työlästä ja niitä ei osteta yksittäin vaan suuria eriä, esimerkiksi ruuvit. Sivulla 31 mainittu kahden laatikon menetelmä on yksi yleisimmistä visuaalisen valvonnan ohjauskeinosta.
4. *Inventointi.* Varastoinventaariolla tarkoitetaan varastosaldojen fyysistä laskemista. Inventaariota käytetään kun nimikkeiden menekki on todella vaihtelevaa tai kun materiaalien laskenta on hankalaa. Inventaarion käyttö on käytännöllinen esimerkiksi ohutlevyille, joiden käytössä muodostuu helposti materiaalihukkaa ja todellista varastosaldoa on tällöin vaikea määrittää. Varastokirjanpidossa olevia tuotteita on myös hyvä inventoida aika ajoin, jotta varastosaldot pysyvät tarkkoina ja ajan tasalla.

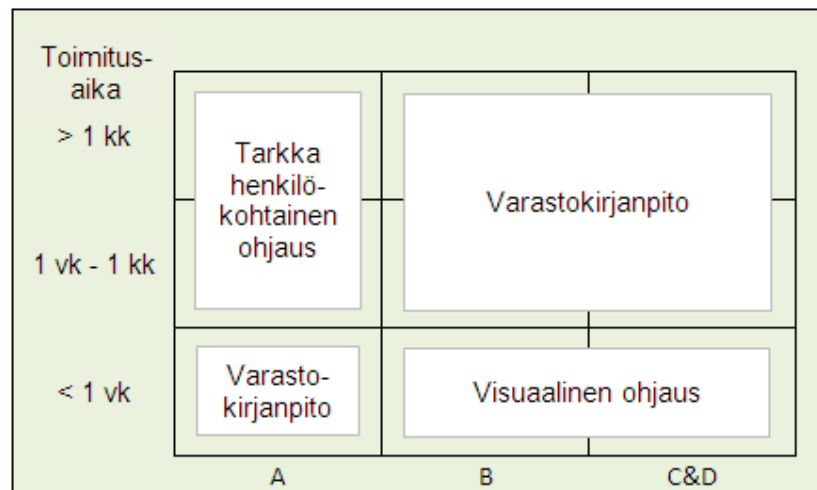
5. *Toimittaja vastaa varastosaldojen valvonnasta.* Tällöin tavarantoimittajalla on vastuu materiaalien riittävydestä. Nimikkeille on määritelty varastopaikka, jota toimittaja täydentää. Toimittajalla on yleensä useampi nimike valvonnassa, joiden täydennyksestä toimittaja vastaa. Usein toimittajan valvomia nimikkeitä ovat vakiokomponentit, joiden toimitusaika on lyhyt ja menekki kohtalaisen tasainen, esimerkiksi mutterit. Toimittaja seuraa omien nimikkeiden varastosaldoja tietojärjestelmän avulla. Tavallisimmin toimittaja pääsee Internetin kautta seuraamaan asiakkaan varastokirjanpitoa. Kannattavaksi menetelmä tulee silloin, kun varastointikustannukset ovat pienet verrattuna valvonta- ja tilauskustannuksiin. Tavarantoimittajan valvomasta varastosta käytetään myös lyhennettä VMI (Vendor Managed Inventory).

Usein varastosaldoissa esiintyy kuitenkin odottamattomia puutteita, tavara on hukuksissa tai hävinnyt kenenkään siitä tietämättä. Arnold ym. [8, s. 342–343] ovat listanneet neljä keinoa, millä tällaisia puutteita pyritään välttämään.

1. Varastoitavat tuotteet nimetään hyvin yksilöllisin nimikekoodein.
2. Varastokirjanpidon ylläpitäminen on moitteetonta, eli aina kun tuotetta saapuu, lähtee tai muuten vaan siirretään, huomioidaan se kirjanpidossa.
3. Varaston käyttöoikeus on rajattu. Vain sallitut käyttäjät noutavat varastosta tuotteita ja he tietävät kirjanpidon käytännöt.
4. Työntekijä opastetaan huolella varastokäytäntöihin. Varaston käyttöoikeuden omaavien työntekijöiden lisäksi muiden tulee tietää varaston käyttöön liittyvät säädökset.

7.9 Nimikkeiden valvontaperiaatteiden valinta

Nimikkeiden valvontaperiaatteita suunniteltaessa on otettava huomioon myös toimitusaika vuosikulutuksen lisäksi. Koska ABC-analyysi perustuu pelkästään nimikkeiden vuosikulutukseen, ovat Haverila ym. esittäneet kirjassaan [1, s. 458] valvontaperiaatteen, joka ottaa ABC-luokituksen lisäksi huomioon myös toimitusajan (kuva 9). Vuosikulutusarvoltaan pienempi saattaa olla valmistuksen kannalta yhtä kriittinen osa kuin vuosikulutukseltaan suuremmat. Kuvassa 9 havainnollistetaan, kuinka nimikkeet on jaoteltu toimitusajan perusteella kolmeen luokkaan; alle viikon, viikko - kuukausi sekä yli kuukauden toimitusaika.



Kuva 9. Esimerkki valvontaperiaatteen valinnasta ABC-luokittelun ja toimitusajan mukaan [lähde: 1, s.458 mukailen]

8 TYÖN TOTEUTTAMINEN KOHDEYRITYKSESSÄ

Työn toteuttaminen kohdeyrityksessä alkoi perehtymällä yrityksen nykyisiin toimintatapoihin. Seuraavaksi tutustuttiin valmistettaviin tuotteisiin, jonka jälkeen tarkkailtiin kuinka materiaalit liikkuvat saapumisen jälkeen tuotannon ja varaston välillä. Tarkkailun ohella tehtiin muistiinpanoja, minkälaisia ongelmia tavaroiden liikkumisessa ja varastoinnissa on (havaitut ongelmat esitetään kappaleessa *8.2 Ongelmakohdat*). Kun kattava näkemys nykytilasta oli saavutettu, ehdotettiin kehityskeinoja (kehityskeinot esitetään luvussa *9 Kehitysehdotukset*). Kehitysehdotusten jälkeen mietittiin yksilöllisiä ratkaisuvaihtoehtoja kehityskohteiden ratkaisemiseksi. Ratkaisuvaihtoehtoja valittiin, yhteistuumin yrityksen edustajien kanssa, yritykselle sopivimmat vaihtoehdot, joiden käytännön toteuttaminen aloitettiin insinööriyön ohella.

8.1 Lähtötilanne

Kohdeyritys on siirtynyt noin vuosi sitten uusiin tiloihin. Varastoitavien tuotteiden määrät kasvavat jatkuvasti, korkean kysynnän ja uusien tuotteiden johdosta. Uuteen toimitilaan muuttaessa materiaalihallinnan tarkempaan analysoimiseen ei ole katsottu olevan tarvetta. Vaan varastohyllyt on pystytetty uusiin tiloihin ja tuotteet varastoitu hyllyihin maalaisjärjen mukaan. Yrityksen tuotteet ovat pääsääntöisesti pieniä, yhdellä kädellä hallittavia, joten kaikki yrityksen varastoitavat tuotteet on varastoitu pientavarahyllyihin. Markkinatilanne näyttää siltä, että yritys jatkaa laajentumistaan, joten on syytä panostaa myös materiaalihallintaan. Hyvän materiaalihallinnan avulla saadaan palvelukyky pidettyä korkeana ja samalla voidaan pitää materiaalihallinnan kokonaiskustannukset minimissä.

8.2 Havaitut ongelmakohdat

Kohdeyrityksessä ei ole aikaisemmin juuri panostettu materiaalihallintaan, mikä aiheuttaa sen, että ongelma-kohtia nykyisistä menetelmistä löytyy paljon. Tämän hetkisen tilanteen johdosta, oli kuitenkin syytä tarkastella materiaalihallinnan teoriaa ja etsiä ongelma-kohtia. Nykyisestä materiaalihallinnasta, löytyi paljon myös muita ongelma-kohtia kuin pelkästään tilanpuute. Seuraavaksi esitellään havaittuja ongelma-kohtia, joihin ehdotetaan seuraavassa luvussa kehitysketjuja.

1. *Tilanpuute.* Varastoitavien tuotteiden määrät kasvavat ja näin tila loppuu kesken.
2. *Epäselvä sijoittelu.* Tuotteet on sijoitettu varastoon sitä mukaan kun varastoitava tarve on ilmennyt. Tuotteet on sijoitettu osittain varastoon vain sen mukaan, missä on ollut tilaa.
3. *Löydettävyyys.* Valmis- ja puolivalmistuotteet löytyvät varastosta vähäisten määrien ja suurten kokojen ansiosta kohtalaisen helposti, mutta nekin vain muistin ja etsinnän perusteella. Raaka-aineiden löydettävyyys on suurien määrien ja pienien kokojen takia vaikeaa.
4. *Tieto varastoitavasta tavarasta puuttuu.* Varastoitavista tuotteista ei ole olemassa minkäänlaista dokumenttia, joten kenelläkään ei ole tarkkaa tietoa mitä varastosta löytyy.
5. *Keskeneräisten tuotteiden varastoinnissa eri käytänteitä.* Varastossa on paljon tuotteita, jotka ovat vain viimeistelyä vaille valmiita lopputuotteita. Esimerkiksi tarroitus puuttuvat.
6. *Tiedot varastosaldosta puutteellisia.* Usein havaitaan puute vasta kun tiettyä tuotetta tarvitaan, etenkin raaka-aineen kohdalla.

9 KEHITYSEHDOTUKSET

Tässä luvussa esitetään, minkälaisilla parannuskeinoilla saadaan kohdeyrityksen materiaalihallinnan ongelmakohtia ratkaistua. Esitettävien parannuskeinojen pohjana toimii tämän tutkielman teoriaosuus. Seuraavaksi esitettävillä keinoilla saataisiin tehokkaan materiaalihallinnan perusedellytykset kuntoon, jonka jälkeen voitaisiin keskittyä syvempään analysoimiseen.

9.1 Layout ja hyllymerkintä

Uuden layoutin suunnittelun tavoitteena on saada materiaalivirrat mahdollisimman tehokkaiksi. Uuden layoutin avulla pystytään optimoimaan tilan käyttö ja näin ollen saamaan lisää kaivattua hyllytilaa. Samalla kun suunnitellaan uusi layout, on hyvä myös hyllymerkintää kehittää, eli nimetä jokainen hylly tai hyllyväli, pystyrivi ja tasokorkeus. Hyllymerkintä mahdollistaa tuotteille vakiopaikkojen (esitetään kappaleessa 9.4 *Osoitteisto*) määrittelyn ja selkeyttää varastojärjestystä.

Uusi merkintätapa ja layout parantaisivat kohdeyrityksen tämänhetkistä tilannetta, ainakin seuraavilla ominaisuuksilla:

1. *Kaikki tuotannon tilat tulisivat tehokkaasti käyttöön.* Varsinkin yrityksessä niin kutsutun takavaraston (LIITE 3) tilat saataisiin tehokkaasti käyttöön. Tällä hetkellä takavarastossa varastointi tapahtuu lattialle sijoittamalla.
2. *Työtyytyväisyys paranisi.* Uuden layoutin tuoma tila helpottaisi huomattavasti varastossa työskentelevien työtehtäviä. Ei tarvitsisi sijoittaa tuotteita vain sinne mihin mahtuu. Jokaiselle tuotteelle olisi vakiopaikat määritelty.
3. *Epäkuranttiusriski pienenesi ja työturvallisuus paranisi.* Vakiopaikkojen ansiosta tuotteille ei tarvitsisi enää tehdä tilaa johonkin tiettyyn väliin, jolloin vältyttäisiin turhalta edestakaisin siirtelyltä ja näin ollen vahingoittumisten riski pienenesi. Samalla myös työturvallisuus paranisi, sillä esimerkiksi tuotteiden pudottelu riski pienenesi.

4. *Kommunikointi helpottuisi.* Voidaan helposti kohdistaa tietty tuote tiettyyn paikkaan. Eikä tarvitse keksiä erilaisia kuvailukeinoja, missä tuote sijaitsee.
5. *Vastaanotto ja keräily tehostuisi.* Toimitus varastopaikoille ja keräily varastopaikoilta nopeutuisi, koska tuotteet sijaitisivat aina samassa paikassa.

9.2 Nimikkeet

Ilman nimikkeitä varastonvalvonta on hankalaa, varastonohjauksen tunnuslukuja ei pystytä seuraamaan, tilaaminen on hankalaa, tilaus- ja keräilyvirheiden määrä kasvaa, ostohistorian tutkiminen on hidasta ja toiminnan mittaaminen on mahdotonta. Tästä syystä olisi suotavaa, että jokaisella osalla, materiaalilla, komponentilla, puolivalmisteella, joista tuote koostuu, olisi yksilöllinen nimike. Nimikkeen tulisi sisältää toiminnanohjauksen kannalta tärkeitä tietoja. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi.

1. yksilöllinen nimikekoodi
2. tarkat tuotetiedot
3. kuvaus tuotteesta
4. piirustusnumero
5. määräyksikkö
6. varastopaikka
7. hankintatapa
8. toimittaja
9. ostohinta
10. myyntihinta
11. jalostusvaihe.

Tarvittavien tietojen lisäyksen jälkeen, voidaan valita nimikekoodijärjestelmä. Erilaisia nimikekoodijärjestelmiä on esitelty luvussa *4.3 Nimikkeet*.

Nimikkeiden luominen on ensisijaisen tärkeää, jotta muita materiaalihallinnan kehittämisen työkaluja voidaan käyttää. Toisaalta nimikkeiden luominen on aikaa vievää työtä. Nimikkeiden luominen kuitenkin kannattaa aloittaa mahdollisimman nopeasti, jotta voidaan kehittää myös muita osa alueita. Nimikkeiden luomisen tuomia selviä etuja ovat.

1. tuoterakenne voitaisiin laatia tarkemmaksi ja ymmärrettävämmäksi
2. tilausten tekeminen nopeutuisi
3. vastaanottotarkastus nopeutuisi
4. piirrustusten paikantaminen helpottuisi
5. ostohistoria tarkentuisi
6. varastokirjanpito mahdollistuisi
7. väärin osien tilaaminen vähenisi.

9.3 Varastojärjestys

Uuden layoutin tuoman lisätilan yhteydessä kannattaa panostaa myös varastojärjestykseen eli siihen, miten tuotteet on sijoiteltu varastohyllyihin. Erilaisia varastojärjestyksen määrittämisen perustapoja on esitelty kappaleessa *4.5 Varastojärjestys*, näitä tapoja voidaan käyttää hyväksi kun sijoitellaan tuotteet uudelleen uusiutuneisiin hyllytiloihin. On myös hyvä käyttää hyödyksi kappaleessa *4.5 varastojärjestys* esitettyä kuvaa 3, jotta kiertonopeuksilta suurimmat tuotteet sijoitettaisi helpoimmin poimittaviin kohtiin.

Tässä yhteydessä on myös hyvä jakaa tuotteet käyttötarkoituksen mukaisesti. Niin, että valmis-, puolivalmistuotteille ja raaka-aineille on selkeästi omat varastopaikat. Tämän ansiosta tietyn vaiheen läpi käyneet nimikkeet sijaitsisivat helposti löydettävissä varastopaikoissa ja tuotteiden läpikulku selkeytyisi.

9.4 Osoitteisto

Yksi tärkeä tehtävä on luoda varastoon osoitteisto. Osoitteiston pohjana toimii kappaleessa *9.1 Layout ja hyllymerkintä* esitellyt toimenpiteet. Jokainen hylly tai hyllyväli, pystyrivi ja tasokorkeus on siis nimettävä. Myös ajantasainen varastolayoutpiirustus on oltava, josta nähdään missä kukin nimetty hylly sijaitsee.

Tarkan osoitteiston avulla jokaiselle varasto-ohjautuvalle nimikkeelle voitaisiin antaa oma hyllypaikka, niin kutsuttu vakiopaikka. Hyllyjen päihin voitaisiin lisätä listat, joista näkisi, mikä tuote sijaitsee milläkin paikalla. Hyllypaikkojen myötä tuotteiden löydettävyys ja varastojärjestys paranisivat. Osoitteisto parantaisi myös yksittäisen tuotteen määrän tietoisuutta, sillä jokaiselle tuotteelle on vain yksi paikka, missä niitä varastoitaisiin.

Hyvä osoitteisto tehostaisi merkittävästi varastointia ja parantaisi työntekijän työtyytyväisyyttä, koska tuotteet olisi helposti löydettävissä osoitteiston avulla. Hyvä osoitteisto helpottaisi myös muita varastossa asioivia ja nopeuttaisi uuden työntekijän koulutusta.

9.5 Saapuvien tavaroiden esivalmistelu

Saapuvien tavaroiden esivalmistelu on yksi vaihe materiaalin kulun vaiheista (esitetty kappaleessa *3.3 Varastotoiminnot*). Jotkin saapuvista tavaroista ovat saapuessaan keskeneräisiä tuotteita. Näistä keskeneräisistä tuotteista saattaa puuttua vain nimitarrat tai niille pitää suorittaa tarkistusmittaus tai testaus. Kyseisille keskeneräisille tuotteille tulisi tehdä tarvittavat esivalmistelut, jonka jälkeen ne voisi varastoida lopputuotteina valmisvarastoon. Tämä helpottaisi ja selkeyttäisi varastossa asioivia, sillä tiedettäisiin, että valmisvarastossa on vain täysin valmiita tuotteita.

9.6 Keskeneräisten tuotteiden poisto

Sama tilanne, kuin saapuvissa tavaroissa, on havaittavissa myös joidenkin itse valmistettavien osien kohdalla. Niitä varastoidaan keskeneräisinä tuotteina, vaikka niistäkin saattaa puuttua vain nimitarrat tai testaus, joten olisikin suotavaa tarkastella, mitkä tuotteet vaativat välivarastointia puolivalmisvarastoon ja mitkä tuotteet voisi helposti saattaa lopputuotteiksi.

9.7 Varastokirjanpito

Varastokirjanpito on yksi tärkeimmistä varastonvalvonnan menetelmistä. Ilman varastokirjanpitoa valvominen on erittäin hankalaa, koska ei tiedetä tarkalleen, mitä varasto sisältää. Tässä vaiheessa on hyvä miettiä, millä keinoin varastokirjanpitoa lähdetään toteuttaa. Tehdäänkö varastoitavista tuotteista vain lista, johon merkitään määrät ja varastopaikka, eli toteutetaan kirjanpitoa manuaalisesti. Vai olisiko syytä investoida suoraan varastokirjanpito-ohjelmistoon. Varastokirjanpito-ohjelmiston hankinnan myötä välttyttäisiin mahdollisesti kaksinkertaiselta työltä. Sillä jos yrityksen laajentuminen jatkuu, on ohjelmiston hankinta tarpeellinen, tehokkaan toiminnan takaamiseksi.

Pääasiana on kuitenkin se, että saataisiin pidettyä kirjanpitoa siitä, mitä varastossa ylipäättänsä on ja kuinka paljon. Varastokirjanpidon hyvä ylläpitäminen mahdollistaisi myöhemmässä vaiheessa kulutustietojen määrittämisen, jonka jälkeen voi varastonohjausta tehostaa vielä pidemmälle. Varastoitavat tuotteet voitaisiin esimerkiksi luokitella ABC-analyysin ja nelikenttäänalyysin avulla, joiden myötä saataisiin tieto siitä, mitkä osat tarvitsevat tarkempaa seurantaa.

Tärkeää on myös ohjeistaa työntekijät päivittämään varastokirjanpitoa, jotta se pysyisi ajan tasalla. Tällä hetkellä varaston valvontaa on mahdotonta toteuttaa, koska tuotteilla ei ole määritettyjä paikkoja ja niitä voi ottaa varastosta kuka vain, sitä mukaan kuin tarvitsevat.

Seuraavaksi luetellaan, mitä varastokirjanpidon hyvä toteuttaminen esimerkiksi mahdollistaisi ja millaisia etuja sen avulla saavutettaisiin.

1. Mahdollistaa materiaaliyhjauksen tunnuslukujen määrittämisen
 - a. kiertonopeuden myötä tehokkaampi nimikkeiden käyttäminen
 - b. kannattavuuden paraneminen, sillä mitä suurempi kiertonopeus sitä vähemmän sitoutunutta pääomaa varastoon.
 - c. korkomenojen muuttaminen korkotuotoiksi
 - d. epäkuranttiusriskin pieneneminen, sillä tuotteita vähemmän varastossa.
 - e. kiertoajan myötä tehokkaampi käytännön ohjaustyö
 - f. katekierron määrittäminen
 - g. tilan optimointi, varastoitaisiin vain tarvittavat määrät.
2. Mahdollistaa ABC- ja nelikenttäanalyysien toteuttamisen
 - a. poikkeavuuksien erottaminen massasta
 - b. turhien nimikkeiden poisto
 - c. mihin ohjausta kannattaa panostaa
 - d. mihin resursseja kannattaa panostaa
 - e. varastojärjestyksen muodostaminen luokkien mukaan
 - f. hankintatoimen tehostaminen, esimerkiksi tuotteiden luokittelu saatavuuden ja ostovolyymien tai toimitusajan perusteella
3. Mahdollistaa tehokkaamman varastotasojen hallinnan
 - a. tehokkaan tilausmenetelmän valinta
 - b. tehokkaan varastovalvontamenetelmän valinta
 - c. suuremmat hyödyt kuin haitat varastoinnista

Edellisellä sivulla mainitut edut saataisiin saavutettua kummalla tahansa varastokirjanpito menetelmällä, eli manuaalisella tai ohjelmistolla. Seuraavaksi luetellaan vielä etuja mitä ohjelmisto toisi mukanaan.

Mahdollistaa tehokkaan imuohjausmenetelmän toimivuuden

- a. tuotteet oikeassa paikassa oikeaan aikaan
- b. automatisoi ostajan työtä
- c. vapauttaa ostajan aikaa
- d. tehostaa toiminnanohjausta
- e. tukee päätöksentekoa
- f. sisältää ABC-analyysin
- g. määrittää automaattisesti kiertonopeuden ja kiertoajan sekä tilauspisteen
- h. kirjanpito helpompi toteuttaa, esimerkiksi se tekee tarvittavat laskut automaattisesti kun myyntitilaus kirjautuu

10 RATKAISUVAIHTOEHDOT

Tässä luvussa esitellään vaihtoehtoisia ratkaisumalleja, joita käyttäen voidaan toteuttaa edellisessä luvussa mainitut kehitysehdotukset. Ratkaisuvaihtoehtojen yhteydessä viitataan vielä kohdeyrityksen nykytilanteeseen ja selitetään minkälaisia parannuksia kukin vaihtoehto toisi nykytilanteeseen nähden. Seuraavissa luvuissa esitellään yksitellen vaihtoehtoisia ratkaisumalleja kuhunkin kehityskohteeseen.

10.1 Layout-vaihtoehdot

Insinööriyön yksi päätavoitteista oli lisätilan luominen, joten toteuttaminen aloitettiin uusien layout-vaihtoehtojen luomisesta. Tuotantotiloista eikä varastosta ei ollut olemassa sähköistä pohjapiirustusta. Täten ensimmäisenä työvaiheena mallinnettiin, vanhoja sähköpiirustuksia hyväksikäyttäen, tiloista Cad-piirustus, johon sitten kuvattiin tämänhetkinen tilanne (liite 3). Tämänhetkisessä tilanteessa hyllypaikkoja löytyy yhteensä 125 kappaletta, joista 30 sijaitsee kokoonpanopisteen ympärillä. Seuraavaksi esitellään uudet layout-vaihtoehdot yksitellen.

Layout-vaihtoehto 1 (liite 4)

Ensimmäisessä vaihtoehdossa tehtäisiin muutoksia vain niin kutsuttuun takavarastoon. Takavarastoon lisättäisiin vastaavanlaisia pientavarahyllyjä kuin tämänhetkiset ovat. Muutama hylly jouduttaisiin siirtämään 700- ja 800-sarjan simulaattorien testauspaikan viereisestä hyllyrivistä. Tällä hetkellä 200-sarjan simulaattori sijaitsee takavarastossa ja se voitaisiin siis siirtää poistettujen hyllyjen tilalle. Hyllyt poistettaisiin käytävän puolelta eikä seinän vierestä, sillä seinän viereisistä hyllyistä osaa käytetään testaustilan tavaroiden säilyttämiseen. Vaihtoehto 1 toisi lisää hyllypaikkoja 80 kappaletta ja yhteensä niitä tulisi 205 kappaletta.

Layout-vaihtoehto 2 (liite 5)

Toisessa vaihtoehdossa takavarasto poistettaisiin kokonaan, eli takavaraston rajaavat seinät purettaisiin. 700- ja 800-simulaattorien testaustila siirrettäisiin vanhan takavaraston kohdalle. Uusia hyllyjä pystytettäisiin vanhojen hyllyjen ja uuden testaustilan väliin. 200-sarjan simulaattori sijoitettaisiin vastaavalla tavalla kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa 700- ja 800 simulaattoreiden testaustilan viereen. Vaihtoehto 2 toisi lisää hyllypaikkoja 135 kappaletta, eli yhteensä niitä olisi 290 kappaletta.

Layout-vaihtoehto 3 (liite 6)

Kolmannessa vaihtoehdossa tehtäisiin jo radikaaleja rakennemuutoksia. Tällä hetkellä pukuhuone ja saunatilat ovat todella vähäisessä käytössä, joten niille ei ole perusteltua käyttötarkoitusta. Tästä syystä ne voitaisiin purkaa. Pukuhuone ja pesutilat katsottiin kuitenkin tarpeellisiksi, joten ne siirrettäisiin viereiseen huoneeseen (siivouskomero), jossa ne ovat rakennuksen historian aikana joskus sijainneetkin. Tuotekehitys- ja testihuone siirrettäisiin entisiin pukuhuone- ja pesutiloihin. Vastaavasti 700- ja 800-sarjan simulaattoreiden testaustila sekä 200-sarjan simulaattori siirrettäisiin tuotekehitys- ja testihuoneen entisiin tiloihin. Näin lisätilaa nykyiseen verrattuna saataisiin 275 varastopaikan verran, eli yhteensä 430 varastopaikkaa.

10.2 Hyllymerkintävaihtoehdot

Uusien hyllymerkintätapojen suunnittelu oli luontevaa toteuttaa layout-suunnittelun kanssa samanaikaisesti. Jokaisessa uudessa layout-vaihtoehdossa on myös esitelty erilaisia tapoja hyllyjen merkitsemiseen. Seuraavaksi esitellään kyseiset vaihtoehdot.

Vaihtoehto 1 (liite 4)

Ensimmäisessä vaihtoehdossa hyllyt merkittäisiin tuotteiden käyttötarkoituksen mukaisesti. Hyllyjen merkitsemiseen käytettäisiin kahta kirjainta ja kolmea numeroa, merkitsevät numerot eroteltaisiin pisteillä. Kirjaimet muodostuisivat käyttötarkoituksen perusteella, eli VA olisi valmisvarasto, PU olisi puolivalmisvarasto ja RA olisi raaka-ainevarasto. Ensimmäinen numero ilmaisisi hyllyjen järjestyksen, eli esimerkiksi RA1 olisi ensimmäinen raaka-ainehylly vasemmalta katsottuna ja RA2 toinen raaka-ainehylly ja niin edelleen. Seuraavat kaksi numeroa ilmaisisivat pystyrivin ja tasokorkeuden: toinen numero kertoisi hyllyn pystyrivin ja kolmas numero tasokorkeuden.

Esimerkki vaihtoehto 1:n merkintätavasta:

VA3.3.4 tarkoittaa valmisvaraston kolmatta hyllyä vasemmalta, kolmatta pystyriviä ja tasokorkeutta neljä.

Vaihtoehto 2 (liite 5)

Toisessa vaihtoehdossa merkittäisiin vain hyllyvälit, eikä yksittäisiä hyllyjä. Hyllyvälien merkitsemiseen käytettäisiin kirjaimia. Kirjaimen lisäksi käytettäisiin kuutta numeroa, voidaan myös käyttää vain kolmea, mutta usein varsinkin isommissa varastoissa käytetään kuutta numeroa. Kuuden numeron käyttö on helppo lukuisempaa, jos varastopaikkoja on todella paljon. Kahdella ensimmäisellä numerolla rajattaisiin, kumman puoleinen hylly on kyseessä. Parilliset numerot tarkoittaisivat oikean puolista hyllyä ja parittomat vasemman puolista. Seuraavat kaksi numeroa ilmaisisivat hyllyn pystyrivin ja viimeiset kaksi numeroa tasokorkeuden.

Esimerkki vaihtoehto 2:n merkintätavasta:

C 01 02 04 tarkoittaa kolmatta hyllyväliä (C), vasemman puolista hyllyä, pystyriviä kaksi ja tasokorkeutta neljä.

Vaihtoehto 3 (liite 6)

Kolmannessa vaihtoehdossa hyllyt merkittäisiin aakkosjärjestykseen vasemmalta oikealle. Jokaiselle hyllylle annettaisiin oma kirjain. Pystyrivi ja tasokorkeus merkittäisiin numeroin, vastaavalla tavalla kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa.

Esimerkki vaihtoehto 3:n merkintätavasta:

J 1.4 tarkoittaa kymmenettä hyllyä (J) vasemmalta, ensimmäistä pystyriviä ja tasokorkeutta neljä.

Vaihtoehto 4 (esitetty kappaleessa 4.3 *Nimikkeet*)

Neljäs vaihtoehto on toisen ja kolmannen vaihtoehdon yhdistelmä. Tässäkin vaihtoehdossa hyllyt merkittäisiin aakkosjärjestykseen, kuten kolmannessa vaihtoehdossa, mutta pystyrivin ja tasokorkeuden ilmaisevien numeroiden osalta käytettäisiin samaa merkintätapaa kuin toisessa vaihtoehdossa.

Esimerkki vaihtoehto 4:n merkintätavasta:

A 02 05 tarkoittaa ensimmäistä hyllyä vasemmalta, toista pystyriviä ja tasokorkeutta viisi.

10.3 Nimikkeidenluontivaihtoehdot

Nimikkeiden luonti on pakollinen toimenpide ennen kuin voidaan toteuttaa osoitteisto ja varastokirjanpito. Tässä luvussa kerrotaan, millä tavalla yrityksen nykyisille osille on toteutettu nimikekoodit ja ehdotetaan nimikkeettömille osille vaihtoehtoisia menetelmiä.

Tällä hetkellä yrityksen piirustuksellisille osille on olemassa nimikekoodit, ne ovat muotoa QS05345A. Tämänhetkisten nimikekoodien merkkajärjestelmänä on käytetty kappaleessa 4.3 *Nimikkeet* mainitun merkityksellisen ja ei-merkityksellisen järjestelmän välimuotoa. Sillä QS -merkintä tarkoittaa yleisesti vain tuotteen nimeä, QuickSun. Ensimmäiset

kaksi numeroa kertovat, mihin ryhmään tuote kuuluu, esimerkiksi 05 kertoo, että osa kuuluu monitorikennoihin. Loput kolme numeroa ovat juoksevia numeroita, jotka eivät kuvaa mitään. Viimeinen kirjain kertoo mikä versio nimikkeestä on kyseessä.

Vaihtoehto 1

Uusien nimikkeiden luomisessa voitaisiin käyttää samaa periaatetta kuin nykyisille nimikkeellisille osille. Muodostettaisiin vain lisää ryhmiä, esimerkiksi QS50, joka voisi olla esimerkiksi ruuvien kuvaava nimikeryhmä ja ryhmä QS51 voisi olla vastusten ja niin edelleen. Seuraavilla kolmella numerolla ei jatkossakaan olisi kuvaavaa merkitystä.

Vaihtoehto 2

Piirustuksellisille osille löytyy jo nimikekoodit, joten voitaisiin jatkossakin määrittellä uusille piirustuksen omaaville numeroille QS-numero tai uusi QS-ryhmä. Vastaavasti millään raaka-aineella ei vielä ole nimikekoodia. Raaka-aineille voitaisiin muodostaa omat koodit, esimerkiksi UR12345. Siinä UR kuvaa, että kyseessä on uraruuvi ja numerot eivät kuvaisi mitään, vaan niiden tarkoitus olisi vain yksilöllistää osa.

Vaihtoehto 3

Kolmantena vaihtoehtona on, että annettaisiin osille vain numeroyhdistelmä. Numeroyhdistelmä ei kuvaisi mitään, mutta sen etuna olisi nimikekoodien luomisen yksinkertaisuus. Tämä menetelmä mahdollistaisi myös vanhoille nimikkeille uusien koodien luomisen. Tällöin vanhat koodit voisivat toimia lisänimikkeinä.

Vaihtoehto 4

Neljäntenä vaihtoehtona on, että luotaisiin järjestelmä, jossa osien nimikekoodit kuvaisivat osia mahdollisimman paljon. Esimerkiksi UR412 olisi uraruuvi M4x12 ja VA33 olisi 33 milliohmin vastus.

Vaihtoehto 5

Viidentenä vaihtoehtona on, että luotaisiin täysin merkityksellinen järjestelmä. Esimerkiksi UR M4x12 olisi uraruuvi M4x12.

10.4 Varastojärjestysvaihtoehdot

Tämän hetken varastojärjestystä voidaan pitää kohtalaisen sekavana. Tuotteet on pääsääntöisesti sijoitettu tuoteryhmittäin, esimerkiksi kaapelit sijaitsevat samassa hyllyssä ja lähellä toisiaan. Uusien tuotteiden ja tilan puutteen myötä myös osa esimerkin kaapeleista on jouduttu sijoittamaan erilleen muista kaapeleista. Uusi layout luo uutta tilaa, joten on luontevaa myös tarkastella varastojärjestykseen vaihtoehtoisia ratkaisumalleja.

Vaihtoehto 1

Jatkettaisiin sijoittelua tuoteryhmittäin, mutta järjestettäisiin tuotteet vain uudelleen. Tuotteet myös järjestettäisiin käyttötarkoituksen mukaisesti, eli varastoitaisiin valmis- ja puolivalmistuotteet ja raaka-aineet erillisille hyllyille.

Vaihtoehto 2

Pyrittäisiin sijoittamaan tuotteet lopputuotteiden mukaisesti, esimerkiksi kaikki 800-sarjan simulaattoreihin kuuluvat osat sijoitettaisiin samaan hyllyyn. Tämä mahdollistaa myös varastoinnin käyttötarkoitusten mukaisesti, jolloin kaikki esimerkin 800-sarjan simulaattorien raaka-aineet sijaitsisivat samassa paikassa ja valmiit osat valmisvarastossa.

Vaihtoehto 3

Varastoitaisiin kiertonopeuksien perusteella, eli eniten kulutetut osat sijaitsisivat lähellä vastaanotto- ja lähetystilaa. Tämä menetelmä vaatii kuitenkin kulutustiedot osista, joten nykytilanteessa sen toteuttaminen on vielä mahdotonta.

Vaihtoehto 4

Varastoitaisiin fyysisten ominaisuuksien mukaan. Varsinkin isojen tuotteiden ja osien siirtely on aikaa vievää työtä. Esimerkiksi flashboxit voitaisiin varastoida lähellä vastaanotto- ja lähetystilaa. Tämä menetelmä mahdollistaisi osittaisen varastoinnin käyttötarkoitusten mukaisesti, jolloin esimerkin flashboxit sijaitsisivat lähellä vastaanotto- ja lähetystilaa, ja loput 120-sarjan simulaattoreiden osat varastoitaisiin käyttötarkoituksen mukaisesti.

10.5 Keskeneräisten tuotteiden käsittelyvaihtoehdot

Tällä hetkellä keskeneräisille tuotteille ei löydy mitään selkeää ohjeistusta eikä tiettyä protokollaa, kuinka niiden kanssa toimia. Samassa varastopaikassa saattaa olla esimerkiksi täysin valmiita monitorikennoja tai monitorikennoja, joita ei ole kalibroitu tai tarroitettu. Sama tilanne on myös havaittavissa saapuvien tuotteiden kohdalla, jotka menevät tällä hetkellä suoraan varastoon ilman esivalmisteluja. Näistä syistä johtuen keskeneräisten tuotteiden varastointiin mietittiin ratkaisuvaihtoehtoja.

Vaihtoehto 1

Kaikille saapuville ja valmistettaville tuotteille tehtäisiin heti tarvittavat toimenpiteet, esimerkiksi valmistettavat tuotteet tehtäisiin alusta loppuun asti yhdellä kerralla. Vasta tämän jälkeen ne varastoitaisiin varastopaikoille. Vaatii kuitenkin ohjeistusta, mitä kullekin tuotteelle on tarve tehdä.

Vaihtoehto 2

Varastoitaisiin tuotteet puolivalmisteina ja tehtäisiin loppuvalmistelut vasta, kun lopputuotetta testataan tai pakataan.

Vaihtoehto 3

Muodostettaisiin keskeneräisille tuotteille välivarastot, eli varattaisiin muutama hylly esimerkiksi puolivalmisteverastosta. Kun välivarastossa havaittaisiin tuotteita, ne voitaisiin sopivan hetken tullen tehdä valmiiksi ja kirjata valmisvarastoon. Tämän ansiosta säästyttäisiin siltä, ettei erivaiheisia tuotteita olisi sekaisin varastopaikoissa.

10.6 Varastokirjanpitolvaihtoehdot

Varastokirjanpito on erittäin tärkeä osa tehokasta varastointia. Varastokirjanpidon avulla pystytään esimerkiksi valvomaan varastoa tehokkaammin ja myöhemmässä vaiheessa myös ennustamaan osien kulutuksia. Näiden syiden johdosta myös varastokirjanpidon toteutusmenetelmiin etsittiin ratkaisuvaihtoehtoja.

Vaihtoehto 1

Kaikista varastoitavista tuotteista muodostettaisiin lista, esimerkiksi Excelillä, johon sitten merkittäisiin varastosaldot. Listaa päivitetäisiin manuaalisesti sitä mukaan kuin varastotapahtumia tulisi.

Vaihtoehto 2

Toisena vaihtoehtona on varastokirjanpito-ohjelman hankinta. Ohjelman hankinta vaatisi suuremman investoinnin, mutta helpottaisi varastosaldojen seurannan toteutusta. Ohjelmistoon on esimerkiksi mahdollista asettaa hälytysrajat ja niiden alituttua ohjelma antaa ostokehotuksen, jonka ansiosta varastosaldojen seuranta on tehokkaampaa. Näin ohjelmisto tekisi varastovalvonnasta automaattisempaa ja systemaattisempaa.

11 LOPPUTULOKSET

Tässä luvussa esitellään, minkälaiset ratkaisuvaihtoehdot valittiin ja kerrotaan, millaiseen vaiheeseen kehittäminen jäi insinööriyön loputtua. Kaikki kehitysehdotukset päätettiin kohdeyrityksessä ottaa huomioon. Osa kehitysehdotuksista aloitettiin insinööriyön aikana ja osaan päätettiin tehdä lopulliset ratkaisut vasta käytännön toteutuksen yhteydessä tai selvittää asiaa vielä tarkemmin.

Layout-vaihtoehdoista päädyttiin aluksi vaihtoehto 1:een, jonka avulla pystytään helposti, ilman suurempia muutoksia, ja nopeasti, luomaan kaivattua lisätilaa. Jos yrityksen laajentuminen jatkuu tulevaisuudessa yhtä voimakkaasti, on lisätilan tarve taas pian edessä. Tästä syystä lopulliseksi tavoitteeksi valittiin vaihtoehto 3, jonka toteutus ja muutokset tehdään tarvittaessa tulevaisuudessa. Vaihtoehto 3 on helposti muunneltavissa, eli varastohyllyjä ei tarvitse hankkia kaikkia kerralla. Laajentumisen ohella voidaan tarvittaessa lisätä hyllyrivejä. Valintaa puolsi myös se, että toimitilat tulevat kokonaisuudessaan tehokkaammin käyttöön.

Hyllymerkintöjen osalta päädyttiin vaihtoehto 3:een. Vaihtoehto 3:a pidettiin yksinkertaisimpana ja todettiin, että hyllyjä tuskin tarvitaan koskaan niin paljon, että aakkoset loppuisivat. Tällaisessa tilanteessa todennäköistä on, että yrityksen tiloja jouduttaisiin laajentamaan, jolloin vaihtoehdoisen merkintämenetelmän toteuttaminen olisi samassa yhteydessä helppo toteuttaa.

Varastojärjestysvaihtoehdoista päädyttiin ensimmäiseen vaihtoehtoon. Tuotteiden varastointia jatketaan tuoteryhmittäin, kaapelit samassa hyllyssä ja niin edelleen. Tuotteet pyritään kuitenkin järjestämään käyttötarkoitustensa mukaisesti. Joitakin poikkeuksia saattaa kuitenkin ilmetä, esimerkiksi tuotteen suuren koon myötä. Lopulliset sijoitukset poikkeuksien osalta päätettiin ratkaista vasta tarvittaessa.

Nimikkeiden luomisen osalta päädyttiin siihen ratkaisuun, että niiden luominen aloitetaan layout- ja hyllymerkintämuutosten jälkeen. Alustavasti päätettiin, että merkintätavan olisi hyvä kuvata osaa jollekin asteelle asti ja olemassa olevien piirustuksellisten osien nimikekoodeja ei muuteta.

Lopullinen päätös merkintätavasta määritetään vasta, kun käytännön toteutus aloitetaan, jolloin on helpompi luoda osakokonaisuuksille nimikkeet.

Varastokirjanpidon valinta jäi vielä pohdintaan. Insinööriyön ohella kuitenkin tutustuttiin tarjolla oleviin varastokirjanpito-ohjelmiin. Ohjelmista pyydettiin tarjouksia ja kutsuttiin ohjelmistojen jälleenmyyjiä esittelemään tuotettaan. Esiteltävistä tuotteista otettiin Lemonsoft-niminen toiminnanohjausjärjestelmä demokäyttöön, eli siihen saa vapaasti tutustua ennen kuin lopullinen ostopäätös tehdään. Lemonsoft-ohjelmistoon tutustuminen jatkuu insinööriyön jälkeen ja mahdollinen hankintapäätös tehdään myöhemmin. Täysin pois suljettua ei ole sekään, että kirjanpitoa aloitetaan suorittaa manuaalisesti.

Keskeneräisten tuotteiden varastoinnin osalta päädyttiin vaihtoehto 1:n ja 3:n välimuotoon. Ensisijaisena tavoitteena on, että tuotteet valmistetaan suoraan valmisvarastoon. Puolivalmisteiden varastopaikoista varataan kuitenkin muutama keskeneräisille tuotteille, joita valmistellaan valmisvarastoon sopivan tilaisuuden tullen. Tähän ratkaisuun löytyi kaksi loogista syytä. Ensimmäinen syy oli, että kun tavaroita saapuu varastoon, niiden esivalmisteluun ei välttämättä ole aikaa, juuri sillä hetkellä. Niiden välivarastointi vastaanottotilassa ei ole mahdollista tai järkevää. Toinen syy oli, että valmistettavien tuotteiden kalibroinnin tai testauksen suorittaa usein eri työntekijä kuin kokoonpanon.

Keskeneräisten tuotteiden loppuunsaattamiseen tehtiin insinööriyön ohella ohjeistuksia (liite 7, liite 8). Ohjeistuksilla minimoidaan sitä tilannetta, että vain tietty henkilö voi tehdä tietyn työvaiheen. Ohjeistuksien avulla jokainen työntekijä voi suorittaa tarvittavan toimenpiteen. Ohjeistuksien tekeminen jatkuu myös insinööriyön jälkeen, niitä tehdään aina sitä mukaa kuin tarve ilmenee.

Osoitteiston luominen mahdollistuu vasta, kun hyllymerkinnät ja nimikkeet on luotu. Osoitteisoa luodaan kuitenkin sitä mukaa kuin osat nimetään ja sijoitellaan hyllyihin. Lopuksi hyllyjen pätyyn lisätään myös lista, mistä ilmenee mitä tuotteita tai osia kyseinen hylly sisältää.

12 JATKOTOIMENPITEET

Tässä kappaleessa esitetään mahdollisia toimenpiteitä, joita voidaan tehdä kun aikaisemmin mainitut kehitystoimenpiteet on suoritettu. Tällä hetkellä tuotteiden ja osien kulutuksesta ei ole tietoa. Varastokirjanpidon avulla saadaan kuitenkin tieto kulutuksesta, joten myöhemmässä vaiheessa, esimerkiksi vuoden kuluttua kirjanpidon aloittamisesta, voidaan tuotteille ja osille laskea materiaali-ohjauksen perustunnuslukuja (esitellään kappaleessa *5.1 Materiaali-ohjauksen tunnusluvut*). Kun materiaalihallinnan tunnusluvut ovat tiedossa, voidaan tuotteiden ohjaukseen tehdä tarkempia analyysejä (analyysimenetelmiä esitellään luvussa *6 Toiminnan kehittäminen*). Kulutustiedot mahdollistavat myös tehokkaamman varastotasojen hallinnan, joten myös varastotasojen hallintaan voi perehtyä tarkemmin (esitellään luvussa *7 Varastotason hallinta*). Edellä mainittuja toimenpiteitä toteuttamalla voidaan materiaalihallintaa kehittää vielä pidemmälle, ja näin pystytään takaamaan hyvä palvelutaso ja säästämään varastointikustannuksissa.

13 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän insinööriyön tavoitteena oli parantaa Endeas Oy:n varastointia uudella tilasuunnitelmalla, selvittää materiaalihallinnan suurimmat ongelmakohdat ja antaa kehitysehdotuksia niiden ratkaisemiseksi. Alun perehtymisen jälkeen pyrittiin havaitsemaan suurimmat ongelmakohdat. Näihin ongelma-kohtiin esitettiin kehitysehdotuksia, jonka jälkeen esitettiin vielä yksilölliset ratkaisuvaihtoehdot kehityskohteisiin. Nämä insinööriyölle asetetut tavoitteet saavutettiin sovituksessa aikataulussa.

Teoriaosuudessa onnistuttiin tuomaan esiin yrityksen kannalta tärkeät perusasiat materiaalihallinnasta ja esittelemään toiminnan kehittämisen menetelmiä. Laaditut kehitysehdotukset ja ratkaisuvaihtoehdot pohjautuivat teoriaosuudessa esitettyihin faktoihin. Niiden esittämisjärjestys oli myös luonteva kehityksen kannalta.

Kohdeyrityksen materiaalihallinnan kehittämisen esteenä on tällä hetkellä varastoinnin tilanpuute sekä perusasioiden kuten nimikkeiden, osoitteiston ja hyllymerkintöjen puuttuminen. Tilanpuutteen ja perusasioiden lisäksi yrityksellä ei ole toimivaa varastokirjanpitojärjestelmää. Tämän takia varastotoiminnoista syntyvä tieto ei tallennu mihinkään, eikä siis pystytä seuraamaan varastotasoa, tuotteiden menekkiä, ostojen kehitystä, toiminnan tehokkuutta eikä käyttämään toiminnan kehittämisen menetelmiä, jotka vaativat tuotteiden menekkitiedot. Perusasioiden ja kirjanpitojärjestelmän puuttumisen takia ei pystytä myöskään mittaamaan toimintaa kuten varastoihin sitoutunutta pääomaa, käyttöpääoman tarvetta, palvelutasoa eikä kehityksen myötä saavutettuja säästöjä.

Valituista kehitysehdotuksista osa pantiin toteutukseen heti ja osa voidaan toteuttaa vasta edellisten valmistuttua. Looginen järjestys toimenpiteiden toteuttamiselle on layoutin muutos, hyllymerkintöjen luominen, nimikkeiden luominen, varastojärjestyksen muodostaminen ja osoitteiston teko, joiden jälkeen voidaan kirjanpitojärjestelmä toteuttaa.

Seuraavaksi luetellaan selviä kehitystoimenpiteiden tuomia hyötyjä.

1. *Tilankäytön tehostuminen.* Varastopaikkojen määrien kasvu ja selkeämpi toiminta varastossa.
2. *Löydettävyyden paraneminen.* Tuotteet löytyvät helpommin ja nopeammin varastosta.
3. *Varastotasojen hallittavuuden paraneminen.* Tieto varastosaldoista ja tehokkaan tilausmenetelmän valinta mahdollistuu.
4. *Täydennystilaamisen tehostuminen.* Aikasäästöt ostotoimenpiteissä ja varastonvalvonnassa.
5. *Tuotannonohjauksen tehostuminen.* Tuotannon läpimenoajat lyhenevät.
6. *Varastopuutteiden väheneminen.* Palvelutaso paranee.
7. *Koulutuksen nopeutuminen.* Aikasäästöt uuden työntekijän koulutuksessa.
8. *Varastossa asiointin tehostuminen.* Aikasäästöt varastojen täydentämisessä ja purussa.
9. *Läpimenoajan nopeutuminen.* Valmistuksen jalostusvaihe selkeytyy.

Toiminnanohjausjärjestelmästä käytiin läpi vain varastokirjanpidon moduuli. Jos kohdeyritys päätyy toiminnanohjausjärjestelmän hankintaan, se palvelee myös muuta yrityksen toimintaa, kuten osto- ja myyntitoimintaa. Näiden kaikkien toimintojen pohjana toimivat varastoinnin perustiedot, joten yrityksen seuraavana haasteena olisi saattaa valitut kehitystoiminnot kuntoon. Perustoimintojen kuntoon saattamisen jälkeen työtä riittäisi toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotossa.

Aiheena insinööriyö oli mielenkiintoinen, koska yritys oli hetki sitten muuttanut uusiin tiloihin ja materiaalihallinta oli alkutekijöissään. Insinööriyötä tehtäessä pääsi siis tutustumaan materiaalihallintaan perusteellisesti, aina perusasioista toiminnan kehittämiseen asti. Insinööriyön tekeminen oli mielekästä hyvän työilmapiirin ansiosta ja myös

opettavaista vieden teoriassa opitut asiat käytäntöön. Kehityskohteiden havainnointivaiheessa ilmeni heti ideoita kuinka asioita kehittää, mutta vasta teoriaosuuden jälkeen havaitsi paremmin kokonaisuuden ja puutteiden syy-seuraus-suhteen. Voin siis todeta, että insinööri työ oli kaikin puolin onnistunut ja opettavainen kokemus.

VIITELUETTELO

- [1] Haverila, Matti - Uusi-Rauva, Erkki - Kouri, Ilkka - Miettinen, Asko, *Teollisuustalous*. Tampere: Infacs Oy. 2009.
- [2] Ritvanen, Virpi - Koivisto, Eija, *Logistiikka Pk-yrityksissä*. Porvoo: WSOY. 2007.
- [3] Karrus, Kaij, *Logistiikka*. Porvoo: WSOY. 2001.
- [4] Sakki, Jouni, *Tilaus-toimitusketjun hallinta*. Vantaa: Jouni Sakki Oy. 2009.
- [5] Suomen kuljetusopas [verkkodokumentti - viitattu 14.9.2010]. Kuljetusopas > Yleistietoa > Varastointi. Saatavissa: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi>.
- [6] Hokkanen, Simo - Karhunen, Jouni - Luukkainen, Martti, *Johdatus logistiseen ajatteluun*. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. 2002.
- [7] Stock, James - Lambert, Douglas, *Strategic logistics management*. Fourth edition. Boston: MCGraw-Hill. 2001.
- [8] Arnold, J.R. Tony - Chapman, Stephen N. - Clive, Lloyd M., *Introduction to materials management*. Sixth edition. New Jersey: Prentice Hall. 2008.
- [9] Internet-sanakirja, Saatavissa: <http://www.sanakirja.org/>
- [10] Toomey, John W., *MRP II: Planning for manufacturing excellence*. London: Chapman & Hall. 1996.
- [11] Karhunen, Jouni - Pouri, Reijo - Santala, Jouko, *Kuljetukset ja varastointi*. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys ry. 2004.
- [12] Lehmuskoski, Mauno, *Varastoinnin talous*. Helsinki: Oy Rastor Ab. 1982.
- [13] Anttila, Tuomas. *Varaston layout suunnittelu*. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Tampere. 2007.
- [14] Reinikainen, Pekka - Mäntynen, Jorma - Rantala, Jarkko, *Logistiikan perusteet*. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu. 1997.
- [15] Sakki, Jouni - Mattila, Veli-Pekka - Makkonen, Martti, *Logistiikka tuottamaan*. Vantaa: TT-Kustannustieto Oy. 1996.
- [16] Piispa, Päivi, Valppautta varaston hallintaan. *OPAS Logistiikka (2010)*, s. 6
- [17] Weele, Arjan J. van. *Purchasing & supply chain management*. Fourth edition. London: Thompson. 2005.
- [18] Kuopion yliopisto, Savonia ammattikorkeakoulu [verkkodokumentti - viitattu 14.9.2010]. Avoin yliopisto > Jakso 4 > Varastojen hallinta. Saatavissa: http://www.uku.fi/avoin/tuta/j4_7varastojenhallinta.htm.

- [19] Opetushallitus [verkkodokumentti - viitattu 14.9.2010]. Materiaaleja ja työtapoja > Verkko-oppimateriaalit > ammatillisen koulutuksen verkko-oppimateriaalit > Tuottava tehdas > Syventävä materiaali > Luku 6. Saatavissa:
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>.
- [20] Tilastokeskus [verkkodokumentti]. 10.3.2010 [viitattu 14.9.2010]. Tilastot > Teollisuus > Teollisuuden alue- ja toimialatilastot > Taulukot > Teollisuuden alue- ja toimialatilasto, tietokantataulukot > Koko maan tiedot toimialoittain teollisuudessa vuosina 1995–2008. Saatavissa: <http://pxweb2.stat.fi/>
- [21] Tilastokeskus [verkkodokumentti]. 20.8.2010 [viitattu 14.9.2010]. Tilastot > Teollisuus > Teollisuuden varastotilasto > Taulukot > Teollisuuden varastotilasto. Saatavissa: <http://pxweb2.stat.fi/>

Materiaalihankintojen osuus teollisuudessa toimialoittain [20]

	2008	2007	2006
D Teollisuus			
Hankitut aineet ja tarvikkeet	62 138 985	60 117 205	53 987 710
Aine- ja tarvikevarastot (tk:n alussa)	5 462 259	5 072 144	4 499 756
Aine- ja tarvikevarastot (tk:n lopussa)	6 072 597	5 447 474	5 004 121
Aine-, tarvike- ja tavaraostot	84 908 032	82 680 763	77 772 824
DK Koneiden ja laitteiden valmistus			
Hankitut aineet ja tarvikkeet	9 386 462	8 853 099	7 472 727
Aine- ja tarvikevarastot (tk:n alussa)	1 251 292	1 048 999	844 155
Aine- ja tarvikevarastot (tk:n lopussa)	1 528 512	1 260 313	1 028 978
Aine-, tarvike- ja tavaraostot	10 739 872	9 441 299	7 724 973
DL Elektroniikka- ja sähkötuotteiden valmistus			
Hankitut aineet ja tarvikkeet	8 385 883	8 910 165	8 397 292
Aine- ja tarvikevarastot (tk:n alussa)	631 094	760 019	679 088
Aine- ja tarvikevarastot (tk:n lopussa)	669 060	638 462	765 460
Aine-, tarvike- ja tavaraostot	26 115 513	27 458 348	28 377 667

Mittayksikkö:1000 euroa, lkm, 1000 tuntia

Koko teollisuuden, sähkö- ja elektroniikka teollisuuden varastojen muutokset [21]

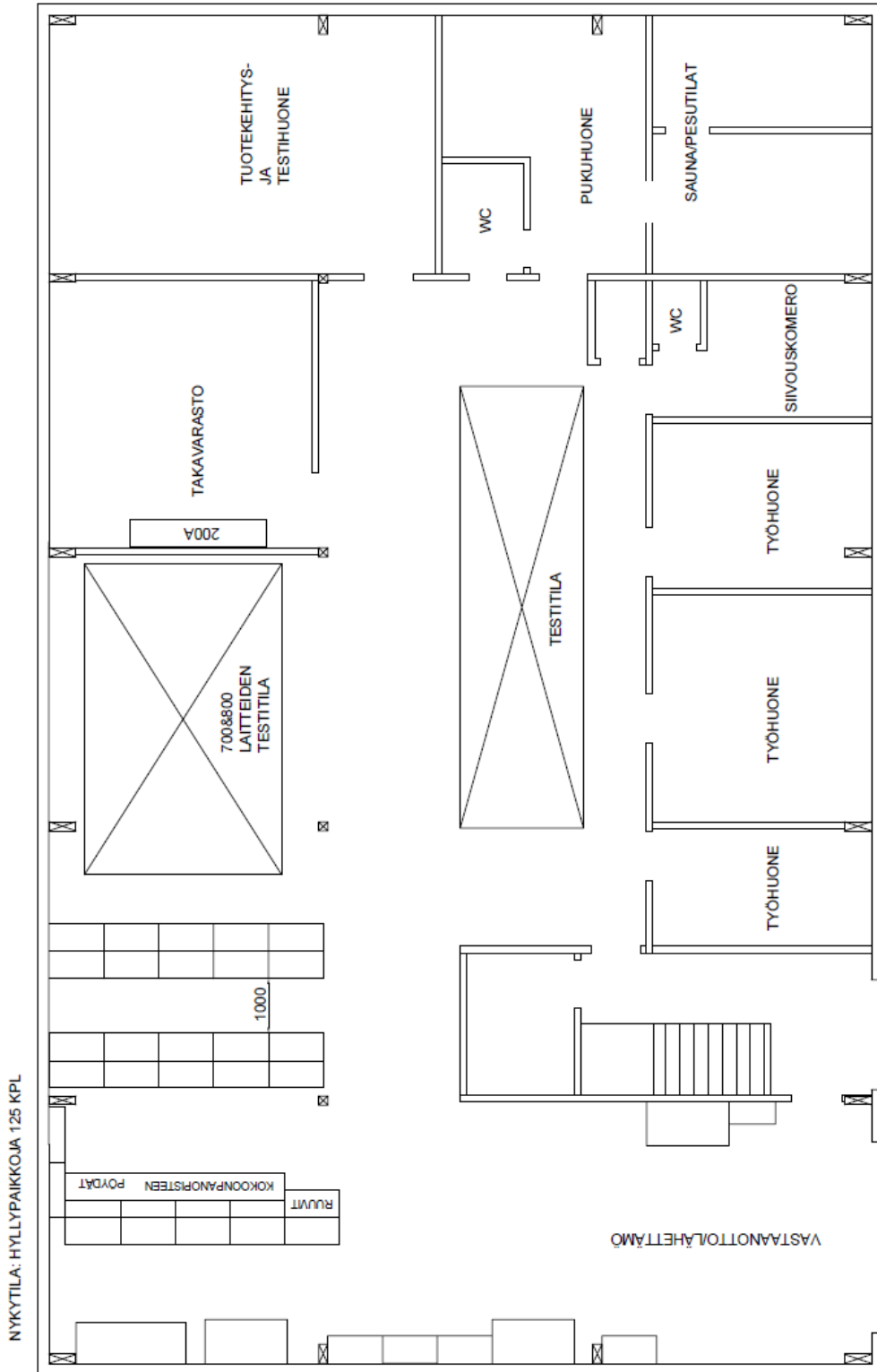
	Aineet ja tarvikkeet	Keskeneräiset työt	Valmisteet	Kauppatavarat	Yhteensä
C Teollisuus					
2006					
1. Neljännes	4 144 601	4 672 876	3 915 106	503 377	13 235 960
2. Neljännes	4 337 183	4 334 700	3 903 546	396 136	12 971 564
3. Neljännes	4 587 802	4 724 334	3 882 548	409 731	13 604 414
4. Neljännes	4 573 889	4 378 875	3 973 504	429 275	13 355 543
2007					
1. Neljännes	5 171 998	5 008 090	4 249 706	534 730	14 964 523
2. Neljännes	5 507 847	5 051 793	4 414 331	545 789	15 519 760
3. Neljännes	5 579 854	5 290 747	4 471 493	573 530	15 915 624
4. Neljännes	5 469 074	5 337 069	4 545 213	612 036	15 963 393
2008					
1. Neljännes	5 655 954	6 111 678	4 664 478	674 008	17 106 117
2. Neljännes	6 051 416	5 468 255	4 811 981	628 907	16 960 559
3. Neljännes	5 986 087	5 765 006	4 675 276	726 401	17 152 770
4. Neljännes	5 777 033	5 510 514	4 467 818	729 435	16 484 799
2009					
1. Neljännes	5 498 316	5 867 905	4 313 149	673 093	16 352 463
2. Neljännes	4 756 211	5 878 826	3 943 973	678 786	15 257 797
3. Neljännes	4 654 879	6 085 972	3 670 564	661 216	15 072 631
4. Neljännes	4 321 868	4 237 995	3 813 790	608 831	12 982 484
2010					
1. Neljännes	4 155 521	4 403 504	4 111 519	563 720	13 234 265
2. Neljännes	4 429 622	4 931 306	4 209 049	535 537	14 105 514

26–27 Sähkö- ja elektroniikkateollisuus					
2006					
1. Neljännes	499 549	319 562	453 804	87 802	1 360 717
2. Neljännes	548 050	329 629	454 327	27 454	1 359 460
3. Neljännes	595 336	445 686	517 679	27 909	1 586 609
4. Neljännes	567 601	237 364	413 280	68 502	1 286 748
2007					
1. Neljännes	506 030	285 766	397 353	54 481	1 243 630
2. Neljännes	432 318	300 228	458 079	37 041	1 227 666
3. Neljännes	471 978	292 238	496 984	42 062	1 303 261
4. Neljännes	443 182	367 614	500 343	48 705	1 359 843
2008					
1. Neljännes	384 598	253 425	463 135	43 707	1 144 864
2. Neljännes	387 649	263 699	520 769	39 442	1 211 559
3. Neljännes	410 278	274 471	562 708	32 517	1 279 973
4. Neljännes	411 754	210 207	504 197	45 855	1 172 012
2009					
1. Neljännes	320 933	190 454	491 902	37 394	1 040 683
2. Neljännes	275 102	175 951	444 737	53 673	949 463
3. Neljännes	261 908	148 788	479 388	22 596	912 679
4. Neljännes	254 640	141 285	431 660	18 249	845 834
2010					
1. Neljännes	260 395	148 708	519 331	10 671	939 105
2. Neljännes	274 760	151 761	561 121	10 050	997 693

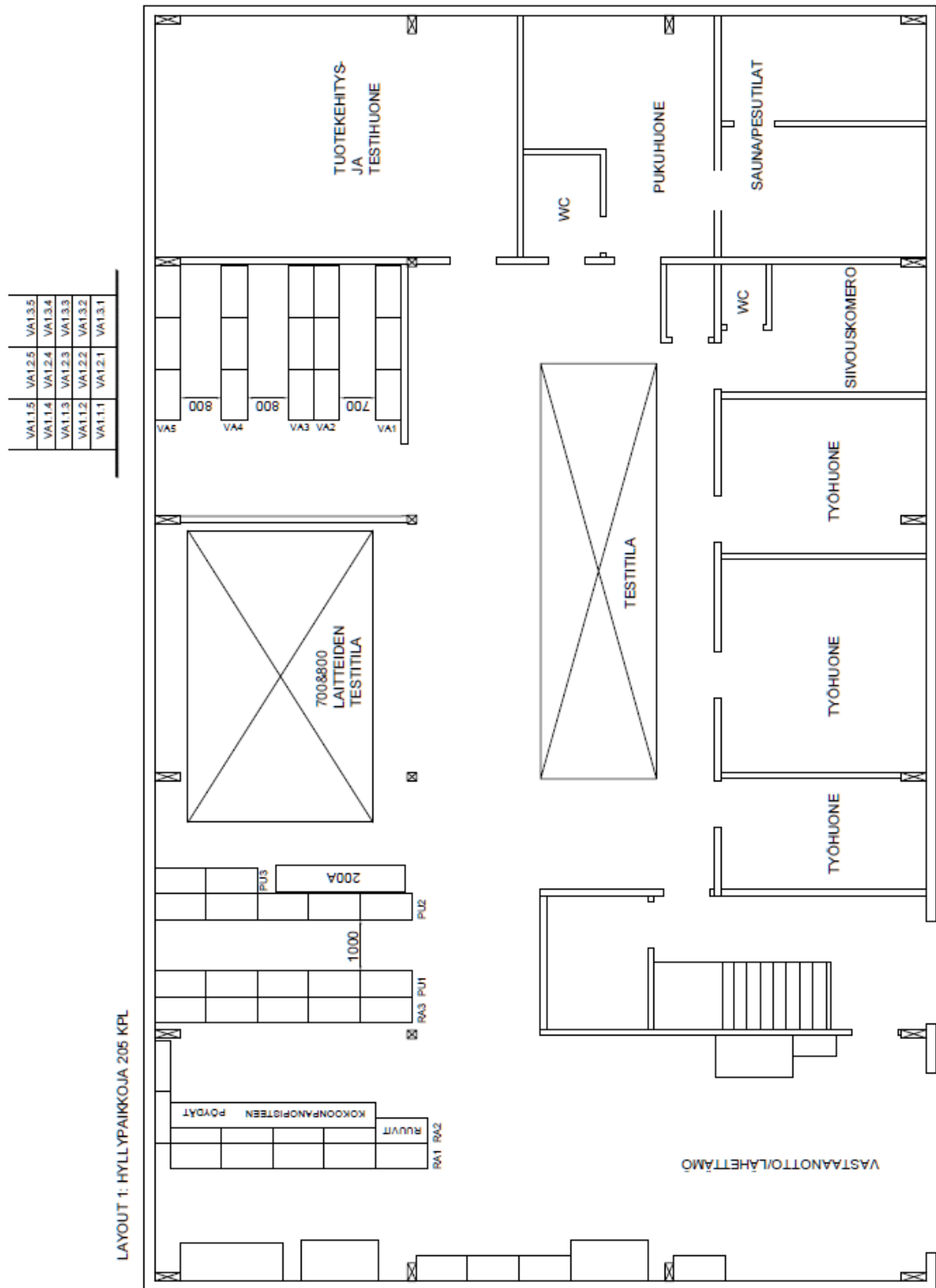
Teollisuusyritysten varastotilasto kuvaa varastojen käypähintaista arvoa (1000 euroa) toimialan mukaisella jaottelulla. Tilasto laaditaan yrityskohtaisten tietojen pohjalta.

Mittayksikkö:1000 euroa

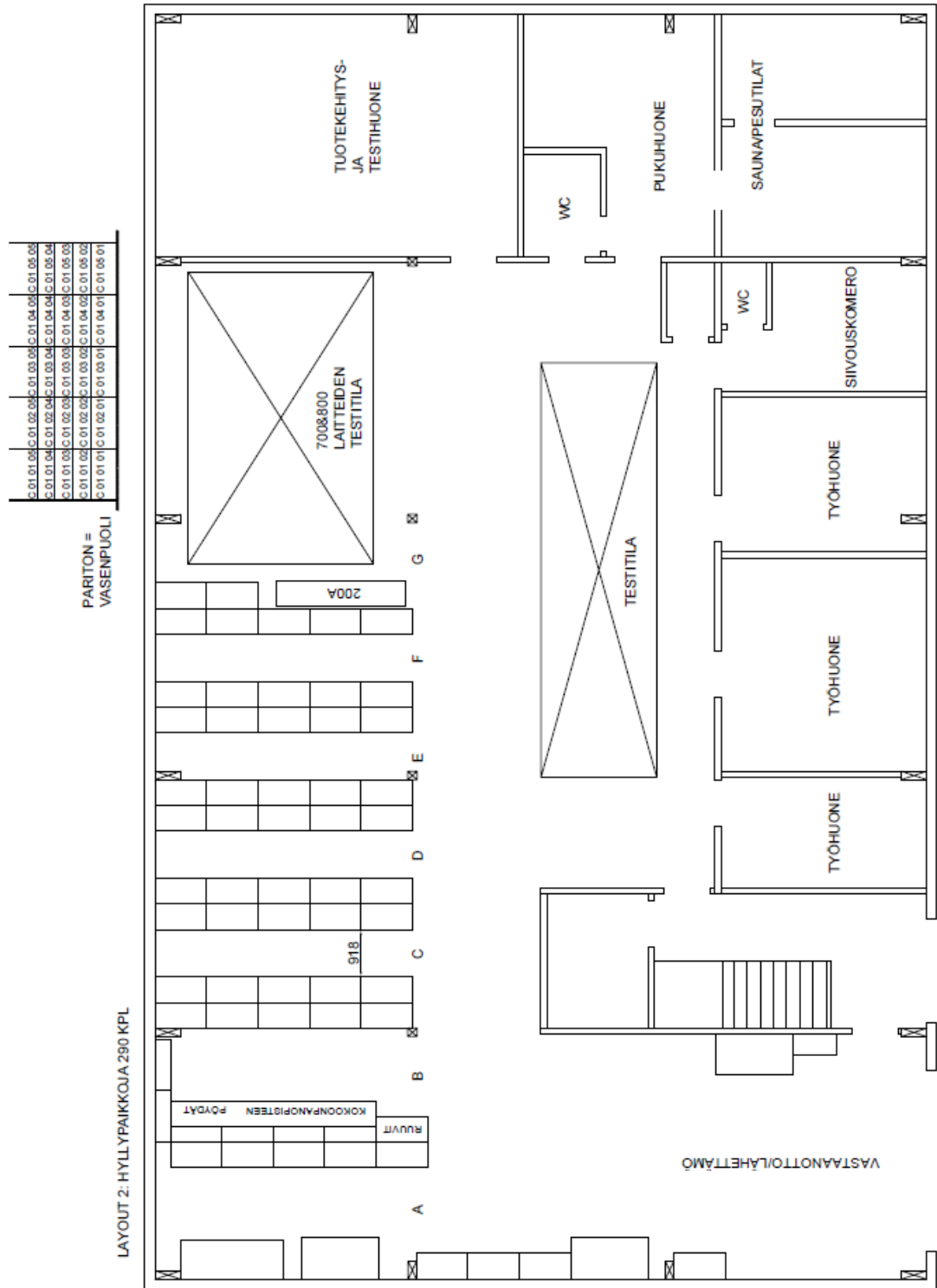
Endeas Oy:n tuotantotilojen lähtötilan layout-piirros



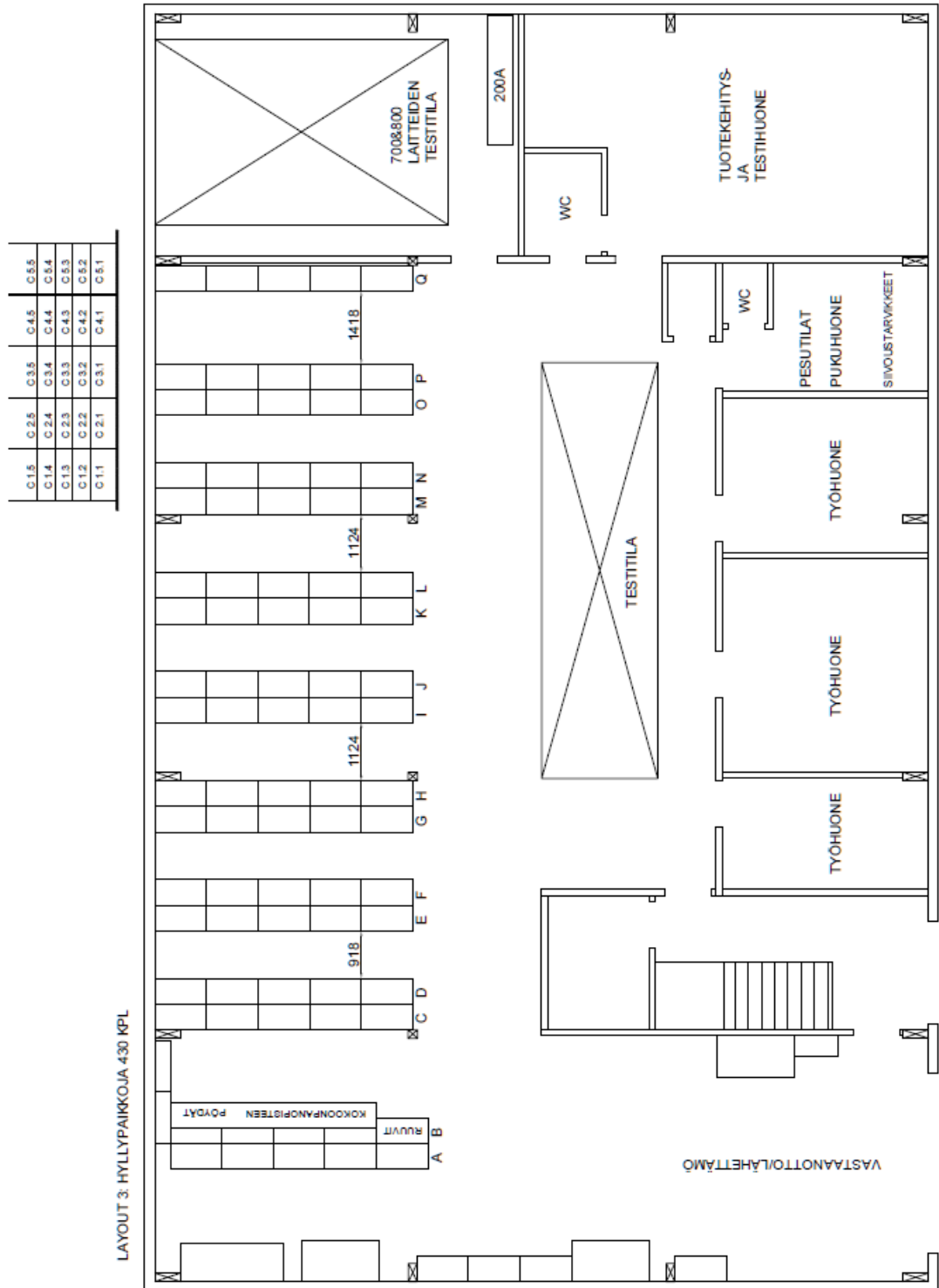
Endeas Oy:n tuotantotilojen layout-suunnitelma 1



Endeas Oy:n tuotantotilojen layout-suunnitelma 2



Endeas Oy:n tuotantotilojen layout-suunnitelma 3



AM1.5G-1.4B (QS01100A) -filtterien mittaus- ja lajitteluohje

AM1.5G-1.4B filttorien mittaus ja lajittelu QS01100A
Mittalaite TR1000



DR-IV Power Supply:n esivalmisteluohje

DR-IV Power Supply:n esivalmistelu ennen varastointia:

1. Tarroitus: -Vdark (sin) ja +Vdark (pun), Teippi 6mm ¼" WHITE
2. USB converterin kiinnitys tietokoneen liitäntäkaapeliin (RS232), pakkauksessa mukana tulevien holkkien avulla.
3. Tarvittavat dokut ja niiden rei'itys: Instruction Manual, Brief Instruction for Manual Operation ja USB converterin asennus CD.
4. DR-IV cablen lisäys laatikkoon (varastosta).

