

# VARASTON TOIMINNAN TEHOSTAMINEN

Alpo Katajamäki

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2011

Logistiikka  
Tekniikan ja liikenteen ala





|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| Tekijä(t)<br>KATAJAMÄKI, Alpo   | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö   | Päivämäärä<br>11.12.2011                |
|   | Sivumäärä<br>69                  | Julkaisun kieli<br>Suomi                |
|   | Luottamuksellisuus<br>( ) saakka | Verkojulkaisulupa<br>myönnetty<br>( X ) |
| Työn nimi<br>VARASTON TOIMINNAN TEHOSTAMINEN  |                                  |   |
| Koulutusohjelma<br>Logistiikka  |                                  |   |
| Työn ohjaaja(t)<br>LOHIMÄKI, Tero   |                                  |   |
| Toimeksiantaja(t)<br>LEPPÄNEN, Petri, Puukeskus Oy, myyntijohtaja   |                                  |   |
| Tiivistelmä<br><p>Opinnäytteen kohdeyrityksenä toimi Puukeskus Oy. Puukeskus Oy on vuonna 1929 perustettu puupohjaisten rakennustarvikkeiden ja materiaalien erikoisliike. Puutuotteiden ohella Puukeskuksen tuotevalikoimaan kuuluvat rakennus- ja rautakauppatuotteet. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää vaihtoehtoinen ratkaisu varaston toiminnan tehostamiseksi ja nykyisen varastojärjestelmän korvaajaksi. Opinnäytetyö tehtiin Puukeskus Oy:n Jyväskylän toimipisteeseen.</p> <p>Tarkoituksena oli kehittää kohdeyritykselle mahdollisimman paljon tilaa säästävä varastointiratkaisu. Käytännössä tämä tarkoitti käytäväleveyksien mitoittamista minimiin käsittelylaitteiden, varastoitavien tuotteiden sekä rakennuksen asettamien rajoitusten mukaan. Opinnäytetyö toimii yritykselle alustavana sekä suuntaa antavana suunnitelmana varaston kehittämiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään varastoja sekä varastointia yleisellä tasolla. Tarkastelun kohteina ovat yleisimmät varastot ja syyt niiden syntymiselle, varastointikustannukset, varaston layoutsuunnittelu sekä varastointia koskevat tunnusluvut ja mittarit.</p> <p>Tiedonhaussa on käytetty hyväksi Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjastoa ja sieltä löytyvää alan kirjallisuutta. Lisäksi apuna tiedonhaussa on käytetty logistiikka-alan ja logistiikkayritysten internetsivuja. Tietoa on myös hankittu olemalla yhteydessä kohdeyrityksen sekä varastoteknologioita toimittavan yrityksen kanssa ja työskentelemällä kohdeyrityksessä.</p> <p>Raportissa esitetään kohdeyritykselle parhaiten sopivat varastointitekniikat sekä suoritetaan investointilaskelmat saatujen tietojen puitteissa. Työssä esitetään myös vaihtoehtoinen layoutsuunnitelma, joka sisältää varastohyllyjen sijoittumiset ja materiaalivirrat.</p> |                                  |   |
| Avainsanat (asiasanat)<br>Varastointi, layoutsuunnittelu, XYZ-analyysi  |                                  |   |
| Muut tiedot   |                                  |   |



|  |  |  |
|--|--|--|
| Author(s)<br>KATAJAMÄKI, Alpo  | Type of publication<br>Bachelor's Thesis       | Date<br>11.12.2011   |
|  | Pages<br>69                                    | Language<br>Finnish  |
|  | Confidential<br><input type="checkbox"/> Until | Permission for web<br>publication<br><input checked="" type="checkbox"/> |
| Title<br>INCREASING THE EFFICIENCY OF WAREHOUSING  |  |  |
| Degree Programme<br>Logistics  |  |  |
| Tutor(s)<br>LOHIMÄKI, Tero   |  |  |
| Assigned by<br>LEPPÄNEN, Petri, Puukeskus Oy, sales director   |  |  |
| Abstract<br><p>This thesis was made for Puukeskus Oy Jyväskylä unit. Puukeskus Oy was founded in 1929. It is a company which sells building materials and is specialized in wood-based building materials. The purpose of this thesis was to improve warehousing and come up with a solution which could replace the current warehousing system.</p> <p>The main objective of the thesis was to create a warehousing system which is as space-saving as possible. That means that the space between storage shelves must be minimized in terms of handling equipment, stored items and restrictions in the building. For the company this thesis is a preliminary and directional plan for developing their warehouse.</p> <p>The theoretical part of the thesis deals with warehouses and warehousing in general. The focus is in most used warehouses and reasons for building them, warehousing costs, layout planning and the numbers and key figures related to warehousing.</p> <p>The data for the thesis were collected from the library of Jyväskylä University of Applied Sciences. Books and websites from the field of logistics were used as a source of information as were the interviews of the Puukeskus personnel and contacts with a company providing warehousing technology.</p> <p>The work presents the warehousing technologies best suited for the company and investment calculations for them. An alternative layout plan, which includes the locations of storage shelves and material flows, is also presented.</p> |  |  |
| Keywords<br>Warehousing, layout planning, XYZ-analysis   |  |  |
| Miscellaneous  |  |  |

## SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO.....                                  | 4  |
| 2 VARASTOINTI.....                               | 5  |
| 2.1 Varastoinnin syyt.....                       | 5  |
| 2.2 Varastotyyppejä.....                         | 7  |
| 2.3 Varastoinnin tunnuslukuja ja mittareita..... | 7  |
| 2.4 Varastokustannukset.....                     | 11 |
| 2.4.1 Pääomakustannukset.....                    | 11 |
| 2.4.2 Toimintakustannukset.....                  | 12 |
| 2.5 Tuotteiden luokittelu.....                   | 14 |
| 2.6 Varastonohjaus.....                          | 16 |
| 2.7 Varastoteknologiat.....                      | 22 |
| 3 VARASTON LAYOUTSUUNNITTELU.....                | 26 |
| 4 PUUKESKUS OY.....                              | 29 |
| 4.1 Palvelut.....                                | 30 |
| 4.2 Tuotteet.....                                | 30 |
| 5 YRITYKSEN NYKYTILA-ANALYYSI.....               | 31 |
| 6 ONGELMAN TUNNISTAMINEN.....                    | 34 |
| 7 TAVOITETILA.....                               | 37 |
| 8 TEKNOLOGIAN VALINTA.....                       | 38 |
| 8.1 Trukit.....                                  | 39 |
| 8.2 Hyllyt.....                                  | 44 |
| 9 TUOTTEIDEN SIOITTELU.....                      | 46 |
| 10 LAYOUTSUUNNITELMA.....                        | 49 |
| 11 INVESTOINTILASKELMAT.....                     | 54 |
| 12 POHDINTA.....                                 | 55 |
| LÄHTEET.....                                     | 58 |
| LIITTEET.....                                    | 61 |
| Liite 1. Varaston pohjapiirustus.....            | 61 |
| Liite 2. B-hallin layout.....                    | 62 |
| Liite 3. Ovien ja karmien tuoteluettelo.....     | 63 |
| Liite 4. Levytuotteiden tuoteluettelo.....       | 64 |
| Liite 5. Ovien ja karmien XYZ-analyysi.....      | 65 |
| Liite 6. Ovien ja karmien tuoteryhmittely.....   | 66 |
| Liite 7. Levytuotteiden tuoteryhmittely.....     | 67 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Liite 8. Layout-suunnitelma 1..... | 68 |
| Liite 9. Layout-suunnitelma 2..... | 69 |

## KUVIOT

|   |    |
|---|----|
| KUVIO 1. Palvelutason vaikutus varastomääriin.....                            | 10 |
| KUVIO 2. ABC-analyysi.....  | 15 |
| KUVIO 3. ABC- ja XYZ-analyysien yhdistäminen.....                             | 16 |
| KUVIO 4. Varastonohjauksen tuoman lisäarvon rakenne.....                      | 17 |
| KUVIO 5. Tiluserän suuruuden vaikutus keskimääräiseen varastotasoon.....      | 18 |
| KUVIO 6. Kokonaiskustannuksen muodostuminen EOQ-mallissa.....                 | 19 |
| KUVIO 7. Keskimääräinen varastotaso menekin vaihdella.....                    | 20 |
| KUVIO 8. Keskimääräinen varasto läpimenoajan vaihdella.....                   | 21 |
| KUVIO 9. Keskimääräinen varasto menekin ja läpimenoajan vaihdella.....        | 21 |
| KUVIO 10. Kuormalavahylly.....  | 23 |
| KUVIO 11. Lattiatasolta ajettava kapeakäytävätrukki.....                      | 24 |
| KUVIO 12. Ulokehylly.....   | 25 |
| KUVIO 13. Nelitietrukki.....  | 26 |
| KUVIO 14. Tavarän läpivirtaus suunnat varastossa.....                         | 29 |
| KUVIO 15. Puutavarahylly.....   | 35 |
| KUVIO 16. Ovilavojen varastointialusta.....                                   | 37 |
| KUVIO 17. Ovien varastointi.....  | 38 |
| KUVIO 18. Lastauslaiturin edusta.....   | 39 |
| KUVIO 19. BT FRE270 –nelitietrukki.....                                       | 42 |
| KUVIO 20. Jumbo JLM30 –nelitietrukki.....                                     | 44 |
| KUVIO 21. Käytäväleveyden mitoitus, levyjä ja ovia vastakkain.....            | 46 |
| KUVIO 22. Käytäväleveyden mitoitus, levyjä käytävän kummallakin puolella..... | 47 |
| KUVIO 23. Levytavarän varastointi B-hallissa.....                             | 53 |

**TAULUKOT**

|  |    |
|--|----|
| TAULUKKO 1. BT FRE270 –nelitietrukin mitoitukset.....                  | 43 |
| TAULUKKO 2. Jumbo JLM30 –nelitietrukin mitoitukset.....                | 44 |
| TAULUKKO 3. Tuoteluettelo.....   | 48 |
| TAULUKKO 4. Ovien ja karmien X-, Y- ja Z-luokkien muodostuminen.....   | 50 |
| TAULUKKO 5. Ovien ja karmien tuoteryhmien ottokertojen keskiarvot..... | 50 |
| TAULUKKO 6. Levytuotteiden tuoteryhmien ottokertojen keskiarvot.....   | 51 |

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Puukeskus Oy. Opinnäytetyö toteutettiin yrityksen Jyväskylän toimipisteeseen. Työn tarkoituksena oli tehostaa varaston toimintaa uuden layoutsuunnitelman avulla.

Tarve tälle opinnäytetyölle syntyi yrityksen pyrkimyksestä tehostaa varastointia. Suurimpana ongelmana on yksittäisen tuoteryhmän varastoinnin puutteellinen suunnittelu. Ongelma oli yrityksessä jo tiedostettu pitkän aikaa, mutta ennen tätä opinnäytetyötä aiheesta ei ollut tehty kartoituksia ongelmien ratkaisemiseksi.

Työn tavoitteena oli tuottaa kohdeyritykselle vaihtoehtoisia ratkaisuja toiminnan tehostamiseksi. Tavoitteena oli toteuttaa mahdollisimman tilaa säästävä järjestelmä, jota kautta voisi mahdollisesti myös syntyä lisävarastopaikkoja jatkuvan tilanpuutteen helpottamiseksi. Tarkasteltavina ovat erilaiset varastoteknologiat, joilla tilaa säästävä varastointi voidaan toteuttaa kohdeyrityksessä käsiteltävien tuotteiden määrittämien rajojen mukaan. Tarkoituksena on etsiä ja löytää kohdeyritystä parhaiten palvelevia vaihtoehtoja.

Opinnäyteraportin teoriaosuudessa käsitellään varastoja ja varastointia yleisellä tasolla. Tarkastelussa ovat varastoinnin syyt, varastotyypit, varastoinnin tunnusluvut ja mittarit, varastointikustannukset, tuotteiden luokittelu, varastonohjaus, varastoteknologiat sekä layoutsuunnittelu. Tietoa näistä aiheista on etsitty alan kirjallisuudesta ja internetsivuilta, lisäksi tiedon hankinnassa on käytetty alan yritysten internetsivuja. Myös kontaktit kohdeyrityksen sekä varastoteknologioita tarjoavien yritysten kanssa ovat toimineet tiedon lähteinä.

Käytännönsuudessa esitellään kohdeyritys, kartoitetaan yrityksen nykytilaa, tunnistetaan ongelmat sekä selvitetään niille tavoitetila. Kohdeyritykselle tehdään parhaiten soveltuvat valinnat trukkien sekä varastohyllyjen osalta. Kohdeyritykselle tarjotaan myös vaihtoehtoinen layout-ratkaisu varaston toiminnan tehostamiseksi. Lopuksi työssä käsitellään tuotteiden sijoittumista varastoon. Apuna tässä käytetään mm. tuotteiden luokittelutapaa, XYZ -analyysia.

## 2 VARASTOINTI

Varastolla tarkoitetaan fyysistä tilaa, jossa voidaan säilyttää tuotteita, materiaaleja ja komponentteja. Varastolla voidaan tarkoittaa myös hallittavaa logistista kokonaisuutta. Varastoa voi olla esimerkiksi tukkupisteessä, jakeluautossa, takahuoneessa ja jopa esillä myytävänä. Varasto voi olla mikä tahansa paikka, jossa tavara seisoo syystä tai toisesta, lyhyen tai pitkän ajan. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2010, 125.) Ensisijainen paino ohjauksen suunnittelussa on fyysisessä varastotilassa sekä varastomäärissä (Karrus 1998, 27).

Varasto käsitteenä jaetaan usein käyttövarastoksi ja varmuusvarastoksi. Kun tavaran toimittajan toimittama erä ylittää tilaajan välittömän tarpeen ja osa tavarasta jää hetkeksi varastoon, puhutaan käyttövarastosta. Varmuusvarastolla tarkoitetaan tilannetta, jossa asiakkaat haluavat tuotteen heti tai hankinta-aikaa nopeammin. Tavaran tarkkaa tarvetta sekä tarpeen ajoitusta ei etukäteen tiedetä, minkä takia tavaraa tilataan vähän aikaisemmin tai vähän ennakoitua tarvetta enemmän. (Sakki 1999, 86–87.)

### 2.1 Varastoinnin syyt

Kauppan toiminta perustuu pitkälti varastointiin, josta kuluttaja saa tarvitsemansa tuotteet. Tukku- ja vähittäiskauppiat pitävät varastoja, jotta pystyvät vastaamaan kysyntää omaavien tuotteiden saatavuuteen. (Hokkanen ym. 2010, 125.)

Varastointipolitiikan muodostuminen vaatii varastojen roolien ymmärtämistä sekä tuotannossa, että kaupanalalla. Viisi pääsyytä varastojen muodostumiselle ovat

1. taloudellisen edun saavuttaminen
2. kysynnän ja tarjonnan tasapainottaminen
3. tuotannon erikoistaminen
4. epävarmuudelta suojautuminen
5. toimitusketjun kriittisten rajapintojen puskurina toimiminen. (Stock & Lambert 2001, 228.)



Taloudellisen edun saavuttamisella tarkoitetaan hankinta- ja kuljetuskustannusten alentamista volyymia kasvattamalla. Osto- ja kuljetuserien koon kasvattaminen vähentää materiaalin yksikkökustannuksia. (Hokkanen ym. 2010, 202.)

Kysynnän ja tarjonnan tasapainottamisella tarkoitetaan menekin vaihteluun varautumista varastoilla. Vaihtelua voivat aiheuttaa esimerkiksi kausivaihtelu ja kasvavat trendit. (Hokkanen ym. 2010, 202.)

Tuotannon erikoistamisella tarkoitetaan sitä, että lopullinen tuote voidaan valmistaa yhdistelemällä varastossa olevia osia yksilöidyn asiakastilauksen perusteella (Hokkanen ym. 2010, 202).

Epävarmuudelta suojautumisella tarkoitetaan raaka-aineiden turvaamista. Lisäksi tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että kasvatetaan varastoitavaa tuotemäärää mahdollisen hinnannousun varalta. Valmistuotevarastoja voidaan kasvattaa lisääntyvän kysynnän, juhlapyhien tai lomakausien turvaksi. (Hokkanen ym. 2010, 202.)

Puskurivarastoilla voidaan turvata saatavuus äkillisten kysyntäpiikkien tai toimituskatkojen sattuessa. Puskurivarastoja pidetään yleensä toimitusketjujen kriittisten rajapintojen tukena. (Hokkanen ym. 2010, 202.)

Sakin (1999, 87–88) mukaan syitä tarpeettomien varastojen muodostumiselle voivat olla puutteellinen suunnittelu sekä huonosti toimiva organisaatio. Syitä puutteelliselle suunnittelulle sekä huonosti toimivalle organisaatiolle puolestaan ovat

- ostojen ja myynnin erillinen suunnittelu: saapuvat ja lähtevät tavarat eivät ole tasapainossa
- puutteellinen varastomäärien ja –saldojen tavoitteiden asettaminen
- asiakkaiden ulkopuolelle jättäminen menekin suunnittelussa
- yhtenäisen materiaalin ohjausjärjestelmän puuttuminen.

Näistä syistä syntyneet varastot ovat suunnittelemattomia tai puutteellisen suunnittelun seurausta. Perussyä tällaisten varastojen syntyyn on se, että logistiikkaa ei pidetä prosessimaisena kokonaisuutena. (Sakki 1999, 87–88.)

## 2.2 Varastotyyppejä

Varastot voidaan ryhmitellä säilytettävän materiaalin tai käyttötarkoituksen mukaan. Säilytettävän materiaalin mukaiset varastot ryhmitellään kappale- ja joukkovarastoiksi, käyttötarkoituksen mukaiset varastot puolestaan ryhmitellään valmistukseen ja jakeluun liittyviksi varastoiksi.

Valmistukseen liittyvät varastot sijaitsevat teollisuuslaitosten yhteydessä, ja ne ovat jalostuksen kannalta välttämättömiä. Varastot eritellään lisäksi sen mukaan, missä vaiheessa jalostusta ne sijaitsevat. Valmistukseen liittyvät varastot eritellään seuraavalla tavalla:

- raaka-ainevarasto, materiaalin varastointi ennen tuotantoon ottamista
- puolivalmiste- eli välivarasto, tuotannon välivaiheiden välillä olevien kesken-eräisten tuotteiden varastointi
- valmiste- eli tuotevarasto, yrityksen lopputuotteiden varastointi
- tarvikevarasto, valmistusprosessin eri vaiheissa tarvittavien apuaineiden ja tarvikkeiden varastointi
- työvälinevarasto, tarvittavien työvälineiden varastointi.

Jakeluun liittyvät varastot sijaitsevat nimensä mukaisesti jakelureittien varrella. Varastojen tarkoitus on palvella valmistusyhtiöitä, kuljettajia sekä kauppiaita. Jakeluun liittyvät varastot eritellään seuraavalla tavalla:

- tukkuvarasto, valmistuksen ja myynnin välissä toimiva varasto
- myyntivarasto, myyntipisteen yhteydessä toimiva varasto
- turva- eli varmuusvarasto, tärkeiden materiaalien saatavuuden varmistava varasto
- terminaalivarasto, kuljetusten alku-, pääte- tai liityntäpisteessä sijaitseva varasto
- tullivarasto, tullisäädöksiin perustuva varasto. (Hokkanen ym. 2010, 126–128.)

## 2.3 Varastoinnin tunnuslukuja ja mittareita

Yksi logistiikan keskeisistä tavoitteista on tehokkuus. Tehokkuuden arvioimisessa tulee huomioida määrä- ja aikamittareiden lisäksi myös kustannukset ja laatu. Koska logistisen tarkastelun kohteita on useita sekä lisäksi mitattavia ulottuvuuksia on useita

rinnan, tulee myös tarkastelua varten olla useita rinnakkaisia mittareita. Logistisen tarkastelun kohteita ovat esimerkiksi varastot, ostaminen, kuljetukset, jakelu, saataavuus ja toimitusvarmuus. (Karrus 1998, 115.)

Kun logistiikassa halutaan saavuttaa hyviä tuloksia, on logistiikkaa myös monipuolisesti mitattava. Tästä syystä mittaus voidaan jakaa kahteen ryhmään, ulkoiseen ja sisäiseen mittaukseen. Ulkoisessa mittauksessa yritystä ja sen toimintaa tarkastellaan asiakkaiden sekä yhteistyökumppaneiden kannalta. Ulkoinen mittaus on siis käytännössä asiakastyytyväisyyden mittausta. (Pouri 1997, 201.)

Sisäiset mittaukset koostuvat useasta erillisestä mittarista, joten on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, mitä mittareita mihinkin toimintaan käytetään. Usein mittareiden valintoja rajoittavat niiden käytöstä aiheutuvat liian suuret työmäärät. Sisäisiä mittareita ovat esimerkiksi

- tehokkuus
- taloudellisuus
- toteutunut toimituskyky suhteessa luvattuihin toimitusaikoihin
- toimitusnopeus
- reagointinopeus
- kokonaislaatu
- uudistuminen
- yrityksen ilmapiiri. (Pouri 1997, 201–202.)

Mittareilla pyritään samaan mahdollisimman tarkka kuva yrityksen logistiikan tilasta sekä logistisesta tehokkuudesta. Saatuja arvoja voidaan käyttää hyväksi yritysten keskinäisessä vertailussa sekä toimialan keskimääriin ja parhaisiin arvoihin vertailtaessa. Yrityksen toiminnan kehittymisen seuranta on kuitenkin mittareiden tärkein tehtävä. (Karrus 1998, 115–116.)

### **Varaston kiertonopeus**

Varaston kiertonopeudella tarkoitetaan sitä, kuinka monta kertaa vuodessa varastossa oleva tavaramäärä keskimäärin vaihtuu. Kiertonopeuden ollessa esimerkiksi neljä varasto vaihtuu keskimäärin neljä kertaa vuodessa. Käytännössä mitä korkeampi varas-

ton kierto on, sitä paremmaksi koetaan varastonhallinta ja sitä tehokkaammin varastoon sidottu pääoma tuottaa yritykselle tulosta. (Karrus 1998, 122.)

Varaston kiertonopeus lasketaan vuosittaisen myynnin tai käytön perusteella seuraavasti:

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{Vuoden käyttö tai myynti (hankintahinnoin)}}{\text{Varastojen keskiarvo (hankintahinnoin)}}$$

Varaston keskiarvon määrittäminen voi olla hankalaa, jolloin tyydyttävään likiarvoon voidaan päästä tarkasteluhetken varastokeskiarvolla. (Hokkanen ym. 2010, 134.)

### **Varaston riitto**

Varaston riitto kertoo, kuinka kauan varastossa olevat tavarat riittävät ilman lisätoimituksia. Tunnusluku kertoo siis kuinka moneksi päiväksi senhetkinen varastosaldo riittää. Varaston riitto voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\text{Varaston riitto} = \frac{\text{Varaston arvo (hankintahinnoin)}}{\text{Vuositarve (hankintahinnoin)}} \times 365$$

Kun varaston kiertonopeus tunnetaan, voidaan varaston riitto laskea seuraavasti:

$$\text{Varaston riitto} = \frac{365 \text{ d}}{\text{Kiertonopeus}}$$

(Hokkanen ym. 2010, 134–135.)

### **Katekierto**

Katekierto kertoo kuinka tehokkaasti varastoon sidottu pääoma tuottaa katetta. Katekierto on sekä laskennallisesti että käsitteenä yksinkertainen muoto pääoman tuottoasteesta, ROI:sta. Seuraavaksi on esitetty kaksi eri tapaa laskea katekierto:

$$\text{Katekierto} = \text{Myyntikateprosentti} \times \text{Varaston kierto}$$

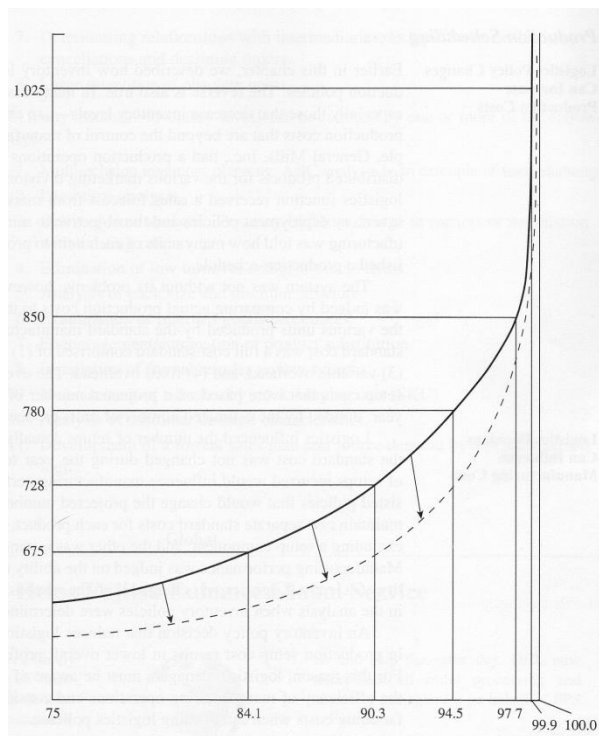
tai

$$\text{Katekierto} = \frac{(\text{Myynti} - \text{ostot} + \text{loppuvarasto} - \text{alkuvarasto}) \times \text{kierto}}{\text{Myynti}}$$

Katekierrolle voidaan arvioida ja muodostaa toimialakohtaisia tavoitearvoja. Esimerkiksi erikoistavarakaupassa katekierron tulisi olla vähintään 150 ja päivittäistavara-kaupassa puolestaan 500:n luokkaa. (Karrus 1998, 121-122.)

### Palvelutaso

Palvelutaso kertoo, kuinka monta prosenttia tilatuista toimituksista pystytään toimitamaan täydellisinä. Palvelutason ollessa esimerkiksi 95 %, joka kahdeskymmenes yrityksen suorittamista toimituksista ei ole täydellinen. Palvelutason saavuttaessa tietyn pisteen pyrkivät kustannukset kasvamaan suuremmiksi kuin niistä saatava hyöty. Tästä syystä ei ole kannattavaa edes pyrkiä 100 %:n palvelutasoon. (Hokkanen ym. 2010, 136.)



KUVIO 1. Palvelutason vaikutus varastomääriin. (Stock & Lambert 2001, 253.)

Yllä olevasta kuvista (KUVIO 1) selviää palvelutason vaikutus varastomääriin. Palvelutason lähentyessä 100 %:a, nousevat varastomäärät huomattavasti. Suuret varastomäärät sitovat yrityksen pääomaa, jolloin ei ole kannattavaa pyrkiä niin korkeaan palvelutasoon.

## 2.4 Varastokustannukset

Yritykset eivät usein ole selvillä siitä, kuinka paljon kustannuksia varastointi aiheuttaa. Varastokustannukset voidaan jakaa kahteen pääryhmään. Nämä pääryhmät ovat varastoihin sitoutuvan pääoman kustannukset sekä varastoista aiheutuvat toimintakustannukset. (Sakki 1994, 41.)

### 2.4.1 Pääomakustannukset

Suurimman osan varaston kokonaiskustannuksista aiheuttavat pääomakustannukset, tarkemmin sanottuna sidotun pääoman korkokustannukset. Varaston ylläpitäminen sitoo rahaa, joka vaihtoehtoisesti voitaisiin käyttää muihin investointeihin. Pääoman kustannus määräytyy sen mukaan, kuinka suuri yrityksen määrittämä korko on. Osa yrityksistä käyttää pääoman kustannuksena sitä korkoa, joka on asetettu uusien investointien tuottovaatimuksille. (Reinikainen, Mäntynen, Rantala, & Viitanen 2002, 74.)

Käyttöpääoma on juoksevaan liiketoimintaan tarvittava pääoma, jonka suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat ostovelat, myyntisaamiset sekä vaihto-omaisuuden määrä. Se kertoo kuinka paljon liiketoiminnan ylläpitäminen sitoo pääomaa eli rahaa yrityksen kassasta. Käyttöpääoma voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\begin{aligned}
 &+ \textit{Varastojen arvo} \\
 &\quad - \textit{Ostovelat} \\
 &+ \textit{Myyntisaamiset} \\
 &= \textit{Käyttöpääoma}
 \end{aligned}$$

Käyttöpääoman kustannus lasketaan käyttämällä yrityksen sisäistä korkoa. Korko voi olla esimerkiksi yrityksen omistajien asettaman pääoman tuottovaatimuksen suuruinen, kuitenkin niin, että yrityksen koosta riippuen korko on tavallisesti 10–20%:a. Pankkilainan korko ei välttämättä ole sisäisen koron oikea arvo, vaan enemminkin minimitaso, sillä lainaa ei ole rajattomasti saatavilla. (Sakki 1994, 41.)

### 2.4.2 Toimintakustannukset

Yksittäisen nimikkeen kustannuksen, koko nimikeryhmän kustannusten sekä varaston kokonaiskustannusten tulisi olla jatkuvan tarkkailun ja seurannan kohteina. Kokonaiskustannukset muodostuvat normaalisti kolmesta tekijästä:

- varastointikustannukset
- täydennyskustannukset
- puutekustannukset. (Karrus 1998, 137.)

#### **Varastointikustannukset**

Yksinkertaisuudessaan varastointikustannuksilla tarkoitetaan tuotteiden varastoinnista aiheutuvia kustannuksia. Nämä kustannukset määrittyvät sekä varastosaldojen määrän, että varastointiajan perusteella. Mitä suurempina varastosaldoja pidetään tiettyä ajanjaksoa kohti, sitä suuremmat ovat varastointikustannukset. Kustannukset jotka kasvavat lineaarisesti varastosaldojen kasvaessa, ovat varastointikustannuksia. Näitä kustannuksia voivat olla esimerkiksi:

- varasto, kustannukset koostuvat esimerkiksi vuokrasta, lämmityksestä, vartiointista, veroista ja vakuutuksista
- materiaalinkäsittelyvälineet
- työvoima
- kirjanpito
- varaston hankintaan vaadittava laina. (Lainan korko, verot, vakuutukset)
- tuotteiden heikentyminen, pilaantuminen, hajoaminen, vanhentuminen ja hävikki. (Russell & Taylor 2009, 530–531.)

Varastointikustannukset voidaan määritellä kahdella eri tavalla. Useimmiten määritellään kokonaisvarastointikustannukset laskemalla yhteen yksittäiset kustannukset. Tällä tavalla varastointikustannukset esitetään €/yksikkö/tietty ajan jakso, esimerkiksi 10€/kappale/vuosi. Toisinaan varastointikustannukset esitetään varastoitavan tuotteen tai varaston keskiarvon prosenttiosuutena. Keskimääräisesti varastointikustannukset ovat 10–40%:a valmistetun tuotteen arvosta. (Russell & Taylor 2009, 531.)

#### **Täydennyskustannukset**

Täydennyskustannuksilla tarkoitetaan varastosaldojen täydentämiseen liittyviä kustannuksia. Kustannukset ilmaistaan yleensä €/tilaus ja ne ovat riippumattomia tilauk-

sen koosta. Vuotuiset täydennyskustannukset vaihtelevat tilausmäärien mukaan. Tilausmäärien noustessa, kasvavat myös tilauskustannukset. Kustannukset jotka ovat suoraan verrannollisia tilausten määrän suhteen, ovat täydennyskustannuksia. Tilauskustannustekijöiksi lasketaan tilauksen tekeminen, saapuvan tavaran vastaanotto ja tarkastus, hyllyttäminen sekä toimituslaskujen käsittely. (Russell & Taylor 2009, 531.)

Täydennyskustannukset käyttäytyvät käänteisesti varastointikustannuksiin nähden. Tilausten koon noustessa vaaditaan vähemmän tilauskertoja, joka puolestaan vähentää tilauskustannuksia. Tilaamalla kerralla suuria määriä, kasvavat varastosaldot, mikä aiheuttaa varastointikustannuksien kasvua. (Russell & Taylor 2009, 531.)

### **Puutekustannukset**

Puutekustannuksia syntyy, kun asiakkaan kysyntään ei voida vastata puutteellisen varaston takia. Jos puutteet aiheuttavat myynnin menetyksiä, niin puutekustannuksiin sisältyy myös tuoton menetykset. Puutteet voivat aiheuttaa asiakastytymättömyyttä, sekä olla yrityksen maineelle haitaksi. Tämä voi johtaa sekä asiakkaan, että tulevaisuuden myyntien lopulliseen menetykseen. Joissakin tapauksissa toimituksen myöhästyminen tai kyvyttömyys vastata asiakkaan tarpeisiin voivat ilmetä tuotteen hinnan pudotuksina tai hyvityksinä. Tuotantolaitoksessa puutteet voivat aiheuttaa työseisauksia ja saada aikaan myöhästymisiä sekä mahdollisesti aiheuttaa lisäkustannuksia menetetyt tuotteen muodossa. (Russell & Taylor 2009, 531.)

Kustannukset, jotka aiheutuvat kyvyttömyydestä vastata asiakkaan tarpeisiin, ovat huomattavasti vaikeampi määritellä kuin varastointi- tai täydennyskustannukset. Tästä syystä puutekustannukset perustuvat usein ainoastaan arvioihin ja arvauksiin. (Russell & Taylor 2009, 531.)

Puutteita ilmenee koska varastoinnista aiheutuu aina kustannuksia. Tämän takia puutekustannukset käyttäytyvät käänteisesti varastointikustannuksiin nähden. Varastosaldojen kasvaessa nousevat myös varastointikustannukset. Tämä puolestaan johtaa puutekustannusten pienenemiseen. (Russell & Taylor 2009, 531.)



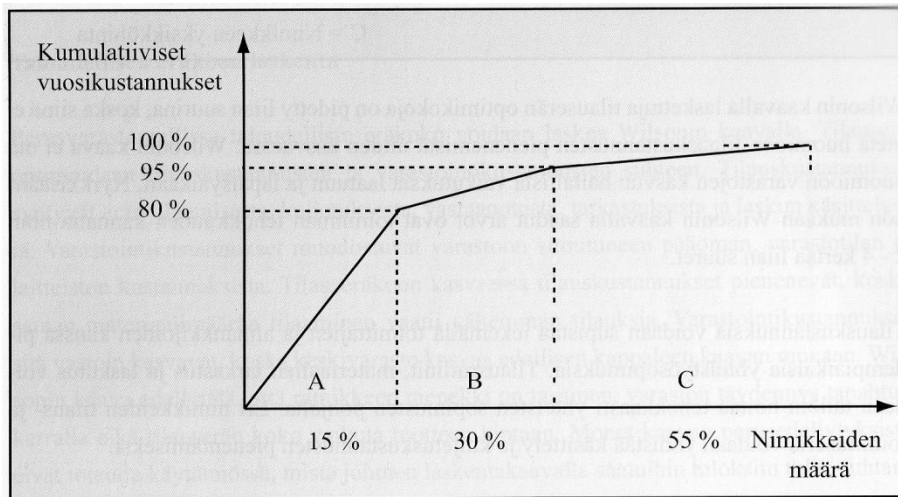
## 2.5 Tuotteiden luokittelu

Yrityksillä voi olla tarve varastoida useita tuhansia nimikkeitä jokapäiväisen toiminnan ylläpitämiseksi. On selvää, että ostossa, valmistuksen suunnittelussa tai myynnissä ei voida kaikkiin tuotteisiin käyttää yhtä paljon aikaa. Tästä johtuen yrityksissä tulisi kiinnittää erityistä huomiota yrityksen toiminnan kannalta olennaisiin tuotteisiin, joiden ohjaukseen tulisi keskittyä muita tuotteita enemmän. (Sakki 1999, 100.)

### ABC-analyysi

Tuotteiden ABC-analyysillä tarkoitetaan tuotenimikkeiden luokittelua niiden euro-määräisen myynnin tai kulutuksen mukaan kolmesta viiteen ryhmään. Myynnin sijasta luokittelussa voidaan käyttää myös myyntikatetta. Analyysi perustuu 20/80-sääntöön, jonka ajatuksena on, että 20 %:a yrityksen asiakkaista tai tuotteista synnyttää 80 %:a myynnistä. Ensimmäinen askel ABC-analyysissä on lajitella nimikkeet myynnin tai käytön mukaan. Tämän jälkeen on tarkasteltava nimikkeitä niiden volyymien mukaan, josta voidaan saada tietoa siitä miten eri tuoteryhmiä tulisi varastoissa käsitellä. ABC-analyysillä voidaan myös hienosäätää varaston ohjausta ja sen kautta päästään rajattuun joukkoon ohjaustapoja, vaikka erilaisten nimikkeiden lukumäärä olisi suuri. (Sakki 1999, 100; Reinikainen ym. 2002, 90; Karrus 1998, 124.)

ABC-analyysissä käytettävien luokkien määrä riippuu käyttötarpeesta. Luokkarajat asetetaan tavallisesti prosenttiosuuksina koko nimikemäärästä. Esimerkiksi A-luokan koko voi olla 15 %:a, B-luokan 30 %:a ja C-luokan 55 %:a koko nimikemäärästä. A-luokkaan kuuluvat vuosikulutusarvoltaan suurimmat ja C-luokkaan kulutukseltaan vähäisimmät nimikkeet. Tilanne on selvitetty alla olevassa kuvassa (KUVIO 2). (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 457.)



KUVIO 2. ABC-analyysi. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 457.)

ABC-luokittelussa pyrkimyksenä on etsiä ne taloudellisesti merkittävät nimikkeet, joiden ohjaukseen tulisi panostaa muita tarkemmin. Samalla on mahdollista kartoittaa myös hyvin satunnaisesti tai ei lainkaan kiertävät nimikkeet, joiden poistamista käytöstä tulee harvita. (Karrus 1998, 125). A-tuotteilla varastoseurannan tulisi olla jatkuvaa, B-tuotteille esimerkiksi viikoittaista ja C-tuotteille puolestaan seurannan tulisi olla vähäisintä. Eri luokille tulisi asettaa omat asiakaspalvelutasot. A-tuotteille palvelutaso voi olla esimerkiksi 98 %, B-tuotteille 90 % ja C-tuotteille 85 %. Tällä toimintatavalla varaston kokonaispalvelutasoksi muodostuisi 95 %. (Reinikainen ym. 2002, 91.)

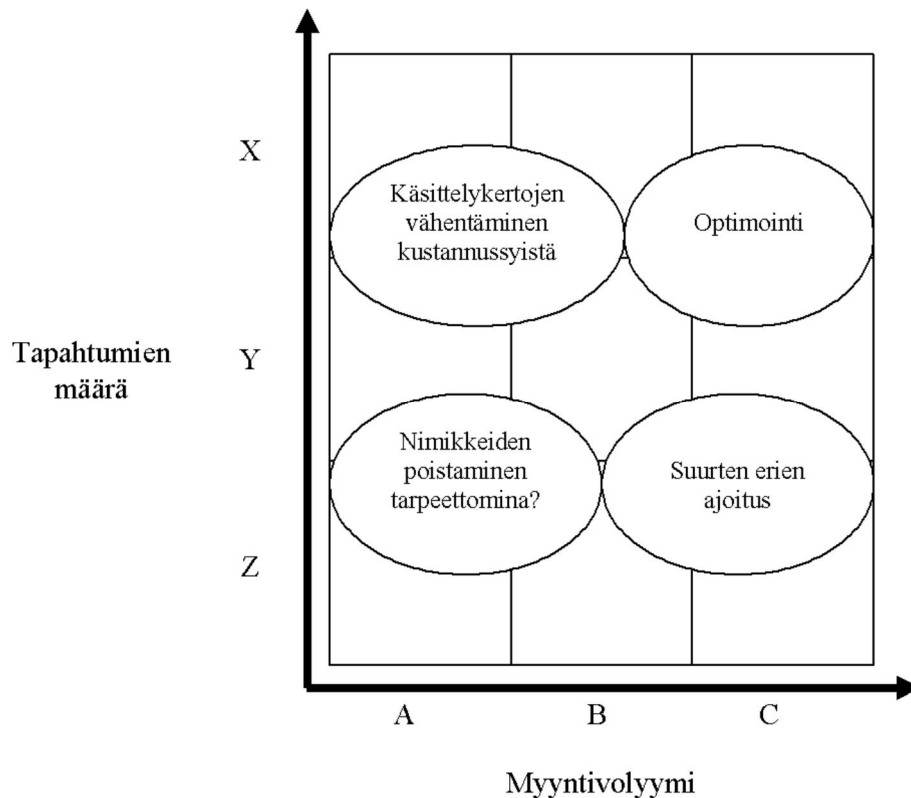
### XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on toinen tuotteiden luokittelutapa, joka on muunnos ABC-analyysistä. XYZ-analyysissä luokittelu perustuu myynnin tai kulutuksen tapahtumamääriin siten, että lopputulos havainnollistaa mahdollisimman tarkasti tapahtumien jakautumista 20/80-säännön mukaisesti. Esimerkki luokittelun perusteista:

- X-luokka = tuotteella 50 % kaikista tapahtumista
- Y-luokka = 30 % tapahtumista
- Z-luokka = 18 % tapahtumista
- zz-luokka = 2 % tapahtumista
- z0-luokka = ei tapahtumia. (Sakki 2009, 96.)

XYZ-analyysia käytetään tavarankäsittelyn kehittämisen työkaluna, kuten esimerkiksi varastopaikkojen määrittelyssä. Tällöin X-tuotteet sijoitetaan keräilyl kannalta parhaille paikoille niin, että keräily on joutuisaa ja keräilymatkat lyhyitä. (Sakki 2009, 96.)

ABC- ja XYZ-analyysit täydentävät toisiaan ja niitä voidaan yhdistää. Eri analyysissa tuotteiden sijoittuminen luokkiin voi olla hyvinkin erilainen. Yksikköhinnaltaan edullinen tuote voi sijoittua XYZ-analyysissa aivan kärkipäähän, kun ABC-analyysissa sama tuote voi puolestaan sijoittua keskivaiheille tai sen alapuolelle. Yksikköhinnaltaan kalliimmat tuotteet käyttäytyvät päinvastoin. Alla olevassa kuvassa (KUVIO 3) on esitetty ABC- ja XYZ-analyysi samassa kuvassa. (Sakki 1999, 105-106.)

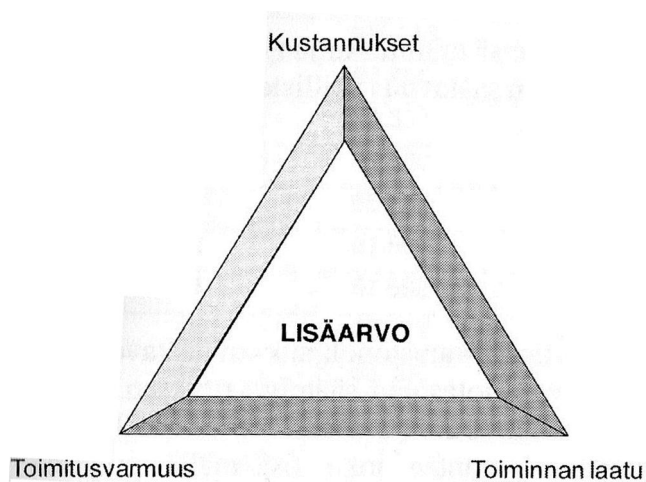


KUVIO 3. ABC- ja XYZ-analyysien yhdistäminen. (Terävä & Vanhanen 2009, 13).

## 2.6 Varastonohjaus

Varastonohjausta pidetään usein toisarvoisena toimintana, joka on välttämätöntä tuotavuuden kannalta. Kuitenkin ainoastaan materiaalinohjauksella voidaan saavuttaa joustava ja hyvin virtaava tuotanto. Yksi materiaalinohjauksen olennaisimmista osaluista on varastonohjaus.

Varastonohjaus on toimintaa, jonka tarkoituksena on tuottaa paras mahdollinen lisäarvo sekä asiakkaalle että yritykselle. Lisäarvo saavutetaan tasapainottamalla kustannuksia, toimituskykyä sekä laatua kuvion 4 osoittamalla tavalla. Teollisessa tuotannossa kustannustaso pyritään pitämään alhaisena, mutta toimitusvarmuuden on oltava asiakkaan odotusten mukainen. Jotta sekä alhainen kustannustaso, että asiakkaan tarpeiden mukainen toimitusvarmuus voidaan saavuttaa, on laadun oltava korkealla tasolla. Vasta näiden kolmen tekijän summa tuottaa asiakkaalle lisäarvoa. (Hokkanen ym. 2010, 201.)



KUVIO 4. Varastonohjauksen tuoman lisäarvon rakenne. (Hokkanen ym. 2010, 201.)

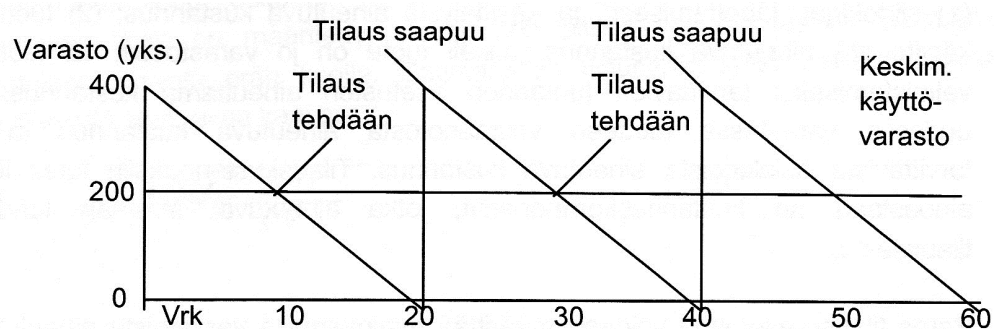
Mitä suuremman lisäarvon asiakas kokee tuotteelle saavan, sitä suuremmalla todennäköisyydellä asiakas tuotteen ostaa. Lisääntynyt kysyntä parantaa yrityksen kilpailullista asemaa, joka tuottaa yritykselle taloudellista kilpailuetua. (Hokkanen ym. 2010, 201.)

Stockin ja Lambertin (2001, 235) mukaan varastonohjauksen tärkeimpiä tehtäviä ovat yrityksen tuottavuuden lisääminen, varastotasojen säätely yrityksen toiminnan tukemiseksi sekä logistiikan kokonaiskustannusten minimointi. Tuottavuutta voidaan parantaa lisäämällä myyntiä, tai vaihtoehtoisesti alentamalla varastokustannuksia. Myynnin lisääminen on mahdollista varaston toimituskyvyn sekä palvelutason ollessa asiakasodotusten mukainen. Varastokustannuksia on mahdollista alentaa vähentämällä jälkitoimituksia ja kiireellisiä toimituksia, hävittämällä tarpeettomia varastoja tai ke-

hittämällä ennustustarkkuutta. Varastonhallinnan tavoitteena tulisi olla tarvittavan varastotason määrittely siten, että asiakasodotuksiin pystytään vastaamaan mahdollisimman hyvin. Tavoitteen saavuttamiseksi on määriteltävä oikeat ja riittävät varastosaldot, sekä oikea varaston täydennysaika. (Stock & Lambert 2001, 235.)

### Varaston hallinta varmuuden vallitessa

Käyttövarastojen synty perustuu siihen, että varastoitavat tuotteet saapuvat yritykseen erisuuruissa erissä kuin missä niitä käytetään tai myydään. Käyttövaraston tarkoitus on tyydyttää menekin tarve varmuuden vallitessa, eli silloin kun menekki ja toimitusajat pystytään täydellisesti ennakoimaan. Jos esimerkiksi tietyn tuotteen myynnin voidaan ennakoida olevan 20 yksikköä päivässä ja toimituksen läpimenoaika on aina 10 päivää, on käyttövarasto ainoa varasto jota yritys tarvitsee toiminnan ylläpitämiseksi. Esimerkki on havainnollistettu alla olevassa kuvassa (KUVIO 5). (Reinikainen ym. 2002, 81.)



KUVIO 5. Tilauserän suuruuden vaikutus keskimääräiseen varastotasoon. (Reinikainen ym. 2002, 81.)

Varmuuden vallitessa varastonohjauksessa tulee täydennyskustannusten ja varastointikustannusten olla tasapainossa. Esimerkiksi suurien määrien epäsäännöllinen tilaaminen voi ilmetä varastointikustannuksina täydennyskustannusten säästämisen sijaan. Ulkoisissa hankinnoissa kustannuksia aiheuttavat:

- tilauksen lähettäminen
- toimituksen vastaanottaminen
- hyllytys
- laskunmaksu. (Stock & Lambert 2001, 236.)

Paras tilausmenetelmä voidaan määrittää minimoimalla varastointi- sekä tilauskustannukset käyttämällä taloudellisen tilauskoon mallia, EOQ (Economic Order Quantity). Taloudellinen tilauskoko voidaan määrittää seuraavalla kaavalla:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2PD}{CV}}$$

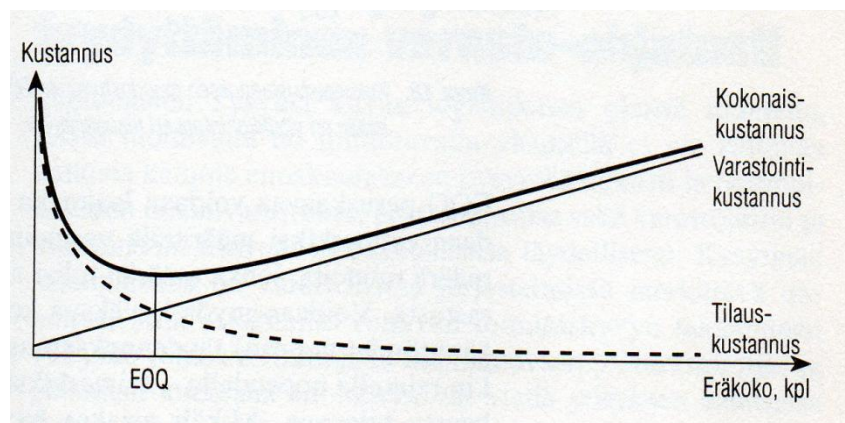
$P$  = tilauskustannukset (€/tilaus)

$D$  = tuotteen vuotuinen menekki tai käyttö (yksiköiden lukumäärä)

$C$  = vuotuinen varastojen aiheuttama kustannus (prosentteina tuotteen kustannuksista tai arvosta)

$V$  = yhden varastoitavan tuoteyksikön keskimääräinen kustannus tai sen arvo. (Reinikainen ym. 2002, 82; Stock & Lambert 2001, 236.)

EOQ- periaatteella toimivaan varastoon liittyvät yksikkökustannukset muodostavat kokonaiskustannuskäyrän. Edelle määritelty EOQ vastaa käyrän minimipistettä kuvan (KUVIO 6) osoittamalla tavalla. (Karrus 1998, 31.)



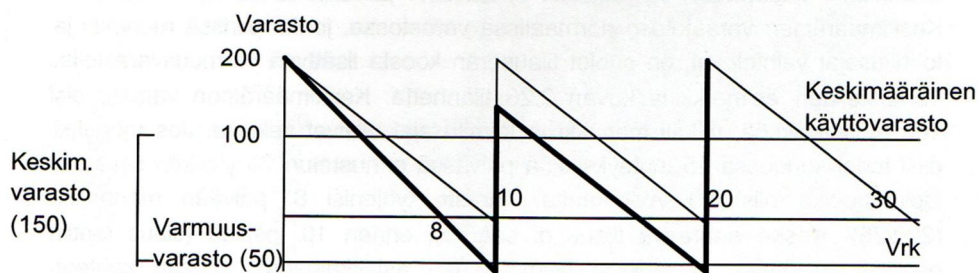
KUVIO 6. Kokonaiskustannuksen muodostuminen EOQ-mallissa. (Karrus 1998, 31.)

Kuvasta voidaan tulkita, että tilaamalla kerralla enemmän, alenevat yksikkökohtaiset tilauskustannukset. Tämä puolestaan aiheuttaa suurempia varastointikustannuksia.

EOQ:n tarkoituksena on siis valita näiden kahden kustannustekijän välillä parhaan tuloksen tuottava yhdistelmä. (Karrus 1998, 31.)

### Varaston hallinta epävarmuuden vallitessa

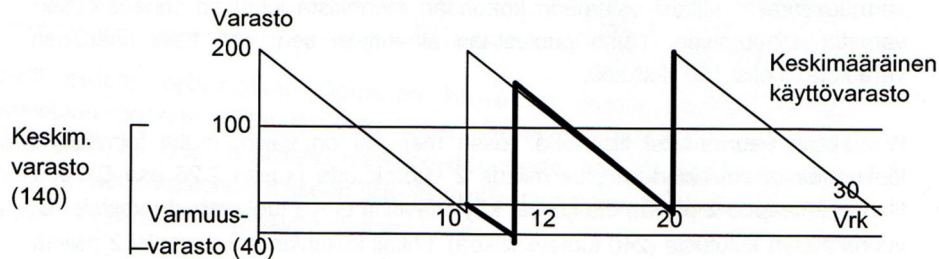
Menekkiä sekä toimitusten läpimenoaikoja on usein erittäin hankala ennustaa, joten yritysten on käytännössä pakko pitää varmuus- tai puskurivarastoja. Varmuusvarastoilla pystytään vastaamaan edellä mainittujen seikkojen aiheuttamaan epävarmuuteen. Tästä johtuen osa keskimääräisestä varastosta on tarkoitettu kattamaan lyhytaikaiset menekin ja läpimenoajan vaihtelut. Yleensä keskimääräinen varastotaso voidaan määrittää lisäämällä varmuusvarasto puoleen tilauserän koosta. Seuraavassa kuvassa (KUVIO 7) esitetyssä esimerkissä keskimääräinen varasto olisi 100 yksikköä menekin ja toimitusajan ollessa vakioita. Jos menekki olisi 25 yksikköä ennustetun 20 yksikön sijaan läpimenoajan ollessa 10 päivää, tyhjenisi varasto 8. päivään mennessä. Vuorokausimenekin ollessa 25 yksikköä, tulisi varastovajeeksi kokonaisuudessaan 50 yksikköä. Jos menekin maksimivaihtelun uskotaan olevan  $\pm 5$  yksikköä vuorokaudessa, voidaan 50 yksikön varmuusvarastolla estää menekistä johtuvan varaston ennenaikainen tyhjeneminen. Tällöin keskimääräiseksi varastoksi saadaan 150 yksikköä. (Reinikainen ym. 2002, 84-85; Stock & Lambert 2001, 233-234, 243.)



KUVIO 7. Keskimääräinen varastotaso menekin vaihdella. (Reinikainen ym. 2002, 86.)

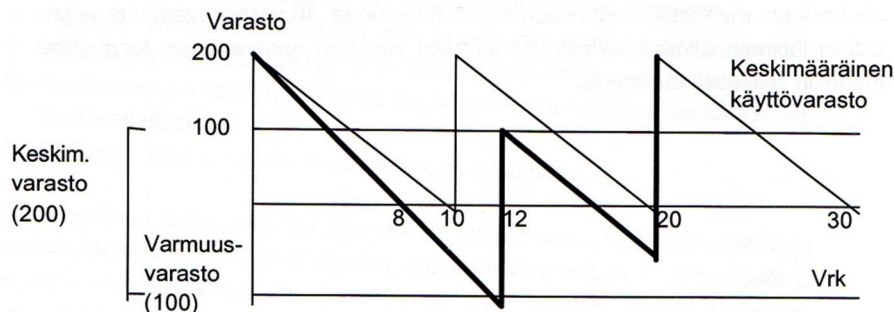
Tilanteessa, jossa tilattu erä saapuu kaksi päivää myöhässä, yritys ei pysty palvelemaan asiakkaitaan kahteen vuorokauteen. Vuorokausimenekin ollessa 20 yksikköä, aiheutuu kahdesta vuorokaudesta 40 yksikön varastovaje. Jos toimitusten läpimenoajaksi arvioidaan  $\pm$  kaksi päivää, 40 yksikön varmuusvarasto estäisi läpimenoajan vaihteluista johtuvat varaston ennenaikaiset tyhjenemiset kuvion 8 havain-

nollistamalla tavalla. Keskimääräiseksi varastotasoksi saadaan tällöin 140 yksikköä. (Reinikainen ym. 2002, 85; Stock & Lambert 2001, 233–234.)



KUVIO 8. Keskimääräinen varasto läpimenoajan vaihdella. (Reinikainen ym. 2002, 86.)

Usein yritykset joutuvat toimimaan tilanteessa, jossa sekä menekki että läpimenoajat vaihtelevat. Kuviossa 9 on esitetty tilanne keskimääräisestä varastotasosta menekin ja läpimenoajan vaihdella. Esimerkissä menekki ylittää ennustetun 20 yksikköä viidellä yksiköllä ja tilaus saapuu kaksi päivää myöhässä. Yhdessä tämä aiheuttaa varaston loppumisen neljäksi vuorokaudeksi. Jos yritys päättää suojautua menekin ja läpimenoajan maksimivaihteluilta, on varmuusvaraston suuruuden oltava 100 yksikköä. Tällä tavalla estetään varastonloppuminen täysin. Toimintatapa nostaisi keskimääräisen varastotason 200 yksikköön. (Reinikainen ym. 2002, 86–87.)



KUVIO 9. Keskimääräinen varasto menekin ja läpimenoajan vaihdella. (Reinikainen ym. 2002, 86.)



### **Tilauspistemalli**

Koska satunnainen kysyntä sekä menekin ja läpimenoajan vaihtelu on hyvin yleistä logistiikassa mukautuvat tilauspistemallit EOQ- mallia paremmin väistämättömän kysynnän epävarmuuteen. Tilauspistemallissa tilaus tehdään määritetyn rajan ylityksen jälkeen. Tilauspistemenetelmän tehokkuus perustuu tilaus- sekä täydennyshetken ajantasaiseen määrittämiseen. (Karrus 1998, 34.)

Tilauspistemenetelmän ideana on, että tuotteille on määritelty hälytysraja, eli tilauspiste. Hälytysrajalla tarkoitetaan tietyn tuotteen kynnyksrajaa, jonka saavuttaminen tai ohittaminen aiheuttaa uuden erän tilaamisen. Se määritetään nimikkeelle joko havaitun tai ennustetun kysynnän, nimikkeen tilaus-toimitusviiveen ja kokonaiskustannusten avulla. Ideana on, että puutteita ei pääse esiintymään lainakaan, tai sen esiintymisen todennäköisyys ja puutekustannukset ovat riittävän pienet. Puutteelle voidaan asettaa jokin raja, esimerkiksi nimikkeen toimitettavuuden, palvelutason tai minikustannustavoitteiden kautta. (Karrus 1998, 34–35.)

## **2.7 Varastoteknologiat**

Varastoteknologioita on valittavissa useita erilaisia. Teknologian valintaan vaikuttavat esimerkiksi käytettävissä olevan tilan tehokkuus, varastoitavien nimikkeiden määrä, investointikustannukset, teknologioiden joustavuus sekä FIFO-periaatteen (Firs In First Out) toteutumisen tarve. Perinteisen kuormalavavaraston rinnalle on muodostunut useita eri teknologioita hyväksikäyttäviä varastoja.

### **Kuormalavavarastot**

Kuormalavavarastot voivat toimia ilman erillistä kuormalavahyllyä, jos varastoitavien lavojen muoto ja kestävyys sallivat niiden pinoamisen päällekkäin. Useimmiten tilanne on kuitenkin päinvastainen ja lavoja ei ole mahdollista pinota muodon, laadun tai määrän takia päällekkäin. Tällöin kuormalavojen varastoimista varten on oltava alla olevan kuvan (KUVIO 10) mukainen kuormalavahylly. Lavojen pinoaminen useampaan kerrokseen hyllyyn säästää huomattavasti lattia pinta-alaa. Tavanomaisissa hyllyissä on 4-5 lavapaikkaa päällekkäin, jolloin ylimmän tason korkeudeksi tulee noin 4,5-6 metriä lattiatasosta mitattuna. Kuormalavavarastoissa voidaan käytännössä työskennellä minkälaisella trukilla tahansa. Huomiota tulee kiinnittää trukin nostokapasii-

teettiin, nostokorkeuteen sekä trukin vaatimaan kääntösäteeseen. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 325, 337.)



KUVIO 10. Kuormalavahylly. (Kuormalavahyllyt 2010.)

### **Kapeakäytävävarastot**

Kapeakäytävävarastojen ideana on mahdollisimman suuri lattia pinta-alan hyväksikäyttö. Varaston rakennuskustannusten takia on edullisempaa rakentaa enemmän korkeutta kuin leveyttä. Varastotilan korkeuden kasvaessa, kasvaa myös käytävissä menetetty tilavuus. Jotta käytäville menetettyä tilavuutta saataisiin pienennettyä, on kehitetty kapeakäytävävarastot. Varastoissa työskennellään erillisillä kapeakäytävätrukeilla. Trukit pystyvät työskentelemään 1,2–1,45 metriä leveissä käytävissä. Työskentelykorkeus trukeilla on jopa 12 metriä. Trukilla työskentelyn helpottamiseksi voidaan kapeakäytäviin asentaa ohjausseinämät. Teräslevystä valmistetut seinämät kiinnitetään hyllystään lattiatasolle käytävän suuntaisesti. Seinämät ohjaavat trukin automaattisesti kulkemaan käytävän suuntaisesti. Kuljettajan tulee ainoastaan pysäyttää trucki oikeaan paikkaan ja huolehtia tavarankäsittelystä oikealla korkeudella. (Karhunen ym. 2004, 344.)

Kapeakäytävätrukkeja on sekä nousevalla ohjaamolla, että alla olevan kuvan (KUVIO 11) kaltaisia lattiatasolta ajettavia. Lattiatasolta ajettavat trukit on varustettu varasto-

korkeuden valinnalla sekä tavarankäsittelyn seuraamista varten kameralla. Kamera sijaitsee trukin kolkassa, josta se on yhdistetty ohjaamossa olevaan monitoriin. Lava-kuorman käsittelyssä käytetään tavallisesti trukin molemmille puolille liikuvaa teleskooppia. Näin ollen voidaan hyllyttää kuormia, sekä ottaa hyllypaikalta vaivattomasti trukin kummaltakin puolelta. (Karhunen ym. 2004, 344–346.)



KUVIO 11. Lattiatasolta ajettava kapeakäytävätrukki. (Kapeakäytävätrukit n.d.)

### **Pitkän tavarankäytävä**

Pitkiä tavaroita varastoidaan vaakasuunnassa joko maassa olevien tolppien päällä tai ulokehyllyissä (Karhunen ym. 2004, 366). Ulokehyllyt ovat suunniteltu pitkien tavaroiden, kuten palkkien, profiilien, putkien, levyjen ja puutavaran varastointiin alla olevan kuvan (KUVIO 12) esittämällä tavalla. Ulokehyllystön kuormauskapasiteetin määrittelevät ulokkeiden pituudet sekä pylväiden etäisyydet toisistaan. Hyllystö voidaan tarpeen mukaan toteuttaa yksi- tai kaksipuoleisena. Tavarankäytävässä samaan hyllystöön on mahdollista sijoittaa erimittaisia ulokkeita. Uloketapeilla on mahdollista estää helposti liikkuvien tavaroiden, kuten putkien, putoaminen ulokkeilta. (Ulokehyllyt n.d.)



KUVIO 12. Ulokehylly. (Ulokehyllyt n.d.)

Pitkän tavaran käsittelyyn käytetään nostureita, pyöräkuormaajia, suurella nostokyvyllä varustettuja vastapainotrukkeja sekä kylkitrukkeja. Kylkitrukki toimii vastaavalla tavalla kuin kapeakäytävätrukki. Kuorma otetaan sekä jätetään koneen sivulta. Ajoasennossa kuorma on koneen pituussuuntaisesti, jonka ansiosta kuormaa voidaan käsitellä kapeammissa käytävissä. Kylkitrukit ovat kuitenkin usein niin isoja koneita, että niillä työskentely sisätiloissa on epätaloudellista sekä hankalaa. Tästä syystä pitkän tavaran käsittelyyn sisätiloissa on suunniteltu kuvion 13 kaltainen nelitietrukki. Trukit ovat kolmepyöräisiä ja takapyörä kääntyy 180 astetta sekä etupyörät ovat laakeroidut, joten trukki pystyy pyörimään paikallaan. Kuorma on trukissa käytävän suuntaisesti ja kuorma voidaan ottaa ja jättää joko sivuttain tai suoraan eteen, tavallisen työntömas- totrukin tapaan. Nelitietrukilla voidaan saavuttaa pitkän tavaran varastoinnissa vain 2,5 metriä leveä käytäväväli. (Karhunen ym. 2004, 366–367.)



KUVIO 13. Nelitietrukki. (Nelitietrukit sisä- ja ulkokäyttöön n.d.)

### 3 VARASTON LAYOUTSUUNNITTELU

Varaston layoutin suunnittelua voidaan verrata palapelin kokoamiseen. Layout-suunnittelu koostuu viidestä osasta, jotka ovat profilointi, suorituskyvyn mittaaminen, yksinkertaistaminen, tietokoneistaminen sekä mekanisointi. Kun kaikki palat on määriteltä ja kasattu yhdeksi kokonaisuudeksi, voidaan saavuttaa tehokas ja toimiva varasto. (Frazelle 2002, 189.)

Varaston layoutin tulisi perustua yksittäisten varastoprosessien sekä niiden keskinäisen toiminnan määrittämään tilantarpeeseen. Ensimmäisenä tehtävänä on määrittää, kuinka suuren tilan varastoprosessit kokonaisuudessaan vaativat. Tilan kokonaisvaatimukset saadaan määritettyä laskemalla jokaisen erillisen varastoprosessin tilavaatimukset yhteen. Elementit, joille tulee erikseen määrittellä tilantarpeet, koostuvat seuraavista osista:

- vastaanotto
- lavojen varastointi
- kerääminen
- pakkaus ja yhdistäminen
- lajittelu
- lähettäminen

- cross-docking
- toimistotilat. (Frazelle 2002, 189–190.)

Varaston layoutin suunnittelulla on suuri merkitys varaston tehokkuuteen ja tuottavuuteen. Layout vaihtelee yrityksittäin varastoitavien tuotteiden ominaisuuksien, yrityksen taloudellisten resurssien, kilpailuympäristön sekä asiakastarpeiden mukaan.

Hyvällä layoutsuunnitelmalla voidaan saavuttaa seuraavia etuja:

- varaston läpimeno lisääntyy
- tuotteiden virtaus paranee
- kustannukset alenevat
- asiakaspalvelutaso kasvaa
- henkilöstölle tuotetaan parempia työolosuhteita. (Reinikainen ym. 2002, 69.)

Tuotteiden sijoittelu ja järjestely varastoon voidaan toteuttaa esimerkiksi satunnaisen paikan ja osoitetun paikan varastoilla. Satunnaisen paikan varastoissa tuotteet sijoitellaan lähimpään vapaana olevaan varastopaikkaan, ja tuotteet otetaan varastosta FIFO-periaatteella (First In, First Out). Tilankäyttö satunnaisen paikan varastoissa on maksimoitu, mutta tilausta kerättäessä välimatkat eri pisteiden välillä voivat muodostua pitkiksi. Näissä varastoissa käytetään usein automaattisia varastointi- ja keräysjärjestelmiä, jotka vähentävät henkilöstö- ja käsittelykustannuksia. Osoitetun paikan varastoissa jokaista tuotetta varastoidaan erikseen niille varatuilla paikoilla. Menetelmää käytetään usein varastoissa, joissa tuotteita käsitellään manuaalisesti. (Reinikainen ym. 2002, 69–70.)

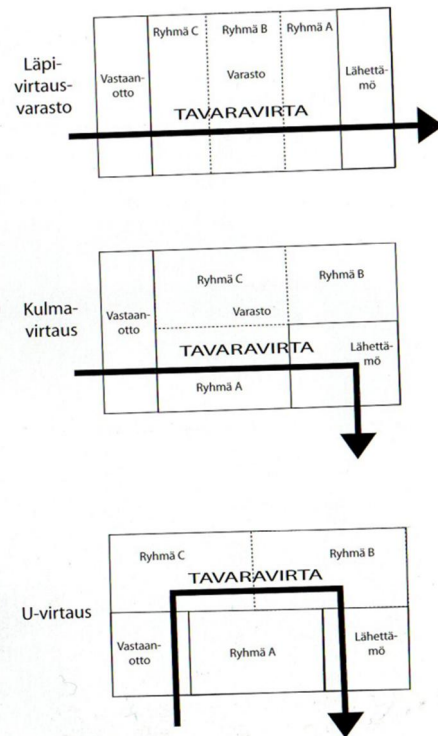
Varastoitavat tuotteet voidaan ryhmittää niiden yhteensopivuuden, täydennettävyyden tai menekin mukaan. Yhteensopivuudella tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin erilaisia tuotteita voidaan yhdessä varastoida. Täydennettävyydellä tarkoitetaan sitä kuinka usein eri tuotteita tilataan ja varastoidaan yhdessä. Menekki vaikuttaa siihen, että tuotteilla on erilaiset kiertonopeudet sekä läpimenoajat, tästä syystä tuotteet, joilla on suuri menekki, tulisi varastoida lähimpänä lähetys- ja vastaanottolaitureita. Hitaasti kiertävät tuotteet voidaan puolestaan sijoittaa kauas laitureista. Tuotteiden oikea ryhmittely varastoon toteutetaan seuraavalla tavalla:

- Suurimenekkiiset tuotteet sijoitetaan lähtevän tavarantoimipaikan läheisyyteen, jotta minimoidaan materiaalinkäsittelylaitteiden päivittäiset matkat.

- Pienimenekiset tuotteet sijoitetaan kauimmaksi lastauslaitureista, jotta materiaalinkäsittelylaitteiden tekemät pitkät siirtomatkat minimoituvat.
- Varaston keskialue varataan tuotteille, joiden vastaanotto tapahtuu jaksoittain, jotka vaativat käsittelytoimenpiteitä ennen lähettämistä ja jotka ovat yhteensopivia suurimenekkisten tuotteiden kanssa. Tila varataan myös suurimenekkisten tuotteiden lisävarastoksi.
- Varaston käytävät suunnitellaan siten, että materiaalivirrat varastoalueiden sekä laitureiden välillä ovat mahdollisimman tehokkaita.
- Kaikkien päätuotteiden läpimeno ja mitat on otettava huomioon, joten kaikkia hyllyjä ja lattiapaikkoja ei tulisi mitoittaa yhtä suuriksi. Tämä mahdollistaa tehokkaamman kuutiotilan hyväksikäytön. (Reinikainen ym. 2002, 70.)

Varaston sisäisen layoutin lisäksi huomiota tulisi kiinnittää riittävästi myös ulkoisten rakenteiden, kuten purku- ja lastauslaitureiden, suunnitteluun. Usein vastaanotto sekä lähettäminen toimivat samoissa tiloissa, sillä niiden vaatimat tilat ovat tyypiltään samantyyppisiä. Näin vältetään ajoneuvojen siirtäminen paikasta toiseen kuorman purun ja uuden kuorman lastauksen välillä. (Reinikainen ym. 2002, 70–71.)

Varaston tilojen järjestely on mahdollista toteuttaa usealla tavalla, riippuen tontin muodosta ja varastorakennusten sijoittumisesta tontille. Varaston tavaravirtojen pääsuunniksi voidaan valita kuvion 14 esittämät läpivirtaus, kulmavirtaus tai U-virtaus. Kuvassa on myös esitetty tavaran sijoittuminen varastoon nimikkeiden ottotiheyden mukaa. A on suurin ottotiheys, C on pienin ottotiheys. Nimikkeet joilla on suurimmat ottotiheydet tulisi sijoittaa lähettämön läheisyyteen, jotta niiden toimittamisen vaatimat siirtomatkat olisivat mahdollisimman lyhyet. (Karhunen ym. 2004, 370.)



KUVIO 14. Tavarain läpivirtaussuunnat varastossa. (Karhunen ym. 2004, 370.)

Määriteltäessä optimaalista varastokokoa on ensin selvítettävä mittausperiaatteet. Mittayksiköinä käytetään yleisesti lattiapinta-alaa neliömetreinä sekä kuutiotilavuutta. Lattiapinta-alaan perustuva tapa ei ota huomioon mahdollisuutta varastoida tuotteita pystysuunnassa. Tästä syystä tilavuuteen perustuva tapa on realistisempi. Lisäksi varastokoon määrittämisessä käytetään lavapaikkojen lukumäärää ja hyllyjen metrimäärää. (Varastoverkon suunnittelu n.d.)

#### 4 PUUKESKUS OY

Puukeskus Oy on vuonna 1929 perustettu rakennustarvikeliike. Puukeskus on puupohjaisten rakennustarvikkeiden ja materiaalien erikoisliike. Puutuotteiden ohella Puukeskuksen tuotevalikoimaan kuuluvat rakennus- ja rautakauppatuotteet. Yrityksen asiakkaita ovat rakennusliikkeet, puusepänteollisuus, jälleenmyyjät ja kuluttajat. (Yrityksestä 2011.)



Ammattiasiakkaille ja kuluttajille yrityksen tarjoamia palveluita ovat muun muassa kuljetus-, asennus-, suunnittelu-, sahaus-, laskutus- ja rahoituspalvelut. Lisäksi Puukeskus vuokraa asiakkailleen perävaunuja, puhallusvillakoneita ja levyhissejä. (Yrityksestä 2011.)

Puukeskuksella on 23 toimipistettä Suomessa, kolme Venäjällä ja yksi Virossa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Vuoden 2010 myynti oli 372 miljoonaa euroa. Puukeskus työllistää lähes 800 henkilöä. (Yrityksestä 2011.)

Jyväskylän toimipiste sijaitsee Kuormaajantiellä, Jyväskylän Seppälässä. Toimipisteessä työskentelee myyntijohtajan lisäksi viisi tukkumyyjää sekä kolme vähittäis- ja rakentajamyymyjää. Toimipisteessä työskentelee kuljetuksista vastaava henkilö, varastonhoitaja sekä viisi vakituista varastotyöntekijää. Lisäksi toimisto- sekä kassatöistä vastaa kolme henkilöä.

#### **4.1 Palvelut**

Puukeskus Oy tarjoaa valikoiman erilaisia palveluita sekä yksityisasiakkaiden että yritysten tarpeisiin. Palvelujen saatavuus vaihtelee toimipisteittäin. Puukeskuksen tarjoamia palveluita ovat:

- asennuspalvelu
- energiaremontointi
- kuljetus
- myyntipalvelu
- rahoituspalvelu
- rakentajamyynti
- sahauspalvelu
- suunnittelu
- vuokrauspalvelu. (Palvelut 2011.)

#### **4.2 Tuotteet**

Puukeskus on puupohjaisten rakennustarvikkeiden ja materiaalien erikoisliike. Puutuotteiden ohella tuotevalikoimaan kuuluvat myös rakennus- ja rautakauppatuotteet.

Myös tuotteiden saatavuus vaihtelee toimipisteittäin. Tuotteet voidaan luokitella seuraavasti:

- puutavarat
  - saha- ja höylätavara, lämpö- ja kestopuu, lattialaudat, listat ja paneelit
- levyt
  - pöytätasot, liima-, vaneri-, lastu-, puukuitu-, kipsi- ja lujalevyt
- kantavat rakenteet
  - kertopuu- ja liimapuupalkit, kattoristikot.
- ovet
  - peili-, laaka- ja saunanovet, ulko-ovet, parvekeovet, varaston ovet, karmit ja kynnykset
- ikkunat
  - vakio- ja mittatilausikkunat
- rakennustarvikkeet
  - laastit, eristeet, harkot, tiilet, bitumihuovat, harjateräkset, väliseinära-ngat, putket ja muovit
- rautakauppatuotteet
  - työkalut, kiinnikkeet, LVIS-tarvikkeet, maalit, liimat, työvaatteet ja suojaimet. (Tuotteet 2011.)

## 5 YRITYKSEN NYKYTILA-ANALYYSI

Puukeskuksella on käytössä varastonhallintajärjestelmä Logisticar. Järjestelmä toimii yhteistyössä yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän, Proteuksen, kanssa. Varastonhallintajärjestelmästä on mahdollista seurata mm. varaston kiertonopeutta, palvelutasoa sekä varaston riittoa. Järjestelmän kautta voidaan myös ajaa raportteja, joista selviää esimerkiksi nimikkeiden keruukerrat vuositasolla. Nämä tiedot tulevat toiminnanohjausjärjestelmästä. (Leppänen 2011.)

Varastotäydennykset perustuvat Puukeskuksella käytännössä kaupankäyntiin. Tuotteiden varastosaldoille on määritelty tietyt hälytysrajat, jotka toimivat impulssina uuden tilauksen tekemiselle. Hälytysrajat ja tilauspisteet eivät kuitenkaan varsinaisesti ohjaa täydennystilauksia. Esimerkiksi tuotteella X voi olla normaali kuukausimenekki 2 km,

mutta asiakas voi tehdä tuotteesta jopa 10 km:n tilauksen. Tällöin tilauksen vastaanotanut myyjä on ensimmäinen, joka on tietoinen tilanteesta ja tekee aloitteen uudesta tilauksesta. Luonnollisesti tällaisissa tapauksissa toimitusajat pitenevät. Rakennusala ja sitä kautta rakennustarvikkeiden myynti on erittäin hankalasti ennustettavaa ja sesonkiluontoista. Tästä syystä hälytysrajat sekä tilauspisteet eivät täysin ohjaa varastotäydennyksiä. Suurimmat myyntimäärät kohdistuvat kesäkuukausille, joten silloin on varastotäydennyksiin sekä tuotteiden saatavuuteen ja tätä kautta palvelutasoon kiinnitettävä erityistä huomiota. (Leppänen 2011.)

### **Varastointi**

Puukeskuksen Jyväskylän toimipisteellä varastointi voidaan jakaa kahteen pääryhmään: ulko- ja sisävarastointiin.

### **Ulkovarastointi**

Tuotteet varastoidaan ulkona neljässä ulokehyllystössä sekä kuvion 15 kaltaisessa puutavaran varastointia varten suunnitellussa puutavarahyllyssä. Lisäksi tontilla sijaitsee kaksi peltikatosta. Katokset toimivat reservivarastoina ja niissä varastoidaan täydet puutavaraniput. Puutavarahyllyssä varastoidaan puutavara koko- tai puolinipuissa. Hyllyt ovat varustettu kuulalaakeroiduilla teräsrullilla, joiden päällä tuotteet varastoidaan. Hyllystö muistuttaa ulkoasultaan läpivirtaushyllyä, mutta hyllystön toinen pää on suljettu. Keräily ja hyllytys tehdään samasta paikasta hyllystöä. Hyllyttämiseen vaaditaan erillistä kuormauskelkkaa.



KUVIO 15. Puutavarahyllystö.

Hyllystö on jaettu kahteen kerrokseen. Hyllystön toisessa päässä sekä keskellä hyllystöä ovat portaat, joista on käynti toiseen kerrokseen. Ylempi kerros on varustettu noin metrin levyisellä tasolla joka on aidattu. Ylemmän tason hyllyissä ei ole teräsrullia. Tämä johtuu siitä, että ylemmillä tasoilla varastoidaan kevyempiä sekä pienempiin, esimerkiksi kymmenen kappaleen eriin pakattuja tuotteita, kuten puuvalmiita listoja. Nämä tuotteet hyllytetään käsin.

### **Sisävarastointi**

Katetussa hallissa varastoidaan tuotteita, jotka eivät saa olla juurikaan tekemisissä kosteuden kanssa. Sisävarastotilat koostuvat liitteen 1 mukaisesti kahdesta erillisestä hallista, joiden välissä on liukuovi. Liukuovi on mitoitettu niin, että trukilla kulkeminen hallista toiseen on mahdollista. Tiloja ei ole varsinaisesti nimetty, joten selvyuden vuoksi työssä käytetään tiloista nimityksiä ”A-halli” ja ”B-halli”. A-halliin on käynti trukilla sekä pyöräkuormaajalla kahdesta erillisestä nosto-ovesta. Tässä hallissa varastoidaan mm. vanereita, laudelautoja, -elementtejä, käsiteltyjä paneeleita, ikkunoita, kipsi- ja eristelevyjä sekä lattialautoja. Tuotteet varastoidaan ulokehyllyihin tuoteryhmittäin. Hallista on varattu ala, jolla ei ole lainkaan hyllyjä. Aluetta käytetään reservivarastona, jossa varastoidaan täysiä levynippuja. Reservipaikalta siirretään täysi nippu aktiivipaikalle tuotteen loputtua aktiivipaikalta. Hyllyttömälle alueelle varastoidaan myös valmiiksi kerättyjä tilauksia.

B-hallissa varastoidaan ovia, ovien karmeja, rakennuslevyjä, laastisäkkejä sekä joitakin listoja. Osa tuotteista varastoidaan ulokehyllyihin ja osa lattiatasolle. Hallin nykyisessä layoutissa (LIITE 2) on näkyvillä ulokehyllyjen sijoittuminen varastoon. Hyllystöt on rakennettu kahdella tai kolmella ulokkeella varustetuista hyllyelementeistä. Elementtejä on asetettu useita peräkkäin. Niistä muodostuu aina yksi hyllystökokonaisuus. Osassa elementeistä ulokkeet ovat kummallakin puolella, mutta seinämyötäilevissä hyllystöissä ainoastaan toisella puolella. Myös myymälän puolella varastoidaan joitakin tuotteita. Rautakauppatuotteet, eli esimerkiksi työkalut, kiinnikkeet, liimat ja suojaimet, varastoidaan myymälässä. Näiden lisäksi myös käsitellyt listat varastoidaan sisätiloissa. Liitteessä 2 on nähtävissä myymälään johtavat ovet lastauslaiturin vieressä. Listoista ainoastaan puuvalmiit varastoidaan ulkona.

## **6 ONGELMAN TUNNISTAMINEN**

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin ainoastaan B-hallin toiminnan epäkohtiin ja kehittämiseen. Suurin ongelma oli tiettyjen tuotteiden ja tuoteryhmien varastoinnin suunnittelun puutteellisuus. Toisena ongelmana oli tilanpuute.

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, yksi B-hallissa varastoitavista tuoteryhmistä on ovet. Ovien varastointi nykyhetkellä ei ole tehokasta. Ovet saapuvat yritykseen lavoilta, joiden mitat ovat noin 1000 x 2100 mm. Joillakin ovimalleilla lavojen mitat voivat olla hieman pienemmät. Suurimman menekin ovia eli laakaovia voi olla yhdellä lavalalla jopa 40 kappaletta. Yhden oven paksuus on noin 4 cm, joten koko lavan korkeudeksi tulee noin 175 cm, kun lasketaan mukaan myös lavan korkeus, 15 cm. Tällä hetkellä yrityksessä oviavat varastoidaan nelipyöräisille alustoille, kuvion 16 osoittamalla tavalla. Osa lavoista varastoidaan lattiatasolla ja osa ulokehyllyissä. Tuoteryhmän tuotteiden sijoittelu varastoon on puutteellista, sillä kaikki tuotteet eivät sijaitse esimerkiksi samalla käytävällä, vaikka se periaatteessa olisi mahdollista.



KUVIO 16. Ovilavojen varastointialusta.

Alustoilla varastoitavat lavat ovat sijoitettu varastoon hyllyttömälle alueelle. Ovilavat on sijoitettu pystytolppien väliin keskihyllystää vastapäätä. Liitteessä 2 olevassa B-hallin nykyisessä layoutissa on nähtävillä tolppien sekä keskihyllystön sijainnit. Tolpat ovat merkattu neliöin joiden sisällä on ruksi. Lisäksi ovilavoja varastoidaan layoutissa olevan keskihyllyn oikealla puolella seinustan vieressä. Lavoja varastoidaan pituussuunnassa kaksi kappaletta, kuten alla oleva kuvio 17 osoittaa. Kauemmalta lavalta tuotteita otettaessa on edessä oleva lava siirrettävä pois edestä. Tämä aiheuttaa sen, että toimenpide vie aikaa ja on fyysisesti raskasta, sillä ovilava voi painaa satoja kiloja. Edestä otettu lava tukkii käytävän, jolloin pääsy käytävän päähän on estetty. Lisäksi joidenkin tuotteiden nostaminen ovilavalta esimerkiksi trukkien pikeille vaatii kahden työntekijän työpanoksen. Tällainen varastointitapa vie huomattavan paljon tilaa verrattuna siihen, että lavat olisivat hyllyissä jolloin niitä olisi mahdollista varastoida useampia päällekkäin.



KUVIO 17. Ovien varastointi.

Tilanpuute Puukeskuksella ilmenee B-hallin lastauslaiturin edessä olevassa tilassa. Tila on tarkoitettu trukkien säilytykseen silloin kun niitä ei vaadita työtehtävissä. Lisäksi alueella on sidonta- sekä pakkauspaikka. Tällä hetkellä tilanpuutteen takia alueella varastoidaan 25 kg:n laastisäkit, kuten oheinen kuvio 18 osoittaa. Säkit ovat varastoitu FIN-lavoille, täydellä lavalla on 48 kappaletta säkkejä, jolloin lavan kokonaispainoksi tulee 1200 kg. Kuten kuvio 18 osoittaa, lavoja pinotaan myös päällekkäin.



KUVIO 18. Lastauslaiturin edusta.

Laastisäkkien sijaitessa jossain muualla, olisi trukkeja mahdollista säilyttää säkkien paikalla, jolloin sidonta- ja pakkauspaikalla toimiminen olisi huomattavasti esteettömämpää. Tällä hetkellä sidontapaikalle voi muodostua jonoa, sillä alueella pystyy työskentelemään ainoastaan yhdellä kuormatulla trukilla. Joissain tapauksissa trukki joudutaan jättämään useiden metrien päähän varsinaisesta sidontapaikasta ja tuomaan sidontavälineet kuorman luo. Tämä myös aiheuttaa alueen ruuhkautumista sekä ajolinjojen tukkeutumista.

## 7 TAVOITETILA

Ensisijaisena tavoitteena on varaston hallinnan parantaminen sekä varaston toiminnan tehostaminen. Mitä selkeämmin ja tehokkaammin varastointi on suunniteltu, sitä helpompaa ja vaivattomampaa on varaston hallinta. Tällä hetkellä yrityksessä on huomattavia puutteita juuri varaston sekä varastoinnin suunnittelun osalta.

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, ovet ja niiden varastointi olivat suurimman tarkastelun alaisuudessa. Juuri ovien varastoinnin puutteellinen suunnittelu toimi yrityksen suunnalta impulssina tämän opinnäytetyön tekemiselle. Tavoitteena oli suunnitella



tuoteryhmän varastointi tehokkaalla sekä tilaa säästävällä tavalla. Toinen tarkastelun alainen asia oli lastauslaiturin edusta, sidonta- ja pakkauspaikka. Alueelle oli tarkoitus saada lisää tilaa, jotta toiminta alueella olisi mahdollisimman tehokasta ja esteetöntä. Löytämällä haasteille sopivat ja toimivat ratkaisut, tulee työskentely varastossa helpotumaan ja selkeentymään, esimerkiksi keräilyn, hyllytyksen ja pakkaamisen osalta. Varaston hallinta esimerkiksi inventoinnin osalta tulisi olemaan vaivattomampaa. Tuotteiden tehokas ja selkeä varastointi antaa myös yrityksestä asiantuntevamman ja ammattimaisemman kuvan.

Tehokas ja tilaa säästävä varastointi on mahdollista toteuttaa kiinnittämällä huomiota valittaviin varastoteknologioihin. Tässä tapauksessa tilaa säästävällä varastoinnilla tarkoitetaan maksimaalista lattiapinta-alan hyväksikäyttöä. Käytännössä tietylle alueelle pyritään sijoittamaan mahdollisimman paljon varastohyllyjä. Jotta varastohyllyjen määrä voidaan maksimoida, tulee hyllyjen väliin jäävien käytävien leveydet mitoittaa valittavan trukkiteknologian ja käsiteltävien varastotuotteiden asettamien rajoitteiden mukaan mahdollisimman pieniksi. Tällä menettelyllä tulevat kohdeyrityksessä varastopaikkojen määrät kasvamaan. Tämä mahdollistaa edellisessä luvussa mainitun lastauslaiturin edustalla sijaitsevien tuotteiden tehokkaamman varastoinnin sekä sijoittamisen parempaan paikkaan. Mahdollisiin varastoteknologioihin sekä niiden esittelyyn keskitytään seuraavassa luvussa.

Tavoitteena oli saada toteutettua varastointi tuoteryhmittäin jotta varastointi olisi mahdollisimman selvää ja jotta kerättävien nimikkeiden sijainti olisi tiedossa eikä ylimääräistä aikaa kuluisi nimikkeen paikantamiseen. Lisäksi tarkoituksena on kiinnittää huomiota nimikkeiden menekkiin niin, että suurimman menekin omaavat tuotteet ovat helpoiten saatavilla. Näin lyhennetään keräilyyn ja tavaran toimittamiseen kuluva aikaa.

## **8 TEKNOLOGIAN VALINTA**

Teknologian valinnalle suuntaa antavana tekijänä toimi tavoite saada varastointi toteutettua mahdollisimman tilaa säästävästi. Teknologian valintaa rajoittivat myös melko pieni tila sekä ainoastaan 3,5m korkea maksimi varastointikorkeus. Lisäksi varastoitavien tuotteiden laatu vaikutti valintaan. Tällä tarkoitetaan tuotteiden mittoihin sekä

painoihin liittyviä tekijöitä. Ovilavat ovat kooltaan noin 1000 x 2100 mm kun puolestaan isoimmat varastoitavat levytavarat ovat kooltaan 1830 x 2750 mm. Painoltaan täysi levynippu painaa noin 1500 kg. Yksi varastoitavista tuoteryhmistä ovat laastisäkit, joita varastoidaan FIN-lavoilla. Yhden lavan paino on 1200 kg.

Koska tila on melko pieni ja matala, on kannattavinta käyttää hyväksi mahdollisimman paljon lattiapinta-alaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että hyllyjen väliin jäävät käytävät tulisi pitää mahdollisimman pieninä, jotta alueelle saataisiin mahdollisimman paljon hyllyjä. Tällä hetkellä Puukeskuksella on käytössä pitkän tavaran varastointiin tarkoitetut ulokehyllyt. Uudet hyllyt olisi myös kannattavinta toteuttaa samalla tavalla, sillä esimerkiksi levynippujen varastointi ei edes ole mahdollista kuormalavahyllytyksessä, koska levyt eivät ole lavalla. Ulokehyllyillä toteutettu varasto mahdollistaa myös tulevaisuudessa tarvittaessa pitkän puutavaran varastoinnin sisätiloissa.

## **8.1 Trukit**

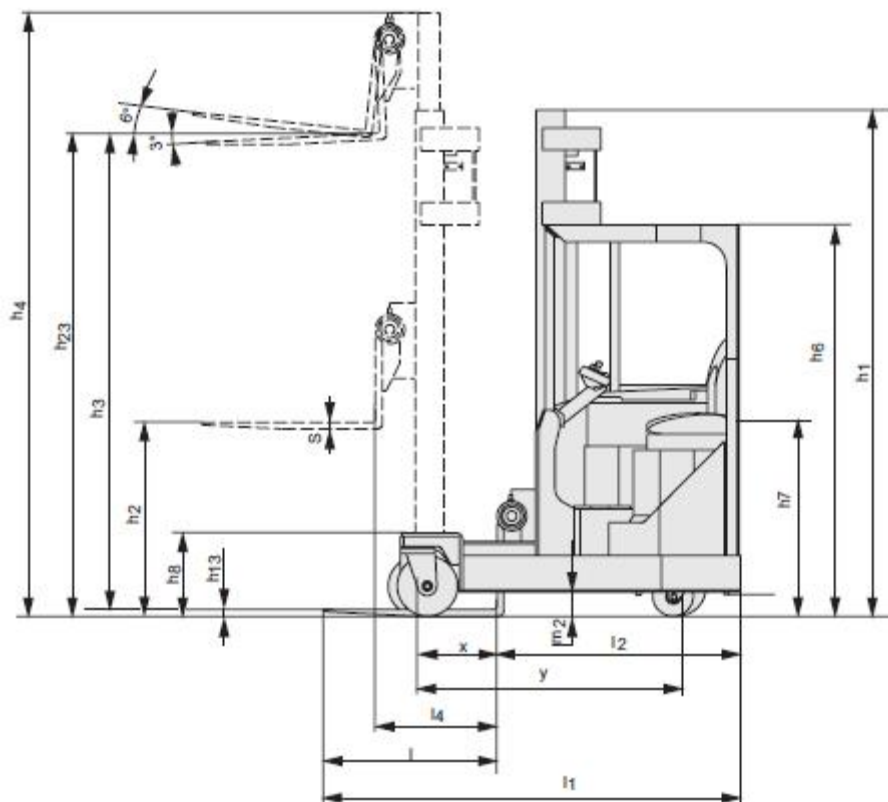
Ensimmäisenä tuli määrittää tuotteille sekä varastointiyksiköille sopiva käsittelylaite. Koska tarkoitus on toteuttaa varastointi mahdollisimman kapeilla käytäväväleillä, sulkeutuu pois vaihtoehdoista perinteiset vastapaino- ja työntömastotrukit. Vastapainotrukin, joita Puukeskuksen varastolla tällä hetkellä on käytössä, vaatima käytäväleveys on noin 3,5-4m. Kapeakäytävätrukkien nostokapasiteetit ovat noin 1000 - 1500 kg. Lisäksi trukit on suunniteltu perinteisten FIN- ja EUR-lavojen käsittelyyn. Näistä syistä myös kapeakäytävätrukki on suljettava pois vaihtoehdoista.

Paras vaihtoehto, jolla käytäväleveydet voidaan pitää mahdollisimman kapeina ja jolla varastoitavien tuotteiden sekä varastointi yksiköiden käsittely on mahdollista, ovat nelitietrukit. Nimensä mukaisesti nelitietrukilla voidaan liikkua kaikkiin neljään suuntaan. Tällöin kuormaa on mahdollista käsitellä sekä perinteiseen vastapainotrukiin tyyliin suoraan edestä, että kapeakäytävätrukiin tyyliin sivusta. Nelitietrukit voivat työkennellä noin 2,5m leveissä käytävissä, jolla saavutetaan huomattava etu vastapainotrukkien 3,5-4m vaatimaan käytäväleveyteen verrattuna.

Toyota Material Handling Finland –yritykseltä toimitettiin tekniset tiedot kahdesta eri nelitietrukkimallista. Mallit ovat BT FRE270 ja Jumbo JLM30.

### BT FRE270

Mallin nostokapasiteetiksi teknisissä tiedoissa ilmoitetaan 2700kg, joten huonionaisten tuotteiden käsittely on mahdollista, sillä käsiteltävien yksiköiden maksimipainot on noin 1500 kg. (Ahtikari 2011a.) Alla olevassa kuviossa 19 on esitetty BT FRE270 -nelitietrukkimalli.



KUVIO 19. BT FRE270 –nelitietrukki. (Ahtikari 2011a.)

Oheisessa taulukossa (TAULUKKO 1) on selitetty kuvioon 19 liittyvät tärkeimmät mitoitukset.

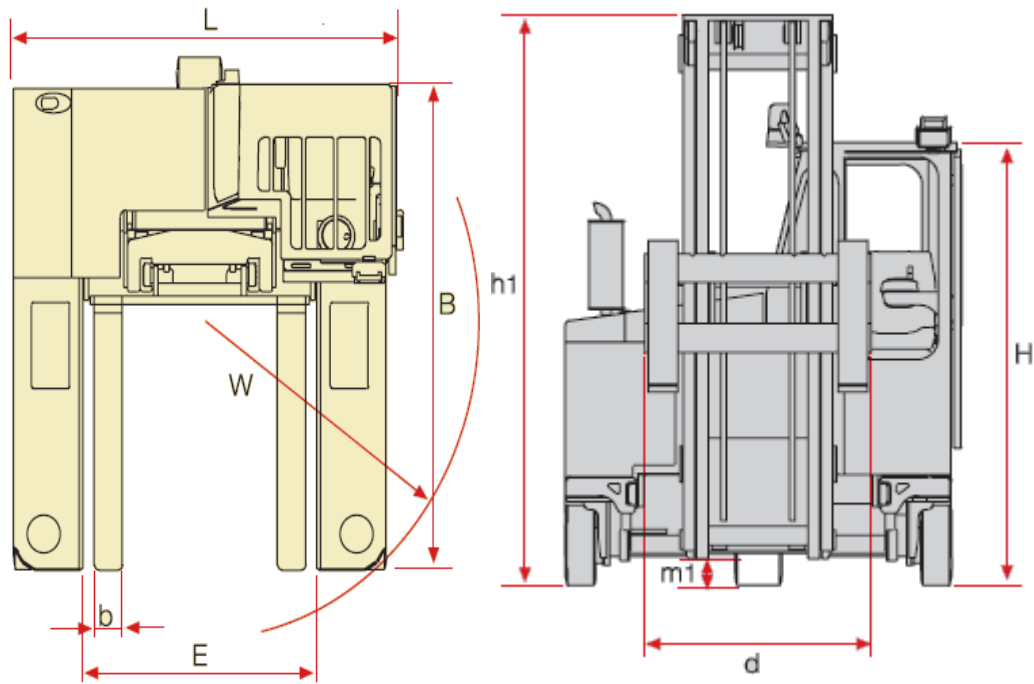
TAULUKKO 1. BT FRE270 –nelitietrukin mitoitus.

| Merkki | Selitys         | Mitta(mm) |
|--------|-----------------|-----------|
| $l_1$  | Kokonaispituus  | 2160      |
| $l$    | Piikkien pituus | 1150      |
| $h_6$  | Hytin korkeus   | 2260      |
| $h_1$  | Maston korkeus  | 2950      |

Trukin kokonaispituus, piikkien pituuden ollessa 1150 mm, on 2160 mm. Trukin kokonaisleveys puolestaan on 1710 mm. Trukin molempiin päihin lisättäessä 10 cm varmuuslisä, pystytään trukilla sivuttain työskentelemään 2360 mm leveässä käytävässä, kun käsiteltävän tuotteen tai varastointiyksikön leveys ei ylitä piikkien 1150 mm pituutta. (Ahtikari 2011a.) BT FRE270 –trukki on sähkökäyttöinen. Trukin mukana toimitetaan ulkoinen varaaja, mikä on sijoitettavissa lataustilaan. Lataustilan tulee olla suunniteltu käyttötarkoitukseltaan trukkien lataustilaksi. Tilassa olevien trukkien latauspisteiden määrä on kiinni paikallisista palo- ja rakennusviranomaisista. Lataustilaan tulee tehdä laskelma tulevasta ilmanvaihdosta, johon vaikuttavat trukkien akkujen ja varaajien tyypit. Sähkötrukissa akun vaihto tulee mahdollisesti eteen 5-8 vuoden käytön jälkeen. Akun kestoikään vaikuttavat käyttötunnit ja akun huolto. Esimerkiksi akun vesityksen unohtaminen sekä täyden akun lataaminen lyhentävät käyttöikä. Akku olisi syytä ajaa lähes tyhjäksi ja vasta tämän jälkeen ladata täyteen. Akun vesittäminen on suositeltavaa tehdä jokaisen latauksen jälkeen, ainoastaan varattuun akkuun. Toyotan tietojen mukaan trukin hinta on noin 45–55 000 €. Hintaan luonnollisesti vaikuttavat trukin varustelut, kuten maston korkeus ja ajovalot. Hinta-arvioon sisältyy myös ulkoinen varaaja. (Ahtikari 2011b.)

### **Jumbo JLM30**

Jumbo JLM30 –nelitietrukin nostokapasiteetiksi on ilmoitettu 3000kg, joten myös tällä mallilla tarvittavien tuotteiden käsittely onnistuu vaivattomasti (Ahtikari 2011a). Alla olevassa kuviossa 20 on esitetty malli ylhäältäpäin sekä suoraan edestä.



KUVIO 20. Jumbo JLM30 –nelitietrukki. (Ahtikari 2011a.)

Seuraavassa taulukossa (TAULUKKO 2) on esitetty kuvioon 20 liittyvät tärkeimmät mitoitukset.

TAULUKKO 2. Jumbo JLM30 –nelitietrukin mitoitukset.

| Merkki | Selitys        | Mitta(mm) |
|--------|----------------|-----------|
| B      | Kokonaispituus | 2250      |
| L      | Kokonaisleveys | 1990      |
| H      | Hytin korkeus  | 2285      |
| $h_1$  | Maston korkeus | 2950      |

Trukki on varustettu 1200 mm pitkillä piikeillä. Kuten kuviosta 20 ilmenee, piikkien pituus ei ylitä trukin kokonaispituutta B. Näin ollen lisäämällä trukin molempiin päihin 10cm varmuuslisä, voidaan trukilla työskennellä sivuttain 2450mm leveissä käytävissä. Trukin käyttövoimana toimii nestekaasu tai diesel. (Ahtikari 2011a.) Nestekaasukäyttöinen trukki sopii Puukeskukselle parhaiten, sillä muutkin trukit ovat kaasukäyttöisiä.

Jumbo JLM30 –mallissa on tiedossa trukin kääntösäde. Kääntösäteen ollessa tiedossa voidaan laskea kuinka suuri käytäväleveyden tulisi olla, jos trukilla työskennellään pituussuunnassa ja konetta täytyy käytävässä kääntää. Käytävänleveys voidaan määrittää seuraavalla kaavalla:

$$Ast = W + R + a$$

W = kääntösäde

R = matka kääntöpisteestä trukin kulmaan

a = varmuuslisä, tavallisesti 20cm

Tässä tapauksessa laskelma suoritetaan kuormattomalle trukille, sillä ovilavan pituus on lähes sama kuin trukin kokonaisleveys, noin 2m. Matka kääntöpisteestä trukin kulmaan lasketaan Pythagoraan lauseella  $a^2 + b^2 = c^2$ .

a = L/2 (kokonaisleveys/2)

b = B/2 (kokoniaspituus/2)

c = R

$$c = \sqrt{995mm^2 + 1125mm^2}$$

$$c \approx 1500mm$$

$$Ast = 1480mm + 1500mm + 200mm = 3180mm$$

Verrattaessa yllä olevaa laskelmaa aikaisemmin mainittuun käytäväleveyteen trukilla sivuttain työskennellessä, on eroa noin 700 mm. Laskelmalla voidaan esittää, kuinka paljon käytäväleveyttä voidaan pienentää työskentelemällä sivuttain, kapeakäytävätrukin tapaan.

Jumbon hinnaksi Toyota ilmoittaa 60–70 000 €. Investoinniltaan Jumbo JLM30 on kalliimpi kuin BT FRE270, mutta se ei vaadi investointeja lastauspisteen osalta. Lisäksi Jumbo JLM30 –malli soveltuu BT FRE270 –mallia paremmin myös muihinkin työtehtäviin kuin ainoastaan kapeakäytävässä toimimiseen. Jumbolla on suurempi nostokapasiteetti ja se on varustettu ilmarenkailla, kun BT FRE270 on varustettu kiinteillä renkailla. Ilmarenkaat soveltuvat monenlaisille alustoille, kun kiinteät renkaat

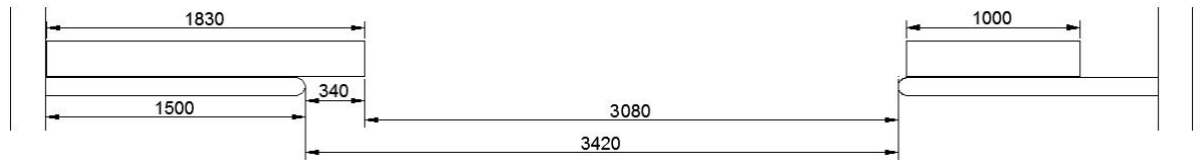
ovat tarkoitettu sisätiloissa ja tasaisella alustalla käytettäväksi. Polttomoottoritrukit ovat sähkötrukkeja huomattavasti vääntävämpiä, joten niissä on myös enemmän tehoa. (Ahtikari 2011a.) Näistä syistä Jumboa voidaan paremmin käyttää hyödyksi myös muissa työtehtävissä.

## 8.2 Hyllyt

Puukeskuksella on käytössä ulokehyllyjä ja – hyllystöjä. Kuten luvussa 1.7. kerrottiin, ovat ulokehyllyt suunniteltu pitkäntavaran varastointiin. Tästä syystä myös uusien hyllyjen tulisi olla ulokehyllyjä, jotta tulevaisuudessa myös pitkän puutavaran varastointi sisätiloissa olisi mahdollista. Toinen asia joka puoltaa ulokehyllyjä, on levytavaran varastointi. Levyjä ei varastoida lavoilla, joten ulokehyllyt on ainoa mahdollisuus saada tuotteet varastoitua hyllyille. Yrityksessä on käytössä kahden mittaisia ulokkeita. Isot levyt varastoidaan pidemmällä noin 150 cm pitkällä ulokkeilla ja osa ovista sekä pienemmät levyt noin 120 cm pitkällä ulokkeilla. Tarkoitus on saada nykyiset jo käytössä olevat hyllystöt mahdollisimman hyvin hyväksikäytettyä kustannusten minimoimiseksi.

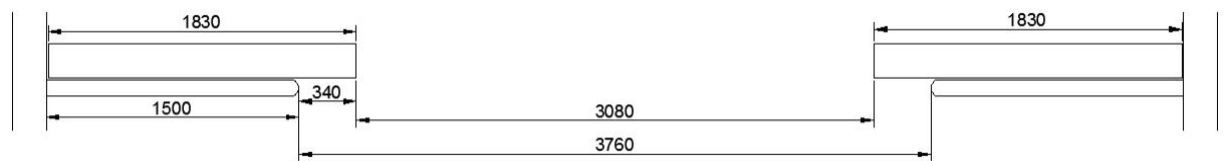
Hyllyjen väliin jäävien käytävien mitoituksessa huomiota tulee kiinnittää varastoitaviin tuotteisiin. Esimerkiksi Jumbo JML30 –nelitietrukilla pystytään työskentelemään 2450mm leveässä käytävässä. Trukin piikit ovat 1200 mm pitkät, lastattuna 1830 mm leveillä levyillä, ylittyvät levyt 630 mm piikkien yli. Näin ollen lastattuna isoilla levyillä saadaan trukin kokonaisleveydeksi 3080 mm. Varastoitaessa 1830 mm leveitä levyjä, ylittävät levyt ulokkeen pituuden, joka on noin 1500 mm. Alla olevassa kuviossa 21 on esitetty tilanne, jossa käytävän toisella puolella varastoidaan isoja levyjä ja toisella puolella 1000 mm leveä ovilava. Käytäväleveys tulee määrittää varastoitavasta tuotteesta toiseen, ottaen huomioon kuormatun trukin vaatiman työskentelytilan. Esimerkin käytävänleveydeksi tulee

$$340mm + 3080mm = 3420mm.$$



KUVIO 21. Käytäväleveyden mitoitus, levyjä ja ovia vastakkain.

Seuraavassa kuviossa 22 on esitetty tilanne, jossa vastakkain on varastoitu isoja, 1830 mm leveitä levyjä. Tällöin käytäväleveydeksi tulee asettaa 3760 mm.



KUVIO 22. Käytäväleveyden mitoitus, levyjä käytävän kummallakin puolella.

Tilanteessa, jossa käytävän kummallakin puolella varastoidaan ovia, tai mitä tahansa tuotteita, jotka eivät ylitä ulokkeiden ja trukin piikkien mitta, voidaan käytäväleveydeksi määrittää 2450mm. Kaikissa edellä mainituissa mitoituksissa on otettu huomioon trukin molemmille puolille lisätty 100 mm varmuuslisä.

Hyllyjen kantavuudet tulee määrittää varastoitavien tuotteiden mukaan. Hyllystöjen, joille isot levyniput varastoidaan, kantavuus tulee määrittää raskaimman levynipun mukaan, joka on noin 1500 kg. Kuormalavahyllyille tulee puolestaan kantavuudet määrittää FIN-lavoilla varastoitavien laastisäkkien painon mukaan. Yksi säkki painaa 25 kg, ja yhdellä lavalla säkkejä on 48 kpl. Näin ollen kokonaispainoksi saadaan 1200 kg. Jos hyllystöön varastoidaan pystytolppien väliin esimerkiksi kolme lavaa, tulee hyllystön kantavuudeksi määrittää 3600 kg.

Ulokehyllystöt on varustettava korkeussuunnassa tarpeen mukaan joko neljällä, kolmella tai kahdella ulokkeella. Ovimalilla jolla on suurin menekki, voi lavan korkeus olla noin 175 cm. Tällöin varastointikorkeuden ollessa ainoastaan noin 3,5 m, on varastoitava vain kahdessa tasossa. Ulokehyllystön ulokkeet ovat pystysuunnassa siirret-



täviä, joten hyllystöstä on mahdollista muokata parhaiten yrityksen tarpeita palveleva kokonaisuus.

## 9 TUOTTEIDEN SIIJOITTELU

Tuotteiden sijoittelua suunniteltaessa tulee huomiota kiinnittää tuotteiden helppoon saatavuuteen sekä mahdollisimman lyhyisiin keräilyaikoihin. Lisäksi sijoittelu on toteutettava tavalla, joka tehostaa ja selkeyttää mahdollisimman paljon nykyistä toimintamallia. Tuotteiden sijoittelussa varastoon apuna käytetään XYZ-analyysiin perustuvaa mallia. Ratkaisevaa tuotteiden sijoittelussa on ottokerrat eli käyntikerrat. Alla olevassa taulukossa 3 on esitetty kymmenen tuotetta joilla on suurimmat ottokerrat.

TAULUKKO 3. Tuoteluettelo.

| KOODI  | NIMI                    | KOKO                            | OTOT (lkm/vuosi) |
|--------|-------------------------|---------------------------------|------------------|
| 050936 | Koskimel list. 15mm     | 570x2750mm 1,568m <sup>2</sup>  | 453              |
| 050862 | Koskimel valkoinen 15mm | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 317              |
| 051205 | Kovalevy maalattu 3,0mm | 1220x2745mm 3,349m <sup>2</sup> | 301              |
| 050934 | Koskimel list. 15mm     | 285x2750mm 0,784m <sup>2</sup>  | 247              |
| 050935 | Koskimel list. 15mm     | 400x2750mm 1,100m <sup>2</sup>  | 146              |
| 054231 | Hel. karmi 92/29 valk   | 9x21                            | 135              |
| 050857 | Koskimel valkoinen 12mm | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 124              |
| 054028 | Laakaovi huulettu valk  | 9x21                            | 109              |
| 050872 | Koskimel valkoinen 18mm | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 97               |
| 057457 | MDF kronospan 16mm      | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 93               |

Puukeskuksella jokainen tuote on määritelty kuusinumeroisella koodilla, jolla tiedetään mistä tuotteesta on kyse. Jokainen tuote on myös nimetty. Nimestä saadaan selville tuotteesta tarvittavia tietoja sekä joitakin tuotteen ominaisuuksia. Tuotteista ilmoitetaan myös koot. Esimerkiksi taulukossa 3 ensimmäisenä oleva tuote on 15 mm vahva valkoinen melamiinilevy, jonka mitat ovat 570 x 2750 mm. Levyn kokonaispinta-ala 1,568 m<sup>2</sup>. Ovien ja karmien osalta koot ilmoitetaan esimerkiksi 9 x 21. Tämä tarkoittaa oviaukon leveyttä ja korkeutta, 900 mm leveä ja 2100 mm korkea oviaukko. Taulukossa 3 viimeisessä sarakkeessa ovat ottokerrat. Kerrat ilmoitetaan lukumäärinä vuodessa. Liitteissä 3 ja 4 on esitetty B-hallissa varastoitavat tuotteet. Tuoteluettelo on jaettu kahteen osaan siten, että liitteessä 2 ovat ovet sekä karmit ja liitteessä 3 ovat

levytavarat. Edellä mainittu jako on tehty tuoteryhmäjako varten. Tuoteluettelossa olevien tuotteiden ottokerrat ovat yli 20 kappaletta vuodessa. Ottokerraksi on valittu yli 20 kertaa siitä syystä, että kun tuotetta otetaan varastosta 20 kertaa, tarkoittaa se tuotteen ottamista varastoista noin 1,5 kertaa kuukaudessa. Tilanteessa jossa tuotetta käsitellään näin harvoin, ei tuotteen sijoittumisella varastossa ole juuri merkitystä esimerkiksi keräilyn nopeuttamisen kannalta.

Ottokertoista ei ilmene tuotteiden todellista menekkiä. Yhdellä ottokerralla jotakin tuotetta voidaan ottaa useampi kappale, mutta toiminto kirjataan yhtenä ottona. Joidenkin tuotteiden osalta käyntikerrat eivät kerro todellista määrää tuotteen hyllypaikalla käyntien osalta. Liitteessä 4 on esimerkiksi mainittu tuote 071273 Lastulevy lattia-Wilhelmi 22 mm, jonka koko on 600 x 2400 ja kokonaispinta-ala 1,440 m<sup>2</sup>. Tuotteella on 48 ottokertaa vuodessa. Tuotetta kuitenkin myydään usein täysinä nippuina. Yhdessä nipussa, levyjen koosta ja ominaisuuksista riippuen, on noin 25–40 kappaletta. Kun toimitetaan täysi nippu, otetaan se A-hallista olevalta reservivarasto alueelta, jolla varastoidaan täydet levyniput. Tällaisessa tilanteessa tuotteen varsinaiselle hyllypaikalle ei tule ottokertaa. Tämä menettelytapa toistuu usean tuotteen kohdalla, joten tältä osin ottokertojen lukumäärään perustuva lajittelu on hieman harhaanjohtava.

Ottokertojen perusteella voidaan tuotteet lajitella XYZ-analyysiin perustuen esimerkiksi neljään ryhmään. Luokittelu voidaan toteuttaa seuraavasti:

- X-luokka = tuotteella 50 % kaikista tapahtumista
- Y-luokka = 30 % tapahtumista
- Z-luokka = 18 % tapahtumista
- zz-luokka = 2 % tapahtumista. (Sakki 2009, 96.)

Kun otetaan huomioon tuotteet joiden ottokerrat on yli 20 kertaa vuodessa, saadaan kokonaisottokerraksi ovien ja karmien osalta 1194 kertaa vuodessa. Näin ollen käyttämällä edellä mainittuja luokkajakojen arvoja, saadaan luokkien koot seuraavanlaisiksi:

- X-luokka = 597 ottokertaa
- Y-luokka = 358 ottokertaa
- Z-luokka = 215 ottokertaa
- zz-luokka = 24 ottokertaa

X-luokan muodostavat tuotteet joilla on eniten ottokertoja, ja joiden yhteenlaskettu ottokertojen määrä on noin 50 %:a kaikkien tuotteiden yhteenlasketuista ottokertoista. Y-luokka puolestaan koostuu tuotteista joilla on seuraavaksi eniten ottokertoja ja jotka muodostavat noin 30 %:a ottokertoista. Z- ja zz-luokka muodostuvat samalla periaatteella. Liitteessä 5 on ovien ja karmien XYZ-luokittelu. X-luokassa ottokertoja on yhteensä 590 kappaletta joka kattaa noin 49 %:a kokonaisottokertojen määrästä. Alla olevassa taulukossa 4 on esitetty luokkien ottokerrat sekä prosenttiosuudet ottokertojen määrästä.

TAULUKKO 4. Ovien ja karmien X-, Y- ja Z-luokkien muodostuminen.

| LUOKKA | OTOT | %-OSUUS |
|--------|------|---------|
| X      | 590  | 49      |
| Y      | 346  | 29      |
| Z      | 216  | 18      |
| zz     | 42   | 4       |

Tämän jälkeen tuotteet lajitellaan tuoteryhmittäin. Ideana on, että esimerkiksi karmit, laakaovet sekä peiliovet toimivat omina tuoteryhminä. Liitteessä 6 olevassa ovien ja karmien tuoteryhmittelyssä on tehty jako kuuteen eri tuoteryhmään. Alla olevassa taulukossa 5 selviää mitkä nämä tuoteryhmät ovat. Taulukossa 5 on esitetty jokaisen tuoteryhmän yhteenlasketut ottokerrat, ja laskettu ottokertoille keskiarvot tuoteryhmän nimikkeiden lukumäärän avulla. Näin ollen keskiarvoltaan eniten ottokertoja tulee laakaovet-tuoteryhmälle.

TAULUKKO 5. Ovien ja karmien tuoteryhmien ottokertojen keskiarvot.

| TUOTERYHMÄ | OTTOKERRAT YHT. | NIMIKKEIDEN LKM. | OTTOKERTOJEN KA. |
|------------|-----------------|------------------|------------------|
| Karmit     | 542             | 10               | 54               |
| Laakaovet  | 190             | 3                | 63               |
| Peiliovet  | 250             | 5                | 50               |
| Palo-ovet  | 93              | 3                | 31               |
| Saunaovet  | 77              | 3                | 26               |
| Ulko-ovet  | 42              | 2                | 21               |

Lopullinen tuotteiden sijoittelu suoritetaan tuoteryhmittäin siten, että ryhmä jolla ottokertojen keskiarvo on suurin, sijoitetaan helpoiten ja nopeimmin saavutettavaan paik-

kaan. Tuoteryhmien sisäiset sijoittelut voidaan tehdä liitteen 6 mukaisella XYZ-luokittelulla siten, että kunkin tuoteryhmän X-nimikkeet ovat helpoiten saatavilla.

Samalla periaatteella voidaan tehdä luokittelu myös levytuotteille. Liitteessä 7 on tehty sijoittelu tuoteryhmiin sekä XYZ-luokkiin. Seuraavassa taulukossa 6 on esitetty jokaisen tuoteryhmän yhteenlasketut ottokerrat, sekä laskettu ottokerroille keskiarvot tuoteryhmän nimikkeiden lukumäärän avulla.

TAULUKKO 6. Levytuotteiden tuoteryhmien ottokertojen keskiarvot.

| TUOTERYHMÄ  | OTTOKERRAT YHT. | NIMIKKEIDEN LKM. | OTTOKERTOJEN KA. |
|-------------|-----------------|------------------|------------------|
| Mel. Soivot | 925             | 4                | 231              |
| Mel. Isot   | 908             | 12               | 76               |
| MDF         | 231             | 4                | 58               |
| Eurotasot   | 145             | 3                | 48               |
| Lastulevyt  | 279             | 7                | 40               |
| Kovalevyt   | 301             | 1                | 301              |

Lopullisessa levytuotteiden varastoon sijoittamisessa tulee ottaa myös huomioon sirkkelin sijainti. Puukeskus tarjoaa asiakkailleen mahdollisuuden sahuuttaa levyjä asiakkaan haluamiin mittoihin. Tätä varten yrityksellä on käytössä sirkkeli. Sirkkeli sijaitsee B-hallissa. Liitteessä 2 olevassa layoutissa sirkkeliä ei ole erikseen merkattu, mutta se sijaitsee layoutin oikeassa yläkulmassa. Suuri osa melamiinilevyistä sahataan, joten sijoittelussa tulee ottaa huomioon myös lyhyet siirtymämatkat sirkkelille. Yksittäisten pienten levyjen siirrot sirkkelille suoritetaan käsin, joten myös tästäkin syystä matkan tulee olla mahdollisimman lyhyt.

## 10 LAYOUTSUUNNITELMA

Tässä luvussa esitellään kaksi vaihtoehtoista layoutsuunnitelmaa B-hallin uudeksi toteutustavaksi. Tavoitteena on mahdollisimman tehokas tilan hyväksikäyttö, joka käytännössä tarkoittaa käytäväleveyksien mitoittamista minimiin, varastoitavien tuotteiden sekä tilan asettamien rajoitusten mukaan. Eri vaihtoehtoissa hyllyjen suuntaa on muutettu ja näiden vaihtoehtojen välillä vertaillaan varastopaikkojen määriä sekä

materiaalivirtojen käyttäytymistä. Molemmassa layoutsuunnitelmissa on uusien varastohyllyjen lisäksi säilytetty vanhat varastohyllyt, mutta niiden sijoittumista on osittain muutettu. Käyttämällä jo olemassa olevia hyllystöjä mahdollisimman paljon, voidaan säästää hyllyihin kohdistuvissa investoinneissa.

### **Layoutsuunnitelma 1**

Ensimmäisessä vaihtoehdossa hyllyt sijaitsevat varastossa samansuuntaisesti kuin nykyisessä layoutissa. Liitteessä 8 on layoutsuunnitelma, jossa on näkyvillä hyllyjen sijainti. Suunnitelmassa on 7 kappaletta 1-puoleisia kolmella ulokkeella varustettuja elementtejä sekä 3 kappaletta 2-puoleisia kolmella ulokkeella varustettuja elementtejä. Yhteensä kolmella ulokkeella varustettuja varastopaikkoja on 13 kappaletta, mikä vastaa nykyistä määrää. Määräksi uuteen suunnitelmaan on valittu 13 siitä syystä, että se riittää kattamaan B-hallissa varastoitavien levytuotteiden varastointiin vaadittavat hyllypaikat. Lisäksi uudessa layoutsuunnitelmassa on 13 kappaletta 2-puoleisia kahdella ulokkeella varustettuja elementtejä. Tarkoituksena on, että levytavarat varastoidaan kolmella ulokkeella varustettuihin hyllyihin ja kevyemmät sekä mitoiltaan pienemmät ovet sijoitetaan kahden ulokkeen hyllyihin.

Yksi yksipuoleinen elementti vastaa ovien osalta aina kolmea varastopaikkaa, sillä hyllystöön voidaan varastoida korkeuden mukaan kolme tuotetta. Kaksipuoleiset elementit puolestaan vastaavat kuutta varastopaikkaa. Levytuotteita voidaan varastoida korkeussuunnassa neljä eri nimikettä kuvion 23 osoittamalla tavalla.



KUVIO 23. Levytavaran varastointi B-hallissa.

Liitteestä 2 voidaan laskea nykyisen varaston layoutista varastopaikkojen määrät. Layoutissa on yhteensä 13 kappaletta kolmella ja 4 kappaletta kahdella ulokkeella olevia varastopaikkoja. Kolmella ulokkeella varustetut elementit käsittävät neljä ja kahdella ulokkeella varustetut kolme varastopaikkaa. Näin ollen saadaan varastopaikkojen kokonaismääräksi

$$13 * 4 + 4 * 3 = 64$$

kappaletta. Vaihtoehtoisessa layout-suunnitelmassa puolestaan varastopaikkoja on

$$13 * 4 + 26 * 3 = 130$$

kappaletta. Näin ollen hyllypaikkojen määrä kasvaa noin 51 %.

Edellä mainittu prosenttilasku on osittain harhaanjohtava, sillä kolmen ja kahden ulokkeen hyllystöjen määrä ei kasva samassa suhteessa. Lisäksi osassa hyllyistä voidaan varastoida ainoastaan kahta tuotetta lavojen korkeuden takia. Tämän takia toiseksi mittariksi on valittu hyllymetrien määrä. Nykyisessä layoutissa hyllymetrejä on noin 46 metriä, vaihtoehtoisessa suunnitelmassa puolestaan noin 100 metriä. Hyllymetrien määrä kasvaa noin 53 %. Molemmilla laskutavoilla saavutetaan yli 50 %:n kasvu.

Liitteessä 8 olevassa layoutsuunnitelmassa vihreät nuolet kuvastavat ovien materiaali-  
virtoja ja punaiset nuolet levytuotteiden materiaalivirtoja. Layoutissa levytavaran va-

rastointia varten olevat kolmen ulokkeen hyllystöt sijaitsevat layoutin oikeassa reunassa. Sijoittelu on lähes sama kuin nykyisessä layoutissa. Tähän ratkaisuun on päädytty siitä syystä, että levyt saadaan mahdollisimman lähelle sirkkeliä, jotta siirtymät sirkkelille olisivat mahdollisimman lyhyet. Levytavaroiden purku tapahtuu A-halliin täysien levynippujen reservipaikalle. Kun tietty tuote loppuu hyllystä, noudetaan uusi nippu reservipaikalta. Ovien purku puolestaan tapahtuu suoraan lastauslaituriin, josta ne siirretään niille varatuille hyllypaikoille.

Oikeanreunimmainen käytäväleveys on mitoitettu 3480 mm leveäksi. Tämä tarkoittaa sitä että käytävän toisella puolella voidaan varastoida 1830 mm leveitä levyjä, ja toisella puolella alle 1200 mm leveitä tuotteita, kuten luvussa 8.2. esitetty kuvio 22 osoittaa. Keskimäinen käytäväleveys on 2460 mm, joka on sama kuin vasemman reunimmaisien ja rakennetolppien väliin jäävän käytävän leveys. Tällä käytäväleveydellä voidaan varastoida tuotteita jotka eivät ylitä trukin piikkien ja ulokkeiden pituutta, 1200 mm.

Layoutsuunnitelmassa levytuotteet sijoitellaan niin, että suurimman ottokertojen keskiarvon omaava tuoteryhmä sijoitetaan mahdollisimman lähelle sirkkeliä ja muut tuoteryhmät ottokertojen keskiarvon perusteella jatkoksi. Levytuotteiden sijoittelu tulee kuitenkin toteuttaa niin, että yli 1200 mm leveät levyt sijoitetaan kaikki 1-puoleisiin kolme ulokkeisiin hyllyihin jotka sijaitsevat layoutissa oikealla seinustalla. Varastointi on toteutettava tällä tavalla siitä syystä, että käytävänleveys on 3480 mm, joka ei mahdollista 1830 mm levyjen varastointia käytävän molemmilla puolilla. Käytäväleveysien jako on asetettava edellisessä kappaleessa mainitulla tavalla, sillä rakennuksen mitoitukset eivät mahdollista muuta vaihtoehtoa. Nimikkeet joita on mahdollista käsitellä ilman konetta, tuoteryhmä mel. soirot, tulee sijoittaa kahdelle alimmalle tasolle, josta niitä on mahdollista nostaa käsin.

## **Layoutsuunnitelma 2**

Vaihtoehdossa 2 hyllyt ovat käännetty päinvastoin kuin vaihtoehdossa 1, liitteen 9 mukaisesti. Myös layoutsuunnitelma 2 on varustettu 13 kolmen ulokkeen hyllypaikalla sekä lisäksi 22 kahden ulokkeen hyllypaikalla. Hyllypaikkojen kokonaismääräksi saadaan

$$13 * 4 + 22 * 3 = 118$$

kappaletta. Prosentuaalisesti tämä tarkoittaa noin 45 %:n kasvua hyllypaikkojen määrässä. Hyllymetrien määrä layoutissa on noin 89 metriä. Prosentuaalisesti tämä tarkoittaa noin 48 %:n kasvua hyllymetrien määrässä.

Layoutsuunnitelmassa 2 on myös piirretty vihreät nuolet osoittamaan ovien materiaa-  
livoja ja punaiset nuolet levytuotteiden materiaalivoja liitteen 9 mukaisesti. Tuot-  
teiden purku sekä hyllytys tapahtuvat samalla tavalla kuin edellisessä vaihtoehdossa.  
Tuotteiden sijoittelu varastoon tapahtuu siten, että levytuotteet sijoitetaan mahdolli-  
simman lähelle sirkkeliä, samalla periaatteella kuin edellisessä layoutsuunnitelmassa.  
Tuoteryhmät lajitellaan menekin mukaan siten, että tuoteryhmä jolla on suurin me-  
nekki, sijoitetaan lähimmäs sirkkeliä. Tuoteryhmän sisäiset sijoittelut tehdään liitteen  
4 XYZ-analyysiin perustuen.

Lähimpänä sirkkeliä olevan käytävän leveydeksi on mitoitettu 3760 mm, joka tarpeen  
mukaan mahdollistaa isojen levyjen vastakkain varastoinnin. Muut käytävät ovat le-  
veydeltään 2650 mm.

Molemmissa layoutsuunnitelmissa on ulokehyllyjen lisäksi neljä uutta kuormalavahyl-  
lystää. Hyllytöt sijaitsevat hallin vasemman seinän ja rakennetolppien välissä. Hyllyt  
ovat 3,5 metriä pitkiä, jolloin yhteen hyllyyn voidaan varastoida kolme FIN-lavaa  
rinnakkain. Korkeussuunnassa lavoja voidaan pitää neljä kappaletta. Kuormalavahyl-  
lystö on tarkoitettu laastisäkkilavoille. Lavat tulisi sijoittaa lattiatasolle sekä ensim-  
mäiselle hyllytasolle, jotta säkkejä voidaan käsitellä ilman konetta. Sijoittamalla lavat  
nykyiseltä varastointipaikalta hyllyihin, vapautuisi tilaa trukkien säilyttämiseen. Tämä  
antaisi enemmän tilaa keruiden pakkaamiseen ja sitomiseen. Kuormalavahyllyjen  
ylempiä tasoja voidaan käyttää esimerkiksi niin sanottujen merkkituotteiden varastoi-  
miseen. Merkkituotteilla tarkoitetaan tuotteita, joita ei Puukeskuksen varastolla ole.  
Asiakas voi tilata esimerkiksi erikoisoven joka pitää erikseen tehtaalta toimittaa. Nä-  
mä tuotteet toimitetaan normaalin tehdaskuorman yhteydessä yksittäisinä kappaleina.  
Tällä hetkellä yrityksellä ei ole olemassa erillistä varastointipaikkaa merkkituotteille,  
joka usein aiheuttaa tilanteen, jossa tuotetta joudutaan etsimään asiakkaan sitä tullessa  
noutamaan. Etsimiseen kuluu ylimääräistä aikaa joka voi sitoa varastotyöntekijän pit-  
käksikin aikaa.



Molemmissa layoutsuunnitelmissa voidaan vaihtoehtoisesti vanhat kuormalavahyllyt, jotka sijaitsevat myymälään johtavien ovien vieressä, korvata uusilla kantavammilla hyllyillä. Kuormalavahyllyihin olisi mahdollista varastoida säkkilavat, sillä nykyisten hyllyjen kantavuus ei riitä lavojen säilyttämiseen. Näin ollen molempiin layoutsuunnitelmiin voidaan lisätä kuormalavahyllyiltä vapautuvalle tilalle lisää ulokehyllyjä. Jokainen tolppien väli voidaan varustaa kahdella kahden ulokkeen elementillä, tällöin hyllystöjen määrä kahdeksalla yksipuoleisella elementillä. Varastopaikkojen määrät kasvavat 24 kappaleella.

## 11 INVESTOINTILASKELMAT

Suurimmat investoinnit työssä aiheutuvat uudesta trukista. Mallista riippuen hinta tulee olemaan 45–55 000 € tai 60–70 000 €. Hinnat ovat uusien trukkien hintoja, joten käytetyn koneen voi saada huomattavasti halvemmalla. Varastohyllyjen osalta laskelmissa käytetään yhden 2-puoleisen kahdella ulokkeella varustetun elementin hintana 500 €. Hinta-arvio perustuu Puukeskukselle aikaisemmin tehtyihin hyllyhankintoihin.

### Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuajalla tarkoitetaan aikaa, joka yritykseltä kuluu investoinnin kattamiseen. Käytännössä takaisinmaksuaika tarkoittaa sitä kuinka kauan kestää, ennen kuin investoinnista saadut nettotuotot ylittävät investoinnin hankintamenot. Koroton takaisinmaksuaika voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{\text{Hankintahinta}}{\text{Vuotuinen nettotuotto}}$$

Tässä opinnäytetyössä ehdotetuilla uudistuksilla ei saavuteta varsinaisia nettotuottoja. Tästä syystä tuotot pyritään saavuttamaan ajallisesti ja sitä kautta varsinaisena tuottona. Esimerkiksi hyllytys ja keräily helpottuisivat ja nopeutuisivat, sillä enää ei olisi tarpeellista siirrellä ovilavoja pois edestä, ennen kuin on mahdollista päästä halutun tuotteen luo. Esimerkkitalanteessa, jossa asiakas saapuu noutamaan tietyn oven, voi prosessi työllistää kaksi varastohenkilöä. Kun asiakas saapuu noutamaan ovea, joka on liian raskas yhdelle henkilölle käsiteltäväksi, tarvitaan kaksi henkilöä nostamaan tuote esimerkiksi trukin piikeille, minkä jälkeen tuote toimitetaan asiakkaalle. Ovilavojen

sijaitessa hyllyssä, olisi mahdollista trukilla nostaa koko lava kerralla ja siirtää koko lava asiakkaan kulkuneuvolle. Tällaisessa tilanteessa varastohenkilö sekä asiakas voivat nostaa tuotteen kulkuneuvoon. Tällä tavalla toimittaessa vapautuu toinen varastohenkilö muihin työtehtäviin.

Kokonaisuudessaan prosessin uudistaminen voi tuottaa viikossa yhden päivän ajalliset säästöt. Varastohenkilö maksaa yritykselle noin 60 000 €. Näin ollen on mahdollista laskea kuinka paljon säästöä syntyy vuositasolla. Oletuksena on että vuodessa on 260 työpäivää. Tällöin varastotyöntekijä maksaa yritykselle päivässä

$$\frac{60\,000\text{€}}{260\text{ pv}} \approx 231\ \text{€/pv}$$

Vuodessa aiheutuvat säästöt ovat tällöin

$$231\ \text{€/pv} * 52\ \text{vko} \approx 12\,000\ \text{€/a}$$

Excelissä on valmis kaava nimeltä NJAKSO, johon voidaan syöttää investoinnin nykyarvo, investoinnista koituvat säästöt sekä korko. Laskentakorkona käytetään 5 % ja trukin hankintahintana 60 000 €. Tällä laskelmalla saadaan takaisinmaksuajaksi noin 5,9 vuotta. Liitteessä 8 uusien hyllyjen määrä on 11 kappaletta 2-puoleisia kahdella ulokkeella varustettuja hyllyelementtejä. Oletuksena on, että yhden elementin hinta on 500 €, jolloin kokonaishinnaksi saadaan

$$11 * 500\ \text{€} = 5\,500\text{€}$$

Lisäämällä hyllyjen hinta trukin hintaan saadaan kokonaisinvestoinnille hinnaksi 65 500 €. Kokonaisinvestoinnille takaisinmaksuajaksi edellä mainituilla arvoilla saadaan noin 6,5 vuotta.

Lopullisissa trukin investointikustannuksissa tulee ottaa huomioon myös trukin käyttökulut. Investointilaskelmissa on otettava huomioon trukin polttoaine- ja huoltokulut.

## 12 POHDINTA

Opinnäytetyössä tuli esittää ratkaisuja Puukeskus Oy:n varastoinnin tehostamiseksi. Tarkoituksena oli kehittää tilaa säästävää sekä selkeää varastointijärjestelmää. Varastoinnin tehostamisen keinoina työssä on käyty läpi varastoteknologioihin liittyviä valintoja. Varastoteknologioista tarkastelussa ovat olleet trukki- ja hyllyratkaisuihin liittyvät

asiat. Lisäksi työssä on tehty uusia vaihtoehtoisia layoutsuunnitelmia mahdollisesti korvaamaan nykyinen layout.

Trukkivalintaa tehtäessä työssä kiinnitettiin huomiota käsiteltäviin tuotteisiin, toimintaympäristöön sekä trukin monikäyttöisyyteen. Käsiteltävissä tuotteissa kiinnostuksen kohteita olivat tuotteiden mitoituksiin sekä painoihin liittyvät seikat. Toimintaympäristöllä tarkoitetaan rakennukseen liittyviä piirteitä, kuten lattiapintaa, sekä mahdollista ulkokäytön tarpeellisuutta. Monikäyttöisyydellä viitataan trukin käyttömahdollisuuksiin myös muissa työtehtävissä, ei ainoastaan tässä työssä käsiteltäviin käyttötarkeoituksiin. Edellä mainittuihin rajoituksiin sekä tarpeisiin perustuen, parhaimmaksi vaihtoehdoksi osoittautui nelitietrukki.

Nelitietrukkin etuja ovat mahdollisuus työskennellä kapeissa tiloissa sekä kyky käsitellä pitkää tavaraa. Nelitietrukkien nostokyvyt eivät aiheuta ongelmia, sillä tehtävien nostojen maksimipainot eivät yllä trukkien nostokapasiteetteihin. Trukkikysymyksen tiimoilta oltiin yhteydessä Toyota Material Handling –yritykseen. Yritykseltä tuli tiedot kahdesta eri nelitietrukkimallista. Malleista Jumbo JLM30 on investoinniltaan kalliimpi, mutta muuten paremmin kohdeyrityksen tarpeita vastaava. Jumbo on varustettu ilmarenkain, jolloin sen käyttö ulkotiloissa on mahdollista. Lisäksi työskentely osittain epätasaisella hallin lattialla on tasaisempaa kuin kiinteillä renkailla. BT FRE270 -malli on varustettu kiinteillä renkailla, kone on suunniteltu täysin sisäkäyttöön. Jumboa puoltaa myös se, että koneen käyttövoimana toimii kaasu, kuten muissakin Puukeskuksen trukeissa. Sisätiloissa työskennellessä sähkötrukki olisi parempi vaihtoehto kaasutrukkin aiheuttamien pakokaasujen takia. Kesäaikaan, jolloin trukkien käyttöaste on suurin, ovat kuitenkin kaikki nosto-ovet jatkuvasti auki, jolloin ilmanvaihto on taattu.

Hyllyvalintoja tehtäessä ratkaisevina tekijöinä toimivat tuotteiden ominaisuudet. Levyynippuja ei varastoida lavoilla, joten käytännössä ainoa mahdollinen vaihtoehto oli ulokehyllyt. Puukeskuksen nykyiset hyllyt ovat ulokehyllyjä, joten on luonnollista ja yksinkertaista jatkaa samalla tavalla. Hyllyjen kantavuudet tulee mitoittaa varastoitavien tuotteiden asettamien rajoitusten mukaan.

Layoutsuunnitelmassa pääpaino oli tilaa säästävissä ratkaisussa. Molemmissa layoutsuunnitelmissa hyllyvälit ovat asetettu minimiin käsiteltävien tuotteiden sekä käsitte-

lylaitteen asettamien rajoitusten mukaan. Tarkoituksena oli myös saada hyväksikäytettyä jo olemassa olevat varastohyllyt mahdollisimman hyvin. Layout-suunnitelmasta 1, (LIITE 8) tuottaa luvussa 10. tehtyjen laskelmien mukaan enemmän varastointitilaa kuin layoutsuunnitelma 2 (LIITE 9). Lisäksi materiaalivirtoja kuvaavat nuolet ovat suunnitelmassa 1 lyhyemmät kuin suunnitelmassa 2. Tämä tarkoittaa lyhyempiä siirto- ja siirtomatkoja ja tätä kautta ajallista säästöä. Yrityksen on mahdollista myös varastoida pitkää tavaraa layoutsuunnitelma 1 mukaan toteutetussa varastossa. Edellä mainituista syistä kohdeyritykselle paremmaksi vaihtoehdoksi osoittautui layoutsuunnitelma 1.

Investointilaskelmissa trukin takaisinmaksuajaksi tuli noin 5,9 vuotta. Trukin hintaan vaikuttavat lisävarusteet, joilla voi olla investointiin ja sitä kautta takaisinmaksuajkaan nostava tai laskeva vaikutus. Hyllyjen osalta investointilaskelma on hieman puutteellinen, sillä hintana käytetään kohdeyrityksissä aikaisemmin tehtyihin investointeihin perustuvaa hinta-arviota. Trukille ja hyllyille yhteensä takaisinmaksuajaksi tuli noin 6,5 vuotta. Todelliset takaisinmaksuajat voivat kuitenkin poiketa edellä mainituista suurestikin ja esimerkiksi trukin osalta käytetty trukki aiheuttaisi huomattavasti pienemmät kustannukset.

Puukeskuksella on suunnitelmissa rakentaa lisää katettua varastotilaa. Jos tässä työssä B-hallille tehdyt muutokset aiheuttavat sen, että suunniteltu uusi katettu tila voi olla pienempi tai vaihtoehtoisesti jos uuden varaston rakentamista voidaan lykätä, saavutetaan myös sitä kautta lisäsäästöjä. Jos uutta rakennusinvestointia voidaan muutoksilla lykätä esimerkiksi 2 vuotta, säästyvät pääomakulut tältä ajalta. Lopullisissa takaisinmaksuajan laskelmissa voidaan ottaa edellä mainitut seikat huomioon vuotuisia nettotuottoja laskettaessa. Tässä työssä laskelmia ei tältä osin ole tehty siitä syystä, että tietoja esimerkiksi suunnitellun tilan koosta sekä kustannusarvioista ei ollut saatavilla.

Puukeskuksella tullaan mitä todennäköisimmin jossakin vaiheessa tekemään muutoksia B-hallille. Tämä seikka toi opinnäytetyön teolle huomattavasti lisää mielenkiintoa sekä halua tuottaa hyvä ja kattava työ.

## LÄHTEET

Ahtikari, J. 2011a. Myyntineuvottelija. Toyota Material Handling Finland. Sähköpostiviesti. 17.11.2011.

Ahtikari, J. 2011b. Myyntineuvottelija. Toyota Material Handling Finland. Sähköpostiviesti. 25.11.2011.

Frazelle, E. 2002. World-Class Warehousing and Material Handling. McGraw-Hill Companies.

Haverila, M.J., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2010. Johdatus logistiseen ajatteluun. 5.uudistettu painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.

Kapeakäytävätrukit. n.d. Wihuri Oy:n sivusto. Viitattu 19.10.2011. [www.autola.fi](http://www.autola.fi), tuoteryhmät, trukit, varastotrukit, kapeakäytävätrukit.

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki: WS Bookwell Oy.

Karrus, K. 1998. Logistiikka. Porvoo: WSOY.

Kuormalavahyllyt. 2010. Intologin sivusto. Viitattu 19.10.2011. [www.intolog.fi](http://www.intolog.fi), tuotteet, kuormalavahyllyt - valmiit kokonaisuudet.

Leppänen, P. 2011. Myyntijohtaja. Puukeskus Oy. Haastattelu 10.11.2011.

Nelitetrukit sisä- ja ulkokäyttöön. n.d. Sigma Trukit Oy:n sivusto. Viitattu 9.11.2011. [www.sigmatrukit.fi](http://www.sigmatrukit.fi), tuotteet, hubtex erikoistrukit, nelitetrukit.

Palvelut. 2011. Puukeskus Oy:n sivusto. Viitattu 11.11.2011. [www.puukeskus.fi](http://www.puukeskus.fi), palvelut.

Pouri, R. 1997. Businesslogistiikka. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys ry.

Reinikainen, P., Mäntynen, J., Rantala, J. & Viitanen, S. 2002. Logistiikan perusteet. Tampereen Teknillinen Korkeakoulu Liikenne- ja Kuljetustekniikka. Tampere.

Russell, R. & Taylor, B. 2009. Operations Management. Along the Supply Chain. International Student Version. 6. painos. John Wiley & Sons.

Sakki, J. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. Espoo: MH-Konsultit Oy.

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 4. uudistettu painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B-vähemmällä enemmän. 7. uudistettu painos. Helsinki: Hakapaino Oy.

Stock, J. & Lambert, D. 2001. Strategic Logistics Management, international edition. 4. uudistettu painos. Singapore: McGraw-Hill Companies.

Terävä, T. & Vanhanen, K. 2009. Raaka-ainevarastonohjaus makeisteollisuudessa. Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 9.11.2011. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/45082/nbnfi-fe200905151456.pdf?sequence=3>.

Tuotteet. 2011. Puukeskus Oy:n sivusto. Viitattu 11.11.2011. [www.puukeskus.fi](http://www.puukeskus.fi), tuotteet.

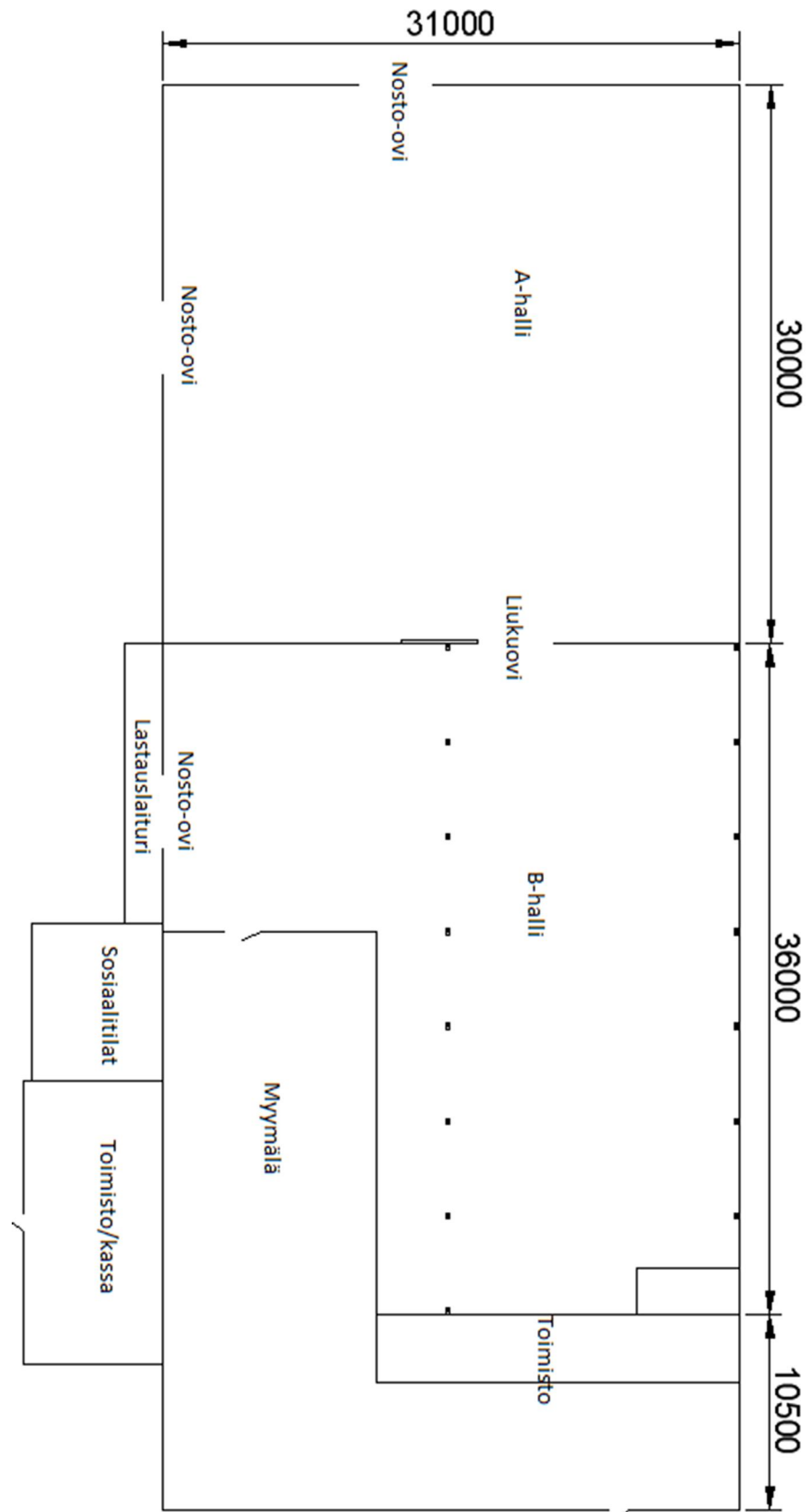
Ulokehyllyt. n.d. Toyota material handling Finland:in internetsivut. Viitattu 9.11.2011. <http://www.toyota-forklifts.fi>, trukit, varastohyllyt, ulokehyllyt.

Varastoverkon suunnittelu. n.d. Suomen kuljetusopas-verkkosivut. Viitattu 3.11.2011. [www.kuljetusopas.com](http://www.kuljetusopas.com), yleistietoa, varastointi, varastoverkon suunnittelu.

Yrityksestä. 2011. Puukeskus Oy:n sivusto. Viitattu 11.11.2011. [www.puukeskus.fi](http://www.puukeskus.fi),  
yrityksestä.

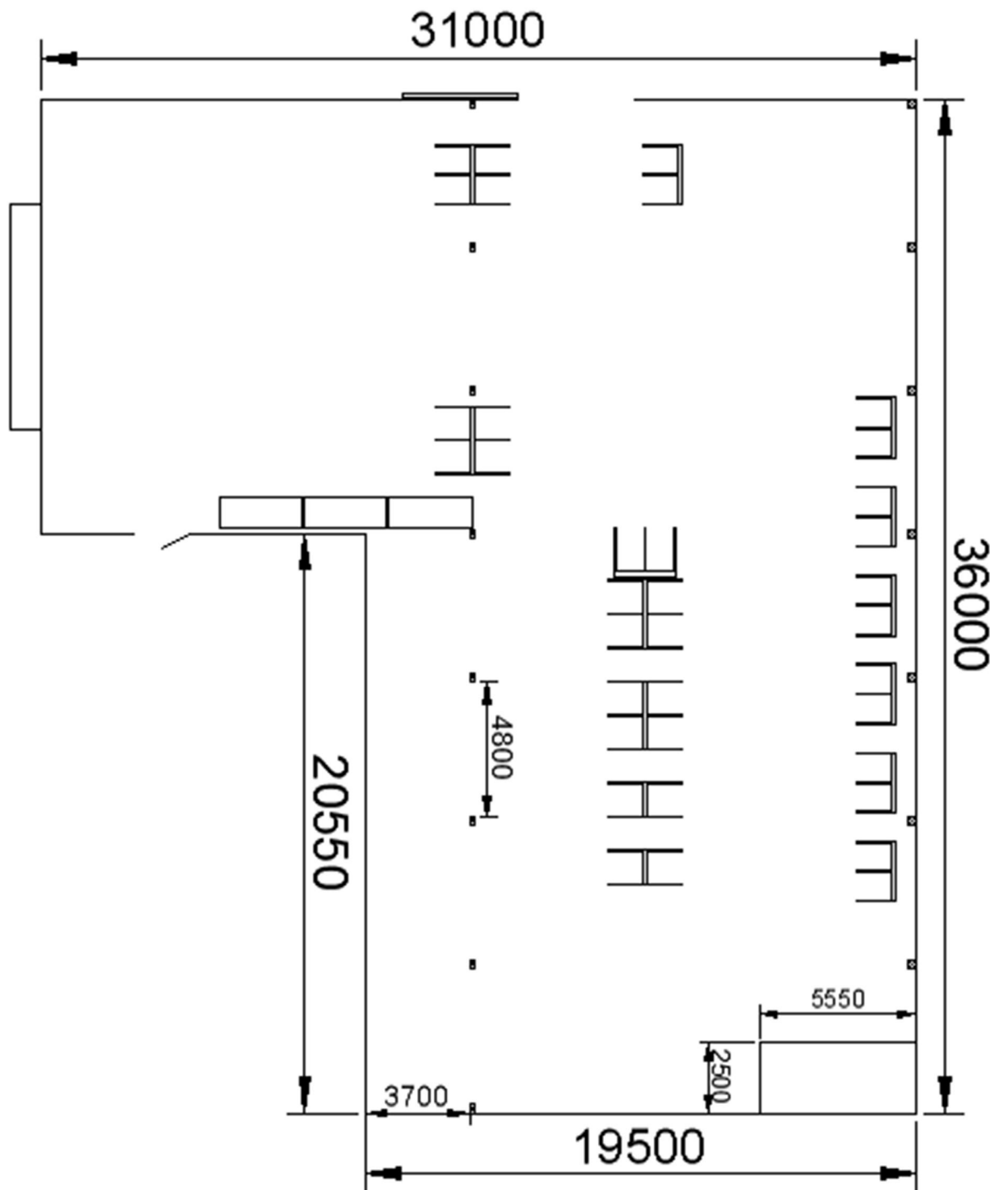
# LIITTEET

## Liite 1. Varaston pohjapiirustus.





Liite 2. B-hallin layout.



### Liite 3. Ovien ja karmien tuoteluettelo.

| KOODI  | NIMI                             | KOKO  | OTOT (lkm/vuosi) |
|--------|----------------------------------|-------|------------------|
| 054231 | Hel. karmi 92/29 valk            | 9x21  | 135              |
| 054028 | Laakaovi huullettu valk          | 9x21  | 109              |
| 058722 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 9x21  | 87               |
| 054230 | Hel. karmi 92/29 valk            | 8x21  | 80               |
| 058721 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 8x21  | 66               |
| 054232 | Hel. karmi 92/29 valk            | 10x21 | 59               |
| 054229 | Hel. karmi 92/29 valk            | 7x21  | 54               |
| 054227 | Hel. karmi 68/29 valk            | 9x21  | 47               |
| 054026 | Laakaovi huullettu valk          | 7x21  | 46               |
| 058720 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 7x21  | 45               |
| 054226 | Hel. karmi 68/29 valk            | 8x21  | 40               |
| 054029 | Laakaovi huullettu valk          | 10x21 | 35               |
| 078523 | Hel. karmi 92/29 tiiv. Valkoinen | 9x21  | 34               |
| 054223 | Hel. karmi 92/29 pv              | 9x21  | 33               |
| 054100 | Palo-ovi EI 30/30db oikea        | 9x21  | 33               |
| 054099 | Palo-ovi EI 30/30db vasen        | 9x21  | 33               |
| 054222 | Hel. karmi 92/29 pv              | 8x21  | 32               |
| 060651 | Saunaovi kokolasinen harmaa      | 8x19  | 32               |
| 054079 | Peiliovi oksainen mänty 3-P      | 8x21  | 31               |
| 054225 | Hel. karmi 68/29 valk            | 7x21  | 28               |
| 054102 | Palo-ovi EI 30/30db oikea        | 10x21 | 27               |
| 076851 | Saunaovi kokolasinen harmaa      | 9x19  | 24               |
| 060160 | Saunaovi kokolasinen pronssi     | 7x19  | 21               |
| 058723 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 10x21 | 21               |
| 054648 | Ulko-ovi UO 2 oikea              | 9x19  | 21               |
| 079845 | Ulko-ovi PK10 valk oikea         | 9x21  | 21               |

#### Liite 4. Levytuotteiden tuoteluettelo.

| KOODI  | NIMI                           | KOKO                            | OTOT (lkm/vuosi) |
|--------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|
| 050936 | Koskimel list. 15mm            | 570x2750 mm 1,568m <sup>2</sup> | 453              |
| 050862 | Koskimel valkoinen 15mm        | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 317              |
| 051205 | Kovalevy maalattu 3,0mm        | 1220x2745mm 3,349m <sup>2</sup> | 301              |
| 050934 | Koskimel list. 15mm            | 285x2750mm 0,784m <sup>2</sup>  | 247              |
| 050935 | Koskimel list. 15mm            | 400x2750mm 1,100m <sup>2</sup>  | 146              |
| 050857 | Koskimel valkoinen 12mm        | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 124              |
| 050872 | Koskimel valkoinen 18mm        | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 97               |
| 057457 | MDF kronospan 16mm             | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 93               |
| 070437 | Koskimel P3 pähkinä 15mm       | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 91               |
| 050960 | Koskimel list. 18mm            | 570x2750 mm 1,568m <sup>2</sup> | 79               |
| 102451 | Eurotaso R5 K1009UN valkea     | 30x600x3020mm                   | 67               |
| 055285 | MDF kronospan 19mm             | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 58               |
| 105849 | Lastulevy P2 15mm              | 1290x3045mm 3,928m <sup>2</sup> | 51               |
| 066745 | Koskimel harmaa 15mm           | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 49               |
| 107534 | Koskiwall seinälevy 11mm       | 1200x2600mm 3,120m <sup>2</sup> | 48               |
| 071273 | Lastulevy lattia-Wilhelmi 22mm | 600x2400 1,440m <sup>2</sup>    | 48               |
| 051026 | Koskimel pyökki 15mm           | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 48               |
| 102453 | Eurotaso R5 K5147UN pähkinä    | 30x600x3020mm                   | 47               |
| 057996 | Lastulevy B 22,0mm             | 1830x2630mm 4,813m <sup>2</sup> | 44               |
| 055286 | MDF kronospan 22mm             | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 42               |
| 058104 | Lastulevy B 12,0mm             | 1830x2630mm 4,813m <sup>2</sup> | 38               |
| 055287 | MDF kronospan 25mm             | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 38               |
| 051027 | Koskimel kirsikka 15mm         | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 36               |
| 054029 | Koskimel koivu 15mm            | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 34               |
| 058195 | Koskimel P5 valk 15mm          | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 32               |
| 102457 | Eurotaso R5 K5035CR harm hiekk | 30x600x3020mm                   | 31               |
| 050877 | Koskimel valkoinen 22mm        | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 30               |
| 068252 | Koskimel musta 15mm            | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 28               |
| 107532 | Koskifloor pont P6 lattia 22mm | 600x2400 1,440m <sup>2</sup>    | 25               |
| 066778 | Lastulevy B 18,0mm             | 1290x3055mm 3,940m <sup>2</sup> | 25               |
| 083160 | Koskimel vaal tammi A320WG 15  | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 22               |

## Liite 5. Ovien ja karmien XYZ-analyysi.

| KOODI  | NIMI                             | KOKO  | OTOT (lkm/vuosi) | XYZ |
|--------|----------------------------------|-------|------------------|-----|
| 054231 | Hel. karmi 92/29 valk            | 9x21  | 135              | X   |
| 054028 | Laakaovi huullettu valk          | 9x21  | 109              | X   |
| 058722 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 9x21  | 87               | X   |
| 054230 | Hel. karmi 92/29 valk            | 8x21  | 80               | X   |
| 058721 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 8x21  | 66               | X   |
| 054232 | Hel. karmi 92/29 valk            | 10x21 | 59               | X   |
| 054229 | Hel. karmi 92/29 valk            | 7x21  | 54               | X   |
| 054227 | Hel. karmi 68/29 valk            | 9x21  | 47               | Y   |
| 054026 | Laakaovi huullettu valk          | 7x21  | 46               | Y   |
| 058720 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 7x21  | 45               | Y   |
| 054226 | Hel. karmi 68/29 valk            | 8x21  | 40               | Y   |
| 054029 | Laakaovi huullettu valk          | 10x21 | 35               | Y   |
| 078523 | Hel. karmi 92/29 tiiv. Valkoinen | 9x21  | 34               | Y   |
| 054223 | Hel. karmi 92/29 pv              | 9x21  | 33               | Y   |
| 054100 | Palo-ovi EI 30/30db oikea        | 9x21  | 33               | Y   |
| 054099 | Palo-ovi EI 30/30db vasen        | 9x21  | 33               | Y   |
| 054222 | Hel. karmi 92/29 pv              | 8x21  | 32               | Z   |
| 060651 | Saunaovi kokolasinen harmaa      | 8x19  | 32               | Z   |
| 054079 | Peiliovi oksainen mänty 3-P      | 8x21  | 31               | Z   |
| 054225 | Hel. karmi 68/29 valk            | 7x21  | 28               | Z   |
| 054102 | Palo-ovi EI 30/30db oikea        | 10x21 | 27               | Z   |
| 076851 | Saunaovi kokolasinen harmaa      | 9x19  | 24               | Z   |
| 060160 | Saunaovi kokolasinen pronssi     | 7x19  | 21               | Z   |
| 058723 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 10x21 | 21               | Z   |
| 054648 | Ulko-ovi UO 2 oikea              | 9x19  | 21               | zz  |
| 079845 | Ulko-ovi PK10 valk oikea         | 9x21  | 21               | zz  |

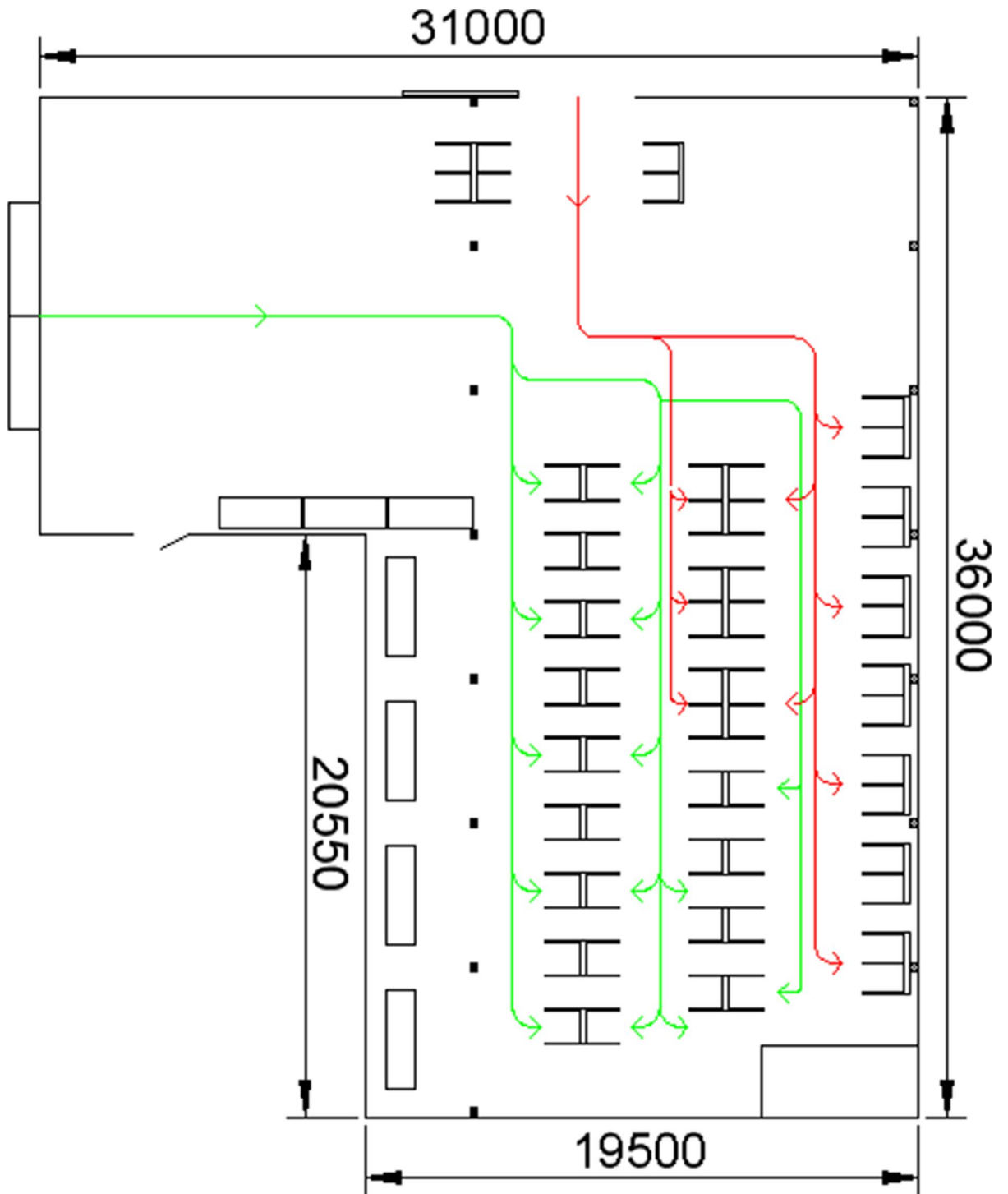
## Liite 6. Ovien ja karmien tuoteryhmittely.

| KOODI  | NIMI                             | KOKO  | OTOT<br>(lkm/vuosi) | TUOTERYHMÄ | LUOKKA |
|--------|----------------------------------|-------|---------------------|------------|--------|
| 054231 | Hel. karmi 92/29 valk            | 9x21  | 135                 | Karmit     | X      |
| 054230 | Hel. karmi 92/29 valk            | 8x21  | 80                  | Karmit     | X      |
| 054232 | Hel. karmi 92/29 valk            | 10x21 | 59                  | Karmit     | X      |
| 054229 | Hel. karmi 92/29 valk            | 7x21  | 54                  | Karmit     | X      |
| 054227 | Hel. karmi 68/29 valk            | 9x21  | 47                  | Karmit     | Y      |
| 054226 | Hel. karmi 68/29 valk            | 8x21  | 40                  | Karmit     | Y      |
| 078523 | Hel. karmi 92/29 tiiv. Valkoinen | 9x21  | 34                  | Karmit     | Y      |
| 054223 | Hel. karmi 92/29 pv              | 9x21  | 33                  | Karmit     | Y      |
| 054222 | Hel. karmi 92/29 pv              | 8x21  | 32                  | Karmit     | Z      |
| 054225 | Hel. karmi 68/29 valk            | 7x21  | 28                  | Karmit     | Z      |
| 054028 | Laakaovi huulettu valk           | 9x21  | 109                 | Laakaovet  | X      |
| 054026 | Laakaovi huulettu valk           | 7x21  | 46                  | Laakaovet  | Y      |
| 054029 | Laakaovi huulettu valk           | 10x21 | 35                  | Laakaovet  | Y      |
| 058722 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 9x21  | 87                  | Peiliovet  | X      |
| 058721 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 8x21  | 66                  | Peiliovet  | X      |
| 058720 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 7x21  | 45                  | Peiliovet  | Y      |
| 054079 | Peiliovi oksainen mänty 3-P      | 8x21  | 31                  | Peiliovet  | Z      |
| 058723 | Peiliovi valkea muotop 3P        | 10x21 | 21                  | Peiliovet  | Z      |
| 054100 | Palo-ovi EI 30/30db oikea        | 9x21  | 33                  | Palo-ovet  | Y      |
| 054099 | Palo-ovi EI 30/30db vasen        | 9x21  | 33                  | Palo-ovet  | Y      |
| 054102 | Palo-ovi EI 30/30db oikea        | 10x21 | 27                  | Palo-ovet  | Z      |
| 060651 | Saunaovi kokolasinen harmaa      | 8x19  | 32                  | Saunaovet  | Z      |
| 076851 | Saunaovi kokolasinen harmaa      | 9x19  | 24                  | Saunaovet  | Z      |
| 060160 | Saunaovi kokolasinen pronssi     | 7x19  | 21                  | Saunaovet  | Z      |
| 054648 | Ulko-ovi UO 2 oikea              | 9x19  | 21                  | Ulko-ovet  | ZZ     |
| 079845 | Ulko-ovi PK10 valk oikea         | 9x21  | 21                  | Ulko-ovet  | ZZ     |

## Liite 7. Levytuotteiden tuoteryhmittely.

| KOODI  | NIMI                           | KOKO                            | OTOT<br>(lkm/vuosi) | TUOTERYHMÄ  | LUOKKA |
|--------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------|--------|
| 050936 | Koskimel list. 15mm            | 570x2750 mm 1,568m <sup>2</sup> | 453                 | Mel. Soivot | X      |
| 050934 | Koskimel list. 15mm            | 285x2750mm 0,784m <sup>2</sup>  | 247                 | Mel. Soivot | X      |
| 050935 | Koskimel list. 15mm            | 400x2750mm 1,100m <sup>2</sup>  | 146                 | Mel. Soivot | Y      |
| 050960 | Koskimel list. 18mm            | 570x2750 mm 1,568m <sup>2</sup> | 79                  | Mel. Soivot | Y      |
| 050862 | Koskimel valkoinen 15mm        | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 317                 | Mel. Isot   | X      |
| 050857 | Koskimel valkoinen 12mm        | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 124                 | Mel. Isot   | Y      |
| 050872 | Koskimel valkoinen 18mm        | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 97                  | Mel. Isot   | Y      |
| 070437 | Koskimel P3 pähkinä 15mm       | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 91                  | Mel. Isot   | Y      |
| 066745 | Koskimel harmaa 15mm           | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 49                  | Mel. Isot   | Y      |
| 051026 | Koskimel pyökki 15mm           | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 48                  | Mel. Isot   | Z      |
| 051027 | Koskimel kirsikka 15mm         | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 36                  | Mel. Isot   | Z      |
| 054029 | Koskimel koivu 15mm            | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 34                  | Mel. Isot   | Z      |
| 058195 | Koskimel P5 valk 15mm          | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 32                  | Mel. Isot   | Z      |
| 050877 | Koskimel valkoinen 22mm        | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 30                  | Mel. Isot   | Z      |
| 068252 | Koskimel musta 15mm            | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 28                  | Mel. Isot   | zz     |
| 083160 | Koskimel vaal tammi A320WG 15  | 1830x2750mm 5,033m <sup>2</sup> | 22                  | Mel. Isot   | zz     |
| 057457 | MDF kronospan 16mm             | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 93                  | MDF         | Y      |
| 055285 | MDF kronospan 19mm             | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 58                  | MDF         | Y      |
| 055286 | MDF kronospan 22mm             | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 42                  | MDF         | Z      |
| 055287 | MDF kronospan 25mm             | 2800x1830 5,124m <sup>2</sup>   | 38                  | MDF         | Z      |
| 102451 | Eurotaso R5 K1009UN valkea     | 30x600x3020mm                   | 67                  | Eurotasot   | Y      |
| 102453 | Eurotaso R5 K5147UN pähkinä    | 30x600x3020mm                   | 47                  | Eurotasot   | Z      |
| 102457 | Eurotaso R5 K5035CR harm hiekk | 30x600x3020mm                   | 31                  | Eurotasot   | Z      |
| 105849 | Lastulevy P2 15mm              | 1290x3045mm 3,928m <sup>2</sup> | 51                  | Lastulevyt  | Y      |
| 107534 | Koskiwall seinälevy 11mm       | 1200x2600mm 3,120m <sup>2</sup> | 48                  | Lastulevyt  | Z      |
| 071273 | Lastulevy lattia-Wilhelmi 22mm | 600x2400 1,440m <sup>2</sup>    | 48                  | Lastulevyt  | Z      |
| 057996 | Lastulevy B 22,0mm             | 1830x2630mm 4,813m <sup>2</sup> | 44                  | Lastulevyt  | Z      |
| 058104 | Lastulevy B 12,0mm             | 1830x2630mm 4,813m <sup>2</sup> | 38                  | Lastulevyt  | Z      |
| 107532 | Koskifloor pont P6 lattia 22mm | 600x2400 1,440m <sup>2</sup>    | 25                  | Lastulevyt  | zz     |
| 066778 | Lastulevy B 18,0mm             | 1290x3055mm 3,940m <sup>2</sup> | 25                  | Lastulevyt  | zz     |
| 051205 | Kovalevy maalattu 3,0mm        | 1220x2745mm 3,349m <sup>2</sup> | 301                 | Kovalevyt   | X      |

Liite 8. Layout-suunnitelma 1.



Liite 9. Layout-suunnitelma 2.

