

VAASAN YLIOPISTO
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA
TUOTANTOTALOUS

Jyri Louhisalmi

MATERIAALIHALLINNAN KEHITTÄMINEN

Case Keski-Pohjanmaan keskussairaala, Anestesia- ja leikkaustoiminta

Tuotantotalouden
pro gradu –tutkielma

VAASA 2018

SISÄLLYSLUETTELO

KUVIOT	5
TAULUKOT	6
KAAVAT	7
1 JOHDANTO	10
1.1. TUTKIMUSONGELMA JA TAVOITTEET	10
1.2. RAJAUS	10
1.3. KESKI-POHJANMAAN KESKUSSAIRAALA ESITTELY	11
1.4. TUTKIMUKSEN RAKENNE	11
2 PROSESSIEN KARTOITUS	13
3 MATERIAALIHALLINTA.....	14
3.1. MATERIAALIHALLINNAN TAVOITTEET.....	15
3.2. MATERIAALIHALLINNAN HAASTEET	16
3.3. MATERIAALIEN HANKINTA.....	16
4 VARASTOT	20
4.1. VARASTOJEN LUOKITTELU	21
4.2. KUSTANNUKSET.....	22
4.3. PALVELUTASO	23
4.4. AKTIIVIVARASTO JA PASSIIVIVARASTO	24
4.5. VARMUUSVARASTO	25
4.6. VARASTON OHJAUksen TUNNUSLUKUJA.....	26
5 VARASTON HALLINTA JA SUUNNITTELU	28
5.1. VARASTOLÄHTÖINEN OHJAUS	29
5.1.1. <i>Taloudellinen erä</i>	31
5.1.2. <i>Tilauspiste menetelmä</i>	32
5.1.3. <i>Tasainen tilausväli</i>	33
5.1.4. <i>Kahden laatikon menetelmä</i>	34
5.2. AUTOMAATTINEN TÄYDENNYSMENETELMÄ.....	35
5.2.1. <i>Toimittajan valvoma varasto (VMI)</i>	35
6 NIMIKKEIDEN LUOKITTELU.....	37

6.1. ABC-ANALYYSI.....	37
6.1.1. Luokkien priorisointi	38
6.2. XYZ-ANALYYSI.....	40
6.3. KAKSIVAIHEINEN ABC-ANALYYSI	40
7 MENETELMÄ	42
7.1. TUTKIMUSTYYPPI.....	42
7.2. KÄYTETYT LÄHTEET JA AINEISTOT	43
7.3. AINEISTON KERÄÄMINEN	43
7.4. TULOSTEN LUOTETTAVUUS.....	44
8 CASE KESKI-POHJANMAAN KESKUSSAIRAALA	45
8.1. LEIKKAUSPOTILAAN KIERTO.....	47
8.2. MATERIAALIN HALLINNAN NYKYTILANNE.....	49
8.2.1. Materiaali.....	49
8.2.2. Lääkkeet	50
8.3. ABC-ANALYYSI MATERIAALIHALLINNASSA	53
8.3.1. Pareton periaate.....	53
8.3.2. ABC-analyysi.....	55
8.3.3. XYZ-analyysi.....	57
8.3.4. Kaksivaiheinen ABC analyysi	59
8.3.5. ABC-XYZ-analyysi.....	60
8.4. ANALYYSIEN PURKAMINEN	63
8.4.1. Strategiset tuotteet	64
8.4.2. Pullonkaulatuotteet.....	65
8.4.3. Massatuotteet.....	65
8.4.4. Rutiinituotteet	65
8.5. OHJAUSMENETELMÄT ABC-XYZ –ANALYYSIN LUOKILLE	66
8.6. VARASTOTASOJEN ASETTAMINEN	68
8.6.1. Varaston kierto.....	68
8.6.2. Luokkien varmuusvarastot	69
8.6.3. Tilauspiste AX- ja BX-materiaaleille.	70
8.6.4. Tilausväli menetelmä AX+, BX+, CX-, AY-, BY- ja CY-materiaaleille.....	72
8.6.5. Tilausväli AZ-, BZ- ja CZ- materiaalit	73

9 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	75
9.1. POHDINTA.....	77
9.2. YHTEENVETO	79
10 LÄHDELUETTELO	81

KUVIOT

Kuvio 1. Kraljicin hankinnan portfolioanalyysi.	18
Kuvio 2. Varastojen luokittelu.....	22
Kuvio 3. Tilauspiste.....	32
Kuvio 4. Tasainen tilausväli	33
Kuvio 5. ABC-analyysin jakautuminen.....	38
Kuvio 6. Esimerkki materiaalihallintamenetelmän valinnasta ABC-luokan ja toimitusajan mukaan.....	39
Kuvio 7. Leikkausmäärät Keski-Pohjanmaan keskussairaalassa 2012-2016.....	45
Kuvio 8. Tiivistelmä perioperatiivisesta hoitoprosessista.	47
Kuvio 9. Päiväkirurgisen potilaan hoitoprosessi.	48
Kuvio 10. Kumulatiivinen arvo 2017.	53
Kuvio 11. Menekin kumulatiivinen määrä 2017.	54
Kuvio 12. Materiaalien tilauskerrat.	55
Kuvio 13. Abc-luokkien prosentuaalinen jakauma arvon ja kulutuksen mukaan.	56
Kuvio 14. Kaksivaiheinen ABC-analyysi arvon ja kulutuksen suhteen.....	59
Kuvio 15. ABC-XYZ -analyysi.....	60
Kuvio 16. Hankinnan portfolio analyysi.	63
Kuvio 17. Materiaalien luokittelumatriisi mukaillen Sakki 2009:198.	64
Kuvio 18. Materiaaliohjausmenetelmä luokittain.	67

TAULUKOT

Taulukko 1. Varastointikustannukset	22
Taulukko 2. Palvelutaso % ja varmuuskerroin.....	26
Taulukko 3. Q-model ja P-model vertailu	30
Taulukko 4. Lääketilaukerrat 2015-2016.....	51
Taulukko 5. Esimerkki Arvoon perustuvan ABC-analyysin A-luokan materiaaleista. .	57
Taulukko 6. XYZ-analyysin X-luokan tuotteita.....	58
Taulukko 7. ABC-XYZ -analyysin AZ-luokan materiaaleja.	61
Taulukko 8. ABC-XYZ -analyysin CX-luokka.....	61
Taulukko 9. ABC-XYZ -analyysin AX-luokan materiaaleja.....	62
Taulukko 10. ABC-XYZ -analyysin CZ-luokan materiaaleja.....	62
Taulukko 11. Varaston kierto vuoden 2016 tilastosta.	68
Taulukko 12. Palvelutaso ja varmuuskerroin.	69
Taulukko 13. Tilauspiste ja tilattava määrä osalle AX-luokan materiaaleista.	71
Taulukko 14. Materiaaleja viikon tilausvälimenetelmän materiaaleista.	73
Taulukko 15. Esimerkki materiaaleja kuukauden tilausvälimenetelmän materiaaleista.	74

KAAVAT

Kaava (1). Varmuusvarasto.....	26
Kaava (2). Varaston kierto.....	26
Kaava (3). Keskimääräinen varasto.....	27
Kaava (4). Varastonpysähdysaika.....	27
Kaava (5). Varaston riitto	27
Kaava (6). Wilasoni kaava	31
Kaava (7). Tilauspiste.....	32
Kaava (8). Tilauspiste aikavälillä	33
Kaava (9). Maksimivarasto.....	34
Kaava (10). Varmuusvarasto	69
Kaava (11). Tilauspiste tuotteille.....	71
Kaava (12). Maksimivarasto tuotteille.....	72

VAASAN YLIOPISTO**Teknillinen tiedekunta**

Tekijä:	Jyri Louhisalmi
Tutkielman nimi:	Materiaalihallinnan kehittäminen: Case Keski-Pohjanmaan keskussairaala, anestesia- ja leikkaustoiminta
Ohjaajan nimi:	Petri Helo
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri
Pääaine:	Tuotantotalous
Opintojen aloitusvuosi:	2016
Tutkielman valmistumisvuosi:	2018

Sivumäärä: 83

TIIVISTELMÄ:

Tutkielman tutkimusongelma muodostui Keski-Pohjanmaan keskussairaalan anestesia- ja leikkausosastolla huomattavan varastoinnin kehittämisen tarpeen pohjalta. Varastointi oli koettu henkilökuntaa työllistäväksi, materiaaleissa ilmeni puutteita ja fyysisen varaston koettiin olevan ahdas. Tutkimuskysymykseksi muodostui: ”Millä keinoin varastoinnin työllistävyyttä, sekavuutta, puutteita ja vanhenemisiä voidaan vähentää?”. Tutkimuksessa pyritään löytämään uusia toimintatapoja materiaalihallintaan.

Tämän tapaustutkimuksen tavoitteena on selvittää materiaalihallinnan nykytilanne anestesia- ja leikkausosastolla ja sen pohjalta muodostaa uusia toimintatapoja kirjallisuudessa esiteltyjen teorioiden avulla. Aineistona teorioiden lisäksi on leikkausosaston materiaalilastot. Hyväksi koettuja toimintatapoja on myöhemmin tarkoitus siirtää muiden osastojen käyttöön keskussairaalalla.

Teoriaosuudessa käsitellään yleisesti materiaalihallintaa ja varastointia. Varastoinnista käydään läpi sen syitä, kustannuksia, yleisiä tunnuslukuja, ohjausmenetelmiä ja nimikkeiden luokittelun teorioita. Empiirisessä osuudessa lähdettiin ensin luokittelemaan käytettäviä materiaaleja eroavaisuuksien löytämiseksi. Luokitteluun käytettiin arvoon tai kulutukseen perustuvaa ABC-analyysia ja sen laajennosta ABC-XYZ-analyysia. ABC-XYZ-analyysissa materiaalit luokiteltiin arvon ja tilauskertojen mukaan. Luokittelun perusteella ilmeni, että vain pieni osa materiaaleista aiheutti suurimmat kustannukset, kulutuksen ja eniten tilauksia. Materiaaleille asetettiin ohjausstrategiat luokkiin perustuen sekä laskettiin tilauspisteet, maksimivarastot, varmuusvarastot ja tilattavat määrät.

Varaston ohjausstrategioilla saatiin standardisoitua tilaustyöskentelyä. Jatkuva tilaustarpeen arviointi, tilaaminen ja päällekkäiset toiminnot poistuivat. Tilattavien määrien laskeminen poisti myös aiemmin tilaustyössä vaaditun vuosien työkokemuksen. Tutkimuksessa esiteltyjen varaston ohjausstrategioiden käyttämisellä saataisiin vähennettyä fyysistä tilaustyötä jopa 46 %.

AVAINSANAT: Materiaalihallinta, ABC-analyysi, ABC-XYZ-analyysi, Varaston ohjaus

UNIVERSITY OF VAASA**Faculty of technology****Author:**

Jyri Louhisalmi

Topic of the Master's Thesis;Developing material management: case
Central Ostrobothnia central hospital,
surgery department**Instructor**

Petri Helo

Degree:Master of Science in Economics and
Business Administration**Major:**

Industrial Management

Year of Entering the University:

2016

Year of Completing the Master's Thesis: 2018**Pages:** 83

ABSTRACT:

The research problem in this thesis was formed on the basis for the need of storage development in surgery department at Central Ostrobothnia central hospital. Employees found out that the storages were full, there were shortages in materials and storages required lot of work. The research question based on the problem is "What means of reducing employability, confusion, shortcomings and aging can be found?". The thesis aims to find new ways for material management.

The aim of this case study is to find out the current state of material management in the surgery department and form new ways of working through the theories presented in the literature. Also statistics of used materials in surgery department is used. Successful methods will be later transferred to other departments in the central hospital.

Theoretical part of this thesis considers generally material management and inventory control. Common key figures of inventory control are presented. Theoretical part also includes classification of materials. In the research all materials were classified to find differences. The classification used value and consumption-based ABC-analysis and its extension ABC-XYZ analysis. In the ABC-XYZ analysis, the materials were classified according to value and amount of orders. Based on the classification, only a small fraction of the materials resulted in the highest costs, consumption and orders. Inventory control strategies was formed based on the classes. Order points, maximum stocks, safety stocks and order quantities was also counted.

Inventory control strategies helped to standardize ordering. Continuous ordering and evaluating need of order was reduced. Calculation of order quantities was also eliminated. Using the inventory control strategies introduces in thesis would reduce ordering work by up to 46 %.

KEYWORDS: Material management, ABC analysis, ABC-XYZ analysis,
Inventory control

1 JOHDANTO

Tutkielman tarkoituksena on selvittää materiaalihallinnan menetelmiä ja tutkia, kuinka materiaalihallinnan toimintatapoja pystytään kehittämään Keski-Pohjanmaan keskussairaalassa. Teoriaosuudessa käydään läpi materiaalihallinnan yleisiä teorioita, joita pyritään hyödyntämään tutkimusvaiheessa.

1.1. Tutkimusongelma ja tavoitteet

Tutkimus perustuu Keski-Pohjanmaan keskussairaalan anestesia- ja leikkausosastolla huomattuun tarpeeseen varastoinnin kehittamisestä. Leikkausosastolla havaittiin varastoinnin työllistävän paljon henkilökuntaa, varastot koettiin sekaviksi, materiaaleissa oli puutteita sekä materiaaleja vanheni varastoihin. Tutkimusongelmaksi muodostui siis materiaalihallinnan kehittäminen varastoinnin ja tilaamisen osalta uusia toimintatapoja löytämällä. Ongelma pyritään ratkaisemaan selvittämällä materiaalihallinnan nykytilannetta, luokittelemalla materiaalit ja luomalla varastonohjausstrategiat nimikkeille.

Tutkimuskysymykseksi tutkimusongelman pohjalta muodostui: ”Millä keinoin varastoinnin työllistävyyttä, sekavuutta, puutteita ja vanhentumisia voidaan vähentää?”. Tutkimuksen tavoitteena on vähentää materiaalihallintaa tarvittavaa työtä, optimoida varastotasoja ja vähentää puutteita. Tutkimuksessa pyritään löytämään toimintatapoja tavoitteiden saavuttamiseksi. Hyväksi koettuja toimintatapoja on tarkoitus myös siirtää tulevaisuudessa muillekin osastoille.

1.2. Rajaus

Tutkimuksessa keskitytään materiaalihallintaan varastoinnin ja tilaamisen osalta. Keski-Pohjanmaan keskussairaalaista tutkimuksen kohdeosastoksi rajattiin anestesia- ja

leikkausosasto. Keskussairaalalla on oma logistiikkayksikkö, joka palvelee sairaalan osastoja materiaalien osalta. Tutkimuksessa keskitytään keskusvarastolta tilattuihin materiaaleihin, koska lähes kaikki materiaalit tilataan keskusvarastolta ja vain pieni osa muilta toimittajilta.

1.3. Keski-Pohjanmaan keskussairaala esittely

Keski-Pohjanmaan keskussairaala on Kokkolassa sijaitseva pienen kokoluokan keskussairaala. Keskussairaala on osa Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskusta Soitea. Vuosittain sairaalassa hoidetaan noin 42 000 potilasta. Työntekijöitä on noin 1300. Keskussairaala on lähin päivystävä sairaala noin 200 000 asukkaalle.

Anestesia- ja leikkausosastolla leikataan vuosittain n. 5000 potilasta. Osastolla työskentelee noin 70 työntekijää. Leikkaussaleja käytössä on yhdeksän. Leikkauksia tehdään pääosin virka-aikaan, mutta henkilökunta on jatkuvasti valmiudessa kiireellisiin päivystysleikkauksiin. Leikkausosaston erikoisaloja ovat esim. ortopedia ja gastroenterologia, joiden osuus leikkauksista on lähes puolet. Leikkausosasto on jakautunut tällä hetkellä kahteen toimipisteeseen, mutta menneillään olevan remontin jälkeen toimipisteet yhdistyvät. Osasto saa uudet tilat, jossa on uuden leikkaussalit, varastot ja heräämö. Remontin ensimmäinen osa valmistuu vuoden 2018 aikana, jolloin puolet toiminnasta siirtyy uusiin tiloihin. Lopullisesti remontti valmistuu vuoteen 2020 mennessä.

1.4. Tutkimuksen rakenne

Tutkielman rakenne voidaan jakaa kahteen pääosaan teoriaosuuteen ja empiiriseen osuuteen. Johdannossa aluksi käydään läpi tutkimusongelma, tutkimuskysymys ja tutkimuksen tavoitteet. Lisäksi käsitellään tutkimuksen rajaukset. Johdannossa on vielä lyhyt esittely tapaustutkimuksen kohdeorganisaatiosta.

Teoriaosuus jakautuu viiteen pääotsikkoon. Teoriaosuus alkaa lyhyellä kuvauksella prosessien kartoittamisesta, jonka jälkeen siirrytään materiaalihallinnan teorioiden käsittelyyn. Materiaalihallinnasta jatketaan varastoinnin teoriaan, jossa käsitellään yleiset tiedot varastoinnin syistä ja kustannuksista. Varastoinnissa käsitellään myös yleisiä tunnuslukuja. Seuraavassa kappaleessa käsitellään varastoinnin ohjausta ja sen menetelmiä. Kappaleessa esitellään myös yleiset toimintatavat. Varastoinnista siirrytään materiaalien luokitteluun. Kappaleessa esitellään Pareto periaate, ABC-analyysi ja sen muunnelmat, joka päättää teoria osuuden.

Teoriaosan jälkeen käsitellään tutkimusmenetelmää omassa pääkappaleessaan. Kappaleessa perustellaan valittu tapaustutkimus menetelmä, sekä kerrotaan aineiston hankinnasta. Menetelmäkappaleen jälkeen siirrytään empiirisen osuuden pariin, joka sisältää 6 alaotsikkoa. Ensimmäisenä on case organisaation ja leikkausosaston esittely. Seuraavaksi käsitellään leikkauspotilaan kierto ja katsaus materiaalihallinnan nykytilanteeseen. Materiaalihallinnan nykytilanteesta jatketaan materiaalihallinnan analysointiin ja ABC-luokkien esittelyyn. ABC-analyysia tutkitaan syvemmin ABC-XYZ-analyysin voimin, josta siirrytään varastonohjausstrategioiden luomiseen. Varastonohjausstrategiaan perustuvat tilauspisteet, maksimivarastot, tilausmäärät esitellään empiirisen osuuden lopussa. Viimeisenä pääkappaleena on johtopäätökset, jossa käydään läpi tutkimusta ja sen tuloksia. Kappaleeseen sisältyy vielä pohdinta, sekä yhteenveto.

2 PROSESSIEN KARTOITUS

Prosessien kartoitus on hyödyllinen menetelmä prosessien kehittämiseen ja tiedon hankkimiseen organisaatiosta ja sen työtavoista. Prosesseja kartoittamalla pystytään tunnistamaan ongelmia ja löytämään kehityskohteita. Sairaalamailmassa potilaanprosessia voidaan tarkastella kiertämällä potilaan kierto sairaalakäynnillä. Potilaan kiertoon kuuluu useita vaiheita, kuten ilmoittautuminen, odottelu ja toimenpide. Prosesseja voidaan tutkia myös henkilökunnan näkökulmasta kiertämällä henkilökunnan mukana. (Treble, Hansi, Hydes, Smith & Baker 2010, White & Cicmil 2016.)

Kun organisaatiota lähdetään kehittämään, haasteena on usein keksiä mistä aloittaa. Prosesseja kartoittamalla saadaan muodostettua prosessin nykyhetki ja arvio siitä, mitä halutaan olla. Potilasprosesseja kehittäessä tavoitteena on sairaalan toiminnan tehostaminen tehottomuutta ja turhia toimenpiteitä poistamalla. Prosesseja kartoittaessa voidaan arvioida jokainen vaihe joko arvoa tuottavaksi toiminnaksi tai arvoa tuottamattomaksi eli hukaksi. Arvoa tuottavaa toimintaa on kaikki, mikä parantaa potilaan terveyttä, olotilaa tai kokemusta. (Treble ym. 2010, White 2016.)

Arvoa tuottamattomat toiminnot eli hukka voidaan lokeroida kahdeksaan osa-alueeseen.

Treble ym. esittelee hukat esimerkein seuraavasti:

- Virheet: reseptivirheet, rikkinäiset instrumentit
- Ylituotanto: huono aikataulutus
- Kuljettaminen: etäisyydet osastojen välillä
- Odottaminen: potilas tai henkilökunta
- Varastointi: suuret varastot, vanhenemiset
- Turhat liikkeet: huono ergonomia
- Yliprosessointi: työvaiheiden turhat toistot
- Hyödyntämätön potentiaali: henkilökunnan aliarviointi.

(Treble ym. 2010.)

3 MATERIAALIHALLINTA

Materiaalihallinta on yrityksen materiaalivirran hallintaa toimittajilta tuotannon läpi aina asiakkaalle saakka. Materiaaleja ovat raaka-aineet, puolivalmisteet ja lopputuotteet. Materiaalihallinnalla tavoitellaan tehokasta resurssien käyttöä ja laadun säilymistä. Materiaalien hankinta on yksi suurimmista kuluista yrityksille ja niinpä pienelläkin säästöllä hankinnassa voi olla suuri merkitys yrityksen tulokseen. Yritykset ovat nykytrendillä pyrkineet pienentämään varastojaan ja tilaamaan materiaaleja lyhemmillä aikaväleillä. (Chapman, Arnold, Gatewood & Clive 2017:21-23, Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009:443.)

Materiaalihallinnan rooli on korostunut viime vuosina yritysten globalisoitumisen ja verkostoitumisen myötä. Toiminnanohjaus eli ERP-ohjelmien välityksellä yritykset ovat pystyneet jakamaan informaatiota tehokkaasti ja laajentamaan toimittaja valikoimaansa kustannussäästöjen toivossa. Informaation nopeasta saatavuudesta toimittajilta tai toimittajille on muodostunut kilpailuetu. (Chapman ym. 2017:18, Haverila ym. 2009:443.)

Materiaalivirrassa on kolme vaihetta. Materiaalien virtaus tuotantoon toimittajilta, materiaalien työstäminen tuotannossa ja valmiiden tuotteiden jakelu loppuasiakkaille. Tätä materiaalivirtaa kutsutaan myös tilaus-toimitusketjuksi. Tilaus-toimitusketju sisältää kaikki toiminnot ja prosessit hankinnasta toimittamiseen asiakkaalle. Tilaus-toimitusketju harvoin on materiaalien hankkimista vain yhdeltä toimittajalta ja myymistä yhdelle asiakkaalle, vaan materiaaleja voidaan hankkia useilta toimittajilta raaka-aineina tai puolivalmisteina ja tuotteita voidaan myydä useille asiakkaille puolivalmisteina tai valmiina tuotteina. (Chapman ym. 2017:16-17.)

Tilaus-toimitusketjun hallinta on viime vuosina saanut paljon huomiota. Tilaus-toimitusketjun hallinta liittyy vahvasti toimittajayhteistyöhön, jossa toimittajat nähdään kumppaneina eikä vastustajina. Toimittajayhteistyö vaatii molemmilta osapuolilta luottamusta ja avoimuutta. Yhteistyön kautta pystytään sopimaan toimintatavoista, jotka hyödyttävät molempia osapuolia. Toisen menestyminen vaikuttaa suoraan myös toisen

menestymiseen. Yhteistyöhön kuuluu yleensä tuotteiden suunnittelua yhdessä, yhteinen analyysi kustannusten vähentämisestä ja informaation laaja jakaminen. (Chapman ym. 2017:17.)

3.1. Materiaalihallinnan tavoitteet

Haverila ym. (2009) tiivistää materiaalihallinnan tavoitteiksi halutun palvelutason ylläpidon ja materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimoinnin. Palvelutasolla tarkoitetaan materiaalien saatavuutta. Palvelutaso on strateginen päätös, joka määrittelee mitä materiaaleja yritys pitää aina saatavilla ja mitä tilataan asiakkaan tarpeesta. Palvelutason tulee vastata yleistä materiaalitarvetta. Toimitustiheydellä, ennustamisella, informaation kululla ja toimittajayhteistyöllä pystytään vaikuttamaan palvelutason toimivuuteen. Huono palvelutaso johtaa puutteisiin ja kustannusten nousuun. (Haverila ym. 2009:443-445.)

Chapman ym. kuvaa materiaalihallinnon tavoitteita hieman eri näkökulmasta. Hänen mukaan tavoitteena on maksimoida yrityksen resurssien käyttö ja tuottaa tarvittavan tasoista asiakaspalvelua. Waters (2009) lisää vielä yleiseksi tavoitteeksi materiaalien tehokkaan kulkemisen läpi toimitusketjun. (Chapman ym. 2017:21-22, Waters 2009:89.)

Materiaalihallinnan kokonaiskustannukset muodostuvat Haverilan ym. (2009) mukaan seuraavasti:

- Ostettavien materiaalien hinta
- Oston kustannukset
- Kuljetus, vastaanotto ja tarkastuskustannukset
- Varastointikustannukset
- Jakelukustannukset
- Materiaalivirheidenkustannukset
- Puutekustannukset
- Reklamaatiokustannukset

Hankintapäätöstä tehdessä joudutaan arvioimaan kokonaisuutta. Pelkän hinnan perusteella tehty osto voi johtaa kokonaiskustannusten kasvamiseen. (Haverila ym. 2009:443-444.)

3.2. Materiaalihallinnan haasteet

Yrityksen tavoitteena on tuottaa voittoa. Saavuttaakseen suurimman voiton yrityksen tulee tuottaa parasta asiakaspalvelua, sekä saavuttaa alhaisimmat tuotantokustannukset, varastokustannukset ja jakelukustannukset. Nämä tavoitteet kuitenkin luovat ristiriidan markkinointi-, tuotanto- ja talousosastojen välille. Markkinoinnin tavoitteena on tuottaa parasta asiakaspalvelua. Saavuttaakseen tavoitteen yrityksen tulisi ylläpitää suurta varastoa valmistuotteista, jotta asiakkaalle on aina tarjolla tuotteita lyhyellä toimitusajalla. Talousosaston tavoitteena on pitää investoinnit ja kustannukset mahdollisimman pieninä, joka onnistuu pienentämällä varastoja ja varaston määriä. Tuotannon tavoitteena on valmistaa tuotteita mahdollisimman pienillä kustannuksilla, joka onnistuu suurilla raaka-aine varastoilla, yksinkertaistamalla tuotantoa ja tuottamalla suuria eriä. (Chapman ym. 2017:20-21.)

Näiden haasteiden ratkaisemiseksi vaaditaan tehokasta yhteistyötä osastojen välille. Haasteena on kokonaiskustannusten minimointi ja asiakaspalvelun maksimointi. Tässä vaiheessa tulee esille yrityksen arvot, jotka ohjaavat menettelytavassa. Haasteen ratkaisemiseksi on tarjottu esim. materiaalihallinnan yksikköä, joka on vastuussa hankinnasta, tuotannosta ja jakelusta. (Chapman ym. 2017:20-21.)

3.3. Materiaalien hankinta

Materiaalien ja palvelujen hankintaan kuluu lähes 70 % suomalaisen teollisuuden liikevaihdosta. Niinpä hankinnan rooli taloudelliseen tulokseen voi olla merkittävä. Pienellä säästöllä voidaan parantaa yrityksen kannattavuutta. Hankintaan tulee

valmistautua strategialla, joka palvelee yrityksen tarpeita. Peter Kraljic esitteli vuonna 1982 hankinnan portfolioanalyysin, jonka mukaan strategia riippuu kahdesta tekijästä: tuotteen taloudellinen vaikuttavuudesta ja toimittajamarkkinoiden riskistä. Myöhemmin Kraljicin portfolioanalyysia on sovellettu ja kehitetty useissa eri tutkimuksissa. (Caniëls & Gelderman 2005, Haverila 2009:459, Kraljic, Peter 1983.)

Kraljicin mukaan yritykset voivat yksinkertaisella ostoportfoliolla varautua hankinnan haasteisiin ja käyttää laajemmin yrityksen ostopotentiaalia. Portfolio antaa mahdollisuuden kerätä dataa markkinoista, ennustaa tulevia hankinta kuvioita, tunnistaa saatavilla olevia hankintamahdollisuuksia ja kehittää materiaalien hankintastrategioita. Menetelmään yrityksen tulee luokitella sen hankittavat materiaalit taloudellisen vaikuttavuuden ja hankintariskin mukaan. Yrityksen tulee myös tunnistaa oma strateginen sijainti sekä materiaalien sijainti hankintamarkkinoilla. (Kraljic 1983.)

Taloudellinen vaikuttavuus materiaalille voidaan tunnistaa ostovolyymien, prosentuaalisen kokonaisostokustannuksen tai materiaalin laatuun vaikuttavuuden mukaan. Hankintariski voidaan tunnistaa saatavuuden, toimittajien määrän, kysynnän, varastointiriskin tai korvattavuuden perusteella. Luokittelemalla materiaalit näiden tekijöiden mukaan saadaan kuviossa 1 näkyvä nelikenttä, jossa vaaka-akselilla on hankintariski ja pystyakselilla taloudellinen vaikuttavuus. Luokiksi saadaan massatuotteet, rutiinituotteet, strategiset tuotteet ja pullonkaulatuotteet. Jokaiselle luokalle on myös muodostettu strategia suositus. (Caniëls ym. 2005, Gelderman & Semeijn 2006, Kraljic 1983.)

Taloudellinen vaikuttavuus

Korkea	Massa (Kilpailuta)	Strateginen (Kehitä yhteistyötä)
Matala	Rutiini (Yksinkertaista)	Pullonkaula (Varmista)
	Matala	Korkea

Hankintariski

Kuvio 1. Kraljicin hankinnan portfolioanalyysi. (Gelderman ym. 2006.)

Strategiset tuotteet vaikuttavat merkittävästi talouteen. Tuotteiden menekki rahallisesti on suuri, mutta toimittajien määrä on vähäinen. Usein tuotetta voidaan ostaa vain yhdeltä toimittajalta aiheuttaen merkittävän hankintariskin. Toimittajan panostus yrityksen tarpeiden täyttämiseksi on ratkaisevaa. Tuotteilla tulee olla hyvä toimituskyky ja niitä saatetaan joutua varastoimaan muita enemmän. Hankintastrategiaksi suositellaan strategisen kumppanuuden ylläpitäminen, riippuvaisen toimituksen hyväksyminen tai kumppanuuden lopettaminen ja uuden toimittajan etsintä, mikäli toimittajan käyttäytymistä ei pystytä hyväksymään. (Caniëls ym. 2005, Sakki 2009:199.)

Pullonkaulatuotteilla merkitys taloudellisesti on pieni, mutta hankintariski suuri. Toimittajilla on etulyöntiasema markkinoilla. Tuotteet ovat kuitenkin toiminnan kannalta tärkeitä. Tuotteita joudutaan varastoimaan enemmän ja hankinta vaatii seurantaa. Hankintastrategia usein on riippuvuuden hyväksyminen ja negatiivisten seuraamusten minimointi. Vaihtoehtoinen strategia on uusien ratkaisujen etsiminen, hankinnan hajauttaminen tai toimittajan vaihtaminen. Tavoite on siirtää tuote portfolioissa vasemmalle eli rutiinituotteiden piiriin. (Caniëls ym. 2005, Sakki 2009:199.)

Massatuotteita voidaan hankkia useilta eri toimittajilta. Tuotteiden taloudellinen vaikuttavuus ja käyttövolyymi ovat suuria, mutta hankintariski pieni. Ostajalla on useita vaihtoehtoja ja varaa neuvotella hinnasta. Hankintastrategia voi olla kilpailuttaminen, jossa toimittaja valitaan parhaan hinnan, laadun ja luotettavuuden mukaan. Yritys voi

myös muodostaa strategisen kumppanuuden toimittajan kanssa ja saada täten toimittajayrityksen osaamisen palvelemaan omaa kilpailukykyä. (Caniëls ym. 2005, Sakki 2009:198.)

Rutiinituotteiden taloudellinen vaikuttavuus ja hankintariski ovat pieniä. Toimittajia tuotteille on paljon. Tuotteiden määrä kuitenkin on usein suurta ja aiheuttaa täten myös suurimman osa työstä hankinnassa. Hankintastrategia tuotteille on yksinkertaistaminen, jolloin tuotteiden hankintoja pyritään yhdistämään tai hankintaprosessia kehittämään. Tavoitteena on oheiskulujen ja tarvittavan työmäärän minimointi. (Caniëls ym. 2005, Sakki 2009:199.)

Hankinnan portfolioanalyysin perusteella yritys pystyy erottelemaan tuoteryhmiä ja käyttämään oikeanlaista strategiaan niiden hankinnassa. Analyysi antaa myös pohjan hankittavien tuotteiden hankintastrategian kehittämiseen. Taloudellisen vaikuttavuuden määrittäminen on helppoa, mutta hankintariskin määrittely voi olla hankalaa. Hankintariskin määrittely perustuu subjektiiviseen ajatteluun. (Caniëls ym. 2005, Sakki 2009:199-200.)

4 VARASTOT

Varastot takaavat yrityksen toimintakyvyn. Materiaaleja varastoidaan tuotantoprosessin eri vaiheissa tuotannon jatkuvuuden ylläpitämiseksi. Varastot ovat kuitenkin merkittävä kustannus yritykselle. Varastoihin sitoutuu pääomaa ja materiaalien käsittely aiheuttaa kustannuksia. Varastot piilottavat myös ongelmia, kuten rikkiäisiä materiaaleja, jotka huomataan vasta käyttöönotto vaiheessa. Itse sanalla ”varasto” tarkoitetaan usein fyysistä tilaa, jossa säilytetään tarvittavia hyödykkeitä. Varasto laajemmassa merkityksessä tarkoittaa myös vaihto-omaisuutta tai säilytettäviä tavaroita. (Haverila ym. 2009:445-446, Sakki 2009:103.)

Syitä varastointiin on useita. Haverilan ym. (2009) mukaan varastot ovat välttämättömiä lähes kaikille yritykselle. Varastot syntyvät pääosin puskuriksi kysynnän ja tarjonnan välille. Asiakkaiden toimitusaikavaatimukset voivat olla lyhempiä, mitä tuotteen valmistaminen on, joten varastointi on yksi ratkaisu ongelmaan. Logistiikassa kuljettaminen ja varastointi ovat toistensa vastapainoja. Suuremman tavaramäärän kuljettaminen kerralla voi alentaa kuljetuskustannuksia. Suuremman tavaramäärän hankinta kuitenkin kasvattaa varastoja. Tuotannossa suuremman valmistuserän tekeminen voi vähentää kiinteiden kustannusten määrää yksikköä kohden, mutta suurempi valmistuserä taas kasvattaa varastoja. (Haverila ym. 2009:445-446, Sakki 2009:103, Waters 2009:338.)

Jacobs & Chase (2017) kuvaavat yritysten varasoinnin yleisiksi syiksi seuraavia:

- Toimintojen jatkuvuuden ylläpito
- Kysynnän vaihteluun vastaaminen
- Joustavuus tuotannon suunnittelussa
- Puskuri turvaamaan raaka-aineiden toimitusajan vaihtelua
- Hyödyn ottaminen taloudellisesta eräkoosta

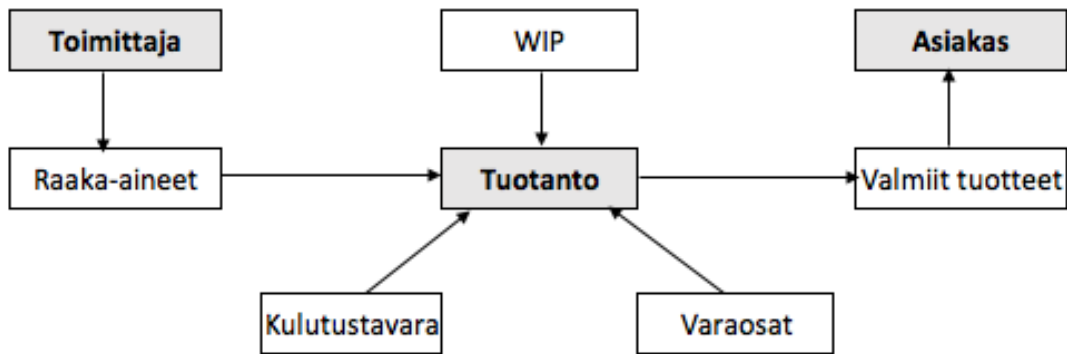
Lisäksi varastointia aiheuttavat erilaiset paikalliset syyt. Paikallisia syitä ovat esimerkiksi raaka-aineiden hintojen muuttuminen ja sairaalamaailmassa lain asettamat

varmuusvarasto vaatimukset. Jacobsin mukaan syyt koskevat myös JIT-toimintoja (Just-In-Time) käytäviä yrityksiä. JIT-toiminnassa pyritään poistamaan kaikki turhat varastot. (Jacobs & Chase 2017:356-357.)

Varastot tuovat tehokkuutta tuotantoon Chapman ym. mukaan sallimalla peräkkäisten työvaiheiden toimimisen erikseen ja taloudellisemmin. Mikäli peräkkäiset työvaiheet ovat läpimenoajaltaan erilaisia tehokkaimmallakin työskentelyllä, toimintojen välille voidaan muodostaa varasto kokonaistehokkuuden parantamiseksi. Varastot sallivat suurempien tuotantoerien valmistamisen, joka johtaa yksikkökustannusten pienenemiseen. Suurempien tuotantoerien valmistaminen taas johtaa tuotantokapasiteetin kasvuun, koska tuotannon vaihtoajat vähenevät. Pienien tuotantoerien valmistamisessa laitteita joudutaan säätämään ja asettamaan kyseisen tuotteen valmistamista varten. Laitteiden säätäminen vie aikaa tuotannolta. Lisäksi varastot sallivat suurempien materiaalihankintojen ostamisen, mikä vähentää yksikkö toimituskustannuksia ja johtaa määrääalennuksien saamiseen. (Chapman ym. 2017:237-238.)

4.1. Varastojen luokittelu

Varastot voidaan pääosin luokitella raaka-aine, puolivalmiste ja valmiiden tuotteiden varastoksi kuten alla olevasta kuvioista 2 näkyy. Raaka-aineiksi lasketaan materiaalit, osat ja komponentit, jotka on vastaanotettu yritykseen, mutta ei ole vielä käytetty. Puolivalmistevarastoksi eli keskeneräiseksi tuotannoksi (WIP, Work In Progress) lasketaan materiaalit, joiden työstö on aloitettu, mutta ei ole saavuttanut lopullista kiertoa yrityksessä. Valmiit tuotteet ovat työstetty lopullisen muotoon ja odottavat jakelua asiakkaalle. Näiden lisäksi voidaan vielä luokitella kulutustavara- ja varaosavarastot, joiden rooli on tukea päivittäistä työskentelyä. Kulutustavaroita ovat öljy, paperi ja polttoaineet. Varaosia ovat laitteiden ja työkalujen varaosia. Teollisuudessa varastojen kokonaisarvo jakautuu tasaisesti luokkien välille. (Sakki 2009:103, Waters 2009:340.)



Kuvio 2. Varastojen luokittelu. (Waters 2009:341).

4.2. Kustannukset

Varastointi ja varastot aiheuttavat yritykselle kustannuksia, mutta myös hyötyä. Haaste onkin tasapainottaa kustannukset. Chapman ym. kuvaa kustannusten koostuvan pääomakustannuksesta, varastointikustannuksesta ja riskikustannuksesta. Haverila ym. ja Waters ovat jakaneet varastointikustannukset vielä erikseen tila- ja työvoimakustannuksiksi ja riskikustannuksen hävikkiin ja vakuutuksiin. Kokonaiskustannukset varastoinnissa ovat n. 20-30 % varaston arvosta vuositasolla. (Chapman ym. 2017:239, Haverila ym. 2009:444, Waters 2009:342.)

Varastoinnin aiheuttamat kustannukset varaston arvosta:	Haverila ym.	Waters
1. Sitoutuneen pääoman korko	10 – 20 %	8 – 15 %
2. Tilakustannukset	1 – 5 %	2 – 5 %
3. Työvoimakustannukset	1 – 5 %	2 – 4 %
4. Hävikki	2 – 5 %	4 – 6 %
5. Vakuutukset	0,5 – 1 %	1 – 5 %
Yhteensä	19,5 – 36 %	17 – 35 %

Taulukko 1. Varastointikustannukset. (Haverila ym. 2009:444, Waters 2009:342.)

Yllä olevasta taulukosta 1 näkyy kustannusten prosentuaalinen osuus koko varaston arvosta Haverilan ym. ja Watersin näkökulmasta. Varaston kustannukset koostuvat pääosin sitoutuneen pääoman korosta. Lisäksi kustannuksia tuottaa tilan ylläpitäminen, varaston työvoiman kustannukset, hävikkikustannukset ja vakuutukset. Käytännössä prosenttimäärät tarkoittavat, että 100 000 euron arvoisesta varastosta tulee vuosittain Watersin mukaan 17 000 - 35 000 euroa kustannuksia. Prosenttiosuuksissa suurin eroavaisuus on pääoman korolla, mutta muuten prosentit ovat hyvin lähellä toisiaan. (Chapman ym. 2017:239, Haverila ym. 2009:444, Waters 2009:342.)

Sitoutuneen pääoman korkokustannus kuvaa sitä, mitä olisi voitu saavuttaa investoimalla kyseinen pääoma markkinoille. Esimerkiksi 100 000 euron sijoitus olisi voinut tuottaa 10 % voiton, kun taas 100 000 euron varasto ei tuota mitään. Voitto-osuus riippuu yrityksen sijoitusmahdollisuuksista ja voi olla paljon suurempikin kuin 10 %. Haverila ym. ovat arvioineet voitto-osuudeksi 10-20 % ja Waters 8-15 %. Tilakustannukset tulevat varastotilan ylläpidosta, vuokrista, sähköstä ja laitteista. Työvoimakustannukset koostuvat palkoista, hävikki tuotteiden rikkoutumisesta ja häviämisestä ja vakuutuskustannukset irtaimiston ja materiaalien vakuutuksista. Chapmanin riskikustannuksiin kuuluu vielä tuotteen arvon väheneminen tyylin vaihtumisen tai teknologian kehittymisen takia, sekä varastaminen ja pilaantuminen. (Chapman ym. 2017:239, Haverila ym. 2009:444, Waters 2009:342.)

4.3. Palvelutaso

Palvelutaso on kyky, jolla yritys vastaa asiakkaiden tarpeisiin. Yrityksen kyky toimittaa tuotteita ja niiden laatu ovat asiakkaan tyytyväisyyden perusta. Jos yritys pystyy vastamaan asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin nopeasti, se tuo yleensä yritykselle kilpailuetua. Halutun palvelutason ylläpitäminen onkin yksi materiaalihallinnan päätavoitteista. Haluttu palvelutaso saattaa kuitenkin estää yritystä toimimasta optimaalisella tasolla. Tämän takia korkean palvelutason tavoittelu on haastavaa. (Haverila ym. 2009:443, Sakki 2009:84, Yin & Ma 2015.)

Palvelutaso on ylemmän johdon strateginen päätös ja on osa yrityksen toimintastrategiaa. Tilanne, jossa asiakasta ei pystytä palvelemaan saattaa tulla kalliiksi. Varaston loppuminen voi aiheuttaa myyntitappioita ja asiakkaiden menettämistä. Joillakin aloilla asiakaspalvelu on suurin kilpailutekijä. Varastojen tulee siis vastata haluttua palvelutasoa. Varastoissa on oltava sovitun palvelutason mukaisesti materiaaleja tuotannon varmistamiseksi ja valmiita tuotteita asiakkaiden tarpeiden tyydyttämiseksi. (Chapman 2017:281-282.)

Palvelutasoa tulee mitata asiakkaan näkökulmasta. Yritys voi kuvitella palvelutasonsa paremmaksi kuin asiakkaat ovat kokeneet. Yritys voi kysyä asiakkaiden mielipidettä kilpailukykyisyydestä, valikoimasta, toimitusvarmuudesta, laadusta ja yhteistyökykyisyydestä. Hankinnoissa toimittajayhteistyötä kehittämällä voidaan turvata materiaalien riittävyys ja sitä kautta turvata haluttu palvelutaso. (Sakki 2009:84, Yin 2015.)

4.4. Aktiivivarasto ja passiivivarasto

Varasto voidaan jakaa aktiivivarastoon ja passiivivarastoon. Aktiivivarasto syntyy hankittaessa välitöntä tarvetta suurempi tavaramäärä. Aktiivivaraston suuruus riippuu tavarantoimituksen koosta. Aktiivivarasto vähenee yleensä asiakkaiden tilausten mukana, mutta osa tavaroista jää kuitenkin varastoon. Aktiivivaraston suuruuteen voidaan vaikuttaa hankinnassa ostettavaa eräkokoja optimoimalla. (Chapman 2017:236, Sakki 2009:104.)

Passiivivarasto syntyy kysynnän epävarmuuksien johdosta puskuriksi. Tuotteita joudutaan varastoimaan vastaamaan haluttua palvelutasoa. Tuotteiden menekki tai läpimenoaika voivat olla suurempia kuin on ennustettu. Tuotteiden menekkiä voi olla myös mahdoton ennustaa. Asiakkaiden haluavat tuotteensa yleensä nopeasti. Passiivivarasto kasvaa usein huomaamatta. Täydennyksen tullessa tavaraa on vielä edellisestä toimituksesta jäljellä, joka kasvattaa passiivivarastoa entisestään. (Chapman 2017:235, Sakki 2009:104-105.)

Passiivivaraston kokoon voidaan vaikuttaa epävarmuutta vähentämällä. Yleisiä syitä passiivivaraston syntymiseen ovat: puutteellinen suunnittelu hankinnoissa, menekin ennustamisen hankaluus, määriteltyjen varastotasojen puuttuvuus ja tietokonepohjaisen materiaalihallintajärjestelmän puuttuminen. Passiivivarasto saatetaan rinnastaa varmuusvarastoon kirjallisuudessa, mutta todellisuudessa vain osa passiivivarastosta on tarvittavaa varmuusvarastoa. Varmuusvarasto on lisäarvoa tuottava, laskelmallinen määrä tuotteita riittävän palvelutason turvaamiseen. (Chapman 2017:235, Sakki 2009:104-105, 121-122.)

4.5. Varmuusvarasto

Varmuusvarasto suojaa tuotantoa kysynnän vaihtelulta. Varmuusvarasto on käytännössä tarvittavaan varastosaldoon lisätty ylimääräinen nimikemäärä, joka toimii puskurina, jos nimikettä kuluu tilausajanjaksona normaalia enemmän. Varmuusvarasto on usein asetettu vain määrittelemällä tietyn ajanvälin kulutus varmuusvarastoksi. Tällainen varmuusvarasto ei kuitenkaan vastaa menekin vaihteluun. Varmuusvarastojen määrän kasvu suureksi voi johtua usein heikosta suunnittelusta, yhteistyön puutteesta ja yrityksen logistisen toiminnan kehnosta laadusta. (Chapman ym. 2017:275, Jacobs ym. 2017:367-368, Sakki Jouni 1997:75.)

Varmuusvarasto voidaan myös asettaa todennäköisyys periaatteella. Todennäköisyys periaate vastaa siihen, millä todennäköisyydellä materiaali tulee riittämään tilausjakson ajan. Jotta varmuusvarasto voidaan laskea tarkasti kaavalla, tulee nimikkeen menekin keskihajonnan ja halutun palvelutason olla tunnettu. Keskihajonta antaa tilastollisen arvon, mille etäisyydelle yksittäiset arvot hajaantuvat keskiarvosta. Palvelutaso on prosentuaalinen määritelmä ajasta, jolloin ei tule ilmenemään varaston loppumisia. Palvelutasosta saadaan muodostettua varmuuskerroin. (Chapman ym. 2017:278-280, Jacobs ym. 2017:368.)

Varmuusvaraston (B) määrä voidaan laskea seuraavasti:

$$\text{Varmuusvarasto } B = ks\sqrt{L} \quad (1)$$

Kaavassa k on varmuuskerroin, joka saadaan taulukon 2 perusteella. S on standardipoikkeama eli keskihajonta ja L on toimitusaika. Taulukossa 2 näkyy, kuinka palvelutasosta määräytyvä varmuuskerroin kasvaa huomattavasti, mitä korkeampaa palvelutasoa halutaan. (Chapman ym. 2017:280-281, Sakki 2009: 121-122.)

50 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	97 %	98 %	99 %	99,86	99,99
0,00	0,67	0,84	1,04	1,28	1,65	1,88	2,05	2,33	3,00	4,00

Taulukko 2. Palvelutaso % ja varmuuskerroin. (Chapman ym. 2017:281.)

4.6. Varaston ohjauksen tunnuslukuja

Talouden näkökulmasta varasto on voimavara ja edustaa siihen sidottua rahamäärä. Puhutaan myös vaihto-omaisuudesta. Koska vaihto-omaisuus sitoo rahaa, sen tehokkuutta halutaan verrata tunnuslukuin. Ideaali tilanteessa yrityksellä ei ole varastoja, mutta käytännössä tämä on mahdottomuus. Yksi yleisimmistä tunnusluvuista on varaston kierto. Tunnusluku kertoo, kuinka tehokkaassa käytössä varasto on. Varaston kierto lasketaan suhteuttamalla varaston keskiarvo tavaroiden kokonaiskulutuksen arvoon vuoden aikana. Tunnuslukua laskiessa on tärkeä tarkistaa, että molemmat arvo ovat hinnoiteltu samoin perustein. (Chapman 2017:243-244, Sakki 2009:76.)

$$\text{Varaston kierto} = \frac{\text{vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen keskiarvo}} \quad (2)$$

Varastonkierto voidaan laskea myös yhdelle tuotteelle laskemalla kappalemääräisen kulutuksen ja keskimääräisen varastomäärän suhteen. Varaston keskiarvon laskeminen voi kuitenkin olla haastavaa. Yksi vaihtoehto varaston keskiarvon laskemiseen on tarkastella varastoa tietyllä aikavälillä. Kaava olettaa kulutuksen ja täydennysten olevan kohtuullisen säännöllisiä. Keskivarasto voidaan myös laskea laskentahetken varaston perusteella. (Chapman 2017:243-244, Sakki 2009:76.)

Varastojen keskiarvo

$$= \text{Varasto tarkastelujakson alussa} + \text{varasto tarkastelujakson lopussa} / 2 \quad (3)$$

Varaston kierrosta puhutaan usein kiertonopeutena, mutta parempi termi olisi kiertohitaus. Varasto kiertää usein kohtuullisen hitaasti. Kierto voidaan mitata myös ajan mukaan laskemalla varastonpysähdysaika. Tunnusluku kertoo, kuinka kauan varasto riittää keskimääräisen kulutuksen toteutuessa. (Sakki 2009:76.)

$$\text{Varastonpysähdysaika} = \frac{365}{\text{varaston kierto}} \quad (4)$$

Chapman ym. 2017 esittelee varaston riittävyyteen toisen tunnusluvun, jossa verrataan tämän hetkisen varaston määrän ja keskimääräisen päivittäisen kulutuksen suhdetta. Tunnusluku, kertoo, kuinka kauan menee aikaa kyseisestä hetkestä siihen, että tuote loppuu varastosta. Tunnusluku on helppo laskea ja se auttaa päättämään, milloin täydennystilauksia kannattaa tehdä. (Chapman 2017:244-245.)

$$\text{Varaston riittävyys} = \frac{\text{varaston määrä}}{\text{keskimääräinen päivittäinen kulutus}} \quad (5)$$

5 VARASTON HALLINTA JA SUUNNITTELU

Tuotannossa on kaksi erilaista materiaalin ohjausmenetelmää: työntö (push) ja imu (pull). Työntöohjaus perustuu materiaalitarvelaskentaa ja imuohjaus JIT-toimintaan. Molemmat menetelmät pyrkivät varmistamaan materiaalien saatavuuden oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Menetelmä ovat kuitenkin erilaisia. Työntöohjauksessa tuotantoerä työnnetään tuotannon läpi olettaen, että työvaiheissa on tarvittavat materiaalit. Työntöohjauksessa materiaalikulutusta pyritään ennustamaan ja suunnittelemaan vastaamaan tulevaa tuotantoa. Imuohjauksessa impulssi tuotannolle tulee asiakkaalta. Kukin työvaihe tilaa edelliseltä vaiheelta tarvittavat osta ja näin tuote imetään tuotannon läpi asiakkaalle. (Haverila 2009:422, Sakki 2009:127-130.)

Varaston hallinta on oleellinen osa toiminnanohjausta. Varastosaldon tuotekohtaisen varastomäärän suuruus on lähtökohta monissa toiminnoissa. Materiaalihankinnat, toimituserät ja toimitusajat perustuvat varastosaldoihin. Haverila ym. listaa varaston valvonnan menetelmiksi seuraavat:

- Hankinta tilauksen perusteella
- Varastokirjanpito/varistolähtöinen ohjaus
- Visuaalinen valvonta
- Inventointi
- Toimittaja vastaa materiaalityötilanteen valvonnasta. (Haverila ym. 2009:451-452.)

Tilauksen perusteella tehtäviä hankintoja ei varastoida organisaatiossa, vaan ne hankitaan asiakkaan tilauksen perusteella. Menetelmää käytetään menekin ollessa epävarma. Tämä menetelmä toimii kalliiden materiaalien tilaamiseen, joiden toimitusaika on lyhyt. Varastokirjanpito on yksi perinteisimmistä malleista. Tieto tilaustarpeesta tulee varastosta, jossa varastosaldoja seurataan materiaalikirjanpidolla. Malli sopii parhaiten tuotteille, joiden kulutus on jatkuvaa. Varastokirjanpitoa esiintyy esim. teollisuudessa, kaupassa ja julkisella puolella, kuten sairaaloissa. Varastokirjanpidossa varastosaldoja tarkkaillaan yrityksen tietojärjestelmien avulla. Järjestelmään kirjataan toimitusten vastaanotot, tilaukset, tuotantoerän valmistumiset ja jakelut. Tietojen perusteella saadaan

tietoon todellinen varastossa oleva nimikemäärä. (Haverila ym. 2009:452, Sakki 2014: luku 7.)

Visuaalisessa valvonnassa materiaalien määrää tarkkaillaan varastoissa. Tilaus tehdään, kun varastotaso alittaa sovitun määrän. Menetelmä toimii halpojen materiaalien varastointiin, joiden toimitusaika on lyhyt. Visuaalisessa valvonnassa yleisin menetelmä on kahden laatikon menetelmä. Inventoinnissa varastosaldot tarkistetaan fyysisellä laskemisella. Mallia käytetään menekin vaihdellessa runsaasti ja materiaalien laskemisen ollessa hankalaa. Toimittaja vastaa materiaalihallinnasta mallissa eli VMI (Vendor Managed Inventory) –mallissa toimittaja on vastuussa materiaalin riittävydestä. Materiaalit ovat tietyssä varastossa, jota toimittaja käy täydentämässä. Malli sopii vakiokomponenttien täydentämiseen, joiden menekki on tasainen ja toimitusaika lyhyt. (Haverila ym. 2009:452-453.)

Varastotasojen määrittely on yksi materiaalihallinnan päätehtävistä. Varastotasojen tulee olla tarvittavan suuret tukemaan yrityksen suorituskykyä. Varastoon sidottu pääoma tulisi olla kuitenkin mahdollisimman pieni. Varastoja suunniteltaessa on myös huomioitava kausivaihtelut. Varastotasot mitoitetaan menekkikauden mukaan, mikäli sellaista alalla on. Hiljaisena kautena voidaan valmistaa tuotteita varastoon menekkikauden palvelutason turvaamiseksi. (Haverila ym. 2009:449.)

5.1. Varastolähtöinen ohjaus

Perinteisin materiaalin ohjaustapa on varastolähtöinen ohjaus. Tieto tilaustarpeesta tulee varastosta. Varastolähtöinen ohjaus sopii parhaiten tuotteille, joita kulutetaan säännöllisesti ja jatkuvasti. Varastolähtöisessä ohjauksessa tilauseriä suunniteltaessa tulee tietää kolme asiaa: hankinta-aika, menekki hankinta-aikana ja varmuusvarasto. Suunnittelijan vastuulla on raaka-aineiden saatavuuden varmistaminen, toimitusajankohdan ja tilauseräkoon määrittely. Tilauserien muodostamiseen vaikuttaa tunnettu menekki, ennustettu menekki, vanhenemisriski, paljousalennukset ja kuljetusten

järjestäminen. Mitä kalliimpi materiaali, sitä tarkempi suunnittelussa tulee olla. (Haverila ym. 2009:453, Sakki 2014: luku 7, Sakki 2009:120.)

Jacobs ym. esittelee kolme mallia tilauserien suunniteluun, kun menekki on vaikea ennustaa: kertatilaus, taloudellinen eräkoko (kutsutaan myös: Q-model, Economic Order Quantity, EOQ-model ja tasainen tilausvälimenetelmä (P-model, periodic model, fixed-time period model). Kertatilausta käytetään, kun tehdään yksittäisiä ostoksia. Taloudellista eräkokoa käytetään, kun halutaan ylläpitää materiaalia varastossa. Materiaalia tilataan tietty määrä kerrallaan. Tilaus tehdään, kun varastosaldo laskee niin matalalle, että on riski puutteen muodostumiseen. Tasainen tilausvälimenetelmä on vastaavanlainen kuin taloudellinen eräkoko, mutta tilaus tehdään säännöllisin väliajoin. Materiaalia pidetään varastossa jatkuvasti saatavilla, mutta saldoa ei tarvitse erikseen tarkkailla. (Jacobs ym. 2017:354-355.)

	<i>Q-model, EOQ</i> <i>Taloudellinen eräkoko</i>	<i>P-model,</i> <i>Tasainen tilausväli</i>
<i>Tilausmäärä</i>	Q- vakio, sama määrä tilataan joka kerta	Q- vaihtuva, vaihtelee tilauksen mukaan
<i>Milloin tilataan</i>	R- kun varastotaso laskee tilauspisteeseen.	T- kun aikaväli tulee päätökseen
<i>Varastokirjanpito</i>	Saldo päivitetään jokaisen oton yhteydessä	Saldo tarkistetaan tilauksen yhteydessä
<i>Varaston määrä</i>	Vähemmän, kuin kiinteässä aikavälissä	Suurempi, kuin taloudellisessa eräkoossa
<i>Ylläpitoon kuluva aika</i>	Korkea, jatkuvan saldon päivityksen takia	Matala
<i>Materiaalin tyyppi</i>	Kalliit ja kriittiset	

Taulukko 3. Q-model ja P-model vertailu. (Jacobs ym. 2017:363.)

Taloudellinen eräkoko ja tasainen tilausväli -malleilla on omat soveltuvuuskohteensa. Taulukosta 3 näkyy pääpiirteittäiset erot. Taloudellinen eräkoko soveltuu kalliiden ja kriittisten materiaalien hankintaan, joita pidetään jatkuvasti varastossa. Tasaisen tilausvälin mallissa materiaalit ovat halvempia ja eräkoot suurempia. (Jacobs 2017:363.)

5.1.1. Taloudellinen eräkoko

Taloudellisen eräkoon lähtöoletuksena on materiaalin tasainen menekki, kerralla tapahtuva toimitus ja vakio toimitusaika. Haverila ym. käyttää tapauksesta perusvarastomalli käsitettä. Perusvarastomallissa toiminta perustuu tilauspisteperiaatteeseen. Taloudellinen eräkoko voidaan laskea Wilsonin kaavalla. (Haverila ym. 2009:453-455.)

$$\text{Wilsonin kaava } Q = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot S}{C \cdot K}} \quad (6)$$

Jossa:

Q = optimitilauuserä

R = Menekki

S = Tilauskustannukset

K = Varastointikustannukset % varaston arvosta

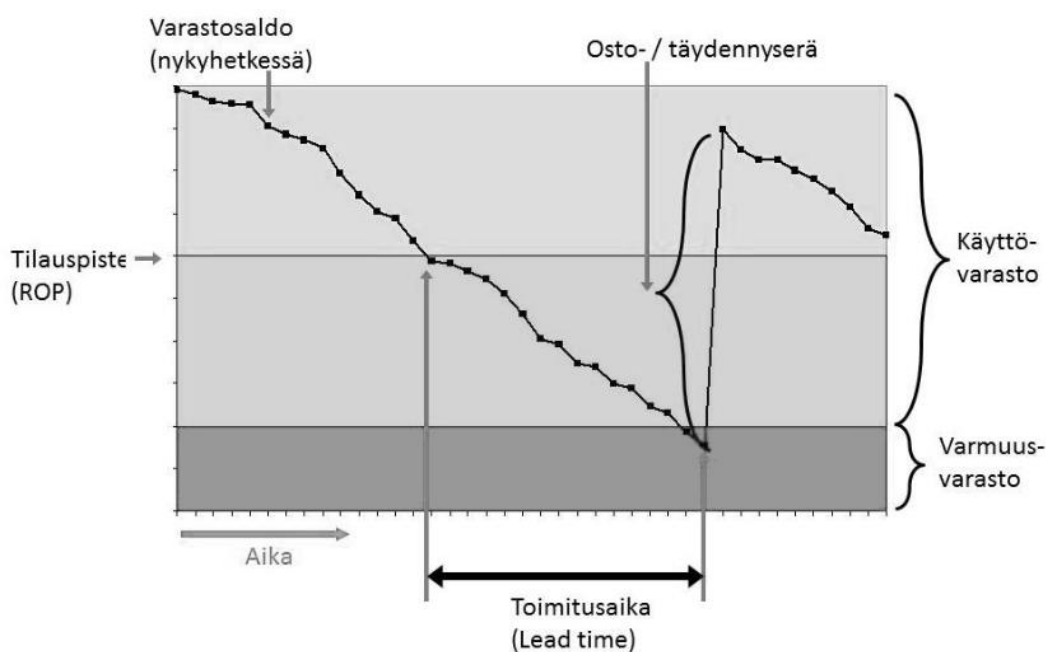
C = Nimikkeen yksikköhinta

(Haverila ym. 2009:455.)

Wilsonin kaavalla laskettuja tilauseräkojoja on kritisoitu kuitenkin liian suuriksi. Kaava ei ota huomioon tilauskustannusten pienenemistä eräkoon kasvaessa, eikä varastojen kasvun haitallisia vaikutuksia tuotantoon. Kaava antaa vain arvion tilauserän suuruudesta. (Haverila ym. 2009: 455-456.)

5.1.2. Tilauspiste menetelmä

Taloudellinen eräko vastaa kysymykseen, kuinka paljon tilata. Toinen tärkeä kysymys on milloin asettaa tilaus. Tilauspistetoiminnassa tilausimpulssi syntyy, kun materiaalin varastosaldo laskee ennalta sovitulle tasolle. Tilaus tehdään, joko automattisesti tai manuaalisesti. Materiaalin riittävyys toimitusajalle turvataan varmuusvarastolla. (Chapman 2017:273, Haverila ym. 2009:453.) Alla olevassa kuviossa 3 kuvataan tilauspiste toimintaa. Varastosaldo laskee jatkuvasti. Varastosaldon saavuttaessa tilauspisteen tehdään tilaus. Varastosaldo jatkaa laskemista lähelle varmuusvarastoa, kunnes täydennyserä saapuu. Varastosaldo kasvaa tarvittavalle tasolle, josta se taas kulutuksen myötä alkaa laskea uudestaan.



Kuvio 3. Tilauspiste. (Logistiikanmaailma 2018).

Tilauspiste voidaan laskea kaavalla:

$$T = DL + B \quad (7)$$

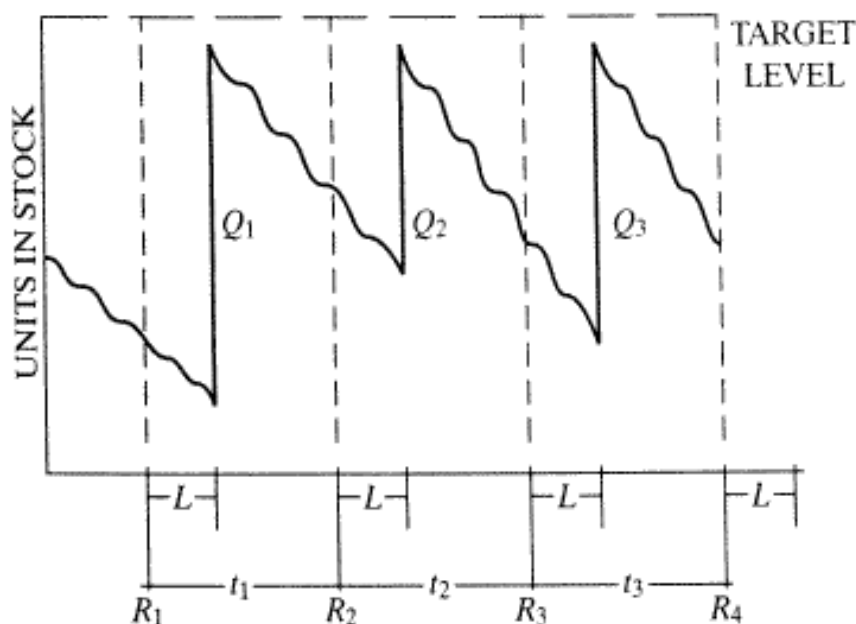
Kaavassa T on tilauspiste, D keskimääräinen menekki ajanjakson aikana, L hankinta-aika ja B varmuusvarasto. Käytännössä tilaukset pyritään tekemään usein määräväleihin, eikä

tilata kutakin tuotetta erikseen. Tällöin tilauspistekaavaa voidaan muokata siten, että varastomäärä saadaan riittämään myös tarkastelujakson pituiselle ajalle. Tässä kaavassa lisäksi on P eli tarkastelujakson pituus. (Sakki 2009:123.)

$$T = D(L + P/2) + B \quad (8)$$

5.1.3. Tasainen tilausväli

Tilausvälimenetelmässä varastosaldo tarkastetaan sovitun ajan välein. Tilausväli voi olla viikko tai kuukausi riippuen yrityksen tarpeista. Tilausvälimenetelmä sopii yrityksille, joilla materiaaleja on paljon ja jokainen materiaali voi saavuttaa tilauspisteen eri aikaan. Ei ole käytännöllistä tehdä jokaiselle omaa tilausta, jos materiaalit toimitetaan loppupeleissä samalla toimituksella. Menetelmä perustuu asetettuun maksimivarastoon. (Chapman ym. 2017:285, Jacobs ym. 2017:372.)



Kuvio 4. Tasainen tilausväli. (Chapman ym. 2017:285).

Kuviossa 4 havainnollistetaan tilausvälimenetelmää, jossa tilausvälit T_1 , T_2 ja T_3 pysyvät samana, mutta tilausmäärät Q_1 , Q_2 ja Q_3 vaihtelevat. Varastosaldon + tilattavan määrän tulee riittää seuraavan tilauksen saapumiseen saakka. Tilaus tehdään tilauspisteessä R , jonka jälkeen varastosaldo vähenee vielä toimitusajan L verran. (Chapman 2017:285-286.)

$$\text{Tilausväli/Maksimivaraston kaava: } T = D (R + L) + B \quad (9)$$

Jossa:

T = Maksimivarasto (Target level)

D = Menekki/ käytetty aikayksikkö

R = Tilausväli aika

L = Toimitusaika

B = Varmuusvarasto

Tilausmäärä Q muodostuu vähentämällä varastosaldon I maksimimäärästä. Tilausvälimenetelmässä varmuusvarasto voidaan määritellä toimitusajan mukaan esim. kolmen päivän menekin suuruiseksi. Tasaisen tilausvälimenetelmän voidaan ajatella sopivan yrityksille, kuten supermarketeille tai jälleenmyyjille, joiden materiaalit tilataan usein samoilta toimittajilta tai keskusvarastoilta. Yksittäiset tilaukset aiheuttaisivat liikaa kustannuksia. Tilaamalla useita nimikkeitä kerralla samalta toimittajalta auttaa säästämään tilauskustannuksissa. (Chapman ym. 20017:285-286, Sakki 1998:111, Stock 2001:251.)

5.1.4. Kahden laatikon menetelmä

Kahden laatikon menetelmä on selkeä käytännönläheinen varaston ohjausmenetelmä. Materiaali varastoidaan kahteen laatikkoon. Ensimmäisen laatikon tyhjentäessä siirrytään käyttämään toista laatikkoa. Tyhjä laatikko antaa tilausimpulssin ja materiaalista tehdään tilaus. Laatikoissa on tarvittava informaatio tilausta varten. Laatikkojen määrät ovat

mitoitettu siten, että laatikko riittää vähintään täydennysajan verran, eikä puutteita näin pääse syntymään. (Haverila ym. 2009:452, Sakki 2009:124.)

Menetelmä on yksinkertainen ja sopii materiaaleille, joiden varastomäärää on vaikea arvioida. Esimerkki materiaaleina ruuvit tai mutterit. Kahden laatikon menetelmä on sovellettavissa useisiin käyttökohteisiin. Menetelmän ei kuitenkaan ota huomioon menekin kasvamista tai toimitusajan pitenemistä, joten sitä tulee muistaa seurata ja päivittää. (Haverila ym. 2009:452, Sakki 2009:124.)

5.2. Automaattinen täydennysmenetelmä

Automaattisessa täydennysmenetelmässä täydennys perustuu todelliseen kulutukseen ja sovittuun varastotaso määrään. Jokainen tuote luetaan pois saldoilta oton yhteydessä, jolloin järjestelmä päivittää saldon automaattisesti. Suosittuja automaattisen täydennyksen menetelmiä ovat Continuous replenishment planning (CPR) ja Vendor managed inventory (VMI). Molemmat menetelmät ovat hyvin samankaltaisia. Pääerona on, että VMI:ssä vastuu täydentämisestä on kokonaan toimittajalla. CPR menetelmässä impulssi tilaamiseen lähtee edelleen yritykseltä itseltään. ARP-menetelmä vaatii paljon resursseja ja aikaa. Menetelmän aloittaminen ei ole helppo tehtävä, mutta tutkimuksen mukaan kokonaisvaltainen tehokkuus on koettu paremmaksi ARP-menetelmän ansiosta. (Daugherty 1999.)

5.2.1. Toimittajan valvoma varasto (VMI)

Teollisuudessa ja kaupassa on yleistynyt varastohallintatapa, jossa toimittaja vastaa tuotteiden riittävydestä varastoissa. Toimintaa voidaan kutsua lyhenteellä VMI (eng. Vendor Managed Inventory), kaupintavarasto tai hyllypalvelu. Toimittaja varastoi tuotteitaan yrityksen varastoissa ja myynti tapahtuu käytön mukaan. Yrityksen ei tarvitse

sitoa pääomaansa varastoon, jolloin pääomaa voidaan käyttää muuhun toimintaan. (Sakki 2009:131.)

Tuotteiksi VMI toimintaan sopivat vakiokomponentit, joiden menekki on kohtuullisen tasaista. Menetelmä sopii yritykselle, kun varastointikustannukset ovat matalat verrattuna tilaus- ja varastonvalvontakustannuksiin. Toimittaja hyötyy menetelmästä pääsemällä seuraamaan asiakkaan menekkiä tarkasti. Tiedon kulku paranee ja toimittaja pystyy suunnittelemaan oman toimintansa tehokkaammin. Toimittaja pystyy täydentämään varastoja enemmän kerralla ja mahdollisesti vähentämään kuljetuskustannuksia, jos samalla alueella on muitakin asiakkaita. (Haverila 2009: 452-453, Sakki 2009:131.)

6 NIMIKKEIDEN LUOKITTELU

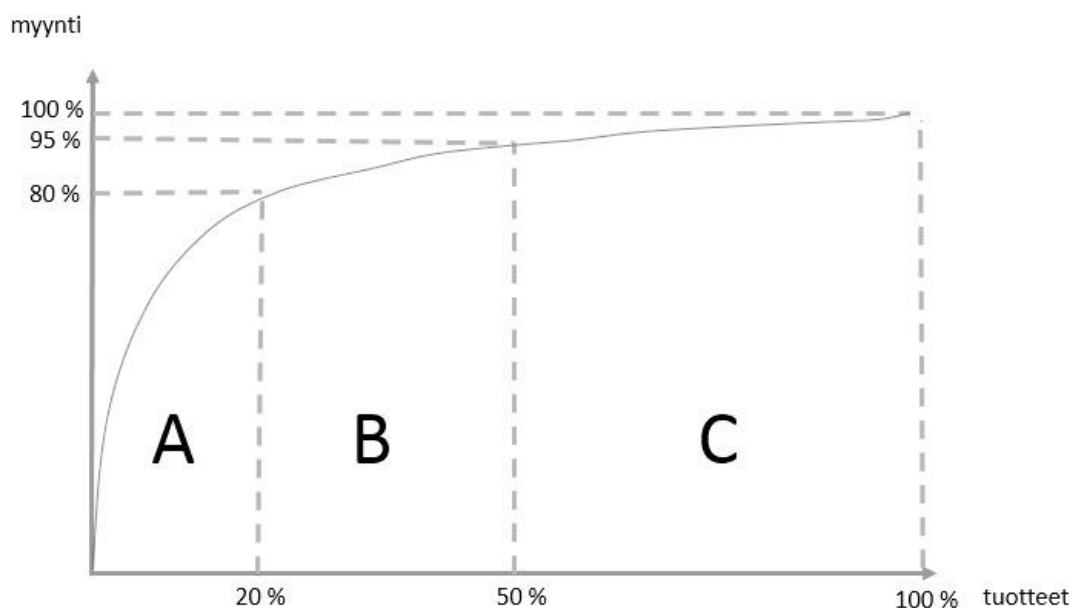
6.1. ABC-analyysi

Tuotteiden luokittelu auttaa ymmärtämään, mistä kokonaisuus muodostuu. Perinteisin luokittelu menetelmä on kansantaloustieteilijä Vilfredo Pareton 20/80 –sääntö. Pareto tutki tulonjakautumista ja huomasi, että 20 % ihmisistä keräsi 80 % tuloista. Sääntö ei pidä pilkulleen paikkaansa, mutta antaa selvän kuvan siitä, että tulonjako ei ole tasainen. Sääntöä voidaan soveltaa lähes mihin tahansa kohteeseen. Liiketoiminnassa sääntö tarkoittaa esimerkiksi, että 20 % tuotteista vastaa 80 % liikevaihdosta tai 20 % tuotteista aiheuttaa 80 % varastokustannuksista. (Haverila ym. 2009: 457-458; Sakki 2014, luku 5).

ABC-analyysi on sovellus Pareton periaatteesta. Kahden luokan sijaan ABC-analyysissä luokkia on useita, jolloin merkityksellisten tekijöiden havainnoiminen on helpompaa. ABC-analyysia käytetään yleensä materiaalinhallinnassa, materiaalien ohjausperiaatteiden suunnittelussa ja kehityskohteiden etsimisessä. ABC-analyysi jakaa tuotteet pääosin kolmeen ryhmään A, B ja C. Tuotteet voidaan tapauksesta riippuen jakaa myös useampaan ryhmään. Perinteisesti ABC-luokitus on tehty vuosittaisen euromääräisen menekin mukaan. Luokitus voidaan tehdä myös varastokustannusten, läpimenoajan, vanhentuneisuuden, kestävyuden, korjattavuuden tai työllistävyyden mukaan. (Haverila ym. 2009: 457; Liu ym. 2016; Sakki 2014, luku 5.)

ABC-analyysin prosenttijako ei ole yksiselitteinen. Haverila ym. (2009) jakavat tuotteet prosenttiosuuksiin A 15 %, B 30 % ja C 55 %, kun taas Sakki 2014 jakaa tuotteet kumulatiivisen myynnin tai kulutuksen mukaan ryhmiin A 50 %, B 30 %, C 18 %, D 2 % ja E ei myyntiä kyseisellä ajankohdalla. Idea taustalla on kuitenkin sama. A luokkaan kuuluvat vaikuttavuudeltaan suurimmat tuotteet ja viimeiseen luokkaan pienimmän vaikutuksen omaavat tuotteet. A luokan tuotteet voivat olla kalliita, jolloin tarkempi seuranta varastoinnissa voi tuoda yritykselle säästöjä. (Haverila ym. 2009: 457; Waters 2009: 362.)

Alla olevan kuvion 5 mukaan ryhmään A kuuluu 20 % tuotteista, ryhmään B 30 % ja ryhmään C 50 % tuotteista. Ryhmän A tuotteet tuovat 80 % myynnistä, ryhmän B tuotteet 15 % ja ryhmän C tuotteet 5 % myynnistä. (Chapman, Arnold, Gatewood & Clive 2017: 246.)



Kuvio 5. ABC-analyysin jakautuminen (Logistiikan maailma).

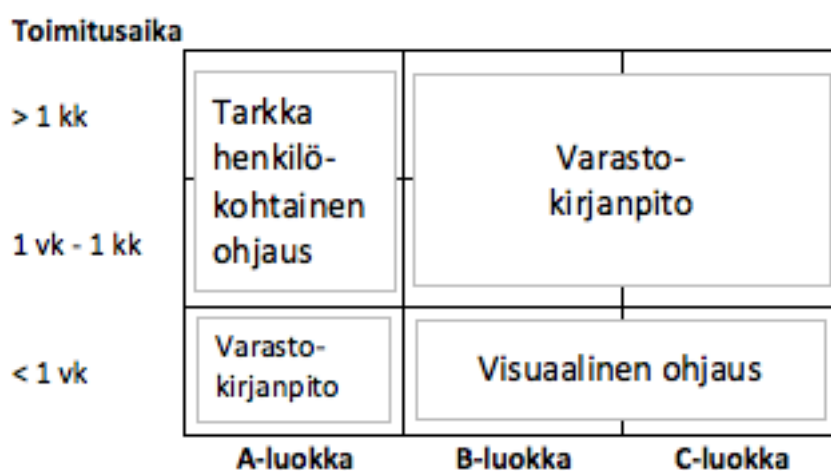
6.1.1. Luokkien priorisointi

ABC-analyysin perusteella voidaan päättää, kuinka tuotteiden hallinta määräytyy. Tavoitteena onkin erottaa tärkeät ryhmät ei niin tärkeistä ryhmistä. A-luokan edustaessa 20% tuotteista ja aiheuttaessa 80 % arvosta on helppo ymmärtää, että A-luokan tuotteiden hallinta tulee olla tarkinta ja järjestelmällisintä. (Chapman ym. 2017:249.)

Luokan A tuotteiden hallinta tulee olla tiukinta. Hallintaa kuuluu tarkka varastokirjapito, jatkuva ja systemaattinen seuranta, menekien ennustaminen ja tilaamisen optimointi. B-luokan tuotteiden hallinta voi olla normaalitasolla. B-luokan tuotteilla on hyvä varastokirjanpito ja säännöllinen huomiointi. C-luokan tuotteilla hallintaa tulee olla mahdollisimman yksinkertaistettua. C-luokka on määrältään suurin ja voi aiheuttaa täten

paljon työtä. Vaihtoehtoja voi olla useita kuten kaksilaatikkosysteemi tai kiinteän aikavälin tilaaminen menetelmä. A-luokkaa voidaan hallinta viikoittaisella tilaamisella, B-luokkaa vuoroviikoittaisella tilauksella ja C-luokkaa kuukausittaisilla tilauksilla. (Chapman ym. 2017:249, Jacobs ym. 2017:378-379.)

ABC-luokkia priorisoidessa ja varastonvalvontamenetelmiä suunnitellessa tulee huomioida myös tuotteiden toimitusajat. ABC-analyysin perustuessa arvoon eli vuosikulutukseen se ei ota huomioon toimitusaikoja. Toimitusajat saattavat vaihdella huomattavasti eri tuotteilla. Tuotteet voidaan siis luokitella myös toimitusaikojen perusteella kolmeen luokkaan: yli kuukauden toimitusaika, viikko- kuukausi toimitusaika ja alle viikon toimitusaika. Kuviossa 6 on havainnollistettu, kuinka eri ABC-luokkien tuotteita voidaan ohjata toimitusaikojen mukaan. (Haverila ym. 2009:458.)



Kuvio 6. Esimerkki materiaalihallintamenetelmän valinnasta ABC-luokan ja toimitusajan mukaan. (Haverila ym. 2009:458.)

Haverila ym. (2009) ehdottaa alle viikon toimitusajan omaavien A-luokan tuotteiden varastonohjaukseksi varastokirjanpidon eli tietojärjestelmään perustuvan ohjauksen. Alle viikon toimitusajan omaavien B- ja C-luokan tuotteiden ohjaus voi tapahtua visuaalisella ohjauksella. Pitkän toimitusajan omaavien A-luokan tuotteiden ohjaustavan tulee olla tarkka henkilökohtainen ohjaus. B- ja C-luokan tuotteiden ohjaukseen, joilla on pitkä toimitusaika, riittää varastokirjanpito.

6.2. XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on ABC-analyysin muunnelma, jossa luokittelukriteeri määräytyy tapahtumien perusteella. XYZ-analyysissa voidaan tarkastella esimerkiksi myyntitapahtumien tai varastotapahtumien määrää. XYZ-analyysi on suosittu tavarankäsittelyn kehittämisessä. Luokittelua voidaan käyttää apuna varastotuotteiden sijoittelussa. Suurimmat varastotapahtumat omaava tuote eli X-luokan tuote asetetaan parhaalle varastopaikalla jne. Tuotteiden keräys varastosta on täten helpompaa ja nopeampaa. (Sakki 2009:95-96.)

Sakki (2009:96) jakaa XYZ-analyysin luokat seuraavasti:

- X-luokka = 50 % kaikista tapahtumista
- Y-luokka = 30 % tapahtumista
- Z-luokka = 18 % tapahtumista
- zz-luokka = 2 % tapahtumista
- z0-luokka = ei tapahtumia seurantajaksolla.

6.3. Kaksivaiheinen ABC-analyysi

Perinteistä ABC-analyysia eli vuosittaiseen euromääräiseen kustannukseen perustuvaa ABC-analyysia on kuitenkin kritisoitu. Menetelmä toimii parhaiten varaston materiaalien ollessa homogeenisia ja materiaalien välisen pääeroavaisuuden ollessa kustannukset. Perinteisen ABC-analyysin lisäksi tutkimuksissa on esitetty menetelmiä, jotka ottavat huomioon useita eri kriteerejä. (Handanhal ym. 2014; Liu ym. 2016.)

Yksi vaihtoehto perinteiselle ABC-analyysille on ABC-XYZ –analyysi, joka yhdistää ABC-analyysin ja XYZ-analyysin. Yhdistämällä analyysit saadaan nelikenttäluokittelu, jossa pystysuunnassa on ABC-luokittelu ja vaakasuunnassa XYZ-luokittelu. ABC-XYZ –analyysi antaa kattavampaa informaatiota, kuin pelkät ABC- tai XYZ-analyysit. Luokiksi analyysissa muodostuu siis AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY ja CZ. AX-

luokka voi sisältää esim. suurimman arvon omaavat ja eniten tapahtumia aiheuttavat tuotteet. Vastaavasti analyysillä saadaan selvitettyä, mitkä tuotteet ovat halpoja ja eivät aiheuta juurikaan tapahtumia. (Sakki 2009:96-97.)

7 MENETELMÄ

7.1. Tutkimustyyppi

Tutkimuksen tyyppi on tapaustutkimus. Tapaustutkimus sisältää yksityiskohtaista, intensiivistä tietoa yksittäisestä tapauksesta tai joukosta toisiinsa suhteessa olevia tapauksia (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 2007:130-131). Hirsijärven ym. (2007) mukaan tapaustutkimuksessa valitaan yksittäinen tapaus tai tilanne, jonka kohteena on usein prosessit. Aineistoa kerätään useita metodeja käyttämällä, kuten havainnoimalla, haastatteluilla ja dokumentteja tutkimalla (Hirsijärvi 2007). Tämä tutkimus sisältää yksityiskohtaista tietoa Keski-Pohjanmaan keskussairaalaista ja sen materiaalihallinnasta. Pilottiosastona on anestesia- ja leikkaustoiminta, mutta tutkimusta voidaan hyödyntää myös muiden osastojen materiaalihallinnan kehittämiseen. Tutkimusta voidaan hyödyntää myös muissa sairaaloissa.

Tutkimus voidaan nähdä soveltavana tutkimuksena, koska tutkimuksessa pyritään ratkaisemaan ongelmia. Hirsijärven ym. (2007) mukaan soveltavan tutkimuksen piirteitä ovat ongelmien ratkaisu, vaikutusten ennustaminen ja aikaansaaminen sekä asiakkaalle suuntaaminen. Tavoitteena tässä tutkimuksessa on kehittää materiaalihallintaa.

Tutkimuksessa on kvantitatiivisia ja kvalitatiivisia piirteitä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeistä on aiemmat teoriat, muuttujien muodostaminen taulukkomuotoon ja päätelmien teko havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin perustuen (Hirsijärvi ym. 2007:136). Päätelmät tässä tutkimuksessa perustuvat havaintoaineiston analysointiin eli materiaalikulutustilastojen analysointiin. Kvalitatiivisia piirteitä ovat laadullisten metodien käyttö aineiston hankinnassa, kuten temahaastattelu ja erilaisten dokumenttien ja tekstien diskursiiviset analyysit (Hirsijärvi 2007:160). Tutkimuksessa nykytilan ymmärtämiseen käytettiin myös sairaalan työntekijöiden haastatteluita.

7.2. Käytetyt lähteet ja aineistot

Tutkimuksessa lähteinä on käytetty tieteellistä kirjallisuutta ja artikkeleita. Kirjallisuus on löydetty tiedekirjasto Tritoniasta ja artikkelit Tritonian Finna palvelun kautta. Muutamia elektronisia lähteitä on myös käytetty, kuten logistiikkatietoa tarjoavan logistiikanmaailma.fi –sivuston kaavioita. Kaaviot ovat kuitenkin perustuneet tieteellisen kirjallisuuden lähteisiin. Lähteissä on pyritty käyttämään uusinta mahdollista luotettavaa tietoa.

7.3. Aineiston kerääminen

Tutkimuksen aineisto on pääosin kerätty Keski-Pohjanmaan keskussairaalan keskusvaraston toiminnanohjausjärjestelmästä. Varastoinnin nykytilaa on arvioitu havainnoimalla ja haastatteluilla. Saatu raakadata on muokattu luettavaan muotoon Excel-ohjelmalla. Materiaalien luokittelu onnistuu sitä paremmin, mitä enemmän ja kattavammin dataa on tarjolla. Tässä tutkimuksessa materiaaliaineistona on vuoden 2017 anestesia- ja leikkausosaston materiaalihankinta tiedot, joista näkyy nimike, kulutusmäärä, kappalehinta, kokonaisarvo ja tilausten määrä. Nimikkeitä aineistossa on 1007 kappaletta. Aineistoa on analysoitu kulutusmäärän, kokonaisarvon ja tilausten määrän mukaan Pareto-periaatteella. Luokittelu on tapahtunut ABC-analyysin mukaisesti A-, B- ja C-luokkiin, sekä ABC-XYZ-analyysin luokkiin. Luokittelun perusteella on tehty päätöksiä materiaalienohjausstrategioista.

Aineisto on laaja ja antaa paljon yksityiskohtaista tietoa. Aineistossa on kuitenkin paljon saman kulutusmäärän tai arvon omaavia tuotteita, joka tekee luokittelun haastavammaksi. Analyysit ja luokittelu on myös tehty edeltävän vuoden 2016 materiaalilistalle mahdollisten eroavaisuuksien havaitsemiseksi, mutta merkittäviä eroja ei löytynyt. Käytetyt materiaalit vaihtuvat jossakin määrin, mutta näissäkin tilanteissa vaihdetaan yleensä vain toisen valmistajan vastaavaan tuotteeseen. Valmistajan vaihtuminen ei vaikuta materiaalin menekkiin sairaalassa, eikä sen materiaalihallintaan.

7.4. Tulosten luotettavuus

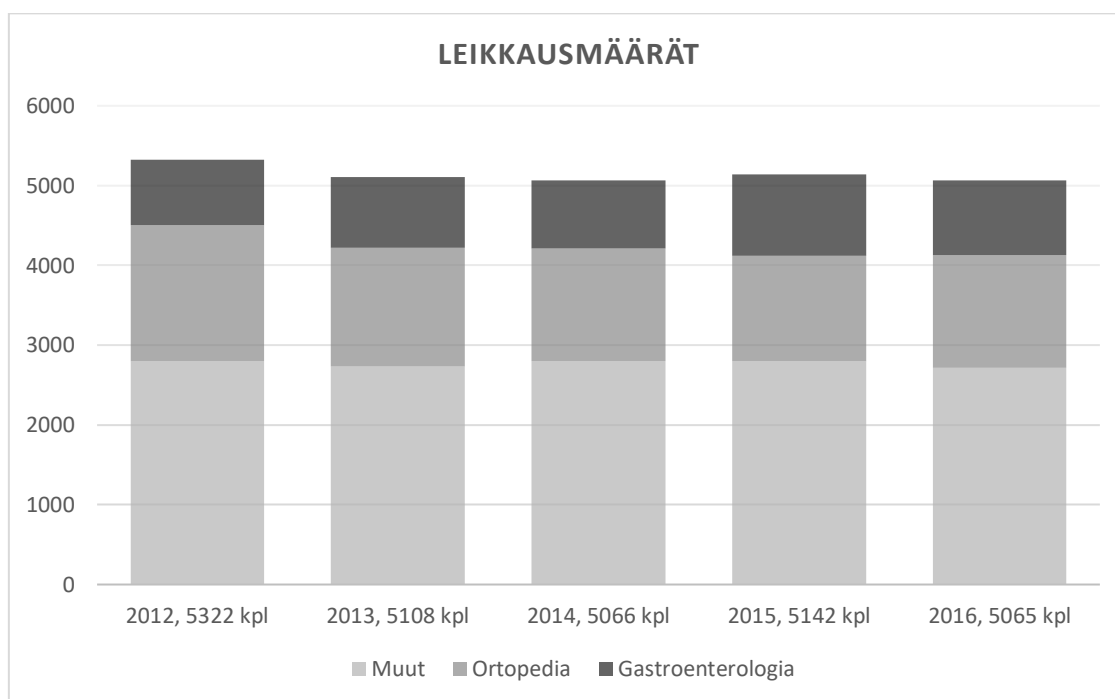
Tehty ABC-analyysi ei pysy vuosia luotettavana materiaalien valmistajien vaihtuvuuden vuoksi. Keski-Pohjanmaan keskussairaala muiden sairaaloiden tapaan toimii kilpailutusmenetelmän mukaan, jossa kaikki materiaalitoimittajat kilpailutetaan ja hankintasopimus tehdään päätetyn määräajan pituiseksi. Hankintakauden päätyttyä ja uuden tullessa voimaan monet materiaalit vaihtuvat toiselle valmistajalle ja näin nimekkeet muuttuvat korvaaviin tuotteisiin. Tämä sekoittaa tehtyä ABC-analyysia, koska materiaalien nimet vaihtuvat. Uuden materiaalit tulevat kuitenkin yleensä vastaavaan käyttöön, jolloin vanhojen materiaalien kulutustilasto sopii ABC analyysiin perustaksi. ABC-analyysi voidaan siis uusien hankintasopimuksen alussa vanhaan dataan perustuen.

Luokittelu vähentää yksittäisen nimikkeen virheen vaikutusta kokonaistulokseen. Pieni heitto jonkun nimikkeen kulutuksessa ei vaikuta ABC-analyysin lopputulokseen. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää materiaalien sijoittelussa varastoon, tilauspisteiden laskemiseen ja automaattiseen tilausjärjestelmään lisäämiseen.

8 CASE KESKI-POHJANMAAN KESKUSSAIRAALA

Tämä tutkimus liittyy Keski-Pohjanmaan keskussairaalan Anestesia- ja leikkausosastolla tehtyihin huomioihin varastoinnin haasteista. Tavoitteena on tutkia ja kehittää materiaalihallintaan liittyviä toimenpiteitä. Osastolla oli koettu, että varastot ovat ahtaat, tuotteita on hukassa ja tuotteita vanhenee varastoihin.

Keski-Pohjanmaan keskussairaala kuuluu Keski-Pohjanmaan sosiaali- ja terveystalokuntayhtymä Soiten organisaatioon. Keskussairaala on muihin Suomen keskussairaaloihin verrattuna pieni, mutta palvelee päivystävänä sairaalana kuitenkin n. 200 000 ihmistä. Anestesia- ja leikkausosastolla leikkauksia tehdään vuosittain tuhansia, joista 28 % on ortopedisiä leikkauksia ja 20 % gastroenterologisia leikkauksia. Jäljelle jäävät leikkaukset jakautuvat kohtuullisen tasaisesti eri alojen välille. Alla olevasta kuviosta 7 näkyy kuinka leikkausmäärät ovat säilyneet kohtuullisen tasaisena viime vuosina. Leikkausmäärän pysyessä tasaisena voidaan myös materiaalien kulutuksen olettaa pysyneen suurin piirtein samalla tasolla. (Keski-Pohjanmaan keskussairaala).



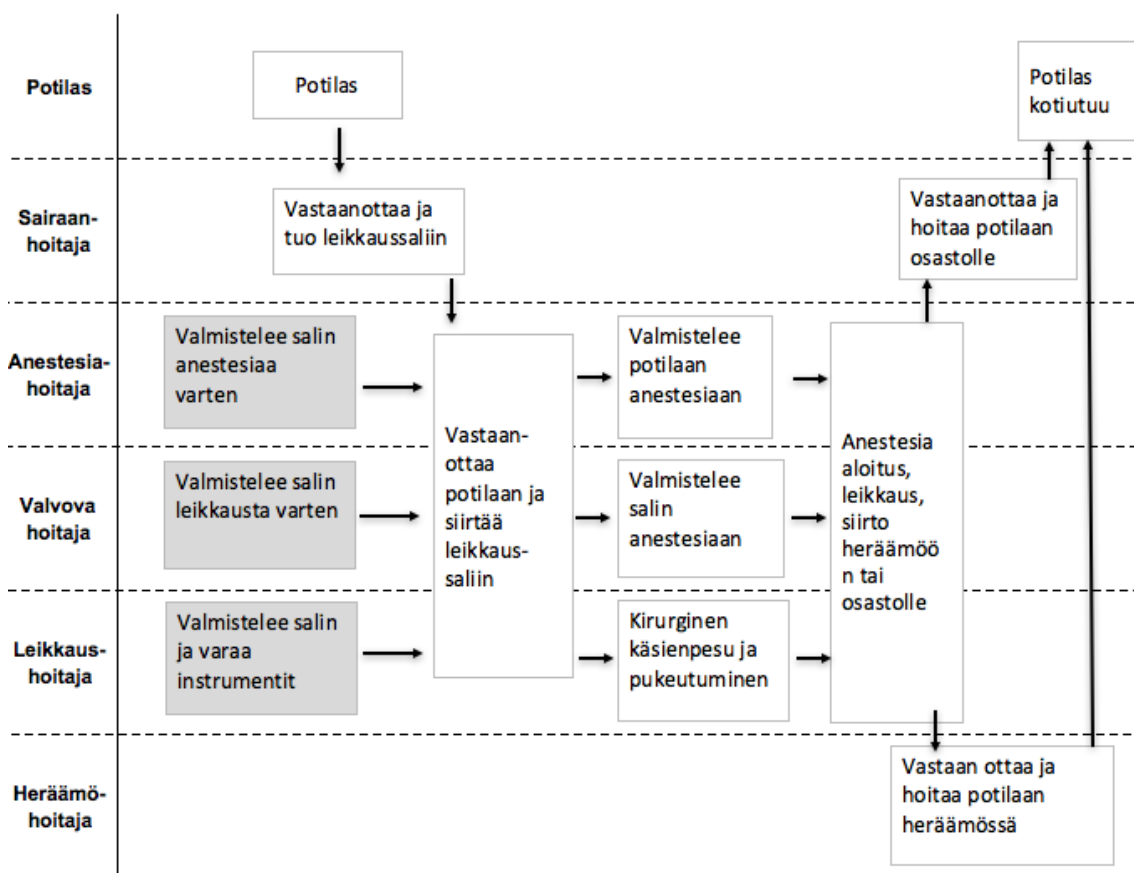
Kuvio 7. Leikkausmäärät Keski-Pohjanmaan keskussairaalassa 2012-2016. (Keski-Pohjanmaan keskussairaala).

Päiväkirurginen osasto ja keskusleikkausosasto ovat yhdistyneet Anestesia- ja leikkausosastoksi vuonna 2015. Osastot toimivat vielä eri toimipisteissä, mutta menneillään olevan remontin jälkeen toimipisteet yhdistyvät. Yhdistymisen kautta poistuu paljon päällekkäisiä toimintoja. Molemmilla osastoilla on ollut ennen omat heräämöt, jolloin samaa työtä on tehty kahden eri työporukan voimin samassa rakennuksessa. Molemmilla osastoilla on myös omat varastot, jolloin myös hallittavien varastoyksikköjen työn määrä on kaksinkertainen. Remontin valmistuessa 2018-2019 toiminnat yksinkertaistuvat huomattavasti.

Asiakastyytyväisyyteen ja asiakaspalveluun panostetaan nykyisin enemmän. Soiten strategisissa linjauksissa ensimmäisenä on ”Ihminen keskiössä”. Sote -uudistuksen myötä sairaalat joutuvat kilpailemaan asiakkaista muiden toimijoiden kanssa, jolloin asiakastyytyväisyyden merkitys korostuu.

8.1. Leikkauspotilaan kierto

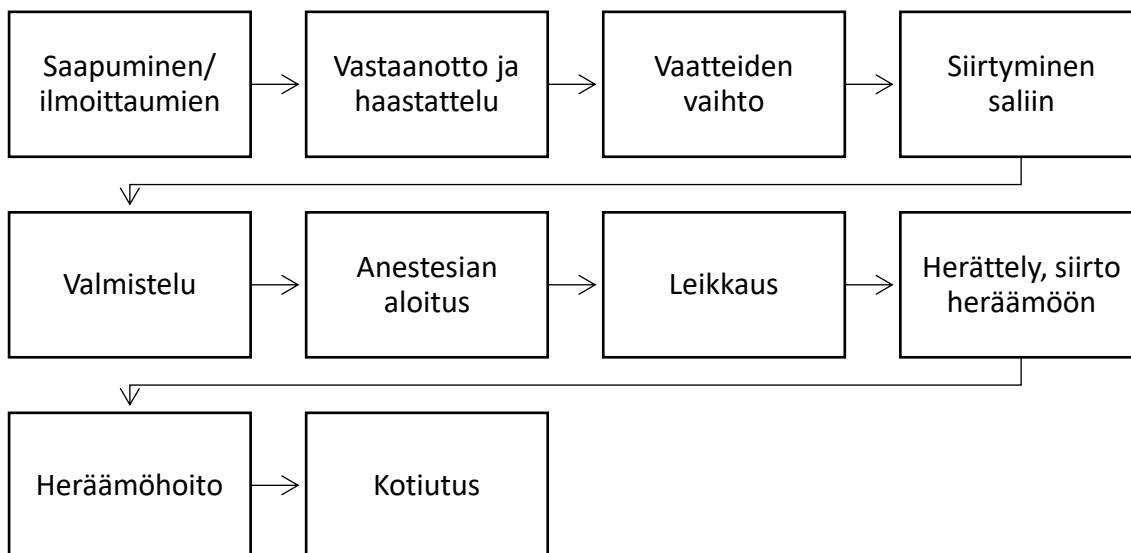
Sairaalassa potilaskiertoa ja hoitoprosesseja on jonkin verran kuvattu. Kuvatut prosessit ovat kuitenkin hyvin yleispäteviä, eikä yksittäisiä prosesseja ole kuvattu. Haasteena Anestesia- ja leikkausosaston leikkausprosessien kuvaamisessa on se, että kahta täysin samanlaista prosessia ei ole ja erilaisia prosesseja on useita satoja. Leikkaussuunnitelma saattaa muuttua usein kesken leikkauksen erilaisten yllätysten tai komplikaatioiden takia. Suunnitelman muuttumisiin on varauduttu, mutta muutokset kasvattavat usein leikkauksaika, jolloin leikkauksaikaltaulu kärsii. Leikkauksen keskiössä on kuitenkin ihminen, jonka turvallisuus ja selviäminen ovat aina tärkeimmät asiat.



Kuvio 8. Tiivistelmä perioperatiivisesta hoitoprosessista. (Keski-Pohjanmaan keskussairaala.)

Yllä olevasta kuviossa 8 näkyy perioperatiiviseen hoitoprosessiin liittyvät sairaanhoitajien työvaiheet. Perioperatiivisella hoitotyöllä tarkoitetaan välittömästi ennen leikkausta toteutettavaa hoitotyötä, leikkauksen aikana tapahtuvaa hoitotyötä ja välittömästi leikkauksen jälkeen tapahtuvaa hoitotyötä. Prosessin toteuttaminen vaatii usean eri ammattitaitoisen ihmisen osallistumisen ja yhteistyön merkitys on kriittinen. Eniten työvaiheita on sairaanhoitajilla, jotka ottavat potilaat vastaan, haastattelevat heidät, valmistelevat salin, valmistelevat potilaan leikkausta varten, avustavat anestesiassa ja leikkauksessa ja hoitavat heräämisen. Kuviossa on maalattu harmaalla kohdat, jotka liittyvät materiaalihallintaan.

Hoitoprosessi päiväkirurgisen potilaan näkökulmasta voidaan karkeasti jakaa arvoa tuottaviin päävaiheisiin alla olevan kaavion 9 mukaan. Päiväkirurgisessa leikkauksessa potilas saapuu leikkaukspäivän aamuna ja kotiutuu samana päivänä. Valmistelut, leikkaus ja toipuminen vievät keskimäärin 4-6 tuntia.



Kuvio 9. Päiväkirurgisen potilaan hoitoprosessi. (Keski-Pohjanmaan Keskussairaala).

Materiaalihallinta ei ole suoraan liitettävissä potilasprosesseihin. Sairaanhoitajien vastuulla on kuitenkin salien valmistelu ja leikkauksessa tarvittavien materiaalien kerääminen. Materiaalit kerätään osaston varastoista. Osastolla on

leikkausmateriaalivarasto, anestesiavarasto, lääkevarasto, instrumenttivarasto ja laitevarasto. Erilaisia materiaaleja osastolla on yli 1000 kpl, lääkkeitä noin 400 kpl ja lisäksi satoja instrumentteja. Materiaalien valikoiman laajuus vaatii osaston työntekijöiltä paljon tietoa, että tarvittavat materiaalit kiireessäkin löytyvät. Kaikilla tarvittavaa tietoa ei ole ollut ja keskustelua siitä, että tuotteita ei löydy ja varastot ovat epäselkeät, on syntynyt.

8.2. Materiaalin hallinnan nykytilanne

Varaston ohjaustapa leikkausosastolla on varastolähtöinen ohjaus. Varastossa pyritään pitämään koko ajan toiminnan ylläpitämiseen tarvittavan materiaalit. Toiminta periaatteessa on asiakaslähtöistä, koska jokainen asiakas on oma projektinsa. Varastonohjausta ei ole kuitenkaan pystytty muuttamaan asiakasohjautuvaksi sen vaativuuden takia. Sairaalaan tietojärjestelmät eivät pysty toimimaan asiakasohjautuvasti.

8.2.1. Materiaali

Anestesia- ja leikkausosastolla materiaalivarastointia on hoitanut välinehuolto ja logistiikkakoordinaattori. Välinehuoltajien vastuulla on ollut tilaustarpeen arviointi, tilaaminen, vastaanotto ja hyllytys. Logistiikkakoordinaattori vastaa kiireisistä täydennyksistä ja keskusvaraston ulkopuolisista tilauksista. Keskusvarasto tilaamiseen on käytössä ohjelma, josta tarvittavat tuotteet etsitään, lisätään ostoskoriin ja tilataan keskusvarastolta. Lisäksi ulkopuolisilta toimittajilta tilataan hankintasopimukseen kuulumattomia tuotteita, kuten proteeseja.

Materiaalien määrä varastoissa on perustunut välinehuoltajien näkemykseen tarpeesta. Näkemys on muodostunut vuosien työkokemuksen mukana. Tavoitteena on ollut pitää palvelutaso 100 %. Tämä toiminta on johtanut varastosaldojen paisumiseen joidenkin

tuotteiden kohdalla ja puutteiden muodostumiseen joidenkin tuotteiden kohdalla. Passiivivarastot ovat kasvaneet tarpeettoman suuriksi. Lisäksi tuotteita on vanhentunut hyllyyn. Tehdassteriilien leikkausmateriaalien varastointiaika on viisi vuotta, jonka jälkeen tuotteita ei saa käyttää. Välinehuoltajat ovat käyttäneet ison osan työajastaan varastosaldojen ja tilaustarpeen arviointiin.

8.2.2. Lääkkeet

Lääkevarastointi on sairaanhoitajien vastuulla anestesia- ja leikkauslääkkeiden alaisuudessa. Osastolla lääkkeet ovat varastoituna lääkehuoneeseen ja lääkkeet tilataan sairaala-apteekista tilausohjelmalla. Sairanhoitajat ovat ylläpitäneet varastosaldoja työkokemukseen perustuvat menekkiarvion mukaan. Vastuu lääkkeiden tilaamisesta on vielä jaettu anestesia- ja instrumenttihoitajien kesken ja kukin tilaa oman puolensa lääkkeet. Myös lääkkeissä toimintamalli on johtanut varastonarvon kasvamiseen. Hävikkiä lääkkeissä ei juurikaan ole suuren menekin takia ollut, mutta hyllyt ovat olleet täynnä. Toimintatapa on johtanut myös tilauskertojen suureen määrään, koska jatkuvia puutteita on paikattu jatkuvilla tilauksilla.

Alla olevan tilaston 4 mukaan Anestesia- ja leikkaustoiminnan lääketilaukset vaihtelevat paljon. Tilastossa näkyy molempien toimipisteiden tilaukset kuukausittain ja tilaston mukaan toimipisteet tilaavat lääkkeitä n. 1,5 kertaa päivässä. Lääkkeitä voi tilata pääosin vain arkipäivisin, mutta hätätapauksissa myös viikonloppuisin. Lääkkeiden toimitusaika sairaala-apteekista on yksi vuorokausi ja tilaston perusteella voidaan sanoa, että tilauskerrat ja varastosaldot ovat epäsuhdassa. Lääkkeitä tilatessa kokonaistarvetta ei ole osattu kattavasti arvioida.

Tilaukset		
Tilaus	Summa	
Tammikuu	33	2015
Helmikuu	39	
Maaliskuu	38	
Huhtikuu	33	

Toukokuu	35	
Kesäkuu	36	
Heinäkuu	20	
Elokuu	34	
Syyskuu	29	
Lokakuu	42	
Marraskuu	36	
Joulukuu	30	405
Tammi	29	2016
Helmi	31	
Maalis	29	
Huhti	30	
Touko	27	
Kesä	40	
Heinä	31	
Elo	30	
Syys	47	
Loka	39	
Marras	39	
Joulu	28	400
Kaikki yhteensä	805	
Keskiarvo	33,5417	

Taulukko 4. Lääketilaukerrat 2015-2016 (Keski-pohjanmaan keskussairaala).

Lääkevarastointiin on aiemmin puututtu visuaalista ilmettä kehittämällä. Lääkevaraston tulee olla säännösten mukaan lukittu ja kulunvalvottu huone. Lääkevaraston sisällä lääkkeet olivat kuitenkin vielä kaapeissa ovien takana. Ovet otettiin pois, jolloin lääkkeet saatiin helpommin nähtäviksi. Pieni muutos sai aikaan tarvittavaa selkeyttä varastoon. Seuraava askel oli tilaustoiminnan standardisointi. Selkää tilaustoimintatapaa ei ole ollut, vaikka osastolla oli sovittu, että lääkkeitä tilataan tiettyinä päivinä kaksi kertaa viikossa. Anestesiahoitajien vastuulla oli anestesia- ja instrumenttialäkkeiden hallinta ja instrumenttihoitajien vastuulla instrumenttipuolen lääkkeitä hallinta. Päätettiin, että lääkkeitä hallinta yhdistetään.

Lääkkeiden tilaamisen haasteena oli tilaustarpeen arviointi. Tilaustarvetta arvioitiin kokemukseen perustuen, mutta tarvittavan laajaa kokonaiskäsitystä ei lääkkeitä

tilanneilla ihmisillä ole ollut. Anestesiahoitajat ovat tienneet vain oman osa-alueen lääkemenekistä ja instrumenttinhoitajat oman osa-alueen lääkkeistä. Jokaiselle lääkkeelle tehtiin hyllyreunaetiketti, joka kertoi hyllyssä olevan tuotteen nimen, tilausta helpottavat VRN-numeron ja maksimivarasto menetelmään perustuvan hyllymäärän. Etikettien perusteella tilaustarpeen arviointi kokemukseen perustuen loppui. Tilausmenetelmäksi asetettiin maksimivarastomenetelmä. Maksimivarastotasot laskettiin vuosittaisen kulutuksen perusteella ja tarkasteluväliksi asetettiin viikko.

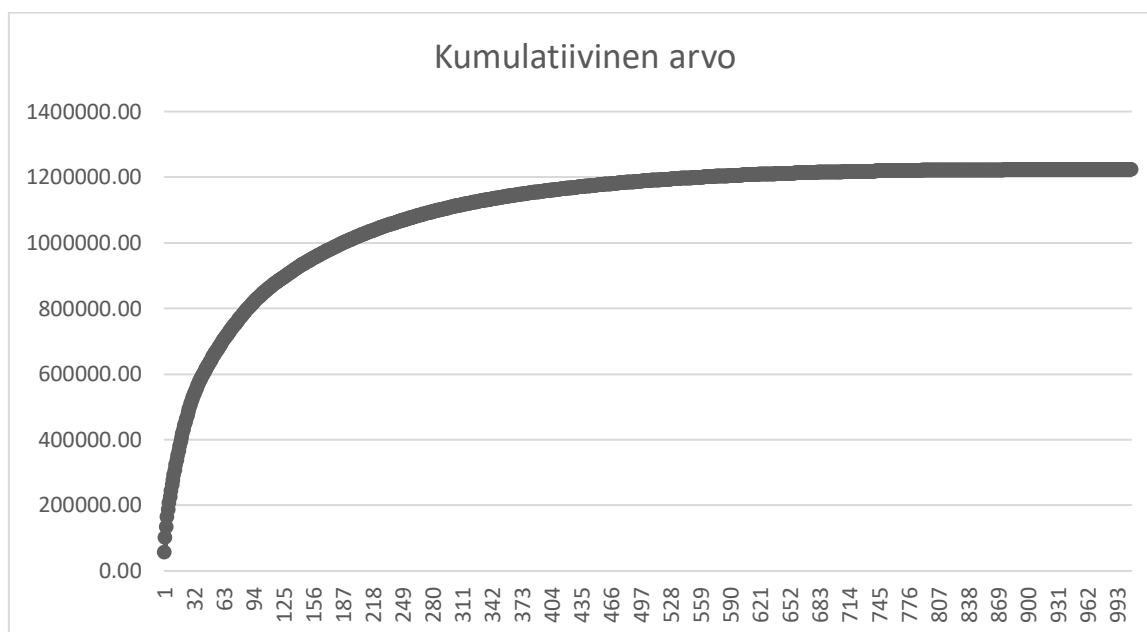
Varastotasot käytiin vielä läpi korjaamalla tilastollista kulutusmäärää arviolla epäsäännöllisestä menekistä. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että hyllymäärää kasvatettiin tarkoituksella tiettyjen kausiluontoisten lääkkeiden osalta. Leikkausosastolla vierailee usein eri osa-alueisiin erikoistuneita kirurgeja, jolloin joidenkin lääkkeiden kulutus saattaa päivä- tai viikkotasolla olla moninkertainen tilastolliseen viikkokulutukseen verraten. Esimerkkinä urologiset leikkaukset, joissa vieraileva kirurgi käy muutaman päivän ajan kuukaudessa leikkaamassa urologisia toimenpiteitä, jolloin toimenpiteisiin kuuluvia lääkkeitä kuluu paljon. Urologian lääkkeiden saldot päätettiin laittaa vastaamaan vierailun ajan kestävän määrän, jolloin lääkkeitä vierailun ajan on tarvittava määrä, mutta muuna aikana lääkkeet seisovat hyllyssä odottamassa.

Lääkkeitä ei tulla tässä tutkimuksessa luokittelemaan ja enempää käsittelemään. Tulevaisuudessa jokainen lääke asetetaan automaattitilauksen piiriin. Sairaala tavoittelee suljettua lääkekiertoa, jossa lääkkeiden saldot ja otot ovat kaikki seurannassa. Lääkkeet luetaan pois saldoilta ja kirjataan annetuksi tietylle potilaalle. Ohjelman on tarkoitus myös kirjata potilastietoihin lääkkeenanto. Täten tutkimuksessa keskitytään leikkausmateriaalien luokitteluun.

8.3. ABC-analyysi materiaalihallinnassa

8.3.1. Pareton periaate

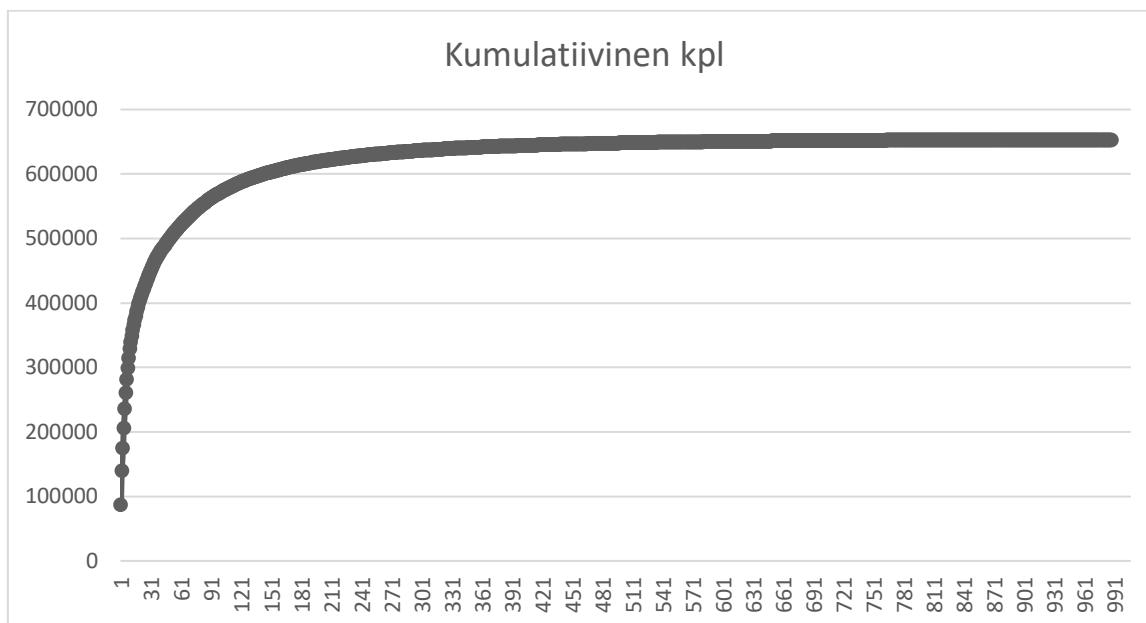
Pareton periaatteen eli 20/80 säännön mukaan 20 % väestöstä hallitsee 80 % varallisuudesta. Periaate soveltuu lähes kaikkeen ja onkin varsin osuva. Tarkalleen prosentit eivät mene, mutta suuntaa antavia lukuja saadaan. Alla olevassa kuviosta 10 näkyy anestesia- ja leikkausosaston vuosittaisen materiaalivaraston arvon kumulatiivinen jakauma. Kuvion mukaan 20 % tuotteista aiheuttaa 83 % materiaalien ostokustannuksista vuosittain. Viidennes kaikista tuotteista aiheuttaa siis yli 80 % ostokustannuksista.



Kuvio 10. Kumulatiivinen arvo 2017.

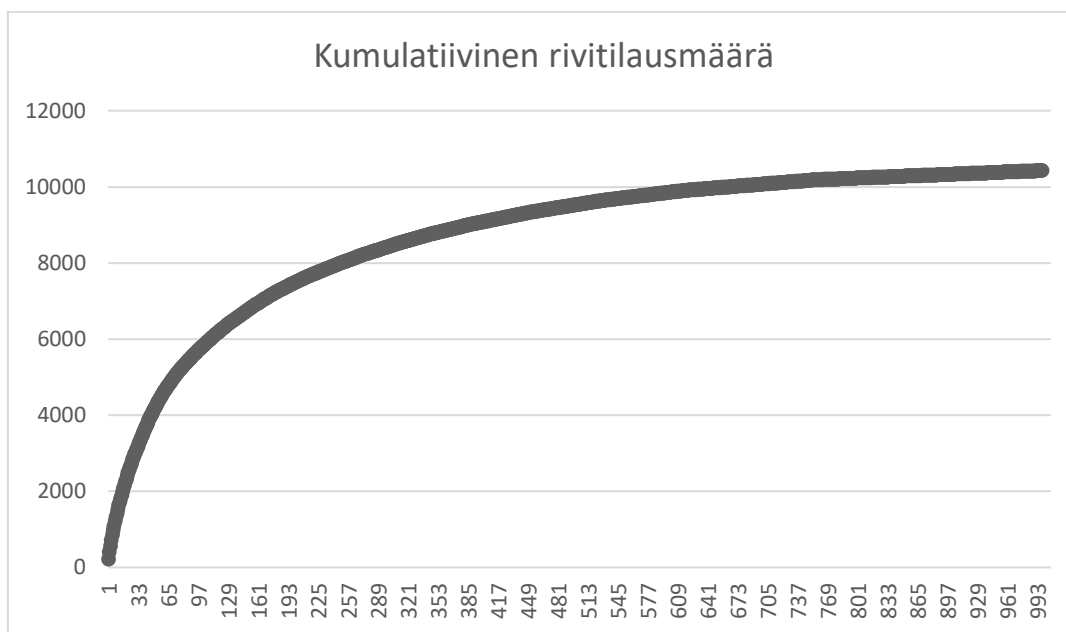
Kappalemääräisesti keskussairaalalla käytetään paljon materiaalia. Materiaaliin kuuluu kuitenkin paljon pieniä tavaroita, kuten käsineitä ja ruiskuja, jotka tilastoon on laskettu yksittäin. Esim. yksi pakkaus kertakäyttökäsineitä sisältää 100 käsinettä ja tilastoon on laskettu yhden pakkauksen sijaan yksittäiskappaleet. Tilasto ei täten anna tarkkaa kuvaa. Tilasto kuitenkin antaa suuntaa siihen, että 20 % kaikista tuotteista aiheuttaa massiivisen osa koko kulutuksesta. Alla olevan kuviossa 11 näkyy kappalemenekin kumulatiivinen

jakauma. Kuvion mukaan 20 % tuotteista aiheuttavat 92,1 % kokonaiskappale kulutuksesta.



Kuvio 11. Menekin kumulaatiivinen määrä 2017.

Materiaalitalastoista saatu informaatio yksittäisten materiaalien tilauskerroista antaa arvokasta tietoa materiaalien työllistävyydestä. Tilasto kertoo jokaisen nimikkeen kohdalla, kuinka monta kertaa kyseiselle nimikkeelle on tehty tilaus tai se on lisätty tilaukseen vuoden aikana. Tilastosta muodostetusta kuviosta 12 näkyy, että 20 % materiaaleista aiheuttaa 71,5 % kaikista tilatuista riveistä. Tästä voidaan päätellä 20 % osuuden materiaaleista aiheuttavan myös yli 70 % tilaamiseen käytetystä työstä. Tilastosta on nähtävissä myös, että materiaalin kulutus ja tilauskerrat eivät ole tasapainossa. Joidenkin materiaalien kulutus on alhainen, mutta materiaalia on tilattu muihin verrattuna useita kertoja. Tämä tarkoittaa, että materiaalia ei ole osattu tilata sopivaa määrää.

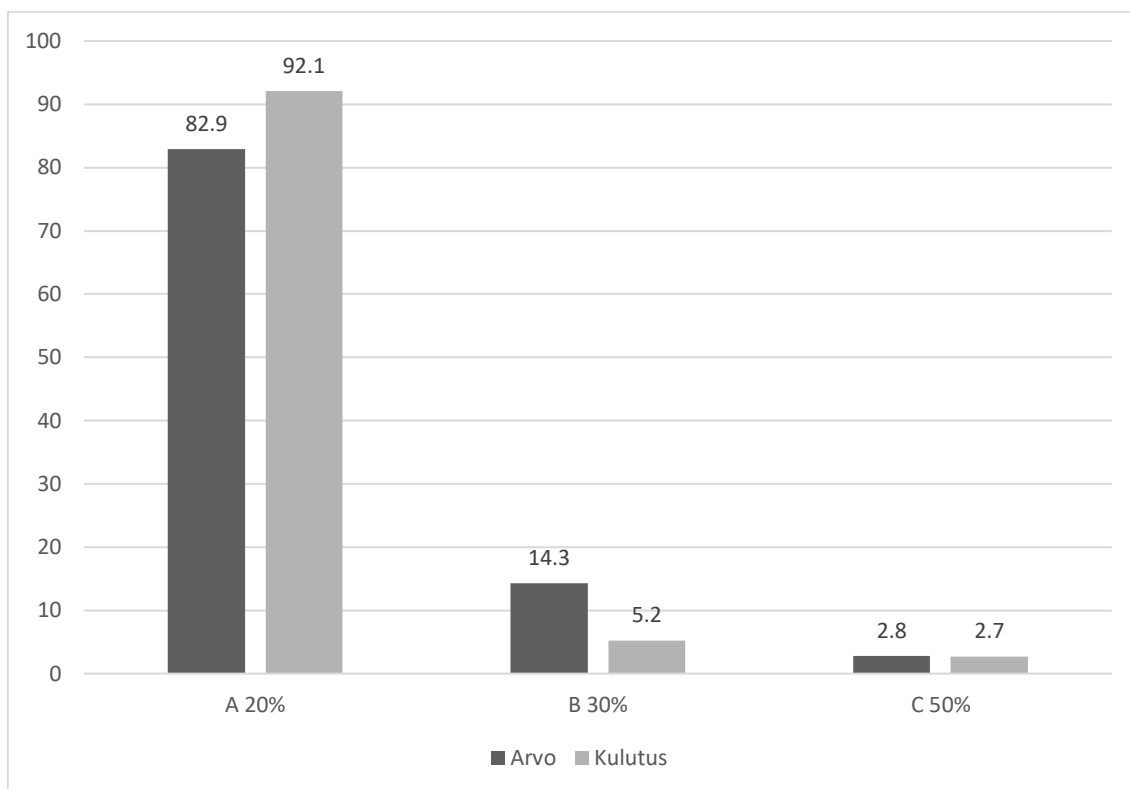


Kuvio 12. Materiaalien tilauskerrat.

8.3.2. ABC-analyysi

ABC-analyysi on tässä tutkimuksessa luokiteltu kahdella eri tavalla: arvon ja kokonaiskulutuksen mukaan. Arvo antaa kuvan kustannusten jakautumisesta ja kulutus kertoo yksittäisten nimekkeiden kulutuksen jakauman. ABC-analyysi on muodostettu jakamalla materiaalit kolmeen luokkaan prosentiosuuksilla A 20 %, B 30 % ja C 50 % materiaaleista. D-luokkaa ei otettu käyttöön, koska C-luokan tuotteiden arvo tai kulutus ovat valmiiksi pientä ja D-luokasta tulisi hyvin samanlainen. Ero luokkien välille olisi vaikea muodostaa.

Alla olevassa kuviossa 13 on havainnollistettu, kuinka luokat jakaantuvat arvon ja kulutuksen suhteen. Arvo ja kulutus ovat siis erillisiä ABC-analyyssejä ja kuvasta voi vertailla luokittelukriteerien vaikutusta ABC-luokkien jakaumaan.



Kuvio 13. Abc-luokkien prosentuaalinen jakauma arvon ja kulutuksen mukaan.

Arvoon perustuva ABC-analyysi luokittelee materiaalit lähimmäs perinteistä jakaumaa. Arvon A-luokkaan kuuluu 82,9 % materiaaleista, B-luokkaan 14,3 % ja C-luokkaan 2,8 %. Kulutuksen ABC-luokitus antaa arvoiksi A 92,1 %, B 5,2 % ja C 2,7 %. Suurimmat erot analyyseissa on A- ja B-luokissa. C-luokat ovat lähellä toisiaan. Ero selittyy sillä, että paljon kulutettavia nimikkeitä on vain pieni osa kaikista nimikkeistä. 20 % käytettävistä nimikkeistä sisältää yli 90 % kokonaiskulutuksesta. Nämä materiaalit ovat päivittäisessä käytössä sairaalassa. Loput 80 % nimikkeistä on harvemmin käytettäviä, mutta kriittisiä toiminnan turvaamiseksi.

Taulukossa 5 alla on tuotteita arvoon perustuvan ABC-analyysiin A-luokasta. Arvo on esitetty prosenttilukuna kokonaisarvosta. Osa nimikkeistä on jatkuvassa kulutuksessa ja hinnaltaan edullisia, jolloin käyttö määrät nostavat nimikkeen kokonaisarvoltaan kärkijoukkoon. Osa nimikkeistä on taas harvoin käytettyjä, mutta kalliita. Pelkkään arvoon perustuva ABC-analyysi ei anna kovin selkeää kuvaa luokista.

Tuotenimi	Lkm	Määrä	Yks	Arvo %	ABC
Huppu steriili Flyte Hood, 0408800100 (32 kpl / laat) 1 kpl	38	1214	kpl	4,586	A
Ligeerausinstrumentti small, LF1212 (6 kpl/laat) 1 kpl	11	102	kpl	3,670	A
Lonkkapakkaus KPKS, 97017096-08 (3 /laat) 1 kpl	86	483	kpl	2,620	A
Elektrodi Entropy Sensor, M1174413 (25 kpl / ras) 1 kpl	61	2100	kpl	2,582	A
Ligeerausinstrumentti, LF4418 (6 kpl / laat) 1 kpl	5	36	kpl	1,762	A
Ligeerausinstrumentti LF1837 (6 kpl / laat) 1 kpl	6	36	kpl	1,704	A
Painepesuri kk Pulsavac+Hip Zimmer 00-5150-486-01 1 kpl	69	434	kpl	1,498	A
Lämpöpeite itselämpivä Easy Warm, 629900 1 kpl	103	1325	kpl	1,490	A
Yleispakkaus KPKS, 97063651-05 (4 kpl / laat) 1 kpl	94	401	kpl	1,470	A
Sappileikkauspakkaus KPKS, 97063640-03 (4 kpl / laat) 1 kpl	75	344	kpl	1,326	A
Sterilisaatioklipsi FE-7SS-951-6 (6 kpl / laatikko) 1 kpl	4	42	kpl	1,259	A
Troakaarisetti 12mmx100 mm CTF73 (6 kpl/laat.) 1 kpl	18	378	kpl	1,253	A
Epiduraalipakkaus KPKS Maxipack, 9320180160 (2x10 / laat) 1 kpl	54	660	kpl	1,230	A
Super MultiVac 50, ASC 4830-01 1 kpl	13	79	kpl	1,220	A
Variax Fibula levy anatominen 40209- 1 kpl	17	27	kpl	1,198	A
Super TurboVac 90, ASC 4250-01 1 kpl	12	77	kpl	1,193	A
Ligeerausinstrumentti, LF1937 (6 kpl/laat) 1 kpl	8	24	kpl	1,136	A
Acu-Loc 2 Volar Proximal Plate, 70-03... 1 kpl	15	19	kpl	1,109	A
Leikkaustakki vahvistettu L-L Ultimate, 690103 (2x14 /laat) 1 kpl	212	5188	kpl	1,065	A

Taulukko 5. Esimerkki Arvoon perustuvan ABC-analyysin A-luokan materiaaleista.

Kuten ABC-analyysien jakaumasta näkee, ABC-luokittelu antaa edelleen hyvin pääpiirteittäisen kuvan materiaalien jakaumasta. Selkeämmän kuvan saamiseksi luokittelua voidaan laajentaa XYZ-analyysillä.

8.3.3. XYZ-analyysi

XYZ-analyysi perustuu tapahtumiin esim. tilaamiseen tai varastotapahtumaan. Siispä nimikkeiden tilauskerroista voidaan muodostaa XYZ-analyysi. Tilaukset kertovat, kuinka työllistävä kyseinen materiaali on varastonhallinnassa. Tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää, mikä aiheuttaa työtä materiaalihallinnassa ja kuinka sitä voidaan vähentää. Haasteita tilausten muodostamisessa on ollut. Esimerkkinä L-koon leikkaustakki, jota toimipisteisiin on tilattu 212 kertaa vuoden 2017 aikana. Tämä tarkoittaa, että leikkaustakkia on tilattu kaksi kertaa viikossa molempiin toimipisteisiin. Leikkaustakkien kulutus on kohtuullisen tasaista, koska jokaiseen leikkaukseen käytetään

vähintään kaksi takkia ja leikkauksia on joka päivä. XYZ-analyysi antaa kuvan siitä mitkä nimikkeet työllistävät eniten tilaustyössä.

XYZ-analyysissä käytettiin luokkia X 50 %, Y 30 % ja Z 20 %. X-luokkaan kuuluu 8,1 % nimikkeistä. Nämä aiheuttavat 50 % kaikista tilauskerroista. Y-luokkaan kuuluu 21,2 % nimikkeistä aiheuttaen 30 % tilauksista ja loput 70,7 % Z-luokkaan kuuluvista nimikkeistä aiheuttaa 20 % tilauskerroista. Z-luokan tilausmäärien ollessa valmiiksi hyvin pientä, ei vielä pienemmän zz-luokan muodostamista koettu järkeväksi. Taulukossa 6 on esimerkkituotteita X-luokan materiaaleista. Materiaalien tilauskerrat (Lkm) ovat korkeimmasta päästä.

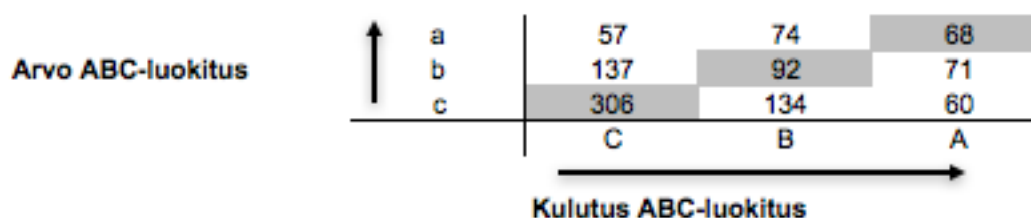
Tuotenimi	Lkm	Määrä	Yks	XYZ-luokka
Leikkaustakki vahvistettu L-L Ultimate, 690103 (2x14 /laat) 1 kpl	212	5188	kpl	X
Leikkaustakki vahvistettu XL-L Ultimate, 690105 (660106 korv 1 kpl)	182	3908	kpl	X
Leikkausperuspakkaus pöytäpussilla, 699054 (6 kpl / ras) 1 kpl	155	1212	kpl	X
Kolmitiehana 25 cm letkulla L-L lääk.antonupilla. , 394936 1 kpl	148	3520	kpl	X
Tutkimuskäsine nitrili puuteriton Selefa Sense M, (200/ras) 1 kpl	118	87000	kpl	X
Injektioneula 18 g, punainen 1,2x40 mm, 914083 1 rasia	117	389	rasia	X
Leikkauskäsine 6,5 Biogel Eclipse indicator (25 pr/ rasia) 1 pari	110	3700	pari	X
Lämpöpeite itselämpiviä Easy Warm, 629900 1 kpl	103	1325	kpl	X
Kolmitiehana 100 cm letku L-L, lääk.antonupilla 394971 1 kpl	100	2340	kpl	X
Leikkauskäsine 7,5 Biogel Eclipse indicator (25pr/ rasia) 1 pari	97	3175	pari	X
Bakteerisuodatin-kostuttaja kulma, 352/5996 (25 kpl / ras) 1 kpl	97	2525	kpl	X
Yleispakkaus KPKS, 97063651-05 (4 kpl / laat) 1 kpl	94	401	kpl	X
Lonkkapakkaus KPKS, 97017096-08 (3 /laat) 1 kpl	86	483	kpl	X
Leikkaustakki vahvistamaton L, 2201 (16 kpl / laat) 1 kpl	86	1337	kpl	X
Keittosuolaliina 30x45 harso 5 kpl/pus (55kpl/ras) 3310 1 kpl	83	13995	kpl	X

Taulukko 6. XYZ-analyysin X-luokan tuotteita.

Materiaalien kulutus on kohtuullisen tasaista, mutta tilaaminen ei vastaa kulutusta. Spearsonin korrelaatiotestin mukaan A-luokan tehtyjen tilausten ja materiaalin kulutuksen välillä ei ole merkittävää positiivista korrelaatiota ($r=0,37$; $n=200$; 1-suuntaisen testin $p\text{-arvo}<0,001$). Materiaalin kulutuksen määrä ei siis juurikaan vaikuta tilauskertojen määrään.

8.3.4. Kaksivaiheinen ABC analyysi

Materiaalit voidaan luokitella myös kaksivaiheiseen ABC-luokkaan. Tällöin luokiksi saadaan Aa-, Ab-, Ac-, Ba-, Bb-, Bc-, Ca-, Cb-, Cc-luokat. Alla olevassa kuviossa 14 luokittelu perustuu kulutukseen ja arvoon. Kuva kertoo, kuinka nimikemäärä jakautuu eri luokkiin. Analyysi antaa laajemman näkökulman nimikkeiden luokitteluun. Luokittelun perusteella voidaan sanoa, mitkä nimikkeet aiheuttavat kustannuksia ja kulutuvat paljon. Nähdään myös, kuinka paljon materiaaleja kuhunkin luokkaan kuuluu.



Kuvio 14. Kaksivaiheinen ABC-analyysi arvon ja kulutuksen suhteen.

Aa-luokka oikeassa yläkulmassa sisältää kulutukseltaan suurimmat ja eniten kustannuksia aiheuttavat materiaalit. Oikealla alhaalla olevan Ac-luokan materiaalien kulutus on suurta, mutta materiaalit ovat halpoja. Jatkuva menekki aiheuttaa kuitenkin kustannuksia jatkuvan tilaamisen ja varastoinnin tarpeen takia. Ca-luokan materiaalit vasemalla ylhäällä ovat kalliita, mutta niitä tarvitaan harvoin. Cc-luokka vasemmalla alhaalla on ylivoimaisesti suurin. Luokka sisältää halpoja ja harvoin käytettäviä materiaaleja, joita kuitenkin toiminnan ylläpitämiseksi tarvitaan.

Tämän kaksivaiheisen ABC-analyysin perusteella voitaisiin jo tehdä päätöksiä materiaalihjausstrategioista, mutta tässä tutkimuksessa tavoitteena on vähentää materiaalihallintaan kuluva työmäärä. Seuraavaksi esiteltä ABC-XYZ-analyysi vastaa paremmin tähän tarpeeseen.

8.3.5. ABC-XYZ-analyysi

ABC-XYZ-analyysissä yhdistetään arvo ja tilaukset. Analyysi antaa kuvan siitä, mitkä materiaalit vaativat työtä tilauksessa ja kuinka paljon kustannuksia materiaalien ostohinta aiheuttavat. ABC-XYZ-analyysi on hyvin samanlainen kuin kaksivaiheinen ABC-analyysi. Suurimpana erona on XYZ-luokkien perustuminen tapahtumiin ja sen prosentuaalinen jakauma X 50 %, Y 30 % ja Z 20 %. Analyysi rajaa luokkia taas vähän pienemmäksi, tällä kertaa työllistävyyden suhteen. Kuviosta 15 nähdään materiaalien jakautuminen AX-, AY-, AZ-, BX-, BY-, BZ-, CX-, CY- ja CZ-luokkiin.

Arvo ABC-luokitus	a	72	77	50
	b	192	85	23
	c	444	49	7
		z	y	x

Kuvio 15. ABC-XYZ -analyysi.

AZ-luokka vasemmalla ylhäällä sisältää materiaaleja, joiden arvo on suuri, mutta niitä tilataan harvoin. Nämä materiaalit ovat kalliita ja niiden kulutus on vähäistä. Voidaan puhua arvokkaasta materiaalista, jos arvo taulukoissa on yli 1 %. Materiaaleja tarvitaan erityisleikkauksiin ja harvinaisten tapausten hoitamiseen. Materiaaleja ovat esimerkiksi kertakäyttöisiä tähystysleikkauksissa käytettäviä instrumentteja. Nämä materiaalit saattavat maksaa satoja euroja enemmän, mitä avoleikkaukseen tarvittavat materiaalit maksaisivat, mutta tähystysleikkauksessa potilasturvallisuus paranee ja potilas palautuu leikkauksessa nopeammin. Taulukossa 7 alla näkyy, kuinka materiaalien tilaukset (Lkm) ovat vähäisiä, tilausmäärät ovat hyvin pieniä, mutta arvot ovat suuria.

Tuotenimi	Lkm	Määrä	Yks	Arvo %	ABC-XYZ
Ligeerausinstrumentti, LF4418 (6 kpl / laat) 1 kpl	5	36 kpl		1,762	AZ
Ligeerausinstrumentti LF1837 (6 kpl / laat) 1 kpl	6	36 kpl		1,704	AZ
Sterilisaatioklipsi FE-7SS-951-6 (6 kpl / laatikko) 1 kpl	4	42 kpl		1,259	AZ
Sahanterä akkusaha Precision Blade, 6625127105 1 kpl	6	70 kpl		0,787	AZ
Hemostaattityyny Veriset, HP0204E (6 kpl / ras) 1 rasia	7	14 rasia		0,552	AZ
Levittäjä Sea Star, 4000-S-VL (5 kpl / laat) 1 laatikko	7	15 laatikko		0,455	AZ
Sahanterä kertakäyttö, KM325R 1 kpl	6	150 kpl		0,444	AZ
Vaihtokasetti endoskoop. EGIA45AMT (6 /laat) 1 kpl	6	24 kpl		0,432	AZ
Pallolaajennin spacemaker plus, SMBTTOVL (3 kpl / laat) 1	5	21 kpl		0,430	AZ
Ligeerausinstrumentti klipsi 5mm , 176620 (6/ laat) 1 kpl	5	36 kpl		0,391	AZ
Troakaarihylysy 12 mmx100 mm, CTS22 (12 kpl/laat) 1 kpl	7	228 kpl		0,389	AZ

Taulukko 7. ABC-XYZ -analyysin AZ-luokan materiaaleja.

CX-luokan materiaaleja kuviossa 15 oikealla alhaalla tilataan usein, mutta ne ovat halpoja. Tämä luokka on pienin seitsemällä nimikkeellä. Onkin jo ennalta arvattavissa, että usein tilattavia vain pienen kustannuksen aiheuttavia tuotteita tuskin on paljoa. Näitä materiaaleja ovat ruiskut ja neulat. Taulukossa 8 alla näkyy koko CX-luokka. Arvo materiaaleilla on vähäinen, mutta tilauksia on tehty kohtuullisen usein ja kulutus on varsin suurta.

Tuotenimi	Lkm	Määrä	Yks	Arvo %	ABC-XYZ
Ruisku kumimäntä 1 ml luer Omnifix, 9161406V 1 kpl	37	4400 kpl		0,017	CX
Ruisku muovimäntä 20 ml luer, 300296 1 kpl	46	3920 kpl		0,015	CX
Ihoteippi kuitukangas Micropore 5 cm, 1530-2 6 rulla	30	240 rulla		0,014	CX
Ruisku muovimäntä 5 ml luer, 309050 1 kpl	61	7000 kpl		0,014	CX
Ihoteippi kuitukangas Micropore 2,5 cm, 1530-1 12 rulla	31	432 rulla		0,013	CX
Sidetaitos epäster. keinokuitu 10x10, 22319534 (100 / pus)	32	228 pussi		0,013	CX
Injektioneula 22 g musta 0,70x40 mm, 900260 1 rasia	39	76 rasia		0,008	CX

Taulukko 8. ABC-XYZ -analyysin CX-luokka.

AX-luokka oikealla ylhäällä sisältää eniten tilatut ja arvoltaan eniten kustannuksia aiheuttavat materiaalit. Nämä materiaalit ovat päivittäin käytössä. Niiden kappalehinta harvoin on suuri. Kokonaiskustannus tulee siitä, että materiaaleja käytetään paljon. Materiaaleja ovat esimerkiksi leikkaustakit, leikkauskäsineet ja leikkauspakkaukset. Taulukossa 9 alla on ensimmäiset 19 AX-luokan tuotetta.

Tuotenimi	Lkm	Määrä	Yks	Arvo %	ABC-XYZ
Huppu steriili Flyte Hood, 0408800100 (32 kpl / laat) 1 kpl	38	1214	kpl	4,586	AX
Lonkkapakkaus KPKS, 97017096-08 (3 /laat) 1 kpl	86	483	kpl	2,620	AX
Painepesuri kk Pulsavac+Hip Zimmer 00-5150-486-01 1 kpl	69	434	kpl	1,498	AX
Lämpöpeite itselämpiviä Easy Warm, 629900 1 kpl	103	1325	kpl	1,490	AX
Yleispakkaus KPKS, 97063651-05 (4 kpl / laat) 1 kpl	94	401	kpl	1,470	AX
Sappileikkauspakkaus KPKS, 97063640-03 (4 kpl / laat) 1 kpl	75	344	kpl	1,326	AX
Epiduraalipakkaus KPKS Maxipack, 9320180160 (2x10 / laa	54	660	kpl	1,230	AX
Leikkaustakki vahvistettu L-L Ultimate, 690103 (2x14 /laat) 1	212	5188	kpl	1,065	AX
Spinaalipakkaus KPKS, 37004458-01 (30 kpl / laat) 1 kpl	58	1659	kpl	1,038	AX
Sektiopakkaus KPKS, 97071743 (4 kpl / laat) 1 kpl	52	272	kpl	0,937	AX
Leikkauskäsine 6,5 Biogel Eclipse indicator (25 pr/ rasia) 1 p	110	3700	pari	0,893	AX
Leikkausperuspakkaus pöytäpussilla, 699054 (6 kpl / ras) 1	155	1212	kpl	0,868	AX
Leikkaustakki vahvistettu XL-L Ultimate, 690105 (660106 korv	182	3908	kpl	0,851	AX
Leikkauskäsine 7,5 Biogel Eclipse indicator (25pr/ rasia) 1 p	97	3175	pari	0,766	AX
Läpileikkauskalvo 90x60 / 60x60 cm, 6648EZ (10 kpl / ras)	33	420	kpl	0,522	AX
Lämpöpatja aikuisten kk kokovartalo, 63500 (5 kpl / ras) 1 kpl	63	280	kpl	0,518	AX
Jähmeaine imupussin 25 G, 57550 (24 kpl / pussi) 1 kpl	37	9648	kpl	0,450	AX

Taulukko 9. ABC-XYZ -analyysin AX-luokan materiaaleja.

CZ-luokka vasemmalla alhaalla sisältää materiaaleja, joita tilataan harvoin ja ne eivät ole kalliita. Näitä materiaaleja ovat lähes puolet kaikista materiaaleista. Materiaalit ovat kuitenkin toiminnan kannalta tärkeitä käyttötavaroita, kuten kyniä, lääkkeenantokuppeja, paristoja. Muutamia harvinaisissa leikkauksissa tarvittavia esineitäkin on seassa. Näitä materiaaleja tilataan usein vasta materiaalin loputtua yksittäistilauksilla. Taulukossa 10 näkyy, kuinka tilausten lukumäärä on hyvin pieni, tuotteita on tilattu vain vähän ja arvo on pieni.

Tuotenimi	Lkm	Määrä	Yks	Arvo %	ABC-XYZ
Ruuvi kanyloiva Asnis III 601630S-601660S 1 kpl	1	2	kpl	0,018	CZ
Spinaalineula SP 25Gx90 mm, Pajunk 021251-29A (25 kpl/ra	1	50	kpl	0,018	CZ
Epiduraalineula kertakäyttö Perican 18 G, 4512383 (25 / ras)	4	50	kpl	0,018	CZ
Imukärki korva lasia 1x90 1 kpl	3	175	kpl	0,018	CZ
Imukärki korva metalli 3 mm x 150 mm, 6066501030 1 kpl	3	75	kpl	0,017	CZ
Kipsi lasikuitu pehmeä Soft Cast 5 cm valkoinen, 82102 1 rull	3	40	rulla	0,017	CZ
Koepalapihti kk, WS-2422BTH (220cm) 1 kpl	4	30	kpl	0,017	CZ
Painemittaussetti 1-linjainen sininen, 682006 (5 / ras) 1 kpl	4	20	kpl	0,017	CZ
Virtsapussin teline, 621400 1 kpl	3	117	kpl	0,017	CZ
Katetri 2-tie tieman ch 14, 100% silik. 8887205147 1 kpl	5	50	kpl	0,017	CZ
Laserkasetti Lexmark, M5155 1 kpl	1	1	kpl	0,017	CZ
Ultraäänigeeli steriili Sonogel 20 g, 4011 1 pussi	3	144	pussi	0,016	CZ
Prolene 2-0 ST-70 70 mm 75 cm sininen, W8400 1 tus	4	5	tus	0,016	CZ

Taulukko 10. ABC-XYZ -analyysin CZ-luokan materiaaleja.

Luokkien väliin jää väliluokat, joita ovat Y ja B riveillä. Luokkien materiaalit ovat arvoltaan ja tilausmäärältään pääosin keskiluokkaa, eivätkä kuulu mihinkään ääripäähän. Poikkeuksena BX-luokan tuotteet, jotka ovat vielä paljon tilattavaa käyttötavaraa. Luokkien sisältämien materiaalien määrän muutosta on hyvä tarkkailla.

8.4. Analyysien purkaminen

ABC-XYZ –analyysin perusteella muodostettua taulukkoa voidaan tulkita kuvion 16 mukaisesti. Kuviossa on Kraljicin hankinnan portfolioanalyysi, jolla luokitellaan normaalisti materiaaleja eli tuotteita hankinnan vaikeuden mukaan. Analyysia voidaan soveltaa ABC-XYZ –analyysiin. Hankinnan portfolio analyysissä vasemmalla on taloudellinen vaikuttavuus, joka voidaan määritellä materiaalien kustannusten mukaan eli ABC-analyysin mukaan. Vaakarivillä on hankintariski, joka voidaan määritellä myös varastointiriskin tai materiaalin kysynnän mukaan. XYZ-analyysi kertoo, kuinka usein tuotetta on tilattu eli kuinka kysytty tuote on.

Taloudellinen vaikuttavuus

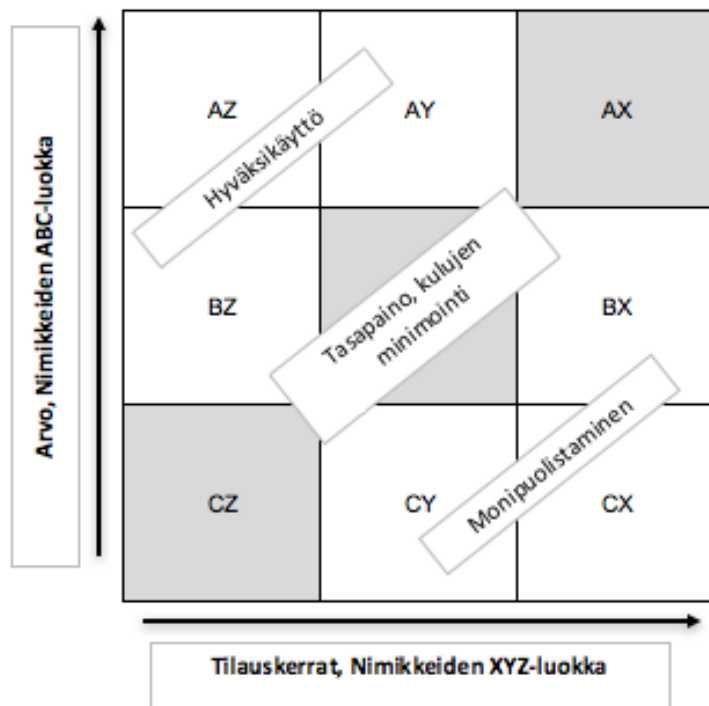
Korkea	Massa (Kilpailuta)	Strateginen (Kehitä yhteistyötä)
Matala	Rutiini (Yksinkertaista)	Pullonkaula (Varmista)
	Matala	Korkea

Hankintariski

Kuvio 16. Hankinnan portfolio analyysi.

Hankinnan portfolio analyysi jakaa tuotteet neljään luokkaan massatuotteet, strategiset tuotteet, rutiinituotteet ja pullonkaulat tuotteet. Portfolioanalyysin luokille on myös määritelty soveltuvat hankintastrategiat. Portfolioanalyysi antaa strategiat neljälle ääripäälle. Materiaalien ohjausstrategiaa voidaan myös määritellä alla olevaan kuvion 17

koordinaatistoon sijoittumisen perusteella. Kuvassa vaaka-akselilla on nimikkeiden XYZ-luokka ja pystyakselilla ABC-luokka. Kuvassa on kolme päästrategiaa hyväksikäyttö, tasapaino ja monipuolistaminen. Portfolion ja matriisin avulla voidaan muodostaa pohja materiaalienohjausstrategian muodostamiseen.



Kuvio 17. Materiaalien luokittelumatriisi mukailen Sakki 2009:198.

8.4.1. Strategiset tuotteet

Oikealla ylhäällä olevan AX-luokan voidaan ajatella olevan strategiset tuotteet. Strategiset tuotteet vaikuttavat merkittävästi talouteen ja ovat sairaalalle tärkeitä. Tuotteiden toimituskyky tulee olla hyvä ja niitä saattaa joudutaan varastoimaan muita enemmän. Strategia materiaalien ohjaukseen on saatavuuden varmistaminen toimittaja yhteistyötä kehittämällä, tasapainottaminen ja kulujen minimointi.

Näiden tuotteiden riittävyys osastolla on turvattava. Varastossa voi olla tavallista suurempi määrä tuotetta. Tilaaminen tulee olla säännöllistä, optimoitua ja mieluiten automaattista.

8.4.2. Pullonkaulatuotteet

CX-tuotteet oikealla alhaalla ovat pullonkaulatuotteita. Tässä tapauksessa pullonkaula ei ole vakavaa. Tuotteet ovat strategisesti tärkeitä ja niitä joudutaan tilaamaan usein. Riski pullonkaulaan on siis olemassa, koska tuotetta tulee olla saatavilla koko ajan. Saatavuus on kuitenkin hyvä. Näiden tuotteiden saatavuus on varmistettava ja niiden varastosaldot tulee olla riittävät.

Tuotteita ei kuitenkaan kannata asettaa automaattitilauksen piiriin, koska tuotteet ovat pieniä paljon käytettäviä tuotteita kuten ruiskuja. Automaattitilaus tulisi liian työlääksi, kun jokainen yksittäinen tuote tulisi lukea pois saldolta oton yhteydessä.

8.4.3. Massatuotteet

AZ-tuotteet vasemmalla ylhäällä ovat massatuotteita. Tuotteiden taloudellinen vaikuttavuus on suuri eli tuotteet ovat kalliita, mutta niitä tarvitsee tilata harvoin. Näiden tuotteiden ohjausstrategia voi olla hyväksikäyttö. Tuotteiden tilaaminen voidaan ajoittaa tarve-ajankohdan kanssa, mutta ei aina. Tuotteiden varastoinnissa tulee olla huolellinen. Varastomäärät tulee vastata kulutusta, jotta vanhenemisiä ei pääse syntymään.

8.4.4. Rutiinituotteet

CZ-tuotteet vasemmalla alhaalla ovat rutiinituotteita. Näiden tuotteiden taloudellinen vaikuttavuus on pieni ja niitä tilataan harvoin. Tuotteiden määrä on kuitenkin suuri, jolloin tilaaminen ja varastoiminen ovat työlästä. Strategia tuotteille on yksinkertaistaminen. Tilausten, varastoimisen ja kuljettamisen tekeminen tulee tehdä niin yksinkertaiseksi tai helpoksi kuin mahdollista. Hankintaprosesseja tulee kehittää ja työmäärän tarvetta vähentää. Materiaalien ohjausmalliksi sopisi esim. VMI.

8.5. Ohjausmenetelmät ABC-XYZ –analyysin luokille

Yksi osa ohjausstrategiaa on päätös siitä, mitkä materiaalit asetetaan automaattitilauksen piiriin ja mitkä materiaalit tasainen tilausvälimenetelmään. Automaattisesti tilaavat varastohallintajärjestelmät vaativat paljon työtä toimiakseen sujuvasti. Joidenkin tuotteiden kohdalla työn tekeminen ei ole järkevää. Varsinkin halvat rutiini tavarat jätetään usein pois automaattitilauksen piiristä (Waters 2009:362).

Automaattinen tilaus tarkoittaa tässä tapauksessa materiaalin asettamista varastohallintajärjestelmään, jossa materiaali kuitataan oton yhteydessä pois saldolta. Järjestelmä ylläpitää siis reaaliaikaista varastosaldoa ja tekee automaattisesti tilauksen varastosaldon laskiessa asetettuun tilauspisteeseen. Tasaisen tilausvälin menetelmässä tilaustarvetta arvioidaan viikoittain tai kuukausittainen.

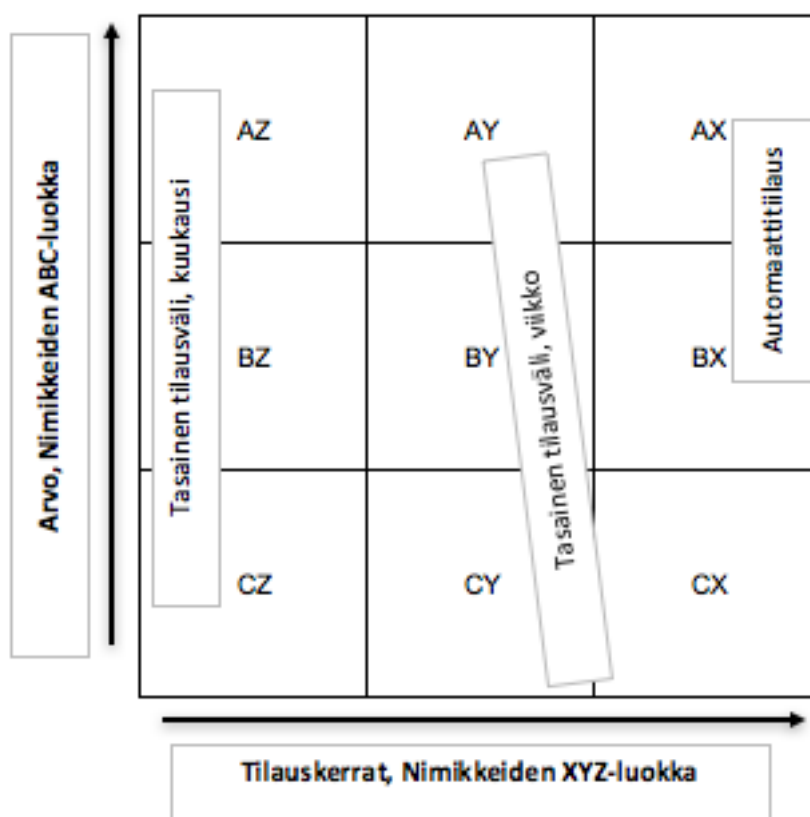
Tutkimuksen tavoitteena on vähentää materiaalihallinnan työllistävyyttä ja yksi vaihtoehto on poistaa fyysinen tilaustyö järjestelmän avulla. Järjestelmän avulla pystytään myös vaikuttamaan passiivivarastojen määrään ja sitä kautta ylläpitää sopivamman kokoisia varastoja.

X-luokka aiheuttaa 50 % tapahtumista eli tässä tutkimuksessa tilauksista. X-luokkaan kuuluvat AX- ja BX-luokat yhdessä aiheuttavat 46 % tilauksista. AX- ja BX-luokat asetetaan automaattitilaukseen piiriin. AX ja BX luokista on siirretty pois materiaaleja, jotka eivät sovi automaattitilauksen vaatiman otto kirjaus toimintaan. Näitä materiaaleja ovat esimerkiksi pesusykeröt, joita täydennetään pesukärryihin kymmenistä sataan kerralla. Pois jäävien materiaalien luokiksi on asetettu AX+ ja BX+. Nämä materiaalit tilataan tasaisen tilausvälin menetelmällä.

AX+, BX+, CX, AY, BY ja CY luokat asetetaan tasainen tilausvälimenetelmään. Tilaus tehdään viikoittain joka keskiviikko. Varastotasot asetetaan riittämään viikoksi. Tilauspäiväksi päätettiin keskiviikko, koska silloin varastomäärät riittävät varmuudella viikonlopun yli. Monella työntekijällä oli huoli siitä, että riittääkö tavara viikonlopun yli ruuhkaisen viikonlopun sattuessa. Tavara varastossa tulee todellisuudessa varmasti

riittämään sovitulla varastotasolla viikoksi, mutta turhan huolen poistamiseksi tilauspäivä asetettiin keskelle viikkoa, eikä esim. maanantaiksi.

AZ-, BZ- ja CZ-luokat asetetaan tasaisen tilausvälimenetelmään kuukauden tarkasteluvälillä. Näitä materiaaleja on tilattu vuosittain alle kahdeksan kertaa, joten tilausta tuskin tehdään edes kuukausittain. Tilaustarve tarkastetaan ja tilaus tehdään jokaisen kuukauden ensimmäisen viikon keskiviikkotilauksen yhteydessä.



Kuvio 18. Materiaaliohjausmenetelmä luokittain.

8.6. Varastotasojen asettaminen

8.6.1. Varaston kierto

Varaston kiertoa materiaaleille ei ole pystytty laskemaan, koska tarkkaa dataa materiaalien saldoista tai varastojen keskiarvoista ei ole ollut saatavilla. Keskussairaалalla ei ole järjestelmää, joka antaa tietoa osaston päässä varastoiduista materiaaleista. Kierto ei kuitenkaan ole ollut riittävä kaikkien materiaalien kohdalla, koska vanhentumisia on päässyt syntymään. Muutamia yksittäisiä tietoja varastosaldoista on, joten näille materiaaleilla suuntaa antava varaston kierto voidaan laskea. Keskivarasto on asetettu laskentahetken varaston perusteella.

Tuotenimi	Määrä	Keskivarasto	Varaston kierto
Tutkimuskäsine nitrili puuteriton Avalon S, (100 kpl / ras) 1 kpl	28200	1400	20
Leikkausmaski allergisten nauhat , 4230 (60 kpl /ras) 1 kpl	27380	480	57
Keittosuolaliina 30x45 harso 5 kpl/pus (55kpl/ras) 3310 1 kpl	16500	165	100
Leikkauspäähine niskakuminauha Kosack lila, 621001 1 kpl	15400	350	44
Tulppa neulan / ruiskun L-L Combi Cap, 8501512 1 kpl	11200	300	37
Jähmeaine imupussin 25 G, 57550 (24 kpl / pussi) 1 kpl	9144	100	91
Ruisku muovimäntä 5 ml luer, 309050 1 kpl	7400	220	34
Ruisku kumimäntä 20 ml luer, 831892 1 kpl	6220	200	31
Kirurgin suikka Philip 621301 1 kpl	5400	300	18
Leikkaustakki vahvistettu L-L Ultimate, 690103 1 kpl	5362	60	89

Taulukko 11. Varaston kierto vuoden 2016 tilastosta.

Taulukosta 11 yllä näkyy vuoden 2016 kulutustilaston materiaaleja, niiden kulutusmäärä, arvo, samana vuonna tehtyyn inventaarioon perustuva keskivarasto ja varaston kierto kappalemäärään perustuen. Varaston kierto on laskettu jakamalla keskivarasto kokonaiskulutusmäärästä. Varasto kiertää tunnuslukujen perusteella hyvin eri nopeuksilla. Arvot ovat kuitenkin tulkinnan varaisia, koska keskivarasto ei tässä tapauksessa anna luotettavaa ja tarkkaa tietoa oikeasta varaston keskiarvosta.

8.6.2. Luokkien varmuusvarastot

Varastotasojen asettamiseen tulee laskea varmuusvarastot. Varmuusvarasto toimii puskurina toimitusajan kysynnän vaihtelun varalle. Toimitusaika keskusvarastolta on yksi arkipäivä. Leikkausosastolla materiaalien kysyntä riippuu potilaiden määrästä. Potilaiden määrällä on maksimitaso ja toimintaa pyöritetään usein korkealla tasolla, joten materiaalien kysyntä ei voi ainakaan räjähtävästi kasvaa. Viikonloppuisin tehdään vain päivystysleikkauksia, jolloin materiaalitarpeen vaihtelu on suurinta. Vaihtelu tapahtuu kuitenkin nolla kulutuksen ja tavallisen päivittäisen kulutuksen välillä. Materiaalitoimituksia ei ole viikonloppuisin tarjolla kuin hätätapauksissa, joten varastojen tehtävänä on kattaa viikonlopun kysyntä.

Varmuusvarasto lasketaan usein keskihajontaan ja varmuuskertoimeen perustuvalla kaavalla. Toimitusaika on materiaaleilla lyhyt, vain yksi päivä ja mikäli puute ilmenee, saadaan materiaali tarvittaessa tilattua samalle päivälle. Niinpä ei ole järkevää laskea jokaiselle tuotteelle varmuusvarastoa tilastollisen menetelmän mukaan toimitusajan lyhyden ja kohtuullisen pienen kulutuksen takia. Varmuusvarastokaavalla B voidaan laskea AX- ja BX-luokkien varmuusvarastot.

$$\text{Varmuusvarasto B} = \text{varmuuskerroin} \times \text{menekin keskihajonta} \times \sqrt{\text{Toimitusaika}} \quad (10)$$

Menekin keskihajonta on pieni ja toimitusaika lyhyt. Siispä kaava antaa hyvin pieniä varmuusvarastoarvoja. Materiaalien saatavuus osastolla on välttämätöntä. Ilman leikkaustakkia ei voida suorittaa leikkausta. Täten varmuuskerroin voidaan taulukon 12 perusteella asettaa 99,99 % palvelutason mukaan kertoimeen 4,00 ilman, että kokonaisvarastot kasvavat liian suuriksi.

50 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	97 %	98 %	99 %	99,86	99,99
0,00	0,67	0,84	1,04	1,28	1,65	1,88	2,05	2,33	3,00	4,00

Taulukko 12. Palvelutaso ja varmuuskerroin.

Varmuusvarastokaava antaa kuitenkin niin pieniä määriä varmuusvarastoksi, että sen toteuttaminen ja seuranta käytännössä olisi hankalaa. Mikäli keskihajonnan laskemiseen olisi laajempi data tarjolla, kaava vastaisi ehkä paremmin tilanteeseen. Tästä syystä AX- ja BX-luokkien varmuusvarastojen määräksi asetetaan keskimääräinen toimitusajan kulutus. Kulutustilastojen tulkinnan ja leikkausosastolta saadun palautteen mukaan toimitusaikaan perustuva varmuusvarasto sopii paremmin heidän käytäntöihinsä. Toimitusaikaan perustuva varmuusvarasto on myös huomattavasti helpompi laskea.

CX-, AY-, BY-, ja CY- luokille varmuusvarasto asetetaan myös toimitusajan menekin mukaan. Varmuusvarastoksi tulee siis yhden vuorokauden keskimääräinen kulutus. AZ-, BZ- ja CZ- luokille ei aseteta varmuusvarastoja. Materiaaleilla voi olla hetkittäisiä varaston loppumisia, mutta ne saadaan paikattua vuorokauden sisään.

Kaikkien varmuusvarastojen määrän riittävyyttä tulee seurata. Todellinen varmuusvaraston tarve voi ilmetä vasta, kun toimintaa kokeillaan käytännössä. Materiaaleilla voi olla tilastoissa näkymätöntä toimitusaika tai kulutusvaihtelua, jolloin varmuusvaraston tarve saattaa olla laskettua suurempi. Varmuusvarastojen määrää tulee tarvittaessa korjata.

8.6.3. Tilauspiste AX- ja BX-materiaaleille.

AX- ja BX-luokan materiaaleille asetetaan keskimääräiseen kulutukseen perustuvat varastotasot. Fyysisen varaston koko ei kuitenkaan riitä, jos tilausmäärät lasketaan taloudellisen eräkoon eli EOQ-mallin mukaan. Varastosaldot asetetaan vastaamaan keskimääräistä viikoittaista tarvetta, jolloin varastotasot ja tilauskerrat pysyvät sopusuhdassa. Palvelutaso AX ja BX luokan materiaaleilla tulee olla korkea. Puutteita materiaaleissa ei saa syntyä. AX ja BX luokan materiaalit tulee myös asettaa varastoissa parhaille paikoille helpon saatavuuden turvaamiseksi ja päivittäisen työskentelyn helpottamiseksi. Automaattitilaus tekee tilauksen varastosaldon saavuttaessa tilauspisteen T.

Tilauspiste lasketaan kaavalla $T = DL + B$, (11)

Jossa:

T = tilauspiste

D = menekki päivässä

L = toimitusaika

B = varmuusvarasto

AX- ja BX- luokan materiaaleja tilataan viikon kulutusta vastaava määrä kerrallaan. Päätös perustuu kokemuksiin leikkausosastolla. Fyysisen varaston koko ei riitä EOQ-kaavan kokoisen tilauksen varastointiin. Yksinkertaistettu tilauspiste ja tilattava määrä laskenta helpottaa taulukoiden päivittämistä sairaanhoitajien toimesta.

Tuotenimi	Määrä	Yks	ABC-XYZ	B	Tilauspiste	Tilattava m
Tutkimuskäsine nitrili puuteriton Selefa Sense M, (200/ras) 1 k	87000	kpl	AX	238,36	476,71	1673,08
Keittosuolaliina 30x45 harso 5 kpl/pus (55kpl/ras) 3310 1 kpl	13995	kpl	AX	38,34	76,68	269,13
Jähmeaine imupussin 25 G, 57550 (24 kpl / pussi) 1 kpl	9648	kpl	AX	26,43	52,87	185,54
Nesteensiirtoletku takaiskuvent. Intrafix Safeset, 4063001 1 kpl	6140	kpl	AX	16,82	33,64	118,08
Leikkaustakki vahvistettu L-L Ultimate, 690103 (2x14 /laat) 1 kpl	5188	kpl	AX	14,21	28,43	99,77
Keittosuolaliina 45x70 harso, 115063 (25 kpl / ras) 1 kpl	4225	kpl	AX	11,58	23,15	81,25
Turvakanyyli 20G Venflon Pro Safety punainen, 393224 1 kpl	4100	kpl	AX	11,23	22,47	78,85
Happimaski aikuisten 210 cm:n letkulla,1041P (93-102MM) 1 kpl	3960	kpl	AX	10,85	21,70	76,15
Leikkaustakki vahvistettu XL-L Ultimate, 690105 (660106 korv	3908	kpl	AX	10,71	21,41	75,15
Leikkauskäsine 6,5 Biogel Eclipse indicator (25 pr/ rasia) 1 pari	3700	pari	AX	10,14	20,27	71,15
Kolmitiehana 25 cm letkulla L-L lääk.antonupilla. , 394936 1 kpl	3520	kpl	AX	9,64	19,29	67,69
Leikkauskäsine 7,5 Biogel Eclipse indicator (25pr/ rasia) 1 pari	3175	pari	AX	8,70	17,40	61,06
Leikkauskäsine puuteriton 6,5 Supreme (50pr / rasia) 1 pari	3150	pari	AX	8,63	17,26	60,58
Leikkauskäsine puuteriton 7,5 Supreme (50pr / rasia) 1 pari	2690	pari	AX	7,37	14,74	51,73
Bakteerisuodatin-kostuttaja kulma, 352/5996 (25 kpl / ras) 1 kpl	2525	kpl	AX	6,92	13,84	48,56
Kolmitiehana 100 cm letku L-L, lääk.antonupilla 394971 1 kpl	2340	kpl	AX	6,41	12,82	45,00
Imupussi 1 litraa Serres, 57157 (36 kpl / ras) 1 kpl	2052	kpl	AX	5,62	11,24	39,46
Imupussi 3 litraa Serres, 57187 (24 kpl / ras) 1 kpl	1968	kpl	AX	5,39	10,78	37,85
Imupussi 2 litraa Serres, 57167 (24 kpl / ras) 1 kpl	1848	kpl	AX	5,06	10,13	35,54
Kliinikkaliina 75x90 cm kiinnittyvä ster, 1460-02 (64 / ras) 1 kpl	1694	kpl	AX	4,64	9,28	32,58

Taulukko 13. Esimerkki tilauspiste ja tilattava määrä osalle AX-luokan materiaaleista.

Taulukossa 13 näkyy materiaalin nimike, vuoden 2017 kulutus, yksikkö, ABC-XYZ-luokka, varmuusvarasto B, tilauspiste ja tilattava määrä. Taulukossa on AX-luokan 20

eniten kuluva materiaalia ja niiden tilauspisteet ja tilattavat määrät. Lasketut määrät pyöristetään ylöspäin seuraavaan kokonaislukuun.

8.6.4. Tilausväli menetelmä AX+, BX+, CX-, AY-, BY- ja CY-materiaaleille

Tasaisen tilausväli menetelmään käytetään maksimivaraston kaavaa. Luokille AX+, BX+, CX, AY, BY ja CY lasketaan viikon tarkasteluvälin mukaisesti maksimivarasto, jota tarkkaillaan jokaisen viikon keskiviikkona. Varastosaldot täydennetään aina maksimivarastotasolle.

$$\text{Maksimivarasto } M = D (R + L) + B, \quad (12)$$

Jossa:

M = Maksimivarasto

D = Menekki päivässä

R = Tilausväli aika, 7 päivää

L = Toimitusaika, 1 päivä

B = Varmuusvarasto

Materiaalia tilataan, kun varastosaldo on tarkasteluhetkellä alle maksimimäärän. Täydennys tapahtuu maksimivarastotasolle eli tilauserä muodostuu vähentämällä tilaushetken varastosaldo maksimimäärästä. Materiaalia tilataan kuitenkin aina tarjolla olevan pakkauskoon verran. Keskusvarasto ei suostu lähettämään pakkauskokoja pienempiä määriä. Käytännössä varastotaso nousee usein tilatessa reilusti maksimivarastotason yläpuolelle pakkauskoon takia. Täydennystilausta ei tämän takia usein tarvitse joka viikko tehdä.

Taulukossa 14 on esimerkki nimikkeitä tasaisen tilausvälimenetelmän materiaaleista. Taulukosta näkyy nimike, vuoden 2017 kulutusmäärä, yksikkö, ABC-XYZ-luokka,

varmuusvarasto B ja maksimivaraston määrä. AX+ luokan materiaalit ovat automaattitilaukseen soveltumattomia tuotteita, joten ne liitetty tilausvälimenetelmään.

Tuotenimi	Määrä	Yks	ABC-XYZ	B	Max viikko
Elektrodi Entropy Sensor, M1174413 (25 kpl / ras) 1 kpl	2100	kpl	AX+	5,75	52
Pesusykerö nro 6, 223256 (100 kpl / pss) 1 kpl	52600	kpl	AX+	144,11	1297
Leikkausmaski allergisten nauhat , 4230 (60 kpl /ras) 1 kpl	30460	kpl	AX+	83,45	751
Leikkauspäähine niskakuminauha Kosack lila, 621001 1 kpl	16200	kpl	AX+	44,38	399
Haavasidos Mepilex Border Flex 10x10 cm, 595300 (295300)	1080	kpl	AX+	2,96	27
Haavasidos Mepilex Border Post-Op 10x20 cm, 496400 (10/ras)	895	kpl	AX+	2,45	22
Anestesiaimuletku 2 m Mediman, 9394 (150 kpl / laat) 1 kpl	1687	kpl	AY	4,62	42
Siirtopatja Trasfer Sheet, 2102 (2x 30 / laat) 1 kpl	1680	kpl	AY	4,60	41
Nesteensiirtoletku infusomatpumppuun, 8701148SP 1 kpl	1600	kpl	AY	4,38	39
Imuletku 3,5 m steriili, 9313 (naaras-naaras) (70 kpl / ras) 1 kpl	1290	kpl	AY	3,53	32
Diatermiakärki veitsi teflon lyhyt 0012 (12/pak) 1 kpl	1020	kpl	AY	2,79	25
Leikkauskäsine 7,0 Biogel Eclipse indicator (25pr/ rasia) 1 pari	825	pari	AY	2,26	20
Ihonsulkuinstr. Proximate PXW35, (6 kpl/ras) 1 kpl	684	kpl	AY	1,87	17
Leikkauskäsine 6,0 Biogel Eclipse indicator (25 pr / rasia) 1 pa	675	pari	AY	1,85	17
Maadoituslaatta aikuisten, 9160F (40 pss / laat) 1 pussi	521	pussi	AY	1,43	13
Optiikan puhdistustyyny ster. LiNA Elfred CS-20A, (30/ras) 1 kpl	510	kpl	AY	1,40	13
Haavasidos Mepilex Border Post-Op 10x25 cm, 496450 (10 / r	505	kpl	AY	1,38	12
Leikkauskäsine 8,0 Biogel Eclipse indicator (25pr/ rasia) 1 pari	500	pari	AY	1,37	12
Suonikanyyli arteria, 682245 (25 kpl / ras) 1 kpl	500	kpl	AY	1,37	12
Larynx maski i-gel 4, 8204 (25 kpl / ras) 1 kpl	426	kpl	AY	1,17	11
Trookaarisetti 12mmx100 mm CTF73 (6 kpl/laat.) 1 kpl	378	kpl	AY	1,04	9

Taulukko 14. Esimerkki materiaaleja viikon tarkastelujakson tilausvälimenetelmän materiaaleista.

8.6.5. Tilausväli AZ-, BZ- ja CZ- materiaalit

AZ-, BZ- ja CZ- luokkien materiaaleja tilataan myös maksimivarastokaavan mukaan. Tarkasteluvälinä on nyt kuukausi. Alla olevasta taulukosta 15 näkyy kuukauden maksimivarastotasot osalle AZ-luokan materiaaleista. Nimikkeet ovat eniten kuluvia AZ-luokan materiaaleja. Varmuusvarastoja luokille ei aseteta, koska laskelmallinen varmuusvarasto olisi alle 1.

Tuotenimi	Määrä	Yks	ABC-XYZ	Max kk
Spinaalineula SP 27Gx90 mm, Pajunk 12125127A (25 kpl/ras)	325	kpl	AZ	27,83
Troakaarihylsy 12 mmx100 mm, CTS22 (12 kpl/laat) 1 kpl	228	kpl	AZ	19,52
Haavakoukku terävä LN-SH-110 (5 paria / laat) 1 pari	175	pari	AZ	14,99
Sahanterä kertakäyttö, KM325R 1 kpl	150	kpl	AZ	12,85
Diatermiakärki, E1465 (50 kpl / laat) 1 kpl	150	kpl	AZ	12,85
Larynx maski i-gel 5, 8205 (25 kpl / ras) 1 kpl	149	kpl	AZ	12,76
Troakaarisetti 5 mmx100mm Kii CTF03 (6 kpl/laat) 1 kpl	120	kpl	AZ	10,28
Artroskopiapumpun potilasletku, AR-6425 (20 kpl / ras) 1 kpl	80	kpl	AZ	6,85
Endopath plunt 5 mm BTD05 (12 kpl / laatikko) 1 kpl	72	kpl	AZ	6,17
Sahanterä akkusaha Precision Blade, 6625127105 1 kpl	70	kpl	AZ	5,99
Suolensulkusäkasetti, GIA8038L (6/ laat) 1 kpl	60	kpl	AZ	5,14
Troakaarisetti 5mmx100mm CFF03 (6 kpl/laat) 1 kpl	60	kpl	AZ	5,14
Uterusmanipulaattori kk UM900 9cm 1 kpl	50	kpl	AZ	4,28
Peittelyliina vahvistettu steriili (2-tas. pöytä) 418-HDE-S 1 kpl	50	kpl	AZ	4,28
Neula fasciasulku 10165 (10kpl/laat) 1 kpl	50	kpl	AZ	4,28
Savunpoistajan käsikahva diaterm., SHK-VS-C (10 kpl /ras) 1	50	kpl	AZ	4,28

Taulukko 15. Esimerkki materiaaleja kuukauden tilausvälimenetelmän materiaaleista.

Kaikki edellä mainitut varmuusvarastot, tilauspisteet, tilausmäärät ja maksimivarastot ovat ohjearvoja kyseisille tekijöille. Tilauspisteet, varmuusvarastot ja tilausmäärät voidaan asettaa tutkimuksen osoittamalla tavalla, mutta niiden riittävyttä tulee seurata vielä käytännössä.

Edellä nähdyissä taulukoista näkyy vain osa luokkien materiaaleista. Yhteensä materiaaleja on 1007 nimikettä. Luokat tulee varastoinnissa erotella tilaustavan mukaan. Vaihtoehtona on värikoodien asettaminen hyllynreunaan. Esimerkiksi vihreän koodin omaavien tuotteiden saldot tarkistetaan viikon mukaan.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää toimintatapoja materiaalihallinnan työllistävyyden vähentämiseen, varastotasojen asettamiseen ja tilaustoiminnan standardisointiin. Tutkimuksen edetessä tavoite tiivistyi materiaalien luokitteluun ja luokkiin perustuvien varaston ohjausstrategioiden luomiseen. Tutkimuksessa esitellyt luokittelut, varastonohjausstrategiat ja tilausmäärälaskelmat auttavat standardoimaan materiaalihallintaa ja sitä kautta vähentämään fyysisten tilausten tekemisen määrää huomattavasti. Varastotason laskeminen vähentää passiivivaraston määrää, jolloin kokonaisvaraston määrä vähenee. Varaston väheneminen selkeyttää fyysisiä varastoja.

Materiaalihallintaa tulee kiinnittää huomiota sairaaloissa. Leikkausosaston vuosittainen yli miljoonan euron kulutus aiheuttaa jo merkittäviä kustannuksia. Leikkausosasto Keski-Pohjanmaan keskussairaalassa on suurin materiaalin kuluttaja, mutta myös muut osastot kuluttavat materiaaleja. Puhutaan miljoonien eurojen kulutuksesta koko sairaalassa, vaikka kyseinen sairaala on pienen kokoluokan keskussairaala. Useissa sairaaloissa Suomessa materiaalihallintaa on kehitetty nykyaikaisemmaksi ja tämän tutkimuksen tilauksen taustalla oli ajatus Keski-Pohjanmaan keskussairaalan materiaalihallinnan kehittämistä lähemmäs muiden tasoja. Materiaalihallintaa lähdettiin kehittämään leikkausosastolla ja tavoitteena on toimenpiteiden siirtäminen jatkossa myös muille osastoille.

Materiaalihallinnan nykytaso oli varsin huono. Varastointi perustui henkilökunnan työkokemukseen. Vuosia töissä olleet välinehuoltajat ja logistiikkakoordinaattorit tiesivät suurin piirtein materiaalien menekin ja täydensivät kokemukseensa perustuen. Materiaalien paljouteen ja vastuuseen verrattuna työ oli tehty varsin hyvin. Toiminta kuitenkin vaati paljon työaikaa henkilökunnalta. Tilaustarvetta arvioitiin jatkuvasti ja tilauksia tehtiin lähes päivittäin uusia puutteita ilmetessä. Täydennyksiä tuli myös siis päivittäin ja niitä purettiin varastoon. Jatkuvasta tilaustarpeen arvioinnista ja tilaamisesta riippumatta puutteita materiaaleissa ilmeni. Näitä puutteita paikattiin erillisillä toimituksilla tai hakemisilla keskusvarastolta. Kaikki ylimääräinen toiminta lisäsi työtaakkaa merkittävästi.

Materiaalihallintaa lähdettiin kehittämään tutkimalla potilasprosesseja. Prosesseja kartoittamalla pystyttiin tunnistamaan kehityskohteita toiminnasta. Nopeasti tuli kuitenkin ilmi, että materiaalihallintaa ei ole linkitetty juurikaan potilasprosesseihin. Materiaalihallinnan tavoitteena oli ylläpitää jatkuvasti määrittämätön määrä materiaalia saatavilla, jotta leikkaukset saadaan tehtyä. Nimikkeiden määrä on yli 1000 ja ilmeni kysymys, mitä materiaaleja osastolla oikeasti käytetään ja kuinka paljon.

Materiaaleja analysoitiin Pareton periaatteella ja huomattiin, että vain pieni osa tuotteista aiheuttaa suurimmat kustannukset, menekin tai tilaukset. Tarkemman tiedon saamiseksi materiaalit luokiteltiin ABC-analyysin mukaan. ABC-analyysistä jatkettiin vielä ABC-XYZ –analyysiin, joka luokittelee materiaalit arvon ja tilauskertojen mukaan. Analyysi antoi tiedon siitä, mitä tuotteita tilataan paljon ja mitkä tuotteet aiheuttavat paljon kustannuksia. ABC-XYZ-analyysin luokille päätettiin varastonohjausstrategiat. Eniten tilatut ja kalleimmat materiaalit asetetaan tilauspistemenetelmän mukaisesti automaattitilauksen piiriin ja loput tasaisen tilausvälimenetelmän mukaan viikoittaiseen tai kuukausittaiseen tarkastelujaksoon. Viikoittaisen tilausvälin tilaustarve tarkistetaan keskiviikkoisin ja kuukausittaisen tilausvälin tilaustarve jokaisen kuukauden ensimmäisen keskiviikkotilauksen yhteydessä.

Varastonohjausstrategioilla saadaan standardoitua aiempaa tilaustyöskentelyä. AX- ja BX-luokan materiaalit aiheuttivat 46 % kaikista tilauksista ja niiden asettaminen automaattisen tilaukseen tulee teoriassa jatkossa vähentämään fyysistä tilaustyöskentelyä jopa 46 %. Viikoittain tilattavia CX-, AY-, BY- ja CY-luokkien materiaaleja ei tarvitse enää päivittäin tarkistaa. Vähän käytetyt AZ-, BZ- ja CZ-luokat sisältävät lähes puolet kaikista materiaaleista. Ohjausstrategian mukaan näiden materiaalien tilaustarvetta tarkastellaan kuukausittain, jolloin niiden jatkuva tarkastaminen myös loppuu.

Ohjausstrategian luomisella ja standardoinnilla poistetaan myös turhia toimenpiteitä kuten päällekkäisiä tilaustarpeen tarkistamisia informaation puutteen takia. Henkilökunnan haastatteluissa tuli ilmi, että tilaustarvetta on saatettu arvioida useaan

kertaan saman päivän aikana, koska ei ole tiedetty, että tilaustarve on jo esim. aamuvuorossa tarkistettu.

Ohjausstrategian lisäksi materiaaleille asetetaan keskimääräistä menekkiä vastaavat varastotasot sekä varmuusvarastot. Automaattitilaus tekee tilauksen tilauspisteeseen perustuen ja tilaa keskimääräisen viikkomenekin verran materiaalia. Tilausvälimenetelmän materiaalit jäävät vielä henkilökunnan tilattavaksi. Tilausvälimenetelmän materiaaleille on laskettu maksimivarastotasot, joille materiaali tilauksessa täydennetään. Tämä toiminta poistaa henkilökunnan kokemukseen perustuvat tilauksen, joka on saattanut olla usein liian suuri tai pieni. Lisäksi eri työntekijöillä on ollut eri mielipide kuinka paljon kutakin tuotetta tulisi varastoida. Standardoidut maksimivarastot yhtenäistävät toimintaa. Varmuusvarastot asetettiin turvaamaan toimintaa toimitusajan kysynnän vaihtelulta. Varmuusvarastot muodostettiin lopulta toimitusajan keskimääräiseen kulutukseen perustuen sen yksinkertaisuuden vuoksi. Vähän käytettäville materiaaleille AZ-, BZ- ja CZ-luokissa varmuusvarastoja ei muodostettu ollenkaan. Muille luokille varmuusvarastoksi muodostettiin vuorokauden keskimääräinen menekki.

Materiaalien luokittelu ja ohjausstrategioiden luomien on laajennettavissa muillekin sairaalan osastolle. Toimintaa voidaan hyödyntää myös jopa muissa sairaaloissa. Haastatteluiden perusteella Keski-Pohjanmaan keskussairaalan muillakin osastoilla materiaalihallinnassa on ollut samanlaisia haasteita. Muiden osastojen toiminta poikkeaa materiaalien vähäisempänä kulutuksena. Lisäksi tilaajana on logistiikkatyöntekijä.

9.1. Pohdinta

Teoria osuutta pystyttiin hyödyntämään tutkimuksessa varsin hyvin. ABC-analyysi ja sen muunnelmat sopivat tutkimuksen empiiriseen osuuteen mainiosti. Esiteltyjä kaavoja ei kuitenkaan pysytty parhaalla mahdollisella tavalla hyödyntämään. Useat kaavat vaativat hyvin tarkkaa dataa taustoista. Tämän tutkimuksen laajasta aineistosta huolimatta kaikkia kaavoja ei pystytty hyödyntämään. Varmuusvarastokaavan laskemiseen vaadittua

keskihajontaa ei pystytty tarkasti laskemaan, eikä varaston kiertoon vaadittavaa keskimääräistä varaston arvoa ollut saatavilla.

Tutkimuksessa suositeltavien varastonohjausstrategioiden lisäksi tarjolla olisi paljon muita vaihtoehtoja lisäksi. Vähän tilattavien ja pieni arvoisten materiaalien CZ-luokan kohdalla voitaisiin arvioida esim. VMI –menetelmän käyttöönottoa. Menetelmässä varastotasojen valvominen on toimittajan vastuulla ja tilausten tekeminen osaston päässä loppuisi kokonaan. VMI-malli sopisi myös muille pieni arvoisille ja vähän tilattaville luokille. Esim. Vaasan keskussairaalassa VMI-menetelmä on joissakin varastoissa käytössä. Ohjausstrategioissa voitaisiin hyödyntää myös kaksilaatikkomallia vakiotavaroiden kohdalla.

Tässä tutkimuksessa on käsitelty materiaalihallintaa leikkausmateriaalien kohdalla, mutta luokittelu sopisi myös lääkevarastoinnin kehittämiseen. Lääkevarastointi ja sen hallinta ovat iso osa sairaalan materiaalihallintaa. Keskussairaalan sairaala-apteekki lähettää vuosittain tuhansia lääketoimituksia, joka tarkoittaa, että myös tilauksia ja tilaustarpeen arvioimisia taustalla on tapahtunut. Lääkevarastointi on sairaanhoitajien vastuulla, joilla harvemmin on osaamista logistiikan kehittämisestä. Lääkevarastoinnissa voisi olla mahdollisuuksia kehitystoimille.

Tutkimusta aloitettaessa tavoitteena oli päästä testaamaan tilauspistetoimintaa ja automaattitilausmenetelmää käytännössä, mutta järjestelmän hankintaan kului reilusti arvioitua enemmän aikaa. Keskussairaala teki hankintapäätöksen uuden varastohallintajärjestelmän hankinnasta 2017 ja järjestelmän sisään ajaminen aloitettiin, mutta järjestelmää ei saatu tuotantoympäristöön ajoissa. Tämä tutkimus onkin tulevaisuuden ohjenuorana keskussairaalalle, kun varastohallintajärjestelmää päästään käyttämään.

9.2. Yhteenveto

Tutkimus käsittelee Keski-Pohjanmaan keskussairaalan anestesia- ja leikkausosaston materiaalihallintaa. Leikkausosastolla havaittuihin varastoinnin ongelmiin haluttiin saada ratkaisu. Ongelmana oli materiaalihallinnan työllistävyys, puutteet ja tilaustoiminta. Tavoitteena oli löytää toimintatapoja työllistävyuden vähentämiseen, puutteiden vähenemiseen ja tilaustoiminnan standardisointiin.

Tutkimuksen tutkimusongelma oli materiaalihallinnan kehittäminen varastoinnin ja tilaamisen osalta uusia toimintatapoja löytämällä. Uusia leikkausosaston toimintaan sopivia toimintatapoja etsittiin materiaalihallinnan teorioista. Pääteoriaksi muodostui materiaalien luokittelu ABC-analyysin mukaan ja luokkiin perustuvat varastonohjausstrategiat. ABC-analyysi on yleinen työkalu materiaalihallinnan kehittämisessä. Analyysillä saadaan selvitettyä materiaalien eroavaisuuksia.

Leikkausosaston materiaalit luokiteltiin ensin pääpiirteisesti Pareto periaatteella, josta luokittelua jatkettiin ABC-analyysiin. ABC-analyysissä materiaalit luokitellaan 3-5 luokkaan arvon, kulutuksen tai muun halutun tekijän mukaan. ABC-analyysia laajennettiin vielä ABC-XYZ-analyysiin, joka luokittelee materiaalit kahden tekijän mukaan. Tässä tutkimuksessa luokittelu tapahtui materiaalien arvon ja tilauskertojen eli työllistävyuden mukaan. Käytettäviä materiaaleja osastolla on yli 1000. Näistä materiaaleista vain pieni osa aiheutti suurimman arvon ja eniten tilauksia.

Luokittelu antoi hyvän pohjan varastonohjausstrategioiden muodostamiseen. Luokille asetettiin eri tilaustavat niiden ABC-XYZ-analyysin arvoon ja työllistävyteen perustuen. Eniten tilatut ja kalleimmat materiaalit asetetaan tilauspistemenetelmään perustuvan automaattitilauksen piiriin. Muut materiaalit tilataan tilausvälimenetelmällä, jossa tilaustarve tarkastetaan määritellyn aikavälin välein esim. viikoittain.

Varastonohjausstrategiat standardisoivat tilaustyöskentelyä. Selkeät ja yhtenäiset ohjeet tilauksesta vastuussa oleville vähentävät päällekkäistä työtä ja jatkuvaa tilaustarpeen arviointia. Automaattitilaukseen asetettavat materiaalit vähentävät fyysistä tilaustyötä

jopa 46 %. Materiaaleille asetettiin myös keskimääräiseen kulutukseen perustuvat tilausmäärät. Tilausmäärien asettaminen poistaa tilaamisen henkilökohtaiseen kokemuksen perustuen. Tilaaminen ei enää vaadi vuosien työkokemusta.

Tutkielman tavoitteet täyttyivät, koska uusia menetelmä materiaalihallintaa löytyi. Uudet menetelmät standardisoivat työskentelyä, jolloin työmäärä vähenee. Varastotasojen asettaminen vähentää passiivivarastojen muodostumista, jolloin kokonaisvaraston määrä vähenee. Myös puutteiden määrä tulee vähenemään.

Tutkimus on toistettavissa ja menetelmää voidaan hyödyntää muissa organisaatioissa materiaalihallinnan kehittämiseen. ABC-analyysin pystyy tekemään tuntematta materiaaleja kummemmin. Haasteena ABC-analyysin tekemisessä on tarvittavan datan saaminen. Data kulutuksesta ja arvosta kuitenkin usein on tarjolla. Nykyajan varaston hallintajärjestelmät pystyvät muodostamaan ABC-analyysin nappia painamalla. Tarvittavaa järjestelmää ei kuitenkaan usein ole käytössä. Varastonohjausstrategioiden luominen perustuu organisaation havaittuun nykytilanteeseen. Nykytilanteen arvioimiseen vaikuttaa aina tutkijan subjektiivisuus, jolloin tilanne voi olla tulkittavissa eri tavoin. Tutkimus kohteena olevan organisaation nykytilanne ja tavoitteet vaikuttavat lopulta päätettäviin ohjausstrategioihin.

10 LÄHDELUETTELO

- Akin menetelmä blogi. *Korrelaatio*. (Viitattu 16.2.2018) Saatavissa: <https://tilastoapu.wordpress.com/tag/korrelaation-merkitsevyys/>
- Caniëls, Marjolein C.J. & Cees J. Gelderman 2005. *Purchasing strategies in the Kraljic matrix – A power and dependence perspective*. Journal of Purchasing & Supply Management. Vol. 11, s. 141-155.
- Chapman, Stephen N., J. R. Tony, Arnold, Ann K. Gatewood & Lloyd M., Clive (2017). *Introduction to Materials Management*. 8. painos. Harlow: Pearson Education Limited.
- Daugherty, Patricia J., Myers, Matthew B. & Autry, Chad W. (1999). *Automatic replenishment programs: An empirical examination*. Journal of Business Logistics. Vol 20(2) s. 63-82.
- Gelderman, Cees J. & Janjaap Semeijn 2006. *Managing the global supply base through purchasing portfolio management*. Journal of Purchasing & Supply management. Vol 12, s 209-217.
- Handanhal, Ravinder & Misra, Ram. B (2014). *ABC Analysis for Inventory Management: Bridging the Gap between Research and Classroom*. American Journal of Business Education. Vol. 7(3), s. 257-264.
- Haverila, Matti J., Erkki, Uusi-Rauva, Ilkka, Kouri & Asko Miettinen (2009). *Teollisuustalous*. 6. painos. Tampere: Infacts Johtamistekniikka Oy.
- Hirsijärvi, Sirkka, Pirkko, Remes & Paula Sajavaara (2007). *Tutki ja kirjoita*. 13., osin uudistettu painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

- Jacobs, F. Robert & Richard B., Chase (2017). *Operations and Supply Chain Management: The Core*. 4. painos. New York: McGraw-Hill Education.
- Liu, Jiapeng; Xiuwu, Liao; Wenhong, Zhao & Na, Yang (2016). *A Classification approach based on the outranking model for multiple criteria ABC analysis*. Omega. Vol. 61, s. 19-34.
- Logistiikan maailma. *Varastonohjaus*. (Viitattu 31.1.2018) Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>.
- Kraljic, Peter (1983). *Purchasing must become supply management*. Harvard Business Review. Vol. 61, s. 109-117.
- Keski-Pohjanmaan keskussairaala. (Viitattu 15.3.2018) *Materiaalililasto 2017*.
- Sakki, Jouni (2014). *Tilaus-toimitusketjun hallinta: Digitalisoitumisen haasteet*. 8. painos (e-kirja). Vantaa: Jouni Sakki Oy.
- Sakki, Jouni (2009). *Tilaustoimitusketjun hallinta: B2B – Vähemmällä enemmän*. 7. Painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy.
- Sakki, Jouni (1998). *Logistinen prosessi*. 3. painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.
- Sanders, Nasa (2014). *Operations management defined*. (Viitattu 19.3.2018). Saatavissa: <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2167438&seqNum=7>
- Stock, James R. & Douglas M., Lambert (2001). *Strategic logistics management*. 4. painos. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Treble, Timothy M., Hansi, Navyuot, Hydes, Theresa, Smith, Melissa A. & Baker, Marc (2010). *Practice pointer: Process mapping the patient journey: An introduction*. BMJ (online). Vol. 341(7769) s. 394-397.

Waters, Donald (2009). *Supply Chain Management: An Introduction to Logistics*. 2. painos. Hampshire: Palgrave Macmillan.

White, Gareth R.T. & Svetlana Cicmil, (2016). *Knowledge acquisition through process mapping: Factors affecting the performance of work-based activity*. International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 65(3), s.302-323.

Yin, Zhe & Shihua, Ma (2015). *Incentives to improve the service level in a random yield supply chain: The role of bonus contracts*. European Journal of Operational Research. Vol. 244(3), s. 778-791.