jamk.fi

Varaston tuotesijoittelu

Case Keski-Suomen sairaanhoitopiiri

Jarko Sallanko

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2020
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Jyväskylän ammattikorkeakoulu
JAMK University of Applied Sciences

jamk.fi

Kuvailulehti

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Päivämäärä
Sallanko, Jarko	Opinnäytetyö, AMK	Huhtikuu 2020
	Sivumäärä 77	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellinen 5 vuotta	Verkkojulkaisulupa myönnetty: x

Työn nimi
Varaston tuotesijoittelu
Case Keski-Suomen sairaanhoitopiiri

Tutkinto-ohjelma
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Työn ohjaaja(t)
Ville Pahlsten

Toimeksiantaja(t)
Keski-Suomen sairaanhoitopiiri

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tehtävänä oli suunnitella tuotesijoittelu Keski-Suomen sairaanhoitopiirin rakennuttaman uuden Keski-Suomen Sairaala Novan logistiikkakeskuksen keskusvarastoon. Tapausta tutkittiin toimintatutkimuksen menetelmillä ja lopputuloksena määritettiin varastoitavat tuotteet ja varastointimäärät, jotka perustuivat tuotteiden kysyntään, sekä suoritettiin tuotesijoittelu käytettäviin varastointiratkaisuihin erilaisia menetelmiä hyödyntäen. Tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon tuotteita tulisi varastoida ja kuinka paljon ne vievät tilaa.

Tutkimuksen lähtötilanteessa selvitettiin varastoon jo suunnitellut varastointiratkaisut ja niiden varastointikapasiteetit. Tietoja kerättiin haastattelemalla asiantuntijoita ja tutkimalla saatuja dokumentteja. Saatujen tietojen perusteella tunnettiin käytettävissä oleva varastointikapasiteetti, johon uudet varastointimäärät tuli sovittaa.

Varastoitavien tuotteiden ja varastointimäärien määrittämiseen kerättiin aineistoa haastattelemalla, havainnoimalla ja hankkimalla dokumentteja varaston tietojärjestelmästä. Historiatietojen perusteella laskettiin ennuste tulevasta kulutuksesta.

Tulokseksi saatiin tuotteiden kysyntään perustuva varaston tuotesijoittelu, jossa tilankäyttö on tehokasta, toiminta sujuvaa ja ylimääräistä varastointia vältetään. Tuotesijoittelun periaatteena oli tulevan kulutuksen ennusteeseen perustuva tuotemäärien sovittaminen käytettäviin varastointiratkaisuihin. Tuotesijoittelun pääpainona oli toiminnan sujuvuuden huomiointi. Tuotesijoitteluun käytettiin apuna erilaisia varaston tunnuslukuja. Tutkimuksen tuloksien perusteella luotiin toimenpide-ehdotukset, joiden avulla tuotesijoittelu voidaan toteuttaa. Tutkimuksen tuloksia päästään toteuttamaan täysimääräisesti vasta sairaala Novan valmistuttua.

Avainsanat (asiasanat)
Tuotesijoittelu, sairaala, varasto, varastointi, varastonohjaus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)
Liitteet ovat salassa pidettäviä, jotka on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassapitoaika viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 7.4.2025.

jamk.fi

Description

Author(s)	Type of publication	Date
Sallanko, Jarko	Bachelor's thesis	April, 2020
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 77	Permission for web publication: x

Title of publication
Warehouse product placement
Case Central Finland Health Care District

Degree programme
Bachelor's Degree Programme in Logistics

Supervisor(s)
Pahlsten, Ville

Assigned by
Central Finland Health Care District

Abstract

The aim of the thesis was to plan product placement to warehouse at Central Finland Hospital Nova's distribution center. Central Finland Health Care District is the property developer of hospital Nova. Case was researched by using the techniques of action research and the results were defined storing products and the number of storing products based on demand. After defining product placement was planned on different storing solutions using different kind of techniques. The main goal was to find out how much space the required number of products would need.

The starting point of the warehousing process was clarified at the beginning of the survey and demonstrated the storing solutions and their capacities. Data was collected by interviews and researching the documents. The result was knowledge of storing capacities on different storing solutions.

To define storing products and the number of products, data was collected by interviews, observing processes and getting documents from warehouse management system which are the base of the survey. All available data was needed to create reliable demand forecasts. As a result of linking and editing data the forecast based on earlier demand was calculated.

The result of the survey was product placement based on demand, warehouse space used efficiently, and processes were fluent avoiding over stocking. The survey provided action suggestions to put product placement into practice. In practice those actions can be fully used not until the hospital Nova is finished.

Keywords/tags (subjects)
Product placement, hospital, inventories, warehousing, inventory management

Miscellaneous (Confidential information)
Appendixes are confidential which have been removed from the public thesis. Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities 621/1999, Section 24, 17: business or professional secret. Period of secrecy is five years and it ends 7.4.2025.

Sisältö

Kuviot

Taulukot

1 Johdanto

Seuraavissa luvuissa käydään läpi opinnäytetyön taustat ja tavoitteet, tutkimuskysymykset sekä menetelmät, joilla tutkimus toteutettiin.

1.1 Tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Keski-Suomen sairaanhoitopiiri (KSSHP). KSSHP rakennuttaa uuden sairaalan, Keski-Suomen Sairaala Novan, Jyväskylään, ja sen käyttöönotto aloitetaan syksyllä 2020. KSSHP tuottaa Novassa lähes kaikkien lääketieteen alojen palveluita KSSHP:n kuntayhtymän omistajakunnille, joita ovat Hankasalmi, Joutsa, Jyväskylä, Kannonkoski, Karstula, Keuruu, Kinnula, Kivijärvi, Konnevesi, Kyyjärvi, Laukaa, Luhanka, Multia, Muurame, Petäjävesi, Pihtipudas, Saarijärvi, Toivakka, Uurainen, Viitasaari ja Äänekoski (Sairaanhoitopiiri 2018). Sairaala Novan suunnittelun lähtökohtana on pidetty potilaan ja toiminnan ympärille kehitettyä toimintamallia. Periaatteita ovat esimerkiksi potilas ensin, terveellinen, turvallinen ja hyvä työympäristö työntekijöille sekä hyvä logistiikka. (Yleistä uudesta sairaalasta 2017.) Opinnäytetyön tulokset tulevat tuotannon palveluiden käyttöön, ja sen tutkimusosa liitetään osaksi hankinnan ja logistiikan muuttosuunnitelmaa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää varastoitavien tuotteiden määrät sekä niiden vaatimat tilat Keski-Suomen Sairaala Novan logistiikkakeskuksen keskusvarastossa. Tutkimuskysymykset olivat,

- Kuinka paljon tuotteita varastoidaan?
- Kuinka paljon ne vaativat tilaa?
- Miten tuotteet kannattaa sijoittaa varastoon?

Selvityksen perusteella tuli suunnitella tuotteille tarkka tuotesijoittelu kuhunkin varastointiratkaisuun. Vastaamalla kahteen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen oli vastausten perusteella mahdollista vastata kolmanteen tutkimuskysymykseen ja päästä opinnäytetyön lopulliseen tavoitteeseen. Lopputuloksena tuli olla toimiva

sekä käytännöllinen tuotesijoittelu, joka vastaisi tuleviin tarpeisiin mahdollisimman hyvin. Työ rajattiin koskemaan vain keskusvaraston tuotesijoittelua. Hankinnan ja logistiikan toimialue vastaa sairaalassa tarvittavien tuotteiden ja tarvikkeiden hankinnasta sekä niiden toimituksista aina asiakasyksiköihin saakka. Keskusvarastossa varastoidaan muun muassa tavanomaisimmat ja tärkeimmät hoitotarvikkeet, sairaalahuollon tarvitsemia tuotteita sekä suun kautta annettavat ravintolisät. Muille kuin varastotuotteille keskusvarasto toimii läpivirtausvarastona.

Keskusvaraston toiminnan oli ennustettu pysyvän pääosin samanlaisena kuin nykyisin, mutta tilojen aiheuttamien rajoitteiden takia toiminta muuttuu luonteeltaan enemmän läpivirtausvaraston malliseksi. Näin ollen tuotteiden kiertonopeus on suurempi ja saapuvat tuote-erät pienikokoisempia kuin nykytilanteessa. Tämä tulee ottaa huomioon varastoitavia tuotteita ja niiden määriä suunniteltaessa. Varastointiratkaisut on päätetty jo ennen opinnäytetyötä, joten niitä käytetään suunnitelman pohjana ja, mikäli huomataan selkeitä muutostarpeita, niihin voidaan vielä tässä vaiheessa reagoida.

Sairaalaa Novaan on suunniteltu myös saldoseurattavat varastot jokaiselle vuodeosastolle sekä toimenpideyksikölle, mutta ne rajattiin tämän työn ulkopuolelle. Koska uudessa sairaalassa vuodeosastojen ja toimenpideyksiköiden varastot muuttuvat saldoseurattaviksi varastoiksi, vaikuttaa se keskusvarastossa varastoitavien velvoitevarastotuotteiden määriin. Täyttääkseen huoltovarmuuslain vaatimukset riittää, että KSSHP varastoi kaikissa Keski-Suomen Sairaala Novan varastoissa yhteismäärältään vaatimuksia vastaavan määrän tuotteita. Muilta osin edellä mainittujen varastojen muuttuminen saldollisiksi ei vaikuttanut tämän työn tuloksiin.

Suunnitelmassa oli otettava huomioon myös tulevat hankintakilpailutukset ja niiden seurauksena mahdollisesti muuttuvat tuotteet. Suunnitelman oli oltava helposti muokattava ja mahdolliset muutokset oli otettava huomioon myös tilankäytössä, jotta muutoksiin pystytään reagoimaan. Koska lähtökohtana oli se, että opinnäytetyön lopputulos otetaan käyttöön todellisessa, mutta ei vielä käytössä olevassa ympäristössä, sen toimivuus pystytään lopullisesti toteamaan vasta uuden sairaalaan toiminnan alkaessa.

1.2 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyö on tutkimustyypiltään kvantitatiivinen toimintatutkimus, missä käytetään myös kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmiä etenkin osallistuvan havainnoinnin myötä. Kyseessä on ainutkertainen tapaus eikä tutkimustuloksia voi soveltaa sellaisenaan muihin olosuhteisiin. Tutkimuksen tavoitteeseen päästään analysoimalla aineistoa numeerisella tavalla. Olen itse työsuhteessa toimeksiantajaan ja täten osana päivittäistä toimintaa. Tutkimuksen toimenpidesuositukset testataan myös käytännössä ennen varsinaista käyttöönottoa. Haasteellisinta työssä on oikeanlainen suhtautuminen projektiin, koska välillä tulee toimia kuin ulkopuolinen asiantuntija eikä nykyisen päivittäisen toiminnan tulisi antaa vaikuttaa liikaa työn lopputulokseen, sillä työn tulosten lopullinen käyttöönotto tapahtuu erilaisessa toimintaympäristössä kuin nykyiset olosuhteet. (Heikkilä 2014.)

Tutkimukseen kerättiin aineistoa haastattelemalla, havainnoimalla sekä tutkimalla tietojärjestelmästä saatavia dokumentteja. Haastattelemalla saatiin asetettua raamit tutkimukselle yhteistyössä muiden alan ammattilaisten kanssa. Jokaisesta haastattelusta tehtiin muistiinpanot, jotta saatuihin tietoihin oli helpompi palata myös, kun tietoja tarvittiin.

Havainnoimalla selvitettiin nykyistä toimintaa ja etsittiin epäkohtia, joita lähdetiin korjaamaan. Päivittäistä toimintaa havainnoimalla ongelmat huomattiin parhaiten ja pystyttiin reagoimaan niihin tutkimusta tehdessä. Huomiot tuli kirjata ylös, jotta mitään tärkeää ei unohdu ja ilmenneisiin ongelmiin oli helpompi puuttua tutkimusta tehdessä.

Tietojärjestelmän tarjoamat dokumentit tarjoavat tärkeää faktatietoa nykyisen toiminnan tunnusluvuista, joihin tutkimus lopulta pohjautuu. Historiaan perustuvien kulutustietojen perusteella voidaan luoda ennuste tulevasta kulutuksesta. Dokumentteja tuli käsitellä järjestelmällisesti ja niiden tulkintaan tuli kiinnittää erityistä huomiota. Yhdessä haastattelun ja havainnoinnin kanssa saatiin aikaiseksi tiivis ja kattava

yhdistelmä eri tietoja, joiden perusteella tutkimuksesta saatiin luotettava ja ajantasainen.

Aineiston analysoinnissa tärkeää oli tietojen tarkistus ja täydentäminen sekä aineiston järjestäminen. Kun saatavilla oli ajantasaista ja oikeanlaatuista tietoa tapauksesta, aineisto pystyttiin muotoilemaan selitettävään muotoon. Tilastollinen päättely ja tulkinta olivat tärkeimpiä tapoja ymmärtää taustat lukujen takana, minkä jälkeen aineisto pystyttiin luokittelemaan ja muotoilemaan selkeään muotoon. Haastatteluissa saadut tiedot yhdistettynä numeraaliseen faktatietoon antoivat vankan pohjan koko tutkimuksen luotettavuudelle.

Kerätty aineisto tuli sisäistää sekä muotoilla niin, että eri lähteistä kerätyt tiedot yhdistyvät ja tukevat tutkimuksen etenemistä. Aineistoa tuli koko ajan analysoida tarkasti ja kriittisesti, jotta mahdolliset virheet esimerkiksi dokumenteissa tulisivat esiin ja ne eivät ehdi vaikuttaa työn lopputulokseen. Virheiden takaa tuli aina löytää syyt eikä päästää niitä sisältymään tutkimukseen.

2 Keskeiset käsitteet

Tässä luvussa esitellään ja selvennetään opinnäytetyössä käytettyjä käsitteitä, jotka ovat käytössä Keski-Suomen sairaanhoitopiirin hankinnan ja logistiikan toiminnassa ja vaativat selvennystä työn ymmärrettävyyden parantamiseksi.

2.1 Tuoterekisteri

Tuoterekisteri sisältää kaikki hankinnan ja logistiikan käyttämässä tietojärjestelmässä olevat tuotteet. Tuoterekisteri muuttuu koko ajan, sillä sairaalassa käytettävät tuotteet vaihtuvat kilpailutusten takia ajoittain. Tällä hetkellä tuoterekisteriin kuuluu noin 25000 – 30000 tuotetta ja suunta on kasvava, sillä tulevaisuuden tavoitteena on saada kaikki sairaalan tuotteet saman toiminnanohjausjärjestelmän sisälle, jolloin ti-

laaminen olisi keskitettyä ja kustannustehokasta. Tuoterekisteri sisältää tuotteita kaikista sairaalassa käytössä olevista tuoteryhmistä, kuten esimerkiksi toimistotarvikkeet, haavanhoitotuotteet tai sidokset.

2.2 Osastopalvelu

Osastopalvelulla tarkoitetaan logistiikan tarjoamaa hyllytyspalvelua sairaalan vuodeosastoille ja toimenpideyksiköille. Osastopalvelu käsittää tuotteiden tilaamisen, toimittamisen sekä täydentämisen osastojen ja yksiköiden omiin varastoihin, joista hoitohenkilöstö käyttää tuotteita hoitaessaan potilaita. Tällä toimintatavalla vapautetaan hoitotyötä tekevien työntekijöiden aikaa varsinaiseen potilastyöhön.

2.3 Osastotilaus

Tässä työssä osastotilaus tarkoittaa sairaalan vuodeosaston tai toimenpideyksikön tekemää tilausta hankinnan ja logistiikan käyttämällä tietojärjestelmällä. Tilauksen tekee joko osaston nimetty vastuuhenkilö tai logistiikan tarjoaman osastopalvelun työntekijä. Tilauksella tilataan joko kulutettujen tuotteiden tilalle uudet tuotteet tai tiettyä potilasta tai toimenpidettä varten tarvittavat erikoistuotteet ennen potilaan saapumista tai toimenpiteen suorittamista. Tilaukset tehdään siis aina tuotteiden ennakoituun käyttöön tai jo käytettyjen tuotteiden hyllytäydennyksiin.

2.4 Varastotuote

Varastotuotteeksi kutsutaan tuotteita, joita varastoidaan keskusvarastolla joko kuormalavapaikoilla, pientavarahyllyssä tai varastoautomaateissa. Osastotilauksen saavuttua kaikki siinä olevat varastotuotteet kerätään keskusvaraston henkilökunnan puolesta lähtevän tavaran osastolle. Varastoon saapuvat varastotuotteet vastaanotetaan ja hyllytetään omille varasto-osoitepaikoilleen.

2.5 Terminaalituote

Terminaalituote on tuote, joka ei ole varastotuote, mutta löytyy tuoterekisteristä. Tällöin osastotilauksen saapuessa tuote pitää vielä tietojärjestelmän avulla tilata tavarantoimittajalta ja saapuessaan varastoon ja tuotetta vastaan ottaessa tietojärjestelmä antaa tuotteelle toimitusosoitteen.

Tällä hetkellä käytössä oleva hankinnan ja logistiikan tietojärjestelmä Marela muodostaa osastotilauksen saapuessa ostoehdotuksen kyseisen osastotilauksen terminaalituotteista tietojärjestelmään, jonka ostaja käy hyväksymässä. Jokaisella tavarantoimittajalla on sovittu viikonpäivä, jolloin siihen saakka kertyneet ostoehdotukset lähetetään tavarantoimittajalle ja tavarantoimittaja pääsee käsittelemänä tilausta. Työssä esiintyy termi tilausväli ja sillä tarkoitetaan edellä kuvattua tilannetta. Saapuessaan terminaalituotteet ovat yksittäisiä tuotteita joko yksittäisiin kolleihin tai sekalavoille pakattuna. Kun tavarantoimittaja toimittaa tuotteen ja tuote otetaan vastaan keskusvarastolla, tietojärjestelmä osoittaa tuotteelle toimitusosoitteen, johon tuote toimitetaan.

Uudessa sairaala Novassa otetaan käyttöön uusi toiminnanohjausjärjestelmä, jossa varsinainen tilausprosessi on todennäköisesti hieman erilainen, mutta käsitteenä terminaalituote säilyy entisellään.

2.6 Suoratoimitustuote

Suoratoimitustuote on perusidealtaan samanlainen kuin terminaalitoimitustuote, mutta se voi olla yhtä aikaa sekä suoratoimitustuote, terminaalituote että varastotuote. Suoratoimitustuote on tällä hetkellä käytössä vain yhden tavarantoimittajan tuotteissa ja vain tiettyjen vuodeosastojen tai toimenpideyksiköiden osastotilauksissa, mutta tulevaisuudessa tavarantoimittajien määrää, jotka toimittavat tuotteita suoratoimitustuotteiden tyyppisesti, pyritään lisäämään. Kun esimerkiksi vuodeosas-

tolla tehdään osastotilaus ja se sisältää suoratoimitustuotteita, tietojärjestelmä erittelee osastotilauksen tuotteet ostoehdotukseksi kyseessä olevalle tavarantoimittajalle.

Merkittävin ero terminaalituotteisiin on se, että koska näiden valittujen vuodeosastojen tai toimenpideyksiköiden volyymit ovat merkittävästi suuremmat kuin muiden osastojen, lähetykset saapuvat suurempina kokonaisuuksina, yleensä kuormalavoilla. Kuormalavan osoitetarroissa lukee vuodeosaston tai toimenpideyksikön nimi, mikä tarkoittaa sitä, että koko lähetys on osoitettu yhteen kohteeseen. Toimintatapa helpottaa ja nopeuttaa tavaran käsittelyä, kun kaikilla lähetysyksikön tuotteilla on sama toimitusosoite. Käyttämällä kohdistettuja lähetyksiä on onnistuneesti nopeutettu suurimpien yksiköiden tuotteiden materiaalinkäsittelyyn menevää aikaa, vähennetty keräilyyn käytettävää työtä sekä selkeyttämään toimitusprosessia. Toimintamallia on leikkausosastojen osalta pilkottu vieläkin pienempiin osiin, sillä toimitukset niihin tulevat varastokohtaisesti. Leikkausosastoilla on käytössä useampia hyllytysvarastoja jokaisella osastolla, joten tämä toimintamalli nopeuttaa huomattavasti hyllyttäjän hyllytykseen käyttämää työaikaa. Tulevaisuudessa leikkausosastot yhdistetään yhdeksi kokonaisuudeksi, mutta logistiikan osalta toimintatapa pysyy samana.

Opinnäytetyössä suoratoimitustuotteiden vaikutus pitää ottaa huomioon todella tarkasti, sillä nykyinen varaston tietojärjestelmä ei erittele kulutustiedoissa sitä onko tuote kulkenut prosessin läpi varastotuotteena vai suoratoimitustuotteena. Tuotesijoittelua tehdessä ja varastointimääriä laskiessa pitää ottaa huomioon, että kyseinen kulutustieto vääristää tilannetta suoratoimitustuotteiden osalta. Kokemukseen perustuvana oletuksena vähennetään näiden tuotteiden osalta automaattisesti 20% tuotteiden kokonaiskulutuksesta tuotteen varastointimäärää laskiessa, mutta tarvittaessa tehdään myös tarkistuksia tuote tuotteelta, jos epäillään, että tuotetta onkin todellisuudessa mennyt suoratoimituksena selvästi enemmän tai vähemmän ja sen varastointimäärä varastossa voisi olla vielä pienempi tai suurempi. Epäilykset perustuvat havaintoihin sekä saatuihin tietoihin esimerkiksi yksikön osastopalvelun hyllyttäjältä.

2.7 Velvoitevarastotuote

Velvoitevarastotuotteet liittyvät hätätilanteisiin varautumiseen ja kriittisten tuotteiden varastointimääriin. Sosiaali- ja terveysministeriö ohjeistaa ja valvoo valmiussuunnitelmien toteutumista ja Huoltovarmuuskeskus ylläpitää varmuusvarastoja. Velvoitevarastotuotteiden varastointimäärät tulee hyväksyttää Huoltovarmuuskeskuksella (Paatola 2019.)

Velvoitevarastotuotteiden määrä ohjaa varastoitavien tuotteiden varastomääriä, joiden pohjalta tehdään myös tuotesijoittelu. Lähtökohtana velvoitevarastotuotteiden määrille on pidetty kuuden kuukauden kulutusta vastaavaa määrää. Määrä on kuitenkin tuoteryhmäkohtainen, ja esimerkiksi samaan tuoteryhmään kuuluvien velvoitevarastotuotteiden eri kokojen varastointia voidaan muokata tarpeen mukaan.

Tässä työssä velvoitevarastotuote tarkoittaa edellä mainittuja laissa määritettyjä tuotteita. Velvoitevarastotuote voi olla samanaikaisesti myös suoratoimitustuote eli tavarantoimittaja lähettää kyseisiä tuotteita myös suoratoimituksina tulevina lähetyksinä.

3 Onnistuneen varastoinnin menetelmät

Varastoja on useita erilaisia ja tuotteet asettavat rajoituksia tuotteiden varastoinnille. Seuraavissa kappaleissa on esitelty eri varastotyyppejä, varaston toimintoja, varastoinnin syitä ja kustannuksia sekä varastonohjaukseen ja tuotesijoitteluun käytettäviä menetelmiä.

3.1 Varasto ja varastointi

Varasto on tuotteiden ja materiaalien säilytykseen sekä käsittelyyn tarkoitettu tila (Emmett 2005, 5). Varastoja voidaan luokitella säilytettävien tuotteiden tai varaston

käyttötarkoituksen mukaan. Seuraavassa luvussa käsitellään erilaisia varastotyyppejä.

3.1.1 Varastotyypit

Tuotteiden mukaan luokitellussa varastossa varastoidaan joko kappaletavaraa tai massatavaraa. Käyttötarkoituksen mukaan varastoja luokitellaan joko tavaran jakeluun tai valmistukseen liittyviksi varastoiksi. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 126.)

Tuotteiden jakeluun liittyvät varastot sijaitsevat aina jossain vaiheessa tuotteiden jakelureittiä. Erilaisien käyttötarkoitusten takia ne ovat varastotyypeiltään tukkuvarastoja, myyntivarastoja, varmuusvarastoja, terminaalivarastoja tai tullivarastoja. Valmistukseen liittyvät varastot puolestaan sijaitsevat tuotantolaitoksissa ja palvelevat tuotannon tarvetta tarvike-, työväline- tai varaosavarastoina sekä toimivat varastoitavien tuotteiden perusteella raaka-ainevarastoina, puolivalmistevarastoina tai lopputuotteiden varastona. (Hokkanen ym. 2011, 126–128.)

Varastot voidaan myös jakaa tuotteiden varastointiolosuhteiden mukaan. On olemassa ulkovarastoja, lämpimiä varastoja, kylmävarastoja, pakastevarastoja sekä erikoisvarastoja. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 319–321.)

Ulkovarastossa tuotteita varastoidaan joko avoimella kentällä tai katetulla alueella. Ulkovarastointiin soveltuvat luonnollisesti vain tuotteet, jotka eivät pilaannu lämpötilan tai ilmankosteuden vaihtelujen takia. Se on kuitenkin kustannuksiltaan alhaisin varastointitapa, koska sen varastointiolosuhteiden ylläpitoon ei kulu energiaa eikä se vaadi suuria erityisrakenteita erilaisia varastointiratkaisuja (kuten kuormalavahyllyt) lukuun ottamatta. Suurin huomiota vaativa rakenteellinen seikka onkin varastointialueen maaperä. Sen tulee olla routimatonta, tasainen ja mielellään päällystetty, jotta pintavedet voidaan johtaa pois alueelta oikeanlaisilla kallistuksilla ja viemäröinnillä. Maaperän tai päällystyksen pitää kestää siihen kohdistuva kuormitus, koska tuotteiden tulisi aina pysyä vakaassa asennossa ilman maaperän tai päällystyksen

pettämistä. Näin myös varastointiratkaisut pysyvät ehjinä eikä aineellisia vahinkoja pääse syntymään. (Karhunen ym. 2004, 319–321.)

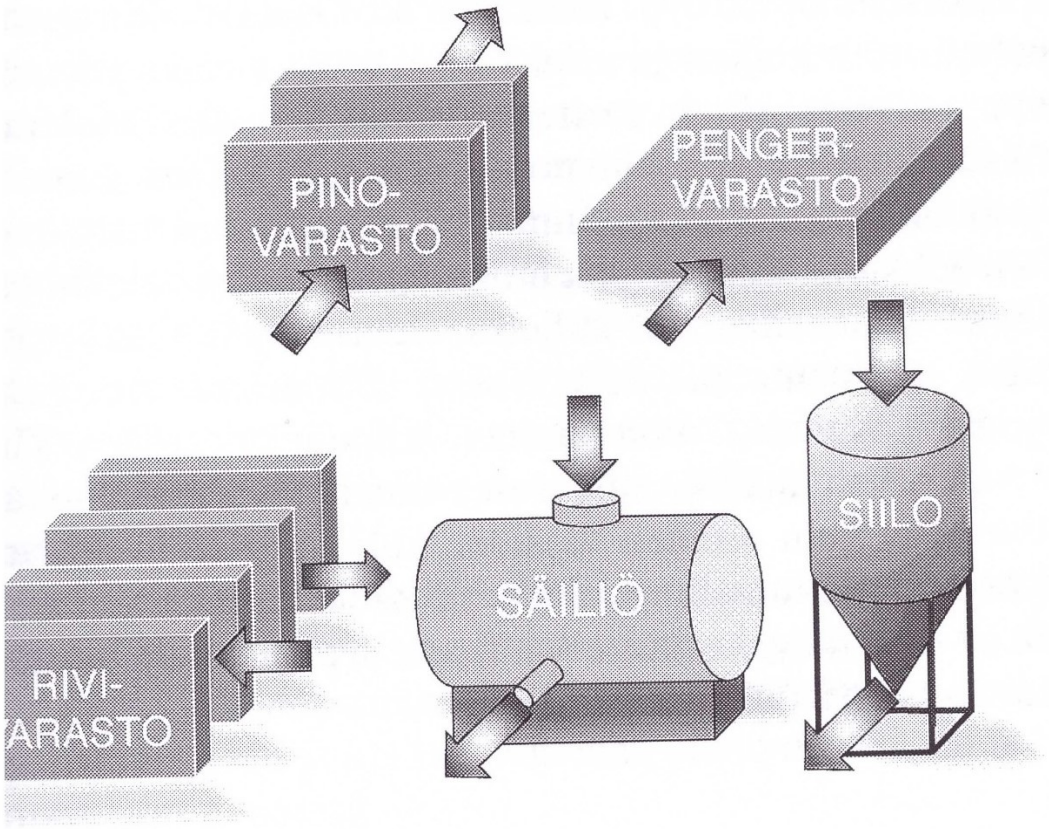
Ulkovarastojen kanssa samaan luokkaan voidaan nimetä myös lämmittämättömät varastot. Ne ovat yleensä kevytrakenteisia, esimerkiksi peltiverhoiltuja rakennuksia, jotka tarjoavat sään suojaa, mutta lämpötila ja kosteus ovat samanlaiset kuin ulkovarastossa. (Karhunen ym. 2004, 321.)

Lämpimät varastot ovat tuotteita varten, jotka vaativat tietyn vähimmäislämpötilan eivätkä kestä kosteuden vaihtelua säilyäkseen kurantteina. Ne ovat kuitenkin kalliita rakentaa sekä ylläpitää, koska rakenteita pitää eristää ja rakennuksen lämmitykseen tarvitaan paljon energiaa. Lämpimät varastot ovat yleensä korkeita, jolloin niiden tilavuus on suuri ja vaatii erityisen paljon energiaa. (Karhunen ym. 2004, 324.)

Kylmävarastoiksi luokitellaan varastot, joiden lämpötila on +2 - +8 celsiusastetta. Tällaisia varastoja tarvitaan etenkin elintarvikkeiden varastointiin, jotka eivät säily lämpöisemmissä olosuhteissa, mutta joita ei myöskään saa päästää jäätymään, jolloin niiden tuoreus kärsii. Näidenkin varastojen ylläpito on kallista niiden jäähdytykseen käytettävän energian sekä rakenteissa huomioitavien seikkojen takia. Kylmävarastoissa ilman suhteellinen kosteus on yli 70 %, joka tarkoittaa sitä, että sinne sijoitettavien pintamateriaalien sekä hyllyjen tulee kestää kosteutta. (Karhunen ym. 2004, 324.)

Pakastevarastoissa tuotteiden säilytyslämpötila on -18 astetta. Varastoissa pidetään pääosin elintarvikkeita sekä lääkkeitä, jotka vaativat pakastesäilytystä. Elintarviketuotteiden säilytys pakastevarastoissa on yleensä pitkäaikaista, jolloin niiden rakenne muuttuu ja varastointiajasta täytyy pitää kirjaa, jotta tuotteet säilyvät käyttökelpoisina niiden käyttöön saakka. Pakastevarastojen rakentaminen ja ylläpito on kaikista kallein varastoinnin muoto eristämisen sekä energian kulutuksen takia, joten tilojen suunnitteluun ja tehokkaaseen käyttöön tulee nähdä vaivaa esimerkiksi minimoimalla käytävätilojen viemän tilan. (Karhunen ym. 2004, 324–325.)

Lisäksi on vielä olemassa erityyppisiä varastoja. Kuviossa 1 esitellään kunkin varastotyypin periaate.

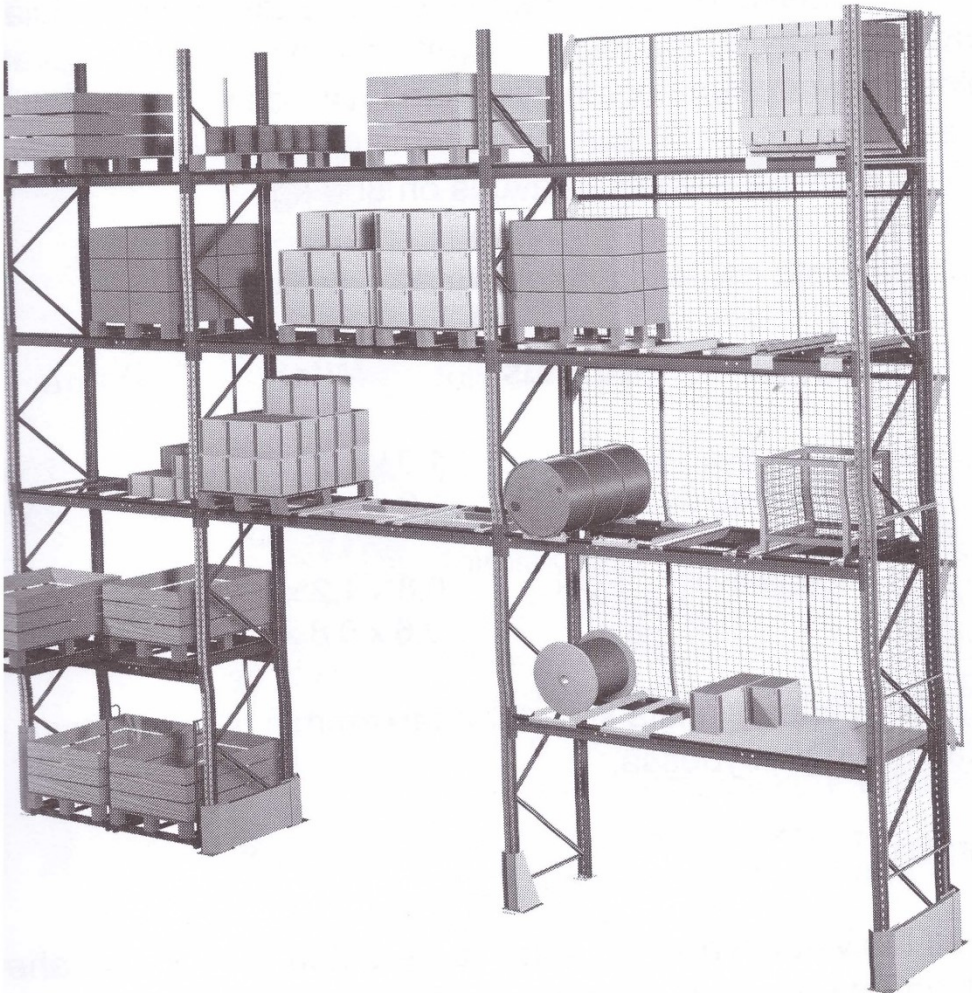


Kuvio 1. Eri varastotyyppejä (Hokkanen ym. 2011, 129)

Pengervarastossa säilytetään esimerkiksi hiekkaa tai sepeliä. Ne ovat yleensä massavarastoja ja tuotteet säilytetään ulkona. Pinovarastossa säilytetään esimerkiksi puutavaraa, tiiliä tai levyjä ja niissäkin säilytetään massatavaraa. Rivivarastot sopivat kappaletavaran varastointiin. Rivivarastoon luokiteltava hyllyvarastointi on tyypillisin varastoinnin muoto eli se käsittää rinnakkain varastoitavia tuotteita ja niiden välissä on käytävä. Säiliö- ja siilovarastot sopivat massatavaroiden varastointiin ja yleensä niissä säilytetään esimerkiksi viljaa, kaasua tai öljyä. (Hokkanen ym. 2011, 129.)

Kuormalavavarasto tarkoittaa nimensä mukaisesti varastoa, jossa tuotteita varastoidaan kuormalavoilla. Lavakuormia voidaan varastoida ilman kuormalavahyllyjä,

mutta tyypillisesti varastoihin on sijoitettu myös kuormalavahyllyt, jos useita tuotteita ei voida muilla keinoin pinota päällekkäin. Perinteisen kuormalavahyllyn profiili on kuvattu kuviossa 2.



Kuvio 2. Kuormalavahyllyn profiili (Hokkanen & Virtanen 2016, 25)

Kuormalavahyllyjen korkeus riippuu käytössä olevista tiloista, mutta tyyppilisin korkeus hyllystölle on 4,5–6 metriä. Lavakuormien siirtoon ja käsittelyyn tarvitaan trukkeja ja niiden tyyppi riippuu olosuhteista, tilojen korkeudesta, käytävien leveydestä tai kuormien painosta. Erilaisia trukkityyppejä esitellään tarkemmin kuviossa 6. Kuormalavoja ovat tyypillisesti FIN-, EUR- ja teholavat, jotka ovat standardimittaisia. (Hokkanen & Virtanen 2016, 26; Karhunen ym. 2001, 325–337.)

Korkeavarastosta puhutaan varastoista, joiden hyllytasot ovat noin kymmenen metrin korkeudella tai ylempänä. Korkeavaraston käyttöä voidaan perustella sillä, että on edullisempaa rakentaa enemmän korkeutta kuin lisätä lattiapinta-alaa. Korkeavarastot vaativat erilaista trukkikalustoa kuin matalammat varastot. Tyypillisin ratkaisu on työntömastotrukki ja siihen lisätyt lisävarusteet, kuten kamera, jotta korkealta nostaminen on turvallista ja laadukasta. Korkeavarasto yhdistettynä kapeampiin käytäviin kasvattaa huomattavasti varaston kapasiteettia, mitä voidaankin pitää yhtenä korkeavaraston käytön perusteena. Mitä korkeampi varasto on kyseessä, sitä tärkeämpää on oikeanlainen tuotesijoittelu, jotta menevimmät tuotteet ovat mahdollisimman lähellä toisiaan ja ylimääräinen liikkuminen korkeussuunnassa vähenee. (Hokkanen & Virtanen 2016, 27–28.)

Syväkuormausvarastoissa kuormalavoja voidaan säilyttää useita peräkkäin, mikä tehostaa tilankäyttöä ja sopii erityisesti varastoihin tai varaston osiin, joissa varastoidaan vähäistä nimikemäärää paljon kerrallaan. Kuormalavoja voidaan pinota suoraan päällekkäin tai käyttää apuna syväkuormaushyllyjä. Kussakin jonossa voidaan säilyttää yhtä tuotetta. (Karhunen ym. 2004, 355–357)

Pientavaravarastoissa varastoidaan tuotteita, jotka ovat pienikokoisempia ja joiden kulutukset eivät vaadi kuormalavalla varastointia. Pientavarahyllyt valmistetaan yleensä taivutetuista teräslevyistä ja ovat luonnollisesti kevytrakenteisempia kuin kuormalavahyllyt. (Karhunen ym. 2001, 338–339.) Kuviossa 3 on esiteltynä perinteinen pientavarahylly.

Kuvio 3. Pientavarahyllyn profiili (Valmiit kokoonpanot n.d)

Pientavarahyllyistä voidaan myös muodostaa joko kaksi- tai kolmekerroksisia varastoja, jolloin tilankäyttö muuttuu tehokkaammaksi. Tällöin avuksi tuotteiden siirtoihin vaaditaan tavarahissi tai mahdollisuus trukin käyttöön esimerkiksi varaston puoleisessa päässä. (Karhunen ym. 2001, 338–339.)

Automaatiovarastot ovat nykyaikaisia ratkaisuja, jotka tehostavat tilan ja ajan käyttöä. Kuviossa 4 on esiteltynä automaattivarasto sekä siihen liitetyt kuljettimet. Kyseessä on täysin automatisoitu varasto.

Kuvio 4. Automaattivarasto kuljettimineen (Automaattiset varastojärjestelmät n.d.)

Automaatiovarastot ovat tietokoneohjattuja varastoja, joissa tavaran siirto tapahtuu halutessaan ilman manuaalista työtä. Automaatiovarastoissa voidaan käyttää esimerkiksi tietokoneen ohjaamia trukkeja, varastoautomaatteja tai erilaisia kuljettimia, jotka toimivat joko painovoimaisesti tai sähköisesti. Automaatiovarastojen toiminta perustuu kehittyneisiin tietojärjestelmiin, mutta niiden perustuskulut ovat melko suuret. Toisin sanottuna työtä siirretään ihmisiltä tietokoneiden ohjaamille laitteille ja koneille. (Hokkanen & Virtanen 2016, 25; Varastotyypit ja -tekniikka n.d.)

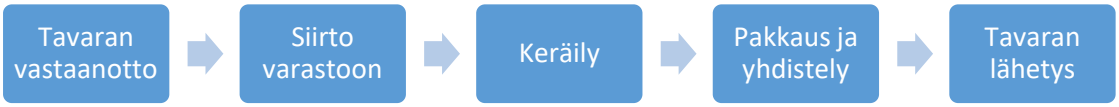
Nyrkkisääntönä voidaan pitää sitä, että varastoautomaatteihin sijoitetaan tuotteet, joilla on suurin kysyntä ja jotka ovat pienikokoisimpia. Tämä mahdollistaa tehokkaan tilan käytön. Mitä korkeampi tila, sitä tehokkaampi ratkaisu varastoautomaatti on tilan käytön kannalta. Varastoautomaatti voi vähentää keräilyyn käytettävää aikaa jopa 60 %, keräilyvirheitä 70 % ja lattiapinta-alaa jopa 75 % verrattuna tavanomaisiin keräilymenetelmiin ja varastointiratkaisuihin. Varastoautomaatteja voidaan muokata

vastaamaan asiakkaiden tarpeita monenlaisiin varastointitarpeisiin, kuten pientavaroiden, lavatavaroiden tai painavien erityisvarastointia vaativien tavaroiden varastointiin. (Varastoautomaatit & ohjelmistot n.d.)

Varastoautomaatteja on useita erilaisia, mutta tyypillisimmät käytössä olevat automaatit ovat joko hissi- tai karusellityyppisiä. Automaattien valmistajia on useampia ja niiden kustannustehokkuus sekä suosio kasvaa koko ajan. Varastoihin on mahdollista sopia tapauskohtaisesti juuri omiin tarpeisiin sopiva automaatioaste. Kokonaan automatisoitu varasto on hankintahinnaltaan niin kallis, että siihen ei monellakaan yrityksellä ole mahdollisuuksia. Sen sijaan osittain automatisoitu varasto kasvattaa suosiotaan koko ajan. (Tikka 2016, 47.)

3.1.2 Varaston toiminnot

Varaston toiminnot ovat pääsääntöisesti samankaltaisia. Niitä kuvataan tarkemmin kuviossa 5.



Kuvio 5. Varaston toiminnot (Hokkanen ym. 2011, 130, muokattu)

Ennen varastointiprosessin ensimmäistä varsinaista varastotoimintoa on suoritettava tilaus, jossa tuotetta tilataan tavarantoimittajalta vastaamaan varastotarpeeseen. Tilausimpulssi syntyy yleensä tuotteen alitettua tietojärjestelmään asetetun tilauspisteen eli hälytysrajan. Varsinaisesti varaston toiminnoista ensimmäinen vaihe on tavaran vastaanotto, jossa tuotteiden määrä ja kunto tarkistetaan sekä siirretään tuotteet tietojärjestelmään, minkä jälkeen ne voidaan siirtää säilytettäviksi varastoon tai toimittaa suoraan asiakkaalle. Mikäli käytössä on varasto-osoitejärjestelmä, toiminnanohjausjärjestelmä kertoo tuotteen paikan varastossa eli mihin tuote siirretään. Yleisesti on käytössä aktiivipaikkoja sekä reservipaikkoja. Aktiivipaikoilta tuotteet kerätään ja reservipaikat toimivat varastopuskurina yleensä ylemmillä hyllytasoilla, joista

aktiivipaikkoja voidaan täydentää niiden tyhjentyessä. Tuotteiden siirrot tehdään perinteisissä manuaalivarastoissa lavansiirtovaunulla, vastapainotrukilla, pinoamisvaunulla tai työntömastotrukilla. Kuviossa 6 on eriteltynä kaikki edellä mainitut trukkityypit.

Kuvio 6. Käytetyimmät trukkityypit (BT Levio 2 t n.d.; Pinoamisvaunu n.d.; Työntömastotrukit n.d.; Vastapainotrukki n.d.)

Kuvion 6 trukkityypeistä lavansiirtovaunu on ainut, millä tuotteita ei voida nostaa korkeussuunnassa kuormalavahyllyyn vaan siirrot tehdään yhdessä tasossa. (Hokkanen ym. 2011, 130–131.)

Kun varasto saa asiakastilauksen, tuotteet kerätään varastosta. Keräilyä varten tulostetaan joko paperinen keräilylista tai käytetään sähköisiä apuvälineitä, kuten puheohjausta. Keräilyyn on käytettävissä erilaisia tapoja. Staattinen keräily tarkoittaa keräilyä, jossa tuote tulee kerääjän luokse ja dynaaminen keräily keräilyä, jossa kerääjä liikkuu tavaran luokse. Automatisoiduissa varastoissa käytetään staattista keräilyä ja muissa dynaamista. (Hokkanen & Virtanen 2016, 34)

Keräily voi olla tilauskohtainen eli koko tilaus kerätään kokonaisuudessaan kerralla. Tämä toimii parhaiten olosuhteissa, joissa varastonimikkeitä on melko vähän ja tilausrivejä yhtä tilausta kohden on paljon. Vaihtoehtona on alueittain tapahtuva keräily, jolla kerätään useiden eri tilauksien tuotteet ennalta määritetyltä varastoalueelta. Tämä malli on käytännöllinen isommissa varastoissa, joissa kerättäviä nimik-

keitä on paljon, tilausten määrä iso ja varastossa on käytettävissä useita erilaisia varastointiratkaisuja. Alueittain keräily lisää keräilyn päätteeksi tapahtuvaa yhdistelytyötä verrattuna tilauskohtaiseen keräilyyn, jolla yhdistelyä voidaan tehdä jo keräilyä tehdessä. Yhdistelyvaiheessa suoritetaan myös eri keräysten yhdistely ja muodostetaan niistä yksi yhtenäinen lähetys. Kolmas keräilytapa on eräkeräily, jolla kerätään useaa eri tilausta samanaikaisesti yhdellä keräilylistalla. Keräilyn päätteeksi yhdistellään tuotteet omiksi tilauksiksi mahdollisten muualta kerättyjen samojen tilausten kanssa. Eräkeräilyä käyttämällä voidaan säästää merkittävän paljon kävelyä ja siirtymistä paikasta toiseen kesken keräilyn. Oli keräilytapa mikä tahansa, keräilyn jälkeen kerätyt tuotteet yhdistellään, pakataan, merkitään ja lähetetään asiakaskohtaisesti. (Karhunen ym. 2001, 378–379.)

3.2 Varastoinnin syyt ja kustannukset

Varastoinnilla tarkoitetaan tuotteiden säilytystä varastossa. Se kuuluu olennaisesti jokaisen yrityksen toimintaan, on kyseessä sitten kaupallinen yritys tai tuotantolaitos. Hokkasen ja muiden (2011, 125) mukaan varastoinnin syinä voidaan pitää esimerkiksi seuraavia:

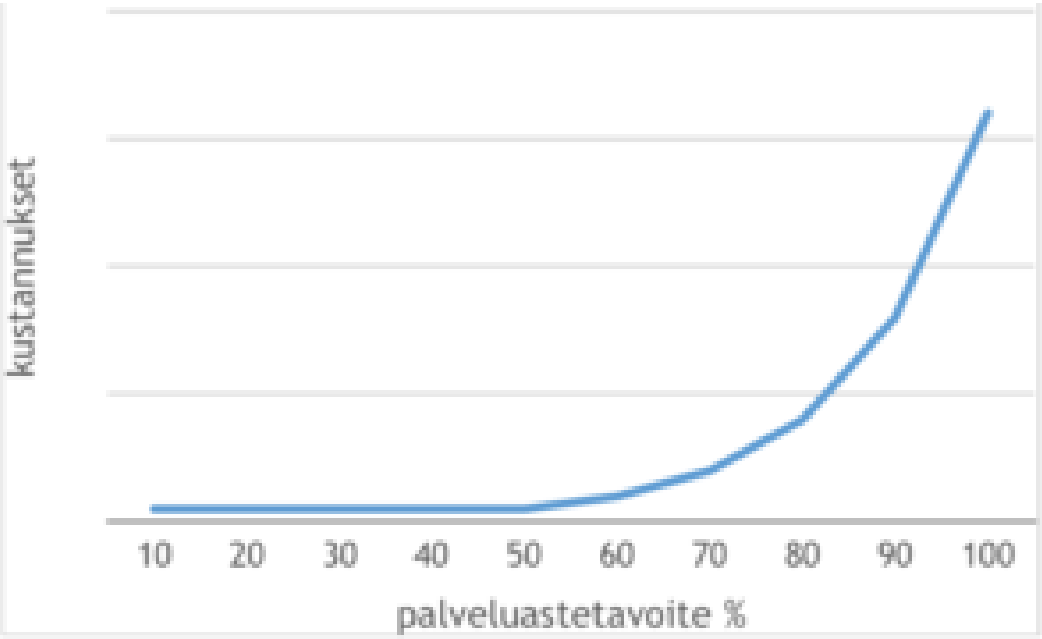
- kuljetuskustannusten alentaminen
- tuotantokustannusten alentaminen
- suurempien hankintaerien edullisuus
- toimitusten varmistaminen
- kausivaihteluiden tai markkinatilanteen muutosten tasaaminen
- asiakaspalvelutason parantaminen.

Palveluaste

Palveluasteella tarkoitetaan toimitettujen tilausten suhdetta kaikista tilauksista, eli se voidaan laskea kaavalla 1.

$$Palveluaste = \frac{Toimitetut\ tilaukset\ (kpl)}{Kaikki\ tilaukset\ (kpl)}\% \qquad (1)$$

Palveluasteella mitataan siis toiminnan luotettavuutta ja sitä, millä varmuudella varastosta pystytään toimittamaan tuotteita asiakkaalle. Kuviossa 7 on kuvattu varastokustannusten kehittymistä palveluastetavoitteen kasvaessa. (Sakki, J. 2014, 57.)



Kuvio 7. Palveluasteen ja varastointikustannusten suhde (Varaston toiminnan mittaaminen n.d)

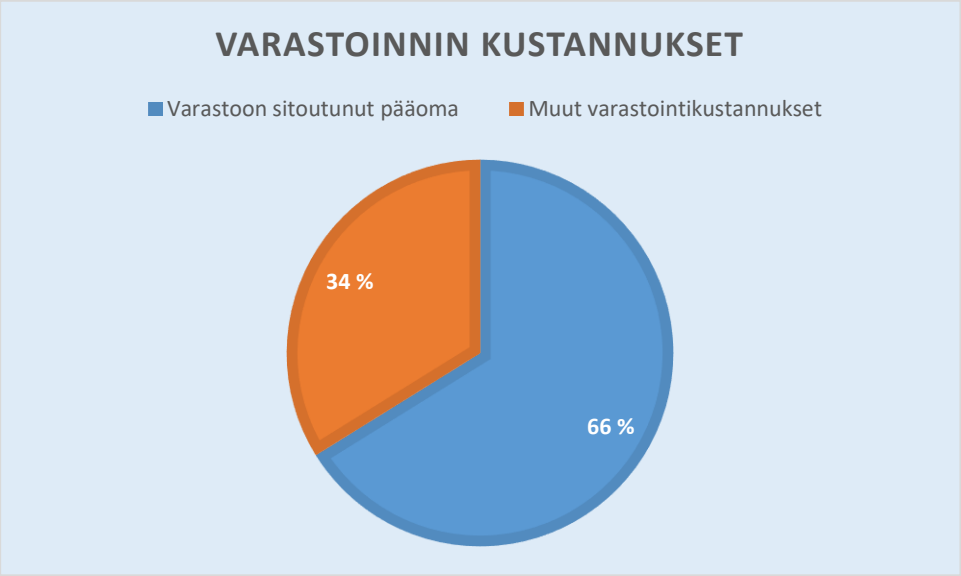
Kustannuksiin verraten ei ole tarpeellista pyrkiä 100%:n palveluasteeseen. Kuten kuviosta 7 selviää, kustannukset nousevat sitä korkeammiksi, mitä parempi palveluaste halutaan saavuttaa. Palveluaste onkin tasapainottelua kustannusten kanssa. 100 %:n palveluaste vaatii suuria varastoja, ja tämä tarkoittaa myös suurta varastoon sitoutuneen pääoman määrää. Esimerkiksi 95 %:n palveluaste tarkoittaa sitä, että 95 % tilauksista pystytään toimittamaan ja loput tilaukset jäävät toimittamatta. Yleinen tapa on myös seurata tilannetta tuotekohtaisesti eli 95 prosentin palveluasteella 95 % tilausten tuotteista pystytään toimittamaan ja loput 5% tuotteista jäävät jälkitoimitukseen. Jälkitoimitukseen jäävien tuotteiden seuranta onkin tärkeää, jotta asiakkaat

saavat loputkin tuotteensa riittävän aikaisin eikä puutekustannuksia pääse syntymään. (Tikka 2016, 48–49.)

Varastointiin ja varastoinnin tasoon liittyvät olennaisesti myös imuohjaus ja työntöohjaus. Ne ovat tyypillisimpiä teollisuuden varastoinnissa, mutta pätee myös muilla aloilla. Imuohjauksessa tuotetta valmistetaan tai tilataan vain tarpeeseen ja ylimääräistä tuotantoa sekä varastointia pyritään välttämään. Tuotteita valmistetaan tai tilataan omaan varastoon silloin, kun tilaus-toimitusketjun seuraava porras sitä tarvitsee. Imuohjaus vaatii hyvää yhteistyötä sekä nopeita toimitusaikoja tavarantoimittajilta. Työntöohjaus on imuohjauksen vastakohta ja tuotteita pyritään pitämään varastossa niin, että kun asiakkaalla ilmenee tarvetta tuotteelle, sitä on valmiiksi varastossa ja tuote voidaan toimittaa asiakkaalle nopeasti. Tämä lisää huomattavasti varastoinnin kustannuksia, mutta parantaa asiakastyytyväisyyttä. Näille toimintatavoille tuleekin löytää tasapaino, jotta kulut ja asiakastyytyväisyys pysyvät hallinnassa. (Inkiläinen, Ritvanen, Santala & Von Bell 2011, 57–58.)

Varastoinnin kustannukset

Kuten on jo tullut ilmi, varastointi aiheuttaa kustannuksia. Tarkemmin varastoinnin kustannuksia on eriteltynä kuviossa 8. Yleisimpiä kustannusmuotoja ovat tilakustannukset, kalusto, vakuutukset sekä automatisointi. Nämä ovat niin sanottuja kiinteitä kustannuksia, jotka muodostuvat varsinaisen toiminnan tasosta riippumatta. Lisäksi muodostuu muuttuvia kustannuksia, joita ovat pääomakustannukset, työvoimakustannukset, tietojärjestelmä, hävikki ja puutekustannukset. Muuttuvat kustannukset riippuvat toiminnan laajuudesta ja varastoinnin määrästä. Niiden laskuun on kuitenkin hidasta reagoida ja yleensä muuttuvia kustannuksia saadaan alaspäin viiveellä. (Tikka 2016, 46.)



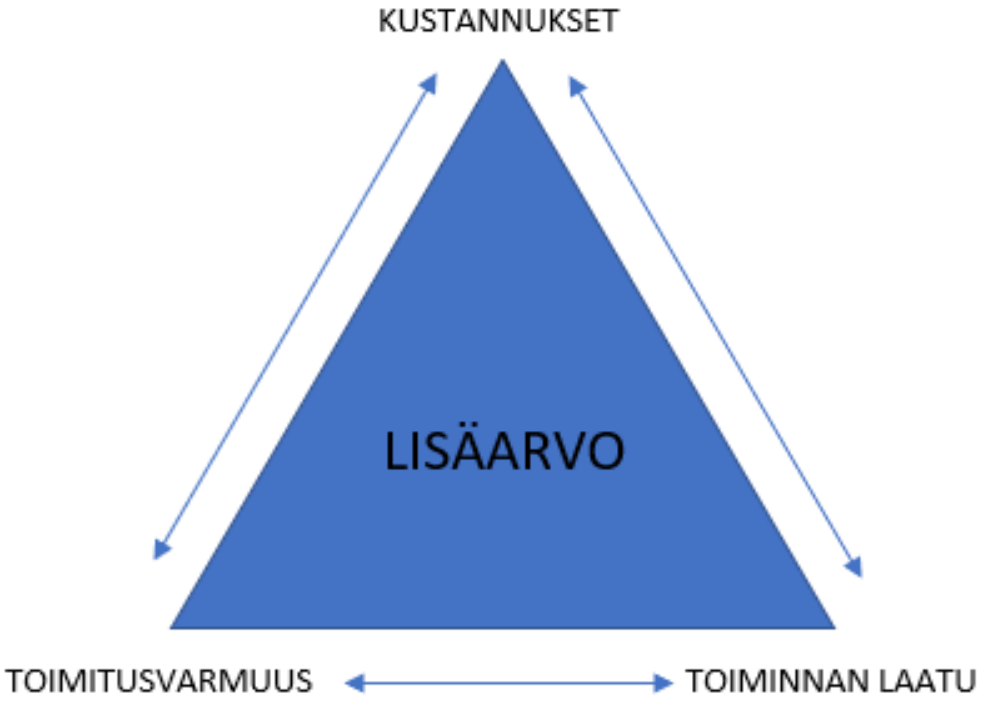
Kuvio 8. Varastoinnin kustannukset (Bask, Kiiski, Laari, Lorentz, Malmsten, Ojala, Paimander, Rintala, Rintala, Solakivi & Töyli n.d, muokattu)

Kuten kuviosta 8 selviää, pääomakustannukset ovat suurin yksittäinen varastoinnin kustannuserä. Tämä tarkoittaa varastoon sitoutunutta pääomaa eli rahaa, joka on käytetty varastoitavien tuotteiden hankintaan, mutta joka ei varastossa seisoessaan tuota yritykselle mitään. Hinta tälle pääomalle saadaan, kun otetaan huomioon hankitun pääoman hankintaan menneet kulut, kuten esimerkiksi lainan korko. Koska varastoon sitoutuneen pääoman osuus on niin suuri koko varastoinnin kustannuksista, pienentämällä varastotasoja voidaan saada merkittävää säästöä. Tähän voidaan päästä tekemällä saumatonta yhteistyötä koko tilaus-toimitusketjun matkalla, jolloin on mahdollista saavuttaa sujuvat ja nopeat toimitukset tavarantoimittajien kanssa. Tätä kautta voidaan pienentää omien varastojen määrää ja vapauttaa yritykselle rahaa muihin käyttökohteisin. (Tikka 2016, 47.)

Merkittäviä kustannuksia aiheuttavat myös henkilö- tila- ja teknologiakustannukset sekä muut kustannukset, kuten hävikki ja puutekustannukset. Ne ovat kuitenkin pääosin kustannuksia, jotka johtuvat toiminnan kasvusta eikä niiden merkitys kokonaisuuden kannalta ole niin suuri kuin sitoutuneeseen pääomaan kohdistuva kustannus. (Tikka 2016, 46.)

3.3 Varastonohjaus

Varastonohjauksella pyritään varmistamaan varastossa varastoitavien tuotteiden ja materiaalien oikea määrä niin, että kustannukset ovat mahdollisimman pienet, mutta varastoitavat määrät riittäviä kysyntään nähden (Hokkanen ym. 2011, 201). Varastonohjauksen toimintaperiaatetta havainnollistetaan kuviossa 9.



Kuvio 9. Varastonohjauksen ideologia (Hokkanen ym. 2011, 201, muokattu)

Kuten kuviossa 9 kuvataan, varastonohjauksen toimintamalli tuottaa lisäarvoa kaikille sidosryhmille. Kun saavutetaan tasapaino tuotteiden saatavuuden, varastotason ja käytetyn työmäärän osalta, varastonohjaus on onnistunut. (Hokkanen ym. 2011, 201.)

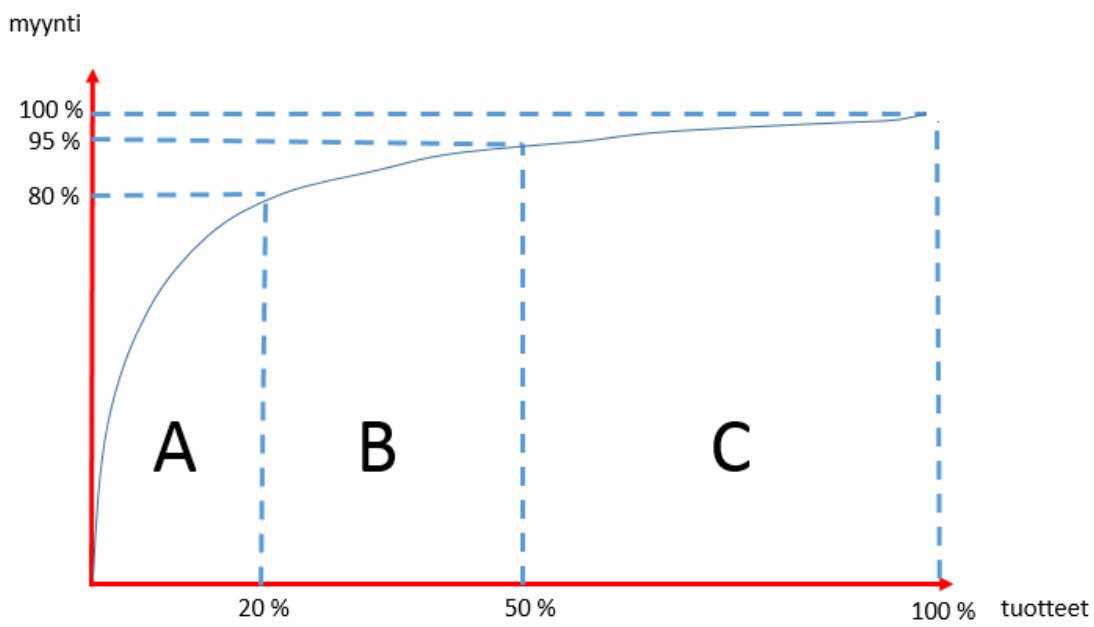
Teollisuudessa on otettava huomioon varastoitavien tuotteiden valmiusaste; mitä valmiimpana tuotteita varastoidaan, sitä enemmän siihen sitoutuu pääomaa ottaen huomioon siihen käytetty työ. Näin ollen tulisi varastoida enemmän raaka-aineita ja

suunnitella tuotanto niin, että keskeneräisiä sekä lopputuotteita varastoidaan mahdollisimman vähän. Lopputuotteet tulisikin valmistaa mahdollisuuksien mukaan imuohjausta noudattaen, jotta valmiita tuotteita ei tarvitse varastoida vaan ne saadaan mahdollisimman nopeasti asiakkaalle. Lisäksi maksuajat tulisi saada valmista tuotetta asiakkaille myydessä mahdollisimman lyhyiksi ja puolestaan raaka-aineiden hankinnassa tavarantoimittajilta mahdollisimman pitkiksi. Tällöin minimoidaan varastoon sitoutuneen pääoman määrää. Tämä tosin on ongelmallinen toimintatapa pienten yritysten kannalta, joiden maksukyky ei ole niin hyvä kuin suurilla yrityksillä. (Tikka 2016, 50–51.)

Seuraavissa kappaleissa ja luvuissa esitellään varastonohjauksen tunnuslukuja ja menetelmiä, joiden avulla pyritään saavuttamaan varastonohjauksen tavoitteet.

ABC-analyysi

ABC-analyysiä voidaan kutsua myös Pareton säännöksi. Nimi juontaa juurensa sen keksijästä, Vilfredo Paretosta. Pareto tutki ihmisten tulonjakoa 1900-luvun alussa ja havaitsi 20 prosentin asukkaista keräävän 80 prosenttia tuloista ja varallisuudesta. ABC-analyysi tarkoittaa siis 20/80-sääntöä. Sääntöä on havainnollistettu kuviossa 10. (Sakki 2009, 90.)



Kuvio 10. Pareton sääntö (Varastonohjaus n.d.)

Pareton sääntöä voidaan soveltaa monella tavalla, mutta voidaan todeta esimerkiksi, että 20 prosenttia tuotteista synnyttää 80 prosenttia liikevaihdosta tai 20 prosenttia tuotteista aiheuttaa 80 prosenttia varastosta. ABC-analyysi toimii myös käänteisesti, eli edellä mainituissa tapauksissa 80% tuotteista aiheuttaa 20% liikevaihdosta tai 80% tuotteista vain 20% varastosta. Prosentit eivät tietenkään aina ole juuri noin tarkat, mutta ideologia on kuitenkin aina sama. ABC-analyysia kannattaa tehdä etenkin tuotteista ja asiakkaista, mahdollisesti myös toimittajista. Tämänkaltainen luokittelu auttaa ymmärtämään tuotteiden merkitystä yrityksen talouteen sekä toimimaan työkaluna varaston- ja materiaalin ohjaukseen. (Sakki 2009, 90.)

Vaikka ABC-analyysi terminä sisältää vain kolme luokkaa A, B ja C, voidaan tuotteita luokitella useampaankin ryhmään. Tämä on monesti tarpeellista, jotta jakoa voidaan tehdä hieman yksityiskohtaisemmin. Tuotteita voidaan luokitella Sakin (2009,91) mukaan esimerkiksi jakaumalla:

- A-ryhmä: 50% liikevaihdosta
- B-ryhmä 30% liikevaihdosta
- C-ryhmä 15% liikevaihdosta
- D-ryhmä 5% liikevaihdosta
- E-ryhmä ei lainkaan liikevaihtoa

Ryhmiä voidaan lisätä tarpeen mukaan ja eritellä ne vielä yksityiskohtaisemmin. Näin saadaan aikaan selkeämpiä ja helpommin hallittavia luokituksia ja niiden tulkinta on helpompaa. Eri ryhmiin kuuluvia tuotteita voidaan ohjata eri tavalla. Esimerkiksi A-ryhmän tuotteille on suositeltavaa ylläpitää tarkkaa seurantaa ja pitää huoli, että tuotteilla on hyvä saatavuus ja niiden myyntihinta on oikea. Puolestaan D-ryhmän tuotteiden osalta on kannattavaa pohtia, tarvitaanko tuotteita ollenkaan tai sovelletaanko niihin jotain kevyempää ohjaustapaa. Tämä korostuu etenkin, jos tuotteen merkitys asiakkaille ei ole suuri. (Tikka 2016, 52-54.)

ABC-analyysia tehdessä ja tulkitessa tulee ottaa huomioon myös se, että luokituksen perusteella vähäisen merkittävyyden tuotteet eivät kuitenkaan välttämättä ole sitä asiakkaille, joten niitä ei voida kokonaan syrjäyttää varastoa ja ostoja suunnitellessa. On luonnollista, että yrityksille osa tuotteista ovat niin sanottuja ydintuotteita, jotka ovat luokituksen perusteella A-luokkaan kuuluvia tuotteita, mutta muiden luokkien tuotteet täydentävät yrityksen tuoterekisteriä ja ovat monen asiakkaan näkökulmasta yhtä tärkeitä, vaikka sen merkitys taloudelle onkin pienempi. (Sakki 2014, 64.)

ABC-analyysin A- ja B-tuotteiden osalta kannattaa kiinnittää erityistä huomiota niiden hinnoitteluun, koska niiden merkitys yrityksen taloudelle on merkittävin. Puolestaan C- ja D-luokkien tuotteissa kaikkien kulujen minimointi on tärkeää. (Sakki 2009, 100.)

XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on vain muunnos ABC-analyysista. Sillä tarkastellaan esimerkiksi kunkin tuotteen aiheuttamaa työtä eli kustannuksia. XYZ-analyysiä voidaan käyttää kokonaan omana työkaluna tai rinnakkain ABC-analyysin kanssa, sillä ne täydentävät toisiaan. XYZ-analyysi voi keskittyä esimerkiksi tuotteiden tapahtumamääriin, kuten tuotteen myyntitapahtumakertojen analysointiin. Tämä analyysi kertoo kunkin tuotteen aiheuttamasta työn määrästä. Yhdessä ABC-analyysin kanssa tämä malli tarjoaa tärkeää tietoa tuotteen taloudellisesta ja työllistävästä merkityksestä. Yhdistämällä ABC- ja XYZ-analyysi nelikenttäluokittelulla saadaan kattavaa tietoa tuotteista. Nelikenttäluokittelussa y-akselille voidaan asettaa tuotteiden luokka ABC-analyysin perusteella ja x-akselille XYZ-analyysin perusteella. Näin saadaan yhteen kuvaajaan tiedot, josta nähdään sekä tuotteen taloudellinen että työllistävä vaikutus. (Sakki 2009, 97.)

Erona ABC-analyysiin XYZ-analyysin perusteella voidaan suunnitella paremmin yrityksen tavarankäsittelyä sekä logistisia toimenpiteitä. ABC-analyysi tarjoaa apua tuotteiden hinnoitteluun ja tuotteiden aiheuttamaan taloudelliseen hyötyyn, kun taas XYZ avustaa käytännön työn suunnittelussa. Tämän avulla pystytään luomaan esimerkiksi toimiva keräilyreititys, jossa eniten keräyskertoja omaavat tuotteet ovat lähekkäin

toisiinsa nähden. Toimimalla näin siirtymät tuotteiden välillä ovat lyhyempiä ja keräily nopeampaa ja tehokkaampaa. XYZ-analyysi tarjoaa tärkeää tuotekohtaista tietoa myös siitä, kuinka paljon kustannuksia työstä aiheutuu tuotetta kohden. X-tuotteet ovat kaikkein eniten työtä aiheuttavia tuotteita, joten ne tulisi ottaa huomioon hinnoittelussa niin, että suuri työn määrä ei pudota tuotteesta jäävää katetta liian pieneksi. Monesti X-tuotteet ovat ABC-analyysinkin perusteella korkealla, joten niiden merkitys yritykselle on luokittelunkin perusteella merkittävä. (Sakki 2009, 96.)

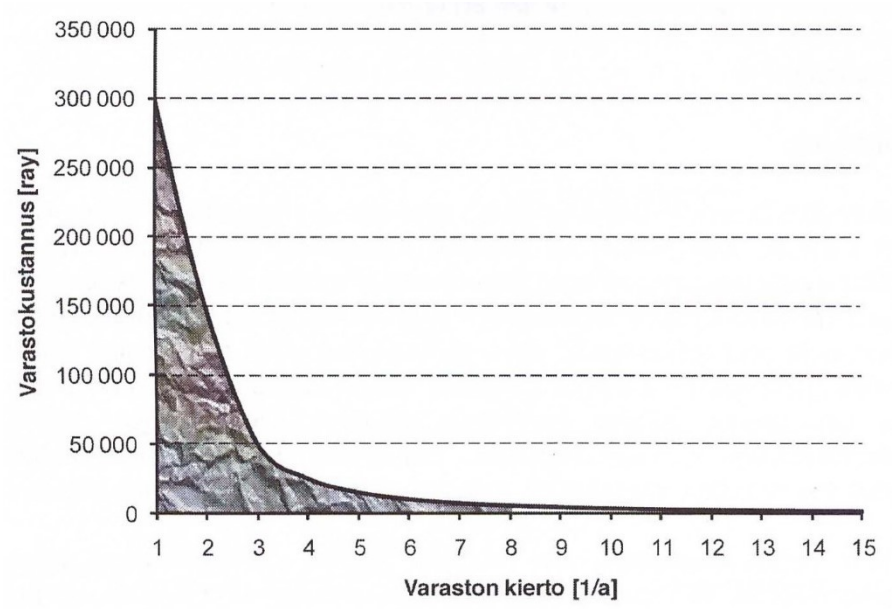
Kiertonopeus

Kiertonopeus on olennainen osa varastonohjausta. Kiertonopeus ilmaisee tuotteen kiertämistä eli vaihtumista varastossa. Mitä suurempi kiertonopeus on, sitä useammin tuote varastossa vaihtuu. Kiertonopeus kertoo, kuinka tehokkaasti vaihto-omaisuuteen sitoutunut pääoma vapautuu käyttöön. Mitä suurempi kiertonopeus tuotteella on, sitä vähemmän ja lyhyemmän ajan siihen sitoutuu pääomaa. Kiertonopeuden laskennassa tulisi ottaa huomioon kulutustiedot viimeisen 12 kuukauden ajalta, jolloin laskentaan tulevat mukaan mahdolliset sesonkivaihtelut tuotteiden kulutuksessa. Kiertonopeus lasketaan tyypillisesti vuoden kulutuksen ja keskivaraston suhdelukuna kaavalla 2.

$$Kiertonopeus = \frac{Vuoden\ kulutus\ (kpl\ tai\ €)}{Keskivarasto\ (kpl\ tai\ €)} \qquad (2)$$

(Tikka 2016, 57.)

Mikäli yrityksellä on käytössään tietojärjestelmä varastoinnin tukena, yleensä se hoitaa kiertonopeuden laskemisen automaattisesti. Lopputuloksena saadaan luku, joka kertoo, kuinka useasti keskimääräinen varasto vuoden aikana vaihtuu. Mikäli luku on esimerkiksi 12, keskivarasto vaihtuu kerran kuukaudessa. Kiertonopeus vaikuttaa kustannuksiin paljon, mutta korkeaa kiertonopeutta tavoitellessa tulee muistaa myös sen mahdollinen vaikutus palveluasteeseen. Mitä korkeampi kiertonopeus, sitä pienempi keskivarasto ja mahdollisesti myös palveluaste. Kuviossa 11 havainnollistetaan kiertonopeuden vaikutusta varastoinnin kustannuksiin. (Tikka 2016, 57.)



Kuvio 11. Kiertonopeuden vaikutus varastoinnin kustannuksiin (Hokkanen ym. 2011, 205)

Kuvion 11 varaston esimerkissä varaston keskiarvo on 750 000 rahayksikköä. Yhdysvalloissa 1980-luvulla suoritetussa tutkimuksessa ilmeni, että varastointikustannusten osuus varaston arvosta on jopa 40 %. Näin ollen kiertonopeuden ollessa yksi, varastointikustannukset ovat 300 000 rahayksikköä, mutta kiertonopeuden kaksinkertaistuminen puolittaa kustannukset. Kustannusten suhteellinen lasku jatkuu nopeana, mutta säästöt rahayksiköissä mitattuna pienenevät mitä suuremmaksi varaston kiertonopeus kasvaa. Näin ollen kiertonopeutta ei ole tarpeellista kasvattaa liian suureksi, sillä usein kiertonopeuden alentamisen aiheuttamat muut kustannukset kasvavat samaan aikaan niin, että talouden kokonaisuutta katsellessa varastointikustannusten pienentäminen ei ole enää kannattavaa. (Hokkanen ym. 2011, 205.)

Kiertonopeuksia tulee myös osata tulkita. Mikäli kiertonopeus on jonkun tuotteen osalta pieni, tuotetta varastoidaan liikaa suhteessa kysyntään ja sen varastointikustannukset ovat suuret. Tällöin varastotasoja tulisi pienentää. Vastaavasti mikäli jonkun tuotteen kiertonopeus on todella suuri, tulisi tarkistaa, tarvitseeko tuotteen varastointimäärää nostaa. Tällä tavalla voidaan välttää puutekustannuksia. Korkea kiertonopeus tarkoittaa samalla myös suurempia täydennyskustannuksia, joten erilaisten

kustannusten vertailu tuleekin tehdä pitäen mielessä tilanteen kokonaistaloudellinen vaikutus. (Hokkanen ym. 2011, 205.)

Riitto

Kiertonopeuteen liitetään yleensä myös riitto, joka on terminä helpommin ymmärrettävä kuin kiertonopeus. Toisinaan puhutaan myös termistä pysähdysaika, joka kuvaa hyvin tilaa, jossa tuote on varastossa pysähdyksissä eikä tuota yritykselle mitään. Riitto tai pysähdysaika kertovat kuinka pitkäksi aikaa varaston tuotteet keskimääräisellä kysynnällä riittävät. Se voidaan laskea kahdella eri tavalla kaavojen 3 mukaisesti.

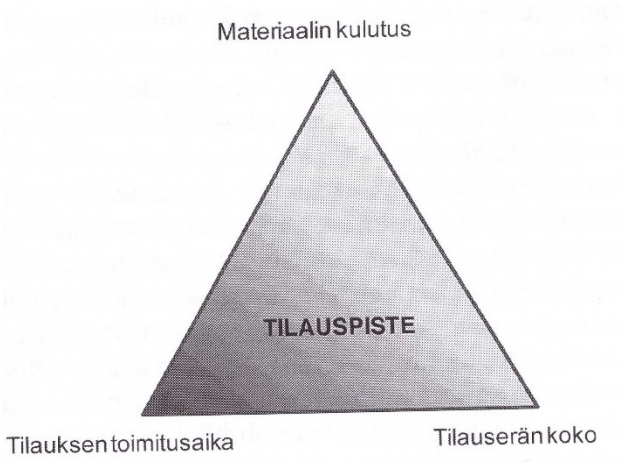
$$\frac{365\ pv\ddot{a}}{kiertonopeus} \text{ tai } \frac{keskivarasto}{vuoden\ kokonaiskysynt\ddot{a}} * 365\ pv\ddot{a} \qquad (3)$$

(Hokkanen ym. 2011, 134-135; Tikka 2016, 58)

Tulee kuitenkin huomioida, että riitto perustuu tasaisen kysynnän mukaiseen ennustamiseen ja se ei reagoi äkillisiin kysynnän muutoksiin. Riitto on hyödyllinen tapauksissa, jossa mietitään yksittäisen tuotteen tilauksen tarvetta ja ajankohtaa. (Hokkanen ym. 2011, 205.)

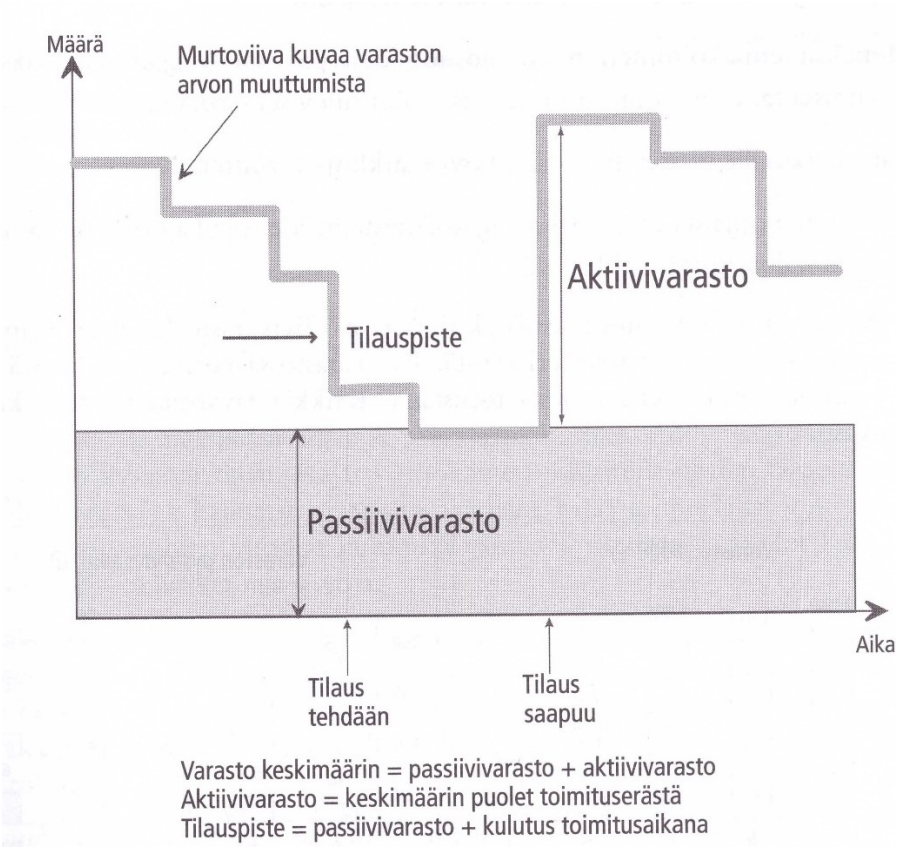
3.3.1 Tilauspiste

ABC-analyysin tekemisen ja kiertonopeuden selvittämisen jälkeen tullaan materiaalinohjauksen kannalta tärkeään asiaan, tilauspisteen määrittämiseen. Tilauspiste tarkoittaa sitä hetkeä, jolloin tilausimpulssi syntyy ja tuotetta tulisi tilata lisää. Tilauspisteen määrittämiseen vaikuttavia tekijöitä havainnollistetaan kuviossa 12. Tilauspisteitä voidaan luoda eri periaatteilla riippuen tuotteen ABC-analyysin luokasta. (Tikka 2016, 52–54)



Kuvio 12. Tilauspisteeseen vaikuttavat tekijät (Hokkanen ym. 2011, 187)

Tilauksen toimitusaika ja materiaalin kulutus vaikuttavat suuresti tilauspisteen määrittämiseen ja myös näiden pohjalta määräytyy tilauserän koko. Nämä kolme asiaa on pidettävä koko ajan mielessä, jotta tuotteelle määritetään oikeanlainen tilauspiste. Tilauspisteen ja tilauserän koon määrittämiseksi on hyvä tuntea käsitteet aktiivivarasto ja passiivivarasto (kutsutaan myös varmuusvarastoksi) sekä niiden erot. Aktiivi- ja passiivivaraston eroa on havainnollistettu kuviossa 13.



Kuvio 13. Aktiivi- ja passiivivaraston ero (Sakki 2009, 105)

Aktiivivarasto on se osa tuotteista, jotka kysynnän mukaan kiertävät koko ajan ja sen suuruus riippuu saapumiserien koosta. Aktiivivaraston koko on keskimäärin puolet saapumiserän koosta. (Sakki 2009, 104.)

Passiivi- eli varmuusvarasto tarkoittaa sitä osaa varastosta, mitä pidetään mahdollisten toimitusviivästysten sekä muiden epävarmuustekijöiden, kuten tuotteen huonon korvattavuuden, takia. Sillä siis varaudutaan epävarmuuksiin tuotteen toimituksissa. Passiivivarastoa kertyy helposti liikaa, koska halutaan toimia varman päälle ja välttyä tuotteiden toimituskatkoksilta asiakkaille. Passiivivaraston koko voidaan todeta laskemalla todellinen varastosaldo ja vähentämällä siitä puolet tuotteen keskimääräisen saapumiserän koosta. Lopputuloksena saatu arvo kertoo siis sen hetkisen passiivivaraston koon. Merkittävä syy passiivivarastojen syntymiselle on epäonnistunut kysynnän ennustus. Parempi keino passiivivaraston välttämiseen olisikin keskittyä koko toimitusketjun kehittämiseen niin, että epävarmuustekijöitä pyritään poistamaan sekä

selvittämään etukäteen tuotteen kysyntää, jolloin tuotetta voidaan varastoida tarkemmin vain sen kulutusta vastaavia määriä. (Sakki 2009, 104–105.)

Tilauspistettä määritettäessä tulee ottaa huomioon tilaus-toimitusprosessin eri vaiheissa syntyvät mahdolliset viiveet. Kun tuote alittaa tilauspisteen, yrityksen tilaussyklien mukaan voi syntyä viivettä ennen kuin tilaus lähetetään tavarantoimittajalle. Tätä viivettä kutsutaan tarkasteluväliksi. Tavarantoimittajan käsittelyaika tilauksen vastaanottamisesta luo viivettä sekä lisäksi tavarantoimittajan varsinaiseen tuotteen keräilyyn ja lähetykseen on varattava aikaa. Tämän jälkeen tuotteen kuljetus sekä lähetyksen vastaanotto tuottavat lisää viivettä koko tilausprosessiin. Nämä asiat on huomioitava tilauspisteen määrittämisessä, sillä puutetilanteita liian matalan tilauspisteen takia tulisi välttää. Tilauspiste tulee määrittää niin, että hankinta-ajan kulutus ei ole tilauspisteen määrää suurempi. (Sakki 2009, 120.)

Lisäksi tulee varautua toimitusviivästyksiin tai äkillisiin kysynnän vaihteluihin pitämällä yllä varmuusvarastoa. Varmuusvarastoa tarvitaan etenkin silloin, kun tilausvälin kulutus ei ole tasaista eikä sitä näin ollen voida tuntea tarkasti. Varmuusvaraston määränä pidetään sitä tuotteen määrää, minkä alle varasto saisi laskea vain poikkeustapauksessa. Haluttu varmuusvaraston määrä tarvitaan tilausajankohdan määrittelyä varten, jotta vältytään tuotteiden puutekustannuksilta. Lisäksi on otettava huomioon tuotteen luonne eli onko sille mahdollista saada korvaavaa tuotetta joko samalta tai eri tavarantoimittajalta. Mikäli korvaavaa tuotetta on nopeasti saatavilla, pienempi varmuusvarasto riittää. (Sakki, J. 2009, 122.)

Varmuusvaraston määrä voidaan laskea kaavalla 4.

$$B = k * s * \sqrt{L} \qquad (4)$$

Jossa

- B = Varmuusvaraston määrä
- k = varmuuskerroin
- s = standardipoikkeama tuotteen keskimääräisestä kulutuksesta
- L = hankinta-aika

Varmuuskerroin määritellään halutun palveluasteen perusteella. Varmuuskertoimen suuruutta voidaan tarkastella taulukon 1 perusteella. (Sakki, J. 2009, 122.)

Taulukko 1. Palveluastetta vastaavat varmuuskertoimet (Sakki, J. 2009)

Palveluaste	50 %	75 %	90 %	95 %	97 %	98 %	99 %	99,50 %	99,90 %	99,99 %
Varmuuskerroin k	0	0,67	1,28	1,64	1,88	2,05	2,33	2,57	3,09	3,72

Esimerkiksi 95 prosentin palveluasteella varmuuskerroin on 1,64. Standardipoikkeama tuotteen keskimääräisestä kulutuksesta tulisi saada suoraan tietojärjestelmästä ja kun sitä seurataan jatkuvasti, tilauspistettäkin voidaan säätää jatkuvasti vastaamaan tarpeeseen. (Sakki 2009, 122.)

Seuraavissa kappeleissa käsitellään erilaisia tilauspistemenetelmiä sekä niiden vahvuuksia ja heikkouksia.

Kiinteä tilauspiste

Yksi yleisimmistä tilauspistemenetelmistä on kiinteä tilauspiste eli hälytysraja. Tämä toteutetaan tyypillisimmin tietojärjestelmän avulla ja perustuu imuohjattuun menetelmään. Jokaiselle tuotteelle määritetään oma hälytysrajansa eli varastotaso, jonka alituttua tietojärjestelmä muodostaa tilausehdotuksen. (Hokkanen ym. 2011, 206.) Hälytysrajan tulee perustua tuotteen kysyntäennusteeseen. Mikäli tuotteelle ei haluta pitää varmuusvarastoa, hälytysraja määritetään tilauserän hankinta-ajan mukaiseksi niin, että hälytysrajan määrä on yhtä suuri kuin hankinta-ajan kulutus. Hälytysraja-menetelmän etuna ovat kysyntään perustuvat tilauspisteet, jolloin ylimääräistä varastointia ei synny. Ostotilauksia tavarantoimittajalle ei kuitenkaan voida samalla tavalla yhdistellä, jolloin kuljetus- ja tilauskustannukset nousevat. (Inkiläinen ym. 2011, 89.)

Hälytysrajan määrittämiseen voidaan käyttää laskennallista kaavaa 5, joka ottaa huomioon tuotteen kulutuksen, hankinta-ajan, tuotteen toimitusajan ja tarkasteluvälin sekä varmuusvaraston.

$$T = D\left(L + \frac{P}{2}\right) + B \qquad (5)$$

Jossa

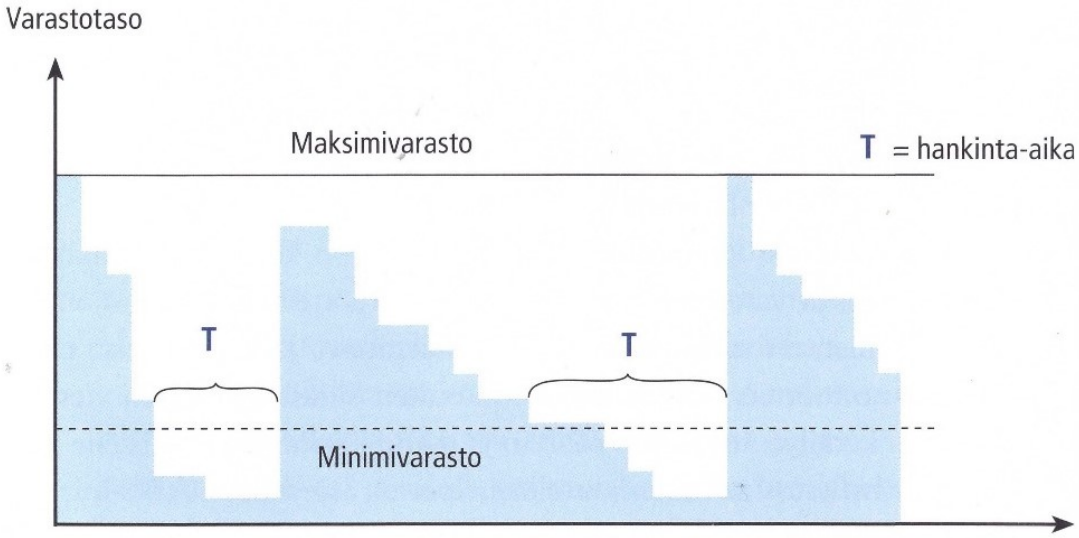
- D = tuotteen keskimääräinen kysyntä tietyn ajanjakson aikana
- L = hankinta-ajan pituus
- P = tarkasteluväli
- B = varmuusvaraston määrä

(Sakki 2009, 123)

Koska tietyn toimittajan tuotteita tilataan yleensä esimerkiksi kerran viikossa tiettynä päivänä, tarkasteluväli tulee ottaa huomioon. Tämä väli on yllä olevassa kaavassa siis P. Sijoitettuna kaavaan se siis lisätään tuotteen hankinta-ajan pituuteen, sillä tarkasteluväli aiheuttaa lisää viivettä tilauksen tekoon. Näin laskettuna saadaan todenmukainen tilanne, joka ottaa huomioon ennustettavissa olevat muuttujat. (Sakki, J. 2009, 123.)

Minimi-maksimimenetelmä

Minimi-maksimimenetelmä on menetelmä, jossa minimivarasto tarkoittaa tilauspistettä eli hälytysrajaa ja maksimivarasto tuotteen suurinta mahdollista varastointimäärää. Minimivarasto sisältää varmuusvaraston ja sen määrään lisätään hankinta-ajan keskimääräinen varasto, jolloin saadaan tilauspiste. Menetelmää havainnollistetaan kuviossa 14.



Kuvio 14. Minimi-maksimimenetelmä (Inkiläinen ym. 2011, 88)

Maksimivaraston määrä saadaan lisäämällä varmuusvarastoon tilausvälin ja hankinta-ajan aikainen kulutus. Tällä menetelmällä saadaan siten helposti selville myös tilausmäärä vähentämällä maksimivarastosta tilaushetken varastomäärä sekä mahdolliset saapumatta olevat ostotilaukset. (Inkiläinen ym. 2011, 88.)

Kiinteä tilausväli

Hälytysrajan lisäksi voidaan käyttää kiinteän tilausvälin menetelmää. Se tarkoittaa tietyn ajan välein tehtävää saldotarkistusta eli inventointia. Tässä menetelmässä tuotteen varastosaldo tarkistetaan esimerkiksi kahden viikon välein ja saadun tuloksen perusteella joko määritetään tilausmäärä vertaamalla tuotteen sen hetkistä varastosaldoa maksimivaraston määrään tai tilataan tuotetta ennalta sovitun määrän verran. Kyseinen menetelmä sopii toimintamalliksi siinä tapauksessa, jos varastoa ohjataan työntöohjauksen tapaisesti, missä varastoa pyritään pitämään täytenä eikä tuote pääse helposti loppumaan. (Hokkanen ym. 2011, 206.) Kiinteän tilausvälin menetelmässä suurin hyöty on tilausten yhdistely niin, että saadaan määrä- sekä kuljetusalennuksia. Huonoja puolia ovat isomman varaston tarpeellisuus toimitusajan ja tilausvälin ajalle. (Inkiläinen ym. 2011, 89.)

Teollisuudessa on käytössä imuohjaukseen perustuva tilauspistemenetelmä. Tämä toimii niin, että kun myynti myy valmiin tuotteen ja jos lopputuotetta ei suoraan ole varastossa, myynnin käyttämä tietojärjestelmä tekee tilauksen tuotannolle, mistä tuotannonsuunnittelun tietojärjestelmä tarkistaa raaka-ainetilanteen ja siirtää lopputuotteen tuotantoon. Mikäli raaka-aineita ei ole tarpeeksi, siirtää se raaka-ainetarpeen varaston tietojärjestelmään, josta muodostuu tilausimpulssi varaston täydennyserälle. Tilausmäärät määräytyvät tuotannonohjauksen tietojärjestelmästä saataviin tuotannon tarpeisiin ja nämä tietojärjestelmät toimivat tiiviissä yhteistyössä, jotta varastoon saapuu täydennyseriä juuri oikeaan aikaan eikä tuotanto seisahdu. Imuohjaus perustuu myös JIT-menetelmään. (Hokkanen ym. 2011, 206.)

Toinen teollisuuden käyttämä tilausmenetelmä on materiaalitarvelaskentaan (MRP, Material Requirements Planning) perustuva menetelmä. Se toimii työntöohjauksen tyyppisesti eli varastoon saapuneiden raaka-aineiden käyttö on suunniteltu jo etukäteen ennusteiden, lopputuotteen rakennetietojen ja varastomäärien pohjalta. Kun raaka-aineet saapuvat, ne siirretään tuotantoon ja valmistetaan vaihe vaiheelta lopputuotteeksi. Tuote ”työnnetään” seuraavaan tuotantovaiheeseen aina valmistuttuaan edelliseltä, jolloin tuotannon pullonkaulat ruuhkautuvat ja aiheuttavat viivästyksiä läpimenoaikoihin. Menetelmän vahvuutena voidaan pitää sitä, että saapuville raaka-aineille on jo olemassa valmis kysyntä tuotannossa, joka tosin perustuu vain myynnin ennustuksiin. Heikkoutena tällä järjestelmällä ovat muutokset tuoterakenteissa tai mahdolliset muutokset ja viivästykset tuotannossa esimerkiksi kalustorikkojen osalta. Nämä pitkittävät varastointia ja lisäävät varastoon sitoutunutta pääomaa. (Sakki, J. 2009, 128.)

Nykyisin on käytössä myös VMI-menetelmällä (Vendor Managed Inventory) toimivia varastoja. Näitä kutsutaan esimerkiksi kaupintavarastoiksi. Siinä tuotteet ovat tavarantoimittajan omaisuutta niin pitkään, kunnes tuote käytetään, jolloin siitä siirtyy tieto tavarantoimittajalle ja tilaus sekä laskutus tapahtuvat tämän perusteella. Käytön jälkeen tavarantoimittaja toimittaa uuden tuotteen tilalle ja sopimuksen mukaan joko järjestää hyllytyksen tuotteelle tai varaston henkilökunta hoitaa hyllytyksen.

Näin yritys säästää vaivaa sekä rahaa, kun varsinaisen varastonohjauksen hoitaa tavarantoimittaja. Tilauspiste perustuu menekkiin, sillä kun tuotetta otetaan varastosta, sitä tilataan myös lisää. (Hokkanen & Virtanen 2016, 79.)

3.3.2 Tilauserä

Tilauserällä tarkoitetaan sitä tuotteen määrää, mikä tilauspisteen aiheuttaman tilausimpulssin jälkeen tilataan täydentämään varastoa. Tilauserällä vaikutetaan suoraan vaihto-omaisuuden eli varastoon sitoutuneen pääoman määrään. Tilauserä tulee määrittää niin, että sillä pystytään vastaamaan kysyntään yhdessä tilauspisteen kanssa. Tuotetta ei tule tilata liian pientä määrää liian usein, jolloin tuotteen tilaus-, käsittely- ja kuljetuskustannukset nousevat liikaa. Tuotetta ei myöskään tule tilata liian paljoa, jotta vaihto-omaisuuden määrä ei kasva liikaa. On myös otettava huomioon käytettävät varastotilat. Tilauserän määrittelyssä on tärkeää minimoida toimitus- ja tilauskustannukset ja maksimoida tilauserästä saatava arvo eli tuotto. (Sakki 2009, 115–118.)

Tilauserän koossa tulee aina ottaa huomioon tilauserän koon vaikutus tuotteiden yksikköhintaan. Lisäksi tuotteen säilyvyys varastossa tulee ottaa huomioon ja lyhyellä säilyvyysajalla varustetut tuotteet tulee tilata mahdollisimman tarkasti kysynnän mukaisesti, jotta vältytään hävikiltä. (Sakki 2009, 119)

Seuraavissa kappaleissa käsitellään tyypillisimmät tilausmäärän määrittelymenetelmät.

Taloudellisin ostoerä

Taloudellisimman ostoerän menetelmässä (EOQ, Economic Order Quantity) tilauserä määritellään laskennallisesti Wilsonin kaavan avulla. Kaavaa on kuvattu numerolla 6.

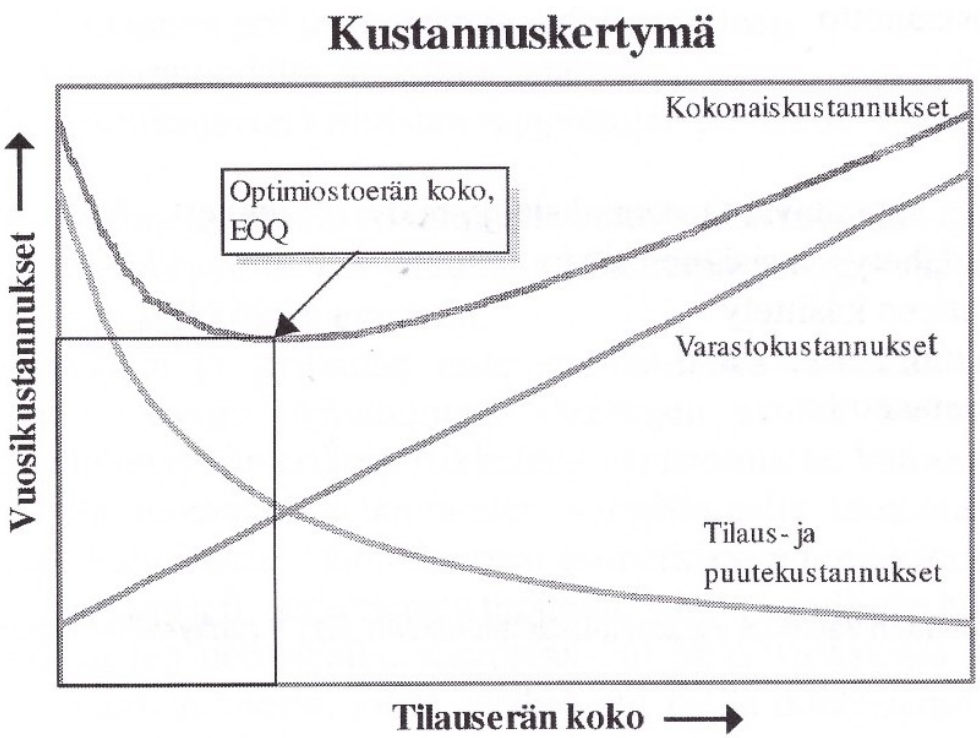
$$EOQ = \frac{\sqrt{2 * C_o * D}}{C_i * U} \tag{6}$$

Jossa:

- EOQ = Taloudellinen ostoerä
- C_o = Toimituserän hankintakustannus
- D = Vuosikulutus
- C_i = Vuotuinen varastointikustannus
- U = Yksikköhinta

(Hokkanen ym. 2011, 135)

Kaavasta saadaan sinänsä käyttökelpoista tietoa, mutta sen parametrien määrittäminen on haastavaa. Vuotuiset varastointikustannukset sekä toimituserän hankintakustannukset vaativat tarkkaa tietoa, jota ei kuitenkaan aina ole saatavilla. Kaava sisältää oletuksen, että tuotteen kysyntä sekä saatavuus on tasaista. Kaava ei ota huomioon kustannusten vaihtelua tai haluttua palvelutasoa, vaan tuloksena saadaan vain taloudellisin eli kustannuksiltaan pienin tilausmäärän eräkoko. Wilsonin kaava toimiikin suuntaa antavana suunnittelun pohjana, mutta sen antama tulos tulee suhteuttaa muihin vaikuttaviin asioihin. Kuviossa 15 on esitetty taloudellisimman ostoerän menetelmää graafisesti. (Hokkanen ym. 2011, 135.)



Kuvio 15. Taloudellisin ostoerä graafisesti esiteltynä (Hokkanen ym. 2011,204)

Koska optimaalisen eräkoon menetelmässä optimointi tehdään vain talouden näkökulmasta, ennen lopullisen ostoerän koon päättämistä tulee kiinnittää erityisesti huomiota erityisesti vähemmän liikkuvien tuotteiden ostomääriin. Optimaalisen ostoerän menetelmällä saatu ostoerän koko saattaa sisältää tuotetta esimerkiksi vuoden kulutuksen verran, jolloin erän koko tulee tarkastella uudestaan. Lisäksi tuotteiden pilaantumisen riski tulee ottaa huomioon, sillä ostoerän ollessa liian suuri kulutukseen verrattuna tuotteilla on vaara pilaantua. Varastotilat tulee myös ottaa huomioon ja suhteuttaa ostoerät käytettävissä olevaan tilaan. Aina ostoeriä pohtiessa tulee ottaa huomioon tavarantoimittaja ja siltä tilattavien eri tuotteiden määrä, jolloin tilauksia pystytään yhdistämään samaan lähetykseen ja näin säästetään kuljetuskustannuksissa. Toimittajan etäisyys asiakasyrityksestä vaikuttaa myös olennaisesti tilausmääriin, sillä kaukaa tilattuna pienin mahdollinen tilauserä voi olla kohtuuttoman suuri tarpeeseen nähden. (Sakki 2009, 119.)

Tilauserän määrittämisen vaihtoehdoksi on mainittu jo edellisessä luvussa minimimaksimimenetelmää, joka määritetään varmuusvaraston, tilauspisteen sekä hankinta-ajan keskimääräisen varastomäärän ja hankinta-ajan kulutuksen perusteella. Tämän menetelmän heikkous on sen toteuttamiseen tarvittavien resurssien määrän. (Inkiläinen ym. 2011, 88.) Lisäksi voidaan käyttää kokemuksen ja visuaalisen havainnon perustella määriteltävää tilauserää, mutta tämän menetelmän heikkoutena on sen kustannuksien vaikea hahmottaminen, jos ostaja ei tunne ostoerien sekä käsittely- ja kuljetuskustannusten aiheuttamia kustannuksia (Hokkanen ym. 2011, 204).

4 Tulokset ja toimenpide-ehdotukset

Tässä luvussa esitellään ja havainnollistetaan aluksi lähtötilanne eli se, minkälainen pohjaratkaisu Keski-Suomen Sairaala Novan logistiikkakeskuksen keskusvarastossa on, ja esitellään valitut varastointiratkaisut sekä niiden tarjoama kapasiteetti. Lisäksi käydään läpi tutkimuksen etenemistä, vastataan tutkimuskysymyksiin sekä esitetään tulokset ja toimenpide-ehdotukset.

4.1 Lähtötilanne

Kuviossa 16 on esiteltynä sairaala Novan keskusvaraston layout. Layout tarkoittaa keskusvaraston pohjaratkaisua. Layoutista selviävät varastointiratkaisujen, käytävien sekä muiden tilojen sijoittelu. Varaston vapaa korkeus kuormalavahyllyille ja varasto-automaateille varatulla alueella on 5100 mm ja muussa osassa varastoa 4100 mm. Kuviossa 16 on myös eritelty tämän työn tavoitteeseen pääsyyn vaikuttavat varastointiratkaisut havainnollistamaan paremmin tuotteiden sijoittelua. Numerot vastaavat varaston eri alueita ja niihin viitataan esiteltäessä kutakin varastointiratkaisua. Lisäksi punaisella viivalla on havainnollistettu suunniteltua keräilyreittiä.

Kuvio 16. Sairaala Novan keskusvaraston layout (Jokela 2019)

Kuviossa 16 numerolla 1 numeroituun saapuvan tavaran vastaanottotilaan sekä yhdistelytilaan sijoittuvat Paatolan (2019) mukaan varastohenkilökunnan päätelaitteet sekä tavaran vastaanoton ja purkamisen vaatimat tilat. Tässä tilassa käsitellään saapuvat varastotavarat, jonka jälkeen ne hyllytetään käytettäviin varastointiratkaisuihin. (Paatola 2019.)

Varsinainen varastotila on pinta-alaltaan 237,5 m^2. Kun lasketaan mukaan vastaanottotila, yhdistelyalue ja varsinainen varastotila, pinta-alaa on siis 327,5 m2. Tämä luku on vertailukelpoinen nykyisen varaston 475 m2:n kanssa. Eroa pystytään kompensoimaan tilojen korkeudella. Nykyinen varasto on vain noin 2,4 metriä korkea, kun taas Novan keskusvaraston vapaa korkeus on 4,1–5,1 metriä. Alueelle sijoittuvat kaksi varastointiautomaattia, pushback-toiminnolla varustettu syväkuormaushylly, perinteiset lavahyllyt, perinteiset pientavarahyllyt sekä läpivirtaushylly lähtevälle tavaralle.

Varastointiratkaisut

Seuraavissa kappaleissa esitellään kaikki sairaala Novan keskusvarastoon suunnitellut varastointiratkaisut. Varastointiratkaisuiden päätösten perustana on Paatolan (2019) mukaan käytetty toiminnan tehokkuutta ja varastoprosessien sujuvuutta, jotta kaikki toiminnot ovat sujuvia eikä toimintaa rajoittavia tekijöitä pääsisi syntymään (Paatola 2019).

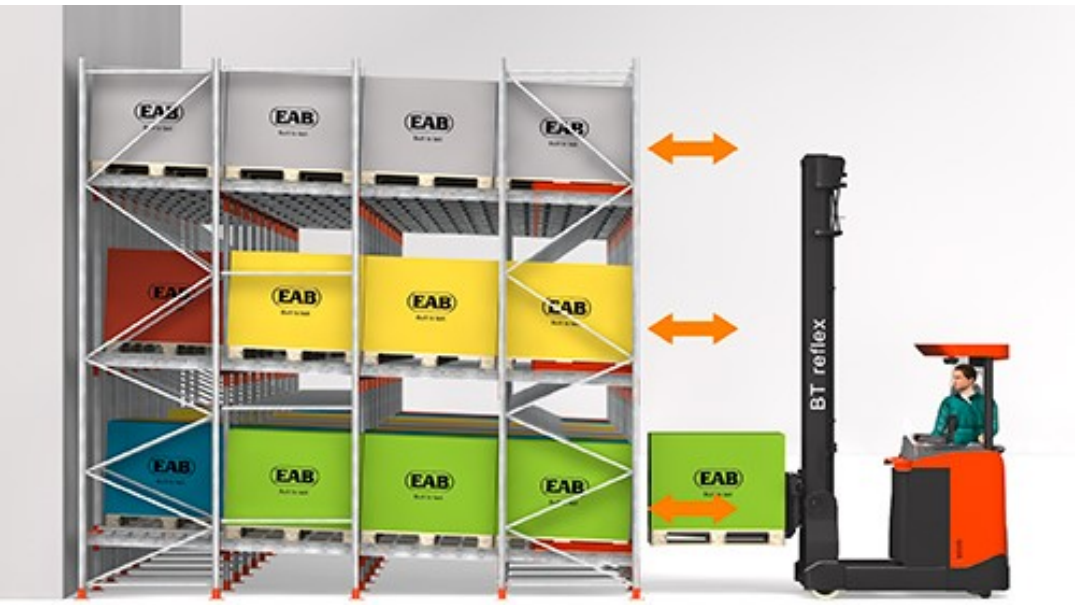
Kuviossa 17 esitellään havainnekuva keskusvarastoon sijoitettavista varastoautomaateista. Varastoautomaattien sijainti keskusvarastossa on merkitty kuvioon 16 numerolla 2.

Kuvio 17. Varastoautomaattien profiili (Kardex Remstar n.d.)

Varastoon sijoittuu kaksi varastoautomaattia. Automaatit toimivat yhteistyössä varaston tietojärjestelmän kanssa, jotta varmistetaan toimiva ja sujuva keräily sekä hyllytys automaateista ja muista varastointiratkaisuista. Varastoautomaatit ovat hissillisiä varastoautomaatteja. Varastoautomaattien yhden alustan leveys on 4050 mm ja syvyys 803 mm. Alustojen maksimimäärä automaateissa on 49 kpl 250 millimetrin korkeussuuntaisella välillä laskettuna, jolloin automaatin kapasiteetti pinta-alaksi

muunnettuna on 159,3 m^2. Alustojen korkeuden säätö mahdollistaa automaatin muokkaamisen tarpeen mukaan. Tämä on tärkeää, koska varastoitavat tuotteet ovat erikorkuisia eikä yhtä sopivaa korkeutta voida määrittää. Kaikkia alustoja ei ole välttämätöntä käyttää, mikä lisää järjestelmän joustavuutta. (Jokela 2019)

Pushback-kuormalavahylly (kuvio 16, alue 3) tarkoittaa syväkuormaushyllyä, jossa pystytään varastoimaan peräkkäin useampia lavoja ja niiden liikkuminen edestakaisin tapahtuu rullien avulla. Kuviossa 18 havainnollisestaan varastoratkaisun toimintaperiaatetta.



Kuvio 18. Syväkuormaushylly (Varastokalusteet n.d.)

Sairaala Novan uudessa keskusvarastossa syväkuormaushylly on korkeussuunnassa kolmitasoinen ja peräkkäin voidaan säilyttää kolmea lavaa, eli lavapaikkoja on yhteensä 81 lavalle.

Kuten seuraavaksi esiteltävissä perinteisissä kuormalavahyllyissäkin, syväkuormaushyllyssä hyllytasojen välinen korkeus on 1500 millimetriä sisältäen 100 millimetriä korkean kuormalavan, 1100 millimetriä korkean kuorman, 150 millimetrin käsittelyvaran sekä 150 millimetrin palkin korkeuden. Korkeudet päätettiin varastotilan kor-

keus sekä tuotteiden mitat huomioon ottaen. Lisäksi suuri painoarvo annettiin käytettävälle kuljetuskalustolle, joilla tuotteet kuljetetaan tavarantoimittajalta sairaalan varastolle. Koska tiedossa oli, että saapuvat tuote-erät ovat tulevaisuudessa pienempiä kuin tällä hetkellä ja yksittäisten lähetysten määrä kasvaa, haluttiin kasvavia kuljetuskustannuksia kompensoida sillä, että kaksi kuorman kanssa 1,2 metriä korkeaa kuormalavaa voidaan lastata ja kuljettaa jakeluautossa päällekkäin. Näin jakeluauton tilan käyttö saadaan tehokkaammaksi ja kuljetuskustannuksia rajoitettua mahdollisimman paljon. Kaikista kuormalavahyllyistä keräilyt suoritetaan aktiivipaikoilta, jotka ovat kahdella alimmalla hyllytasolla. Kolmas hyllytaso toimii aktiivipaikkana ainoastaan todella pienen menekin omaaville harvoin kerättäville velvoitevarastotuotteille sekä reservipaikkana alempien tasojen tuotteille.

Kuviossa 19 havainnollistetaan kuormalavahylly, joka tulee käyttöön sairaala Novan keskusvarastoon. Ne sijaitsevat kuvion 16 alueella 4. Yhdelle hyllytasolle mahtuu kuvasta poiketen kolme tai neljä lavaa, riippuen lopullisesta asennusratkaisusta. Lisänä kuvan hyllyrakenteeseen pilareiden suojaksi tulevat vielä törmäyssuojat.

Kuvio 19. Perinteinen kuormalavahylly (Valmiit kokoonpanot n.d.)

Lavapaikkoja perinteiseen hyllyyn tulee yhteensä 48 kappaletta. Hyllytasoja on kuviosta 19 poiketen kolmessa tasossa ja lavoja mahtuu molemmat hyllyn puolet yhteen laskettuna 16 kappaletta vierekkäin.

Uudessa keskusvarastossa kuormalavapaikkoja on siis yhteensä 129 kappaletta. Vertailun vuoksi, nykyisessä varastossa velvoitevarastotuotteet mukaan lukien lavapaikkoja on 145, mutta ne eivät ole korkeusrajoitettuja. Uudessa sairaalassa kuormalavapaikat ovat kahdessa alimmassa tasossa noin 1,2 metriä. Tämä tulee aiheuttamaan haasteita sekä muutoksia varastointimääriin.

Toimintaperiaatteeltaan kuvion 20 mukaista perinteistä pientavarahyllyä on suunniteltu kuvion 16 alueelle 5 ja sen kapasiteetti on yhteensä 120 hyllymetriä. Hyllyt toteutetaan viisitasoisena, jolloin ylimmän hyllyn korkeus on noin 2,1 metrin korkeudessa. Ylimmälle tasolle hyllyttäessä tai sieltä kerätessä käytetään apuna tarvittaessa tikkaita tai muuta apuvälinettä.

Kuvio 20. Pientavarahyllyn profiili (Valmiit kokoonpanot n.d.)

Jokainen hyllytaso on 1000 millimetrin levyinen, mutta pilarin viedessä tästä noin 40 millimetriä, todellinen käyttöleveys on noin 960 millimetriä. Hyllyn syvyys on 500 millimetriä.

Pientavarahyllyt ovat jaettu kahteen kuusi metriä pitkään osaan, jolloin kuuden metrin hyllyn jälkeen tulee kulkukäytävä, jotta keräilyreitit pystytään suunnittelemaan mahdollisimman lyhyillä siirtymillä. Tämä tulee ottaa huomioon myös tuotesijoittelussa.

Lähtevälle tavaralle käytetään kuvion 21 kaltaista läpivirtaushyllyä, johon sijoitetaan jälkitoimituksena saapuneet yksittäiset tuotteet sekä muut pienemmät lähetykset. Läpivirtaushylly sijaitsee kuvion 16 alueella 6.

Kuvio 21. Lähtevän tavaran läpivirtaushylly (Kevyt läpivirtaushylly n.d.)

Läpivirtaushyllyjä on yhteensä 11,9 metriä 4 tasossa, eli 47,6 hyllymetriä. Läpivirtaushyllyn syvyys on 1,5 metriä. Hyllyvälin korkeus on 41 cm, joka määrittää ja rajoittaa hyllyyn laitettavien kollien kokoa.

4.2 Tutkimuksen eteneminen

Projektityön tutkimuskysymyksinä olivat ”Kuinka paljon tuotteita varastoidaan, kuinka paljon ne vaativat tilaa ja miten tuotteet kannattaa sijoittaa varastoon?” Jotta näihin kysymyksiin voitiin vastata, olennainen osa tutkimusta oli varastoitavien tuotteiden mittojen sekä kuormalavalle mahtuvan tavaramäärän selvitys, jotta oli mahdollista saada selville tuotteiden vaatima tila. Palveluastetavoitteena on pidetty tähän saakka 95 prosenttia, minkä saavuttamiseen tarvitaan myös varmuusvarastoja. Varaston tietojärjestelmästä ei ollut saatavilla minkäänlaisia tietoja tuotteiden koosta, joten nämä tiedot oli selvitettävä itse. Tiedot kerättiin mittaamalla kaikki varastoitavat tuotteet ja kokoamalla niistä taulukko. Liitteissä 1 ja 2 ovat esimerkit kootusta taulukosta. Taulukossa on esimerkkinä kuormalavoille, pientavarahyllyihin tai varastoautomaatteihin sijoitettavia tuotteita, koska varastointiratkaisun mukaan mittauksetkin tehtiin hieman eri tavalla. Kuormalavalla varastoitavien tuotteiden osalta taulukkoon koottiin tiedot kuormalavalle mahtuvien tuotteiden määrästä valittu lavakorkeus huomioiden. Lisäksi taulukkoon merkittiin tiedot tämänhetkisestä lavakorkeudesta, jotta muutos nykyisen ja tulevan tilanteen välillä on helpompi havaita. Pienempien varastoitavien tuotteiden osalta koottiin jokaisen tukkupakkauksen ulkomitat sekä tukkupakkauksen sisältämä tuotteen määrä. Projektin edetessä, mahdollisten tuotemuutosten kohdalla ja etenkin varastointimäärien tarkentuessa mittauksia uusittiin tarvittaessa, jotta saatiin selville tarvittaessa yksittäistenkin tuotepakkausten pakkauskoko ja ulkomitat. Projektityön myöhemmässä vaiheessa kaikkia edellä mainittuja tietoja käytettiin yhdessä varastoitavien tuotemäärien kanssa, jotta saatiin selville tuotteiden vaatima tila.

Kun varastoitavien tuotteiden kokotiedot olivat selvillä, ruvettiin tutkimaan varaston tietojärjestelmästä saatavia tuotetietoja. Raportti tuotetiedoista saatiin Excel-tiedostona. Raportti otettiin ajalta 1.1.2018 – 31.5.2019, jotta siihen sisältyi tietoa mahdollisimman pitkältä ajalta. Näin vältytään mahdollisten kysynnän vaihteluiden aiheuttamilta vääristymiltä. Raportilla olennaisinta tietoa olivat jokaisen tuotteen tuotenimi, koodi ja nykyinen varastopaikka, jotta tuotteiden erittely onnistuu sujuvasti. Tieto nykyisten varastoitavien tuotteiden varasto-osoitteesta oli tärkeä, jotta mahdollinen

tuotteiden tietojen tarkastaminen fyysisesti paikan päällä oli mahdollisimman helppoa. Tärkeitä tietoja itse varastoitavien tuotteiden ohjaustiedoista olivat tavarantoimittaja, kiertonopeus, kulutusmäärät kappaleina sekä myyntikertoina, hinta sekä ostomäärä. Kulutuksen, myyntikertojen sekä hinnan ja ostomäärien perusteella pystyttiin suorittamaan tuotteiden luokittelu sekä XYZ-analyysin että ABC-analyysin avulla. Raportista ei ollut saatavilla standardipoikkeamaa keskimääräisen kysynnän määrästä, joka olisi auttanut esimerkiksi varmuusvaraston koon määrittämisessä. Tämän takia varmuusvarasto tuli määrittää eri tavalla, joten päätettiin määrittää varmuusvaraston koko lopulliseen tuotesijoitteluun varastointiratkaisuiden kapasiteetin sekä aktiivivaraston perusteella.

Kuten luvussa 2.6 on mainittu, suoratoimitustuotteet vääristävät kulutustietoja, koska tuotteita ei kerätä varastosta, vaan ne saapuvat tavarantoimittajalta, otetaan vastaan ja lähetetään suoraan asiakasyksikköön, mutta tietojärjestelmä ei erittele näitä tuotteita kulutustiedoissa. Tietojärjestelmästä saadussa raportissa ei ollut saatavilla tietoa, mikä tuote on suoratoimitustuote, joten tätä varten pyydettiin tarkennusta raportin tietoihin suoratoimitustuotteista, jotta näiden tuotteiden osalta kulutusmääriä pystyttiin muokkaamaan varastointimääriä ajatellen. Saadun listan perusteella saatiin selville tuotteet, joiden varastoitaviin määriin tulee kohdistaa erityistä tarkkuutta.

Raportista ei myöskään selvinnyt tuotteiden toimitusaikoja, joten päädyttiin tutkimaan tilannetta manuaalisesti. Tavarantoimittajilta, joilla on tietojärjestelmään kirjattu sopimus, tarkistettiin sopimukseen kirjattu toimitusaika, mutta muilta tavarantoimittajilta tietoja jouduttiin etsimään tilauskohtaisesti toteutuneiden toimitusaikojen perusteella ja tekemään johtopäätökset niiden perusteella. Lopputulosta on havainnollistettu taulukossa 2.

Taulukko 2. Tavarantoimittajakohtaiset toimitusajat

Tiedoissa vasemmalta alkaen on esitettynä tavarantoimittaja, jonka jälkeen joko sopimuksella sovittu tai toteutuneiden toimitusaikojen mukaan selvitetty toimitusaika ja viimeisenä sulkeissa oleva aika kertoo tilauspisteen laskennassa käytettävän hankinta-ajan. Toimitusaikoja käytettiin projektissa tilauspisteen määrittämistä varten, mutta pelkästään se tieto ei ole riittävä johtuen käytössä olevasta tarkasteluvälistä. Tarkasteluväliä käsiteltiin luvussa 3.2.1. Tällä hetkellä käytössä oleva tarkasteluväli on 1-7 päivää tavarantoimittajasta riippuen, joten lisäämällä tämä aika toimitusaikoihin päästään todellista tilannetta paremmin kuvaavaan tilanteeseen, hankinta-aikaan. Koko hankinta-aika tässä tapauksessa sisältää tarkasteluvälin ja toimitusajan. Esimerkkinä voidaan pitää sopimuksella sovittua 5 arkipäivän toimitusaikaa, jolloin laskennassa on kuitenkin käytetty 2 viikon hankinta-aikaa tarkasteluvälistä johtuen.

Kun käytettävät varastonohjauksen tunnusluvut oli saatu selville ja aineisto muokattu helpommin ymmärrettävään muotoon, tehtiin ensimmäiset laskelmat varastoitavista tuotemääristä. Koska kulutustiedot olivat 17 kuukauden ajalta, laskettiin ensimmäisenä kuukausikohtainen kulutus. Tämän jälkeen tehtiin 20 prosentin kulutusvähennykset kaikkiin suoratoimitustuotteisiin, joka oli työn tekijän havainnointiin perustuva arvio suoratoimitustuotteiden osuudesta kokonaiskulutuksesta. Samalla tutkittiin myös tuotteita, joiden osalta oli olemassa epäilys, että todellisessa tilanteessa tuotteita toimitetaan suoratoimituksina selvästi enemmän tai vähemmän kuin 20

prosenttia kokonaiskulutuksesta. Muutoksia tehtiin useisiin tuotteisiin. Projektin edetessä ja tuotteiden kulutustietoja säännöllisesti tarkkaillessa osuutta lisättiin tai vähennettiin niiden tuotteiden osalta, joiden kulutukset olivat erilaiset kuin alun perin oli oletettu. Kun kulutustiedot olivat kaikkien tuotteiden osalta selvillä suoratoimitustuotteiden muutokset huomioiden, päästiin suorittamaan varsinaista varastointimäärän laskemista.

Varastointimäärien laskenta

Varastointimäärän laskemisessa lähdettiin selvittämään pienintä tarvittavaa varastointimäärää toimitusaika huomioiden niin, etteivät tuotteet kuitenkaan pääse loppumaan. Laskenta suoritettiin laskemalla tuotteen kulutus koko hankinta-aikana eli laskennassa otettiin huomioon myös eri toimittajien tilausten tarkasteluvälit. Tästä saatiin tuloksina tuotteiden varastointimäärät, joilla tuli vastata vain tuotteen keskimääräiseen kysyntään. Koska varaston varastointiratkaisut oli päätetty aiemmin ja tilojen rajallisuus oli tiedossa, tuli ensin selvittää tuotteiden varastointimäärät niin, että ne vastaisivat tasaiseen kysyntään. Ongelmana tässä mallissa on se, että pelkkä aktiivivarasto ei reagoi kysynnän äkillisiin muutoksiin vaan se perustuu oletukseen, että kulutus olisi tasaista. Lisäksi tässä vaiheessa tuli tehdä päätöksiä joidenkin tuotteiden poistamisesta varastotuotteista ja siirtämisestä terminaalituotteeksi, mikäli kulutus ja tuotteiden merkittävyys olivat matalia. Näin saadaan aikaan ajantasainen ja kulutuksiin perustuva varastotuotteiden tuoterekisteri.

Laskennassa omaksi kokonaisuudeksi voitiin erottaa varastointimäärien määrittäminen velvoitevarasto- sekä pandemiatuotteille, joiden varastointimääriä ohjaavat laki sekä sairaalan sisäiset määräykset. Velvoitevarastotuotteissa lähtökohtaisesti varastoivana määränä oli jo luvussa 2.7 mainittu kuuden kuukauden kulutus ja pandemiatuotteissa kolmen kuukauden kulutusta vastaava määrä. Olennaista on myös se, että vaaditut varastointimäärät ovat tuoteryhmäkohtaisia, jolloin kaikki kyseisen tuoteryhmän tuotteet voidaan laskea yhteen ja sovittaa kunkin yksittäisen tuotteen varastointimäärä kulutusta vastaavaan suhteeseen. Varaston tietojärjestelmässä olevat tiedot olivat velvoitevarastotuotteiden osalta ajantasaisia ja tiedot saatiin suoraan

sieltä. Näille tuotteille voitiin samalla määrittää hälytysrajat. Hälytysrajan määrittämiseksi pidettiin ohjeena velvoitevarastoitavaa määrää, toimitusajan kulutusta sekä pakkaus- tai lavakokoa. Näin tuotteita on varastossa aina vähintään lain velvoittama määrä suhteutettuna kulutukseen.

Ensimmäinen tuotesijoittelu

Kun tuotteiden kulutusta vastaavat varastointimäärät olivat selvillä, oli tehtävä karkea suunnitelma tuotteiden sijoittelusta eri varastointiratkaisuihin. Tässä merkittävimpiä mittareita olivat varastointimäärän ohella tuotteiden koko sekä niiden kiertonopeus. Tiedossa oli, että varastoautomaatteihin tulisi sijoittaa pienimmät sekä suurimman kiertonopeuden omaavat tuotteet, koska automaateissa tilankäyttö on tehokkainta ja prosessi tehokkain ajankäytön kannalta. Puolestaan isokokoisimmat tuotteet tulisi sijoittaa kuormalavapaikoille. Näiden väliin sijoittuvat tuotteet sijoitettiin lähtökohtaisesti perinteisiin pientavarahyllyihin. Nopeasti kävi kuitenkin selväksi, kuten jo luvussa 4.1 mainittiin, että kuormalavapaikkoja on sairaala Novan varastossa vähemmän kuin nykyisessä varastossa ja lisäksi lavojen korkeus on rajoitettu. Lisäksi syväkuormaushyllyissä aktiivipaikoilla pystytään pitämään vain yhtä tuotetta yhtä hyllytasoa kohti, koska aktiivipaikoilla sijaitsevat menevimmät kuormalavoilla varastoitavat tuotteet sekä velvoitevaraston tuotteet, jotka vievät kahden alimman tason varastointikapasiteetin kokonaan. Syväkuormaushyllyn reservipaikkoja kuitenkin pystytään tulevaisuudessa käyttämään tietojärjestelmän avulla ohjatusti niin, että yhdellä hyllytasolla on mahdollista säilyttää useampaa kuin yhtä tuotetta. Tämä helpottaa mahdollisia tilanteita, joissa perinteisillä kuormalavapaikoilla olevat lavatuotteet eivät mahdu niille alun perin tarkoitetulle aktiivipaikoille ja tällöin niitä voidaan väliaikaisesti säilyttää reservipaikoille syväkuormaushyllyssä. Tietojärjestelmä ohjaa toimintaa ja sisältää ajantasaisen tiedon tuotteiden sijainnista. Aiemmin lavapaikoilla olleita tuotteita jouduttiin kuitenkin siirtämään paljon myös pientavarahyllyihin, mikä vähensi pientavarahyllyjen hyllytasojen määrää, sillä hyllytasoja jouduttiin isokokoisten kollien takia yhdistelemään korkeussuunnassa. Tähän palataan tarkemmin pientavarahyllyjen tuotesijoittelua käsittelevässä osiossa.

4.3 Tuotesijoittelu

Karkean tuotesijoittelun jälkeen suunnitelmaa tuli tarkentaa. Tätä varten tuli luoda varastoon osoitejärjestelmä, jotta tuotteille voidaan osoittaa paikka myös tietojärjestelmään. Kuviossa 22 on esiteltynä syväkuormaushyllyn osoitejärjestelmä.

				Edestäpäin katsottuna					
3.taso ->									
2.taso ->									
1.taso ->									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
				Alin taso ylhäältä päin					
3.lava ->	A1-1-3	A2-1-3	A3-1-3	A4-1-3	A5-1-3	A6-1-3	A7-1-3	A8-1-3	A9-1-3
2.lava ->	A1-1-2	A2-1-2	A3-1-2	A4-1-2	A5-1-2	A6-1-2	A7-1-2	A8-1-2	A9-1-2
1.lava ->	A1-1-1	A2-1-1	A3-1-1	A4-1-1	A5-1-1	A6-1-1	A7-1-1	A8-1-1	A9-1-1

Kuvio 22. Varaston osoitejärjestelmä

Kuten kuviosta selviää, syväkuormaushyllyssä on yhdeksän hyllyväliä ja jokaisessa kolme hyllytasoa. Osoitejärjestelmässä luku A1 kuvaa hyllyväliä, seuraava luku 1 hyllyn tasoa korkeussuunnassa ja viimeinen luku kuormalavan paikkaa syvyyssuunnassa. Samanlainen osoitejärjestelmä luotiin myös perinteisille kuormalavahyllyille ilman syvyyssuunnan määrittävää tietoa. Perinteisten kuormalavahyllyjen hyllykoodit ovat B sekä E ja osoite esimerkiksi B1-1, jossa B1 tarkoittaa hyllyn ensimmäistä hyllyväliä ja numero 1 ensimmäistä hyllytasoa korkeussuunnassa. Kuviossa 23 esitellään pientavarahyllyn osoitejärjestelmä.

F015	F025	F035	F045	F055	F065
F014	F024	F034	F044	F054	F064
F013	F023	F033	F043	F053	F063
F012	F022	F032	F042	F052	F062
F011	F021	F031	F041	F051	F061

Kuvio 23. Pientavarahyllyn varasto-osoitejärjestelmä

Pientavarahyllyn osoitejärjestelmä on peräisin nykyisestä keskusvarastosta, sillä erotuksella, että sairaala Novan varastoon hyllytasojen numerointi vaihdettiin nousevaksi alhaalta ylöspäin. Tällä saatiin aikaan yhtenevä osoitejärjestelmä kuormalavahyllyjen kanssa, jossa alin taso on aina merkitty numerolla 1, seuraava taso numerolla 2 ja niin edelleen.

Varasto-osoitejärjestelmän luomisen jälkeen päästiin tarkempaan tuotesijoitteluun sekä tilauspisteen ja tilauserän koon määrittämiseen. Tuotesijoitteluun käytettäviä perustietoja olivat tuotteen aktiivivaraston suuruus, maksimivaraston määrä varastoratkaisuittain, varastointiratkaisuiden kapasiteetti, tuotteiden koko sekä XYZ-analyysi, joiden avulla pystyttiin ratkaisemaan lopullinen varastointipaikka ja -määrä kullekin tuotteelle sekä määrittämään mahdollinen varmuusvaraston koko. Taulukossa 3 on esitetty laskemalla saadut tulokset tuotteen tilauspisteestä, tilauserästä sekä maksimivarastosta, jonka verran tuotetta mahtuu valittuun varastointiratkaisuun.

Taulukko 3. Tuotekohtaiset varastonohjaustiedot

[illegible]

XYZ-analyysiä käyttämällä pystyttiin sijoittelemaan tuotteet niin, että eniten keräilykertoja aiheuttavat tuotteet ovat lähimpänä lähtevän tavaran aluetta ja sijaitsevat varastointiratkaisuissa parhailla keräyspaikoilla myös korkeussuunnassa. Lisäksi otettiin huomioon keräilyreititystä ja käytettäviä keräilykalustoja niin, että keräiltyjä tuotteita kuljetusyksikköön pakatessa suurimmat ja painavimmat tuotteet voidaan pakata alimmaisiksi ja pienimmät sekä kevyimmät päällimmäisiksi. Suunniteltua keräilyreittiä havainnollistettiin jo kuviossa 16. Ajatuksena keräilyreitillä on se, että isokokoisimmat tuotteet kerätään ensin kuormalavoilta sekä pientavarahyllyn alkupäästä suoraan rullakkoon. Tämän jälkeen varastoautomaatista tulleet pienikokoiset tuotteet sekä loput pientavarahyllyjen tuotteet yhdistetään kuormaan, jolloin saadaan hyvin pakattu ja kuljetusta kestävä toimituserä.

Varastossa suurimmat materiaalivirrat saapuvalle sekä lähtevälle tavaralle ovat samassa osassa varastoa, joten tuotesijoittelu tukee molempia prosesseja, kun eniten liikkuvat tuotteet ovat lähimpänä lähtevän tavaran aluetta. Varaston pieni koko myös aiheuttaa sen, että siirtymät ovat joka tapauksessa melko lyhyitä eikä sijoittelun kannalta ole ratkaisevan suurta merkitystä, vaikka tuotetta siirrettäisiinkin hieman analyysin perusteella parhaasta paikasta.

XYZ-analyysi muokattiin lopulta varastointiratkaisuittain koostettuun muotoon, koska näin analyysista saatiin selkein ja helppokäyttöisin varsinaista tuotesijoittelua ajatellen. Taulukossa 4 on esitelty XYZ-analyysi syväkuormaushyllyn tuotteista.

Taulukko 4. XYZ-analyysi syväkuormaushyllyn tuotteille

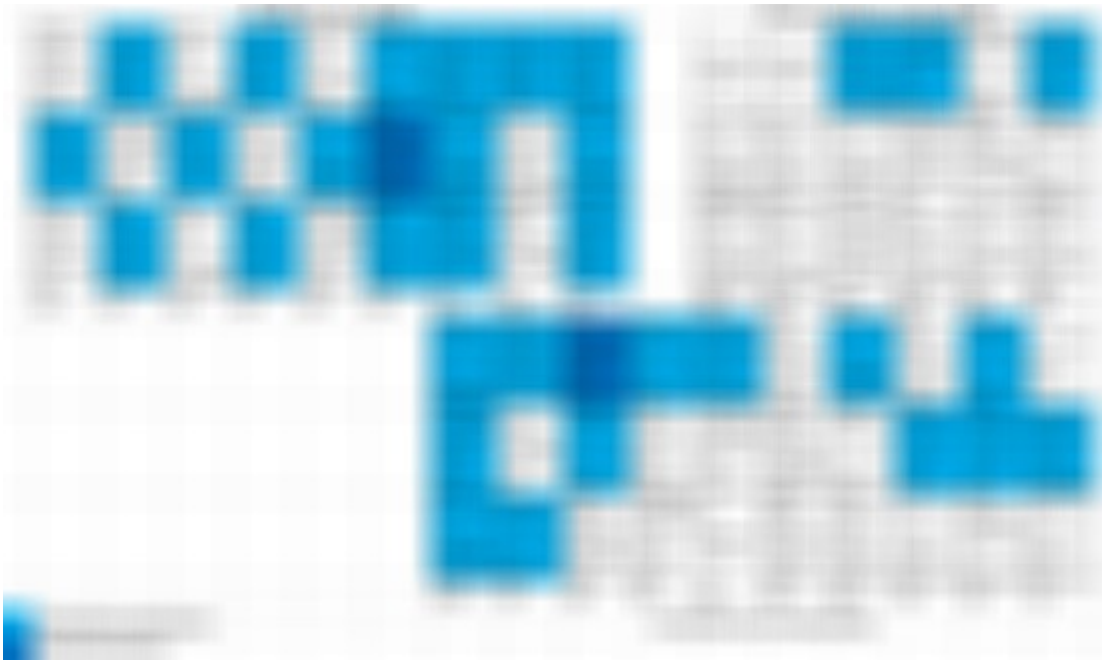
Prosenttiosuus kertoo osuuden kaikista varaston jakelukerroista. Analyysin perusteella tuotteet sijoiteltiin kunkin varastointiratkaisun parhaille paikoille kuitenkin virheiden todennäköisyyksiä pienentäen niin, että esimerkiksi kaksi saman tuoteryhmän samannäköistä, mutta eri tuotetta eivät ole vierekkäisillä paikoilla. Näin vähennetään virheiden todennäköisyyksiä keräilyssä sekä tuotteiden hyllytyksessä ja varaston melko pienen koon takia siirtymät eivät siltikään ratkaisevasti nouse aiheuttamaan viivettä työssä.

Tuotesijoittelussa lähtökohtana oli aktiivivaraston koon sovitus suunniteltuun varastointiratkaisuun. Kuormalavapaikoille suunnitelluilla tuotteilla aktiivivaraston määrä mahtui pääosassa tuotteista sille suunniteltuun varastopaikkaan, minkä lisäksi pystyttiin lisäämään varmuusvarastoa sovittamalla tilauspiste sekä tilauserät niin, että maksimivaraston määrä ei ylity, mutta liian suurta varmuusvarastoakaan ei muodostu. Mikäli aktiivivaraston määrä oli suurempi kuin sille osoitetun aktiivipaikan kapasiteetti, tuotteelle luotiin reservipaikka. Näin tuotetta voidaan täydentää aktiivipaikan tyhjentyessä reservipaikalta. Ylimääräistä varastoa ei myöskään haluttu aiheuttaa,

mutta suuremmaksi haasteeksi osoittautui kuitenkin riittävän suuren varastointimäärän mahduttaminen varastoon velvoitevarastotuotteiden viedessä joka tapauksessa suuren osan tiloista.

Kuormalavahyllyjen tuotesijoittelu

Kuviossa 24 on esitelty tuotesijoittelu tuotteittain kuormalavahyllyihin.



Kuvio 24. Tuotesijoittelu kuormalavahyllyissä

Suurikokoisimmat sekä eniten kulutusta omaavat tuotteet ovat sijoitettu syväkuormaushyllyyn, koska niiden vaatima tilan tarve on kaikista suurin. Velvoitevarastotuotteet sekä muut suurimman kulutuksen omaavat isokokoiset tuotteet veivät syväkuormaushyllyn tilat lähes kokonaan. Pienelle osalle tuotteista jouduttiin luomaan aktiivipaikka perinteiseen kuormalavahyllyyn (kuviossa 24 B- ja E-alkuiset varasto-osoitteet) ja reservipaikka syväkuormaushyllyyn (A-alkuiset varasto-osoitteet) ja nämä tuotteet täyttivät loput syöväkuormaushyllyn kapasiteetista.

Kuten jo sivulla 52 mainittiin, kaikki nykyisessä varastossa lavapaikoilla olevat tuotteet eivät mahtuneet kuormalavapaikoille ja niitä jouduttiin siirtämään pientavarahyllyyn. Perusteena tuotteiden siirroille käytettiin niiden kysyntää, painoa sekä ulkomittoja. Kysytyimmät, painavimmat ja isokokoisimmat tuotteet jätettiin kuormalavapaikoille tuotteiden siirron sekä keräilyn helpottamiseksi ja muille tuotteille suunniteltiin paikat pientavarahyllyyn. Lisäksi oli otettava huomioon muutoksia tulevissa varastointitarpeissa nykyiseen tilanteeseen verrattuna, jonka takia kuormalavahyllyissä tulee varastoida esimerkiksi dialyysin tuotteita kahden kuormalavallisen verran.

Pientavarahyllyjen tuotesijoittelu

Perinteiseen pientavarahyllyyn tuli sijoittaa tuotteet, jotka eivät kokonsa, kulutuksensa tai kiertonopeutensa takia ole niin hyvin soveltuvia varastointiautomaattiin tai kuormalavahyllyihin. Suurin ongelma tuotteiden sijoittelussa pientavarahyllyyn olivat velvoitevarasto- tai pandemiatuotteet, joita tulee varastoida paljon, mutta niiden varastointimäärät eivät kuitenkaan riitä täyttämään yhtä kuormalavallista. Nämä tuotteet veivät todella paljon tilaa pientavarahyllyistä ja hieman vähensivät pientavarahyllyn tarjoamia hyötyjä. Pientavarahyllyn tuotesijoittelua on havainnollistettu kuviossa 25.

Kuvio 25. Pientavarahyllyn tuotesijoittelu

Kuten kuviosta 25 voidaan todeta ja työssä aiemminkin on mainittu, pientavarahyllyn hyllytasoja jouduttiin poistamaan ja yhdistelemään, jotta kaikki tarvittavat tuotteet saatiin mahtumaan hyllyihin. Tämä vaikuttaa pientavarahyllyssä varastoitavien eri tuotenimikkeiden määrään vähentävästi, vaikka itse hyllyn kapasiteetti pysyykin tilavuuden puolesta samana. Tuotesijoittelussa on otettu huomioon keräilyreititys, jolloin F-hyllyyn on sijoitettu tuotteet, joilla on suurin kysyntä ja ovat suurikokoisimpia ja G-hyllyn alkupäähän puolestaan loput tuotteet kysynnän mukaan, jolloin G-hyllyn loppupään varastopaikoilla ei tarvitse käydä joka keräilyssä. Kuten kuviosta 25 näkyy, G-hyllyn loppupään tuotteet ovat pääosin velvoitevarasto- ja pandemiatuotteita, joita on varastoitava isompia määriä kuin tasaiseen kysyntään verrattuna olisi tarpeellista ja niiden kysyntä onkin päivittäisessä keräilyssä pienempi kuin monella muulla tuotteella. Hyllyvälit G11 ja G12 ovat varattuina kirjekuorille sekä sesonkituotteille, tässä tapauksessa kalentereille, joiden toimitukset ajoittuvat yleensä vain loppuvuoteen.

Mikäli saldoseurattavat asiakasyksiköiden varastot vähentävät merkittävästi velvoitevarastotuotteiden varastointitarvetta logistiikkakeskuksen varastossa, pystytään pientavarahyllystä eniten tilaa vievät tuotteet siirtämään kuormalavahyllyyn, jolloin pientavarahyllyyn saataisiin lisää tilaa. Tällöin muokattavuus tuotteissa ja tuotteiden varastointimäärissä paranisi ja varmuusvarastojakin olisi mahdollista kasvattaa.

Varastoautomaattien tuotesijoittelu

Varastoautomaatteihin sijoitetaan kaikki loput tuotteet. Varastomäärien tilan tarpeen laskennassa tuli ottaa huomioon aktiivivaraston koon lisäksi erityisesti tuotteiden vaatima tila syvyys-, leveys- ja korkeussuunnassa. Korkeus oli olennainen tieto, jotta tiedetään kuinka paljon tilaa kukin alusta vie automaatin korkeudesta ja tämän perusteella tiedetään, pystytäänkö kaikkia varastoalustoja käyttämään. Lisäksi varastomäärien laskennassa otettiin huomioon mahdollisimman paljon tukkupakkauskokoja, jotta tuotteiden hyllytys automaattiin olisi mahdollisimman nopeaa ja tehokasta. Taulukossa 5 on esimerkki tuotteiden vaatiman tilan laskennasta.

Taulukko 5. Varastoautomaatin tuotteiden vaatiman tilan laskenta

Jokaisen tuotteen vaatiman alustan koon laskemiseen käytettiin syvyyssuuntaisina mittoina 200 millimetrin porrastusta. Leveyssuunta on laskettu 25 millimetrin porrastuksilla, joka on laitevalmistajan antama minimiarvo. Kun kunkin tuotteen aktiivivaraston koko oli tiedossa, laskettiin minimitila, jonka tuote vaatii ja siihen lisättiin varmuusvarastoa tuotteen hankinta-ajan mukaan, yleensä tuotteen kriittisyyden mukaan sopimuksella määritetyn tai toteutuneen toimitusajan keston yksin- tai kaksinkertaisena.

Varastoautomaatin tuotteet ovat pienikokoisimpia, jolloin tilan ja työajan käyttö on tehokasta, kun samalta varastoalustalta voidaan joko kerätä kerralla useampia tuotteita tai hyllyttää useita tuotteita yhdellä kerralla. Käytössä on valo-ohjaus, jonka avulla automaatin tietojärjestelmä osoittaa suoraan keräiltävän tuotteen tai hyllytettävän tuotteen paikan. Tuotteille tehtiin alustakohtainen tuotesijoittelu, mikä määräytyy myös XYZ-analyysin perusteella. Alustakohtaista tuotesijoittelua havainnollistetaan kuviossa 26. Suunnitelma on tehty oletuksella, että yksi ruutu on kooltaan 20 mm x 20 mm, jolloin kunkin tuotteen vaatima tila on saatu tehtyä lähes täydellisesti mittakaavaan, kun alustan koko on 4050 mm x 803 mm. Pieniä pyöristyksiä jouduttiin joidenkin tuotteiden osalta tekemään, mutta suunnitelma antaa hyvän mielikuvan siitä, miten tuotteet alustoille sijoittuvat. On kuitenkin muistettava, että oikeat ja tarkat mitat selviävät alkuperäisistä laskelmista ja niitä tulee käyttää automaatteja käyttöön otettaessa.

Kuvio 26. Varastoautomaattien tuotesijoittelu

Tuotteiden sijoittelussa alustoille on kiinnitetty erityisesti huomiota tuotteiden vaatimaan korkeuteen, jotta jokaisella alustalla olisi mahdollisimman paljon yhtä korkeita tuotteita. Tällöin alustojen käyttö on niin tehokasta kuin mahdollista myös korkeussuuntaan eikä hukkatilaa synny alustojen välille. Alustojen korkeudet vaihtelevatkin 180 ja 400 millimetrin välillä, joten korkeuksien tarkkailu on todella tärkeää.

Eniten jakelukertoja aiheuttavat tuotteet sijoitettiin automaatissa lähimpänä keräilyaukkoa sijaitseville alustoille. Tällä tavalla automaatti tuo alustan kaikista nopeimmin keräilyaukolle ja odotteluun kuluva aika on mahdollisimman lyhyt. Käytännön työn helpottamiseksi tuoteryhmiä ryhmiteltiin niin, että toisessa automaatissa sijaitsevat suurin osa hoitotarvikkeista ja toisessa suun kautta tarjoiltavat ravintolisät, toimistotarvikkeet, pienimmän kysynnän hoitotarvikkeet sekä mahdollisesti varastoitavat avannehoitajien tuotteet, joiden varastointitarpeesta ei työtä tehdessä kuitenkaan ollut vielä täyttä varmuutta. Näille tuotteille tehtiin tuotesijoitteluun varaus, jotta valmius varastoinnille on olemassa.

Vaihtoehtoisena tapana tuotesijoittelulle oli sijoitella tuotteet automaatteihin niin, että jokaista tuotetta olisi molemmissa automaateissa, jolloin mahdollinen toisen automaatin vikaantuminen ei aiheuttaisi merkittävää häiriötä tuotteiden toimituksille. Tämä toimintapa kuitenkin päätettiin hylätä laitevalmistajan toimintatavoista keskustelun jälkeen, jossa kävi ilmi, että koska laitevalmistaja on paikallinen yritys, huoltopäivystys vikaantumisten varalle sijaitsee samassa kaupungissa ja valmistajalla on va-

raosia kattavasti saatavilla koko ajan, jolloin vikatilanteissa automaattien seisokit jäävät lyhyiksi. Kokemuksen myötä ongelmatilanteita pystytään ratkaisemaan myös etäohjauksen varassa.

Kahdessa varastoautomaatissa varastointikorkeutta oli yhteensä käytössä noin 15,5 metriä keräilyaukko sekä keräilyaukon alla oleva käyttöön soveltumaton tila huomioon ottaen. Tällä suunnitelmalla ja tuotteiden varastomäärillä käyttöön otettava korkeus oli hieman alle 11 metriä, eli molempiin automaatteihin jäi vielä tilaa varastointimäärien lisäyksiin tai mahdollisesti kasvavan tuoterekisterin käyttöön. Varastoautomaatteihin sijoitettiin myös apteekin varastosta logistiikkakeskuksen varastoon siirtyvät suun kautta tarjoiltavat ravintolisät, joille tehtiin tilavaraus samoilla määrillä kuin niitä oli tähän saakka varastoitu. Lisäksi varastoitaviksi tulevat mahdollisesti avannehoitajien tuotteita, joille on tehty myös tilavaraus varastoautomaattiin. Nämä tuotteet eivät tällä hetkellä ole keskusvarastossa varastoitavia varastotuotteita, mutta koska työtä tehdessä ei ollut vielä varmuutta lopullisista tuotteiden varastoinneista, niille jätettiin tilaa suunnitelmaan, mutta tuotekohtaista sijoittelua ei voitu tehdä. Kuten työn tavoitteissakin oli mainittu, suunnitelman tulee olla helposti muokattavissa varastointitarpeiden muuttuessa ja varastoautomaattiin jäävä ylimääräinen tila edesauttaa huomattavasti tässä tavoitteessa. Mikäli tarvetta ei ilmenekään, tulee mieluummin täyttää automaatti kokonaan pientavarahyllyistä siirrettävillä tuotteilla ja pienentää esimerkiksi pientavarahyllyjen määrää, jotta lattiapinta-alaa saadaan tarvittaessa lisää käyttöön.

Lopputulos

Lopputuloksena saatiin kaikkiin varastointiratkaisuihin tuotteet sijoitettua niin, että varastointimäärät vastaavat kysyntää ja kestävät mahdollisimman hyvin myös lyhyet viivästykset toimituksissa. Lopputulokseen päästiin käyttämällä kiinteän tilauspisteen menetelmää, jonka lisäksi kiinnitettiin erityistä huomiota jokaisen varastointiratkaisun maksimikapasiteettiin ja tuotekohtaiseen maksimivarastoon. Tuotekohtainen maksimivarasto kussakin varastointiratkaisussa on todella tärkeä mittari varastotoimintojen sujuvuuden kannalta, jotta kaikki varastoitavat tuotteet mahtuvat hyllyihin eikä tuotteita tarvitse varastoida esimerkiksi lattialla.

Tilauserä määritettiin minimi-maksimimenetelmän avulla siten, että tilauserän saapuessa tuotetta varastoidaan korkeintaan maksimivaraston verran. Jotta tavoite saavutettiin, tuli ottaa huomioon tilauspiste ja koko hankinta-ajan kulutus. Tilauserän koon määrittämiseksi laskettiin ensin tilauspisteen ja hankinta-ajan kulutuksen erotus eli se tuotteen määrä, joka on varastossa jäljellä tilauserän saapuessa. Tämän jälkeen saatu lopputulos vähennettiin maksimivaraston määrästä. Tällä tavalla voitiin määrittää tilauserän koko ja tilauserän saapuessa tuotetta on varastossa korkeintaan maksimivaraston verran. Mikäli maksimivaraston määrä oli liian suuri suhteessa kysyntään, tilauserää pienennettiin, jotta vältetään liian suurta varmuusvarastoa. Tilojen aiheuttamien rajoitusten takia suuria varmuusvarastoja ei voida pitää muiden kuin velvoitevarastotuotteiden ja erittäin kriittisten tuotteiden osalta. Tuotteiden varastointimäärien määrittämisessä käytettiin mahdollisimman paljon tukkupakkausten määriä, jotta toimitukset olisivat sujuvia tavaran toimittajan sekä varaston näkökulmasta. Mikäli tukkupakkauksen sisältämä tuotemäärä aiheuttaisi kohtuuttoman suuren ylimääräisen varaston tuotteelle, varastointimääräksi päätettiin kulutukseen perustuva määrä.

Tilauspisteen ja tilauserän suuruuden määrittämisen jälkeen suoritettiin tuotesijoittelu. Tuotesijoittelu tehtiin XYZ-analyysin avulla ottaen huomioon tuotteiden koko ja paino sekä keräilyreititys. Kysytyimmät, isoimmat ja painavimmat tuotteet sijoitettiin keräilyreitin alkupäähän, jotta ne ovat helpoimmin saatavilla ja voidaan keräillessä sijoittaa rullakon alimmaisiksi. ABC-analyysiä ei tässä vaiheessa käytetty tukena, koska Paatolan (2019) mukaan varaston suunnittelu on tehty työn tehokkuuden ja sujuvuuden ehdoilla, minkä takia tuotesijoittelunkin tuli tukea tätä ajatusta (Paatola 2019).

Lähtevän tavaran läpivirtaushyllyyn sijoitettiin lähteville tavaroille suuntapäivät nykyisen mallin mukaisesti viikonpäivittäin jaettuna. Suuntapäivät määräytyvät sairaalan ulkopuolisille asiakkaille kuljetusyrityksen kuljetusaikataulujen perusteella. Sairaalan sisäisille asiakasyksiköille noudatetaan samaa kaavaa osastopalvelujen aikataulujen mukaisesti. Näissä varastoissa tuotteita varastoidaan siis korkeintaan suuntapäivien välisen ajan verran eivätkä sen takia tarvitse tarkempaa tuotesijoittelua. Jokaiselle päivälle luodaan oma hyllyvälinsä, johon sijoitetaan kaikki kyseisen päivän

lähtevät yksittäiset kollit sen mukaan, ovatko ne lähdössä sairaalan sisäiseen vai ulkoiseen jakeluun. Lisäksi asiakasyksiköille, joille tuotteita toimitetaan useammin kuin kerran viikossa, luodaan oma osionsa hyllyyn asiakasyksiköittäin jaoteltuna.

4.4 Toimenpide-ehdotukset

Yksi tärkeimmistä toimenpiteistä tämän tutkimuksen tulosten valmistumisen jälkeen on ohjata asiakasyksiköiden tilauskäytäntöjä niin, että sairaala Novan sisäiset tai ulkopuoliset asiakkaat eivät tilaa tuotteita enää niin sanotusti varmuuden varalle isoja määriä kerrallaan, vaan määrien tulisi ohjautua oikean kulutuksen mukaan ja tilausten tulisi olla säännöllisiä, ei esimerkiksi kerran kuukaudessa tehtäviä, kuten tilanne on ajoittain pahimmillaan ollut. Varastosta kyetään toimittamaan tuotteita jokaiseen asiakasyksikköön vähintään kerran viikossa pitkien juhlapyhien aiheuttamia rajoituksia lukuun ottamatta ja tilausmäärien tulisi seurailla tätä. Toimituskertoja varastosta voidaan tarpeen tullen tapauskohtaisesti lisätä, sillä muita yksiköiden kriittisempiä tuotteita kuljetetaan Novasta joka tapauksessa myös maakunnissa sijaitseviin toimipisteisiin useammin kuin kerran viikossa, jolloin kuljetuskustannuksissakaan ei tapahdu järin suurta kasvua. Koska tuotteiden varastointimääriä on jouduttu pienentämään, varastotasot eivät välttämättä kestä isoja kertatilauksia, jolloin lopuille yksiköille ei riitä tuotteita toimitettaviksi. Mikäli varastointiratkaisun kapasiteetti tuotteen kysyntään verrattuna havaitaan ongelmalliseksi jonkun tuotteen osalta, tuotteille on mahdollista luoda tietojärjestelmään joku tietyn tilausmäärän ylittävä piste, jonka jälkeen tuotteesta muodostetaan terminaalitilaus eikä sitä kerätä varastosta. Eli tällöin varastosta toimitetaan vain pienempiä eriä ja mikäli joku asiakasyksikkö haluaa tilata suuremman erän, sitä ei ohjata varastokeräilyihin vaan se tilataan suoraan toimittajalta ja tuotteelle on saapuessaan osoitettu jo suora toimitusosoite. Tämä aiheuttaa eri tavarantoimittajien hankinta-ajan mukaan hieman lisää viivettä tilaus-toimitusketjuun, mutta joidenkin tuotteiden osalta kyseinen ratkaisu on tarpeellinen, jos varastokapasiteettia ei pystytä lisäämään.

Myös tavarantoimittajien kanssa on käytävä tulosten pohjalta keskustelua ja tiedotettava avoimesti muuttuvista tilausmääristä. Koska aiemmin esimerkiksi kuormalavatuotteita pystyttiin tilaamaan n. 2,2 metriä korkealla lavalla, jatkossa lavakorkeus voi kuormalavan kanssa olla korkeintaan 1,2 metriä ja tämä pitää tuoda ilmi myös tavarantoimittajille. Mikäli pienin lähetettävä tilauserä on aiemmin ollut korkeamman lavan mittojen mukaisesti suunniteltu, tulee määriä tarkistaa yhdessä toimittajan kanssa ja mahdollisesti neuvotella myös sopimuksia uusiksi, mikäli niihin on määritetty pienimmät mahdolliset lähetyserät ja ne ovat suurempia kuin jatkossa on mahdollista varastoida. Tämä pätee muihinkin kuin kuormalavalla varastoitaviin tuotteisiin. Yhteistyötä ja viestintää tavarantoimittajien kanssa tulee parantaa jatkossa, jotta saavutetaan kaikkia osapuolia tyydyttävä tulos. Etenkin tuotteiden osalta, joiden kysyntä on tasaista, mutta varastoitavat määrät pieniä ja saatavuudessa ollut ongelmia, tulee tavarantoimittajan kanssa yhteistyötä tekemällä pyrkiä saavuttamaan lyhyemmät toimitusajat, jotta mahdollisiin kysynnän muutoksiin voidaan varautua riittävän nopeasti.

Tuotteiden varastosaldojen seurantaan tulee jatkossa kiinnittää todella suurta huomiota ja virheellisiin saldoihin pitää reagoida nopeasti, jotta tuotepuutoksia ei ehdi syntyä virheellisten saldotietojen takia. Toimintatapa koskee suurinta osaa tuotteista, sillä lähes kaikkien tuotteiden osalta varastointimääriä on pienennetty totutusta, eivätkä saldovirheet välttämättä ole aiemmin tulleet niin helposti esille suurempien varastotasojen vuoksi. Nyt ongelmat tulisi havaita ja niihin reagoida nopeammin.

Tutkimuksen tulosten valmistumisen jälkeen on tärkeää, että muuttuneet varastointimäärät otetaan käyttöön jo nykyisessä toimintaympäristössä, jotta suurimmat ongelmakohdat huomataan mahdollisimman nopeasti eikä niiden anneta vaikuttaa toimintaan tarpeettomasti. Vaikka toimintaympäristö muuttuu radikaalisti sairaala Novaan siirryttäessä ja tuotteiden kulutuskaan ei välttämättä pysy nykyisen kaltaisena, tämänhetkisen toiminnan taso toimii kuitenkin lähtökohtana toiminnan ennustamiselle, joten on tärkeää tarkkailla tilannetta koko ajan ja reagoida ongelmiin heti niiden ilmettyä.

Sairaala Novaa on suunniteltu paperittomaksi sairaalaksi, mutta tässä suunnitelmassa on varastoon sijoitettuna niin kopiopaperit kuin myös sellaiset toimistotarvikkeet, mitä tarvitaan paperien käyttämiseen ja säilyttämiseen. Tarvittaessa nämä tuotteet ovat helppo poistaa suunnitelmasta, jolloin varastoon saadaan lisätilaa muille tuotteille, mutta ennen kuin käytäntö näyttää todellisen toimintatavan, on varauduttava varastoimaan myös toimistotarvikkeita. Varastointimääriä myös toimistotarvikkeiden osalta on päivitetty vastaamaan kysyntää, jolloin ylivarastointia ei pitäisi syntyä. Myös suuri valikoima tulostimien mustekasetteja on poistettu varastoitavista tuotteista, sillä työtä tehdessä ei vielä ollut varmuutta, yhtenäistetäänkö tulostinkantaa ja ovatko tulostimet tulevaisuudessa esimerkiksi leasing-sopimuksen alaisia laitteita, jolloin kasettien täydennys olisi niiden omistajan vastuulla. Mustekaseteille on kuitenkin tehty kulutukseen perustuvat laskelmat valmiiksi, vaikka niitä ei ole sijoitettu mihinkään varastointiratkaisuun. Esimerkiksi varastoautomaatteihin on tilan puolesta mahdollista sijoittaa kaikki tarvittavat mustekasetit.

Vuodeosastojen ja toimenpideyksiköiden varastojen muuttuminen saldoseurattaviksi tulee vähentämään tuotteiden varastointitarvetta logistiikkakeskuksen varastossa. Tämä vapauttaa tilaa muutoksille, mutta lähtökohtaisesti suunnitelma on tehty niin, että osastojen varastojen varaan ei tarvitse juurikaan laskea. Oletettavasti varastotasoja voidaan pienentää tutkimuksesta saaduista tuloksista ja tämä puolestaan parantaa suunnitelman muokattavuutta, kun varastoon saadaan lisää tilaa. Tilanteen kehittymistä tulee seurata tarkasti Sairaala Novaan muuton jälkeen.

Huomioon otettavaa on se, että palveluasteen tavoite 95 % on korkea suhteessa käytettäviin tilaratkaisuihin ja varastointimääriin. Mikäli velvoitevarasto- ja pandemiatuotteiden määrää varastossa saadaan pienennettyä saldoseurattavien asiakasyksiköiden varastojen ansiosta, vapautuneen tilan avulla pystytään kasvattamaan varmuusvarastoja, mikä helpottaa palveluastetavoitteeseen pääsyä. Velvoitevarastotuotteet ovat pääosin isokokoisia ja sijaitsevat kuormalavahyllyissä, joten reservipaikkoja muille tuotteille vapautuisi melko paljon. Tämä pystytään kuitenkin tarkemmin toteuttamaan vasta silloin, kun toiminta Novassa alkaa täysimääräisesti, jotta näh-

dään miten varastotasot muuttuvat. Mikäli mahdollista, Novan keskusvaraston velvoitevarastotuotteiden varastointimääriä pienennetään ja käytetään vapautuva tila varaston toiminnan tehostamiseen.

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Keski-Suomen Sairaala Novan logistiikkakeskuksen keskusvaraston varastoitavien tuotteiden varastointimäärät ja niiden vaatimat tilat sekä luoda tarkka, toimiva ja käytännöllinen tuotesijoittelu varastoon, joka vastaa tuleviin tarpeisiin. Tuotesijoittelussa tuli huomioida sen helppo muokattavuus, jotta mahdollisiin hankintakilpailutuksia seuraaviin tuotemuutoksiin pystytään reagoimaan. Keskusvaraston tilojen koon aiheuttamien rajoitteiden takia tuotteiden varastointimäärät ja tuote-erät pienenevät sekä kiertonopeudet kasvavat ja toiminta muuttuu enemmän läpivirtausvaraston tapaiseksi. Tämä tuli ottaa huomioon tuotesijoittelun suunnittelussa.

Tutkimustuloksena saatiin tuotesijoittelu, joka perustuu ennustukseen tuotteiden aiemman kysynnän perusteella. Varastointimäärien suunnitteluun käytin varastotietojärjestelmästä saatuja varastoinnin tunnuslukuja sekä varsinaiseen tuotesijoitteluun luokittelua XYZ-analyysin perusteella. Tulokseen pääsyyn tutkin tarkasti eri menetelmien käyttöä ja valitsin juuri tähän tapaukseen parhaiten sopivat menetelmät tietojärjestelmästä saatavat tiedot huomioiden. Tietojärjestelmästä saatavien tuotekohtaisten tietojen vajavaisuus vaikutti olennaisesti valittujen menetelmien valintaan, sillä esimerkiksi varmuusvaraston määrää tai taloudellisinta ostoerää ei voinut laskennallisen kaavan avulla määrittää puuttuvien tunnuslukujen takia, jolloin valmiita ratkaisumalleja tuli soveltaa käytäntöön niin kuin se olosuhteet huomioon ottaen oli mahdollista.

Tutkimustyyppi sekä tiedonhankintamenetelmät tässä tapauksessa tukivat täydellisesti toisiaan ja edistivät hyvään lopputulokseen pääsemistä. Olen työsuhteessa toimeksiantajaan ja mukana myös päivittäisessä toiminnassa, jolloin näkemystä kertyy

huomattavasti laajemmalta alueelta kuin, jos tekijänä olisi ulkopuolinen henkilö. Tietoa hankin haastattelemalla, havainnoimalla sekä keräämällä ja tutkimalla dokumentteja toimeksiantajan käyttämästä tietojärjestelmästä. Teoreettisen viitepohjan työhön sain alan kirjallisuudesta sekä verkkojulkaisuista ja niistä tuotettiin tiivis paketti, joka sisältää paljon tietoa juuri kyseisen tutkimuksen erityispiirteistä.

Tutkimuksessa onnistuin erinomaisesti yhdistämään monesta eri lähteestä saadun tiedon. Havainnoimalla päivittäistä toimintaa sain laajan näkemyksen toiminnan tasosta pidemmältä ajalta ennen tulevaa muutosta. Haastattelemalla löysin tutkimukselle tarkat raamit, joiden perusteella pystyin ratkaisemaan tulevia ongelmakohtia jo etukäteen. Dokumenteista sain tapauskohtaista faktatietoa, kuten historiatietoja tuotteiden kulutuksista, minkä perusteella pystyin tuottamaan luotettavan perustan yhdessä muilla menetelmillä kerättyjen tietojen kanssa.

Tutkimuksessa haasteita aiheutui aikataulutuksesta, johon en täysin osannut varautua. Tietojärjestelmästä saatavat dokumentit olivat olennainen osa tutkimusta ja dokumenttien viivästyessä minusta riippumattomasta syystä tutkimuksen eteneminen hidastui hetkellisesti. Samaan aikaan muistioiden tekeminen eri tapaamisista korostui, sillä tutkimuksen viivästyessä odottamattomasti, muistioista olisi tullut tehdä vielä tarkempia ja yksityiskohtaisempia, jotta ne ovat ymmärrettävissä paremmin myös pidemmän ajan kuluttua. Haasteena voidaan pitää myös eri lähteistä saatujen tietojen yhdistämistä, joka vei odotettua enemmän aikaa. Koska kyseessä on harvinainen lähtötilanne, jossa suunnitellaan kokonaan uuden, vasta rakenteilla olevan sairaalan varaston tuotesijoittelua, ei taustatietoa juuri vastaavista olosuhteista ole paljoa saatavilla ja erilaisten käytäntöjen sovittaminen käytäntöön on haastavaa.

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikutti olennaisesti se, että tunnen toimintaympäristön tarkasti, ja pystyn suhteuttamaan käyttämiäni menetelmiä juuri tähän ympäristöön sopiviksi. Tutkimus sisältää paljon tietoa eri lähteistä, jolloin niiden yhdistäminen on haastavaa, mutta tuottaa oikeaa ja tarkkaa tietoa työn lopputulokseen vaikuttavista seikoista. Tutkimukseen on pyritty löytämään niin paljon tietoa eri lähteistä kuin mahdollista, jotta havainnoinnin tukena on laaja määrä faktatietoa. Tutkimuksen luotettavuuteen parantaa selvästi myös se, että työn tuloksia otetaan käyttöön ja

tarkkaillaan niin paljon kuin mahdollista jo nykyisessä toimintaympäristössä, mistä saadaan tärkeää tietoa tutkimuksen käyttökelpoisuudesta jo ennen suunnitelman varsinaista käyttöönottoa. Muuttuneet varastointimäärät on otettu käyttöön heti tutkimuksen valmistuttua, jotta vaikutuksia voidaan tarkastella heti.

Tutkimuksen epäluotettavuutta kasvattaa se, että työn tulokset otetaan täysimääräisinä käyttöön vasta uudessa ympäristössä, josta ei vielä ole kokemukseen perustuvaa tietoa. Työ siis perustuu hyvin pitkälti ennustamiseen, joka lisää aina virheiden mahdollisuutta. Koska olen tutkimuksen aikana ollut osana päivittäistä toimintaa, on myös mahdollista, että tietyt epäkohdat toiminnassa ovat jääneet huomaamatta ja niistä on tullut normalisoitunut tilanne, vaikka todellisuudessa asiat kaipaisivatkin muutosta. Tätä vähentääkseni pyrin suhtautumaan kaikissa toimissani kriittisesti nykytilanteeseen. Toimintaympäristön laaja-alaisuus on myös mahdollinen epäluotettavuutta aiheuttava tekijä. Tutkimus on tehty logistiikan ja hankinnan näkökulmasta ja jokaiselta sairaala-alan toimijalta ei ole ollut mahdollista ottaa vaikutteita tutkimuksen tuloksiin.

Tutkimukseen sisältyi myös toimenpide-ehdotusten tekeminen. Toimenpide-ehdotuksia noudattamalla tuloksien pitäisi olla käyttökelpoisia välittömästi uuteen toimintaympäristöön siirtyessä. Suurimmat hyödyt tutkimuksesta saadaan toteuttamalla toimenpide-ehdotukset ja ylläpitämällä jatkuvaa seurantaa tutkimuksen tuloksista. Etenkin varastointimäärien paikkansapitävyyden tarkkailu jo tässä vaiheessa antaa selkeää etua ja toimii suuntaa antavana pohjatietona uuteen toimintaympäristöön siirryttäessä. On myös tärkeää seurata muutosten vaikutusta kuljetuskustannuksiin. Suunnitelman tulisi pienentää vaihto-omaisuuteen sitoutuneen pääoman määrää lisäten kuljetuskustannuksia mahdollisimman vähän. Mahdollisiin yllätyksiin on pyritty reagoimaan jo tutkimusta tehdessä, jotta tutkimuksen tuloksia voidaan muokata helposti ja nopeasti. Toimintatavat ja mahdollisuudet muutoksiin ovat tiedossa jo etukäteen.

Koska tutkimus on tehty yksilölliseen toimintaympäristöön, sen tulosten hyödyntäminen muualla on haastavaa. Ideologiaa tuotesijoittelun taustalla voi kuitenkin soveltaa myös muihin kuin sairaalaympäristöihin. Erilaiset varastoinnin ja varastonohjauksen

menetelmät toimivat parhaiten erilaisissa ympäristöissä, joten esimerkiksi jonkin toisen sairaalan toimintaympäristöön ei tässä tutkimuksessa käytettyjen tapojen voi olettaa varmasti olevan oikeat.

Lähteet

Automaattiset varastojärjestelmät. N.d. Jungheinrichin esittely mallistonsa automaattisista varastojärjestelmistä. Viitattu 4.2.2020. https://www.jungheinrich.fi/tuotteet/automaattiset-varastojaerjestelmaet.

Bask, A., Kiiski, T., Laari, S., Lorentz, H., Malmsten, J., Ojala, L., Paimander, A., Rintala, H., Rintala, O., Solakivi, T. & Töyli, J. 2018. Logistiikkaselvitys 2018. Turku: Turun yliopisto. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja sarja E-2:2018. Viitattu 28.1.2020. http://www.ytl.fi/files/146/Turun_yliopiston_Logistiikkaselvitys-2018-FINAL.pdf.

Bell, A., Inkiläinen, V., Ritvanen, V. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen Huolintaliikkeiden Liitto: Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY

BT Levio 2 t ajotasollinen. N.d. Lavansiirtovaunun esittely Toyotan internetsivustolla. Viitattu 13.1.2020. https://toyota-forklifts.fi/tuotteemme/lavansiirtovaunut/ajotasolliset-lavansiirtovaunut/bt-levio-2-t-ajotasollinen/.

Emmett, S. 2005. Excellence in Warehouse Management. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Tarja Heikkilän oppimateriaali eri tutkimusmenetelmistä. Viitattu 24.2.2020. http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2016. Varastonhoitajan käsikirja. 3. p. Kangasniemi: Sho Business Development.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uud. p. Kangasniemi: Sho Business Development.

Jokela, A. 2019. Tietoa Sairaala Novan varastointiratkaisuista. Sähköpostiviesti 8.3.2019. Vastaanottaja J. Sallanko. Viestin liitteenä kuva varaston layoutista.

Kardex Remstar, N.d. Kuva Kardex Remstar-varastoautomaatista Kardexin internet-sivustolla. Viitattu 27.1.2020. https://www.kardex-remstar.fi/fileadmin/_processed_/9/2/csm_KR_102SXP-HH_News_1de052aff2.jpg

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: WS Bookwell.

Kevyt läpivirtaushylly, N.d. Läpivirtaushyllyn esittely ht-hyllytekniikan internet-sivuilla. Viitattu 28.1.2020. https://ht-hylly.fi/tuotteet/pientavarahyllyt/kevyt-lapivirtaushylly/

Paatola, M. 2019. Vt. materiaalitoimenjohtaja. Keski-Suomen sairaanhoitopiiri. Tapaaminen 1.3.2019.

Pinoamisvaunu, N.d. Pinoamisvaunun esittely Aj-tuotteet.fi-sivustolla. Viitattu 13.1.2020. https://www.ajtuotteet.fi/varasto-teollisuus/kuljetus-nostaminen/pinoamisvaunut/pinoamisvaunu/462113-19446433.wf

Sairaanhoitopiiri. 2018. Tietoa Keski-Suomen sairaanhoitopiirin toiminnasta internet-sivuilla 28.3.2018. Viitattu 27.1.2020. https://www.ksshp.fi/fi-FI/Sairaanhoitopiiri

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – Vähemmällä enemmän. 7. uud. p. Helsinki: Jouni Sakki.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Digitalisoitumisen haasteet. 8. uud. p. Vantaa: Jouni Sakki.

Tikka, J. 2016. Logistiikan perusteet. Helsinki: Books on Demand.

Työntömastotrukit. N.d. Esittely työntömastotrukista Öhmanin Trukit-yrityksen internetsivustolla. Viitattu 13.1.2020. https://www.ohmantrukit.fi/heli-varastotrukit/heli-vetotrukit/

Valmiit kokoonpanot. N.d. Kuormalavahyllyjen valmiit kokonaisuudet. Tietoa valmiista kuormalavahyllyjen kokonaisuuksista Intologin Internet-sivulla. Viitattu 13.1.2020. https://www.intolog.fi/fi/shop/varastohyllyt/kuormalavahyllyt/kuormalavahyllykokonaisuudet

Valmiit kokoonpanot, N.d. Pientavarahyllyjen valmiit kokoonpanot. Tietoa pientavarahyllyistä Intologin Internet-sivulla. Viitattu 13.1.2020. https://www.intolog.fi/varastot/pientavarahyllyt/pientavarahylly-s90/valmiit-kokoonpanot

Varastoautomaatit & ohjelmistot. N.d. Tietoa varastoautomaateista Kastenin internetsivuilla. Viitattu 10.1.2020. https://www.kastenmachines.fi/varastoautomaatit-ohjelmistot/

Varastokalusteet, N.d. EAB:n läpivirtaushyllyn esittely omilla internet-sivuillaan. Viitattu 28.1.2020. https://www.eab.fi/varastokalusteet/lapivirtaushylly/

Varaston lay-out. N.d. Tietoa varaston layoutista logistiikanmaailma.fi-sivustolla. Viitattu 1.1.2020. http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/varaston-lay-out/

Varastonohjaus. N.d. Tietoa varastonohjauksesta logistiikanmaailma.fi-sivustolla. Viitattu 28.1.2020. http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/

Varaston toiminnan mittaaminen, N.d. Tietoa varaston toiminnan mittareista. Viitattu 13.1.2020. http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/varaston-toiminnan-mittaaminen/

Varastotyypit ja -tekniikka. N.d. Varastotyyppien ja -tekniikoiden esittelyä logistiikanmaailma.fi-sivustolla. Viitattu 28.1.2020.

http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotyypit-ja-tekniikka/

Vastapainotrukki, N.d. Tietoa vastapainotrukista Tenstarin internetsivustolla. Viitattu 13.1.2020. https://www.tenstarsimulation.com/fi/simulaattorit/kuljetus/vastapainotrukki

Yleistä uudesta sairaalasta, 23.3.2017. Uuden sairaalan kuvaus ksshp.fi-sivustolla. Viitattu 28.1.2020. https://www.ksshp.fi/fi-FI/Sairaanhoitopiiri/Uusi_sairaala_projekti/Yleista_uudesta_sairaalasta

Liitteet

Liite 1

Liite 2