



Niilo Mantila

# Varaosien luokittelu ja varastointi osana yrityksen jälkimarkkinaliike- toimintaa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

04.03.2024

## Tiivistelmä

Tekijä:	Niilo Mantila
Otsikko:	Varaosien luokittelu ja varastointi osana yrityksen jälkimarkkina- liiketoimintaa
Sivumäärä:	32 sivua + 1 liitettä
Aika:	04.03.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine:	Koneautomaatio
Ohjaajat:	lehtori, Timo Junell Customer Service Manager Janne Juvonen, ABB Marine Oy

---

Opinnäytetyössä keskityttiin varaosien merkitykseen teollisuuden jälkimarkkinoilla ja niiden vaikutukseen yritysten liiketoimintaan. Maailmanlaajuinen kilpailu ja jatkuva teknologinen kehitys edellyttävät yrityksiltä uusia ratkaisuja vastatakseen kasvaviin asiakastarpeisiin, erityisesti teollisuuden alalla. Tässä kontekstissa varaosat ovat elintärkeitä liiketoiminnan kilpailukyvyn kannalta, mutta niiden hallintaan liittyy monia haasteita, kuten pitkät toimitusajat, vasteajat ja oikeanlainen varastointi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli syventyä varaosien luokitteluun, reagointiaikojen lyhentämiseen asiakkaalle, sekä pitkien toimitusaikojen hallintaan, mikä kaikki tukee asiakastytyväisyyden parantamista ja turhien kulujen minimointia. Aineiston keruussa hyödynnettiin yrityksen sisäisiä tietokantoja ja tilausjärjestelmiä. Työssä käytettiin ABC- ja FSN-menetelmiä varastoinnin merkityksen selvittämiseen sekä EOQ-mallia optimaalisten eräkoon määrittämiseen tilauksille. Näitä malleja hyödyntämällä kriittiset ja pitkien toimitusaikojen varaosat tunnistettiin.

Työn tuloksena havaittiin, että nykyinen varastotilanne on optimaalinen eikä uusia varastoitavia komponentteja tarvita. Tämä ymmärrys varastoinnin tarpeista ja optimaalisesta hallinnasta voi merkittävästi parantaa yritysten kilpailukykyä ja kannattavuutta jälkimarkkinoilla.

Avainsanat: Varaosa, Luokittelu, Varastointi, Jälkimarkkina

## Abstract

Author: Niilo Mantila  
Title: Classification and Storage of Spare Parts as Part of a Company's Aftermarket Business  
Number of Pages: 32 pages + 1 appendices  
Date: 4 March 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Mechanical Engineering  
Professional Major: Machine Automation  
Supervisors: Timo Junell, Senior Lecturer  
Janne Juvonen, Customer Service Manager, ABB Marine Oy

---

The thesis focused on the significance of spare parts in the industrial aftermarket and their impact on companies' business operations. Global competition and continuous technological advancements demand new solutions from companies to meet growing customer needs, particularly in the industrial sector. In this context, spare parts are crucial for the continuity of business operations, but their management presents various challenges, such as long lead times, response times, and proper storage.

The thesis aimed to delve into spare parts classification, reducing response times to meet customer needs, and managing long lead times, all of which contribute to improving customer satisfaction and minimizing unnecessary costs. Data collection utilized internal databases and ordering systems of the company. The study employed ABC and FSN methods to determine the significance of inventory and the Economic Order Quantity (EOQ) model to determine optimal batch sizes for orders. By using these models, critical spare parts and those with long lead times were identified.

As a result of the study, it was observed that the current inventory situation is optimal, and there is no need for additional stocked components. This understanding of inventory needs, and optimal management can significantly enhance companies' competitiveness and profitability in the aftermarket.

Keywords: Spare Part, Classification, Storage, Aftermarket

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoitteet ja rajaukset	2
1.3	Työn toteutus	2
2	Varaosat ja niiden merkitys	3
2.1	Varaosien luokittelu ja varastoinnin merkitys	3
2.2	ABC-menetelmä	5
2.3	VED-menetelmä	7
2.4	FSN-menetelmä	9
2.5	Varaosien hallinta	10
2.6	Varaston hallinta ja optimaalinen eräkkö EOQ	11
2.7	MRP-järjestelmä	15
3	Varastointidatan analyysi	16
3.1	Varaosien tarjonnan analyysi	16
3.2	Toimitusaika ja tarjonta	22
3.3	Varastointitarve	23
3.4	Varastointi	24
3.5	Hätävarastot	25
4	Tulokset ja johtopäätelmät	26
4.1	Työn tuloksista	26
4.2	Työn johtopäätökset ja arviointi	27
4.3	Mahdolliset jatkotutkimusaiheet	27
5	Yhteenveto	28
	Lähteet	32

## Liitteet

## Liite 1: Analyysidata

## Lyhenteet

MRP: *Material Requirements Planning*. Automaattinen varastonhallinnan järjestelmä

EOQ: *Economic Order Quantity*. Taloudellinen tilausmäärä.

ABC: Varastonhallinnan menetelmä.

VED: Varastonhallinnan menetelmä.

FSN: Varastonhallinnan menetelmä.

ERP: *Enterprise Resource Planning*. Yrityksen liiketoimintaprosessien hallitajärjestelmä.

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Maailmanlaajuinen kilpailu ja jatkuva teknologinen kehitys ovat pakottaneet yritykset etsimään uusia tapoja vastata kasvaviin asiakastarpeisiin. Erityisesti teollisuuden alalla palveluiden kysyntä voi ilmetä monin eri tavoin, kuten asennusvaiheen haasteista äkillisiin järjestelmähäiriöihin käytön aikana. Tämän vuoksi monet valmistusyritykset tarjoavat laajan valikoiman jälkimarkkinapalveluita, kuten asennusta, koulutusta, ylläpitoa, korjausta ja varaosia. On huomioitava, että nämä palvelut voivat olla erittäin kannattavia ja jopa ylittää varsinaisen ydinliiketoiminnan tuotot joissakin tapauksissa. (Bacchetti ym. 2010: 5–33.)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään erityisesti varaosien merkitykseen jälkimarkkinoilla ja niiden vaikutukseen yritysten liiketoiminnassa. Varaosien merkitys kohdeyrityksille on korostunut, sillä ne ovat välttämättömiä jatkuvan toiminnan kannalta ja auttavat vähentämään odottamattomia seisokkeja. Keskeisiä haasteita, joihin työ pyrkii antamaan ratkaisuja, on vasteajan-, pitkien toimitusaikojen- ja niiden vaatiman varastoinnin hallinta. Jälkimarkkinoiden kasvava kysyntä asettaa paineita tehokkaalle varastoinnille ja toimitusketjuille. Varaosien luokittelun ja varastointi tarpeen kartoittamiseen keskittyvän työn tavoitteena on tuoda esille varaosien merkitys tuotannollisen yrityksen tuottavuuteen, sekä varastoinnin oikeanlaisen hallinnan kannattavuus. Tarkastellaan, miten oikein suunniteltu varastointi voi vaikuttaa positiivisesti yrityksen tulokseen ja vasteaikaan asiakkaalle. Tällaisella lähestymistavalla voidaan merkittävästi tukea yritystä säilyttämään kilpailukykyä muuttuvassa liiketoimintaympäristössä, sekä kasvavassa jälkimarkkinakilpailussa. (Bacchetti ym. 2010: 5–33.)

## 1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön tavoite on määrittää kohdeyrityksen myytävien laitekokonaisuuksien varaosat, niiden kriittisyys laitteelle sekä ne varaosat, joiden toimitusaika on pitkä. Tavoitteella pyritään kategorisoimaan varaosat ja siten lyhentämään reaktioaikaa asiakkaan tarpeeseen, parantamaan pitkien toimitusaikojen ketjua ja lisäämään asiakastytyvyyttä.

Selkeällä varastoitavien varaosien selvittämisellä pyritään myös vähentämään turhia varastointikuluja. Opinnäytetyön on pyrkimys tuoda esille varaosien merkitystä ja niiden hallinnan haasteita jälkimarkkinoilla. Tämä kattaa erityisesti varaosien kysynnän, vasteajan ja varastoinnin tarpeen analyysin.

Opinnäytetyö rajoittuu tarkastelemaan yrityksen tiettyjen järjestelmäkokonaisuuksien ja tuotteiden varaosia. Työssä käsiteltävä data on kerätty asiakkaista, joille on lähetetty varaosien suositus ostettavista varaosista viimeisen kahden vuoden aikana. Tarkasteltavia varaosia analysoidaan niiden toimitusaikojen, tarjottujen määrien ja varastotilanteen näkökulmasta.

## 1.3 Työn toteutus

Opinnäytetyön aineiston keruu toteutettiin keräämällä vaiheittain materiaalia asiakkaille tarjotuista nimikkeistä kuluneen kahden vuoden ajalta. Tiedot opinnäytetyön käyttöön saatiin yrityksen sisäisistä tietokannoista sekä asiakasdokumenteista. Tämän materiaalin rinnalle, työhön käytettiin tilaus- ja toimitusjärjestelmästä saatua informaatiota nimikkeiden toimitusajoista. Varastohallinnan järjestelmästä päästiin syventymään varastointikaavioihin, joita tarkasteltiin nimiketasolla. Opinnäytetyössä hyödynnetään varastointijärjestelmän tietoja nimikkeiden varastoinnista, riippumatta onko kohde sijoitettu globaalisti, yrityksen omiin tiloihin tai ulkopuolisen toimittajan järjestämiin varastointiin.

Laajan otannan ansiosta pystyttiin keräämään paljon aineistoa, jota käsittelemällä ryhmiteltiin varaosat tuoteperheittäin. Tämä antoi mahdollisuuden



tarkastella tuotteille myytäviä varaosia niiden kriittisyyden ja kappalemäärän kannalta. Tarkastelun perusteella kartoitettiin tuotteiden varaosien tarpeita ja muodostettiin kuvaa varastointitarpeesta. Aineiston analysointivaiheessa keskityttiin erityisesti nimikkeisiin, joita tarjottiin paljon ja joilla oli pitkät toimitusajat. Analysoinnissa hyödynnettiin kahta erityyppistä analysointimallia datan jäsentelyssä.

## 2 Varaosat ja niiden merkitys

Varaosien ja niiden optimaalisen varastoinnin merkitys yritystoiminnalle on kiistaton. Varaosalogistiikka on olennainen osa monien yritysten toimintaa, erityisesti teollisuuden ja tuotannon alalla. Yllättävät viat, suunnitellut huoltotoimenpiteet ja järjestelmien ylläpito vaativat tehokasta ja järjestelmällistä varaosien hallintaa. Vääränlainen varastonhallinta voi johtaa tarpeettomiin kustannuksiin tai pahimmillaan tuotantokatkoksiin, mikä vaikuttaa suoraan yrityksen toimintaan ja kannattavuuteen. (Järviö 2006: 47–48.)

Tehokas varastonhallinta edellyttää myös optimaalisen eräkoon määrittämistä tilauksille, joka minimoi tilauskustannukset, varastointikustannukset ja ehkäisee määrällisesti vääränlaisia varastoja. Yli- ja alivarastointi vaikuttaa merkittävästi yrityksen kannattavuuteen lisäämällä kustannuksia, lisäämällä riskejä ja vähentämällä asiakastytyvyyttä. (Järviö 2006: 47–48.)

### 2.1 Varaosien luokittelu ja varastoinnin merkitys

Varaosat käsittävät laajan valikoiman osia ja komponentteja, jotka ovat välttämättömiä koneiden, laitteiden ja järjestelmien toiminnan ylläpitämisessä ja korjaamisessa. ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisen, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kone tilassa, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinkaaren aikana” (Järviö 2006: 47). Varaosien kysyntä ja tarve vaihtelevat suuresti eri aikoina ja tilanteissa. Yllättävien vikojen korjaamisessa tarvitaan välitöntä saataavuutta varaosille, kun taas suunnitellut huoltotoimenpiteet edellyttävät

ennakoivaa varaosien hankintaa. Tämä tekee varaosien varastoinnista ja hallinnasta haasteellista, sillä virheellinen varastonhallinta voi johtaa joko yli- tai alivarastointiin, sekä huonoon saatavuuteen. (Bacchetti ym. 2010: 5–33.)

Varastoinnilla on keskeinen rooli varaosien saatavuuden ja toimitusaikojen kannalta. Yksi tapa parantaa varaosien saatavuutta ja vastata kasvavaan kysyntään on luokitella varaosat ja määrittää, mitkä niistä tulisi varastoida. Tämä lähestymistapa voi auttaa parantamaan palvelun tasoa ja vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin tehokkaammin. On huomattu, että asiakkaat arvostavat enemmän varaosien saatavuutta ja nopeita toimitusaikoja kuin pelkästään hintaa, erityisesti kiireellisissä tilanteissa. Lyhyet toimitusajat ja nopea vasteaika ovat myös avainasemassa vahvempien asiakassuhteiden rakentamisessa. (Tikkala 2016: 40–51.)

Varaosia voidaan luokitella monin eri tavoin. Yksi yleinen lähestymistapa on jakaa ne korjattaviin ja korjaamattomiin osiin. Korjattavat osat ovat niitä, jotka voidaan huoltaa tai korjata, kuten vaihdettavat komponentit tai laitteet, esimerkiksi moottorit, pumput ja venttiilit. Toisaalta korjaamattomat osat ovat niitä, jotka on vaihdettava kokonaan uusiin vikatilanteessa, kuten tietyt elektroniset komponentit tai kuluvat osat, esimerkiksi tiivisteet tai hihnat. (Tikkala 2016: 40–51.)

Toinen tapa luokitella varaosia on niiden merkityksen perusteella järjestelmän toiminnalle. Kriittiset osat ovat niitä, joiden puuttuminen voi aiheuttaa merkittäviä järjestelmähäiriöitä tai jopa täydellisen hajoamisen. Vähemmän kriittiset osat voivat vaikuttaa järjestelmän tehokkuuteen, mutta niiden puuttuminen ei yleensä aiheuta yhtä radikaaleja vaikutuksia. (Bacchetti ym. 2010: 5–33.)

Varastointitarve vaihtelee osien elinkaaren ja käytön mukaan. Joitakin osia tarvitaan säännöllisesti tai suurina määriä, kun taas toisia tarvitaan harvemmin. Lisäksi osien varastointitarve voi vaihdella tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. Esimerkiksi tuotannon alkuvaiheessa saatetaan tarvita enemmän varaosia käyttöönoton aikana ilmenevien ongelmien korjaamiseen, kun taas myöhemmin elinkaaren aikana varaosien tarve saattaa vähentyä. (Tikkala 2016: 40–51.)

Tämänlainen monimutkaisen luokittelun ja tarpeen ymmärtäminen on avainasemassa tehokkaan varaosien hallinnan kannalta. Oikea-aikainen saatavuus oikeanlaisissa varaosissa auttaa yrityksiä välttämään tuotantokatkoja ja lisäämään toiminnan tehokkuutta ja kannattavuutta. Varaosien luokittelu ja varastointitarpeen ymmärtäminen auttavat yrityksiä tekemään parempia päätöksiä varastonhallinnassaan ja varmistamaan, että ne ovat valmiita vastaamaan asiakkaan tarpeisiin. (Tikkala 2016: 40–51.)

## 2.2 ABC-menetelmä

ABC-analyysi on tehokas menetelmä varastonhallinnassa ja toimitusketjun optimoinnissa. Menetelmä luokittelee tavarat niiden tärkeyden ja arvon perusteella yritykselle. Kolme pääryhmää, A-luokka, B-luokka ja C-luokka, auttavat priorisoimaan varastoon liittyviä toimenpiteitä. ABC-luokkien osuus määräytyy niiden arvon ja kriittisyyden perusteella, kuten kuvissa 1 ja 2 on esitetty. (Sakki 2009: 90–98.)

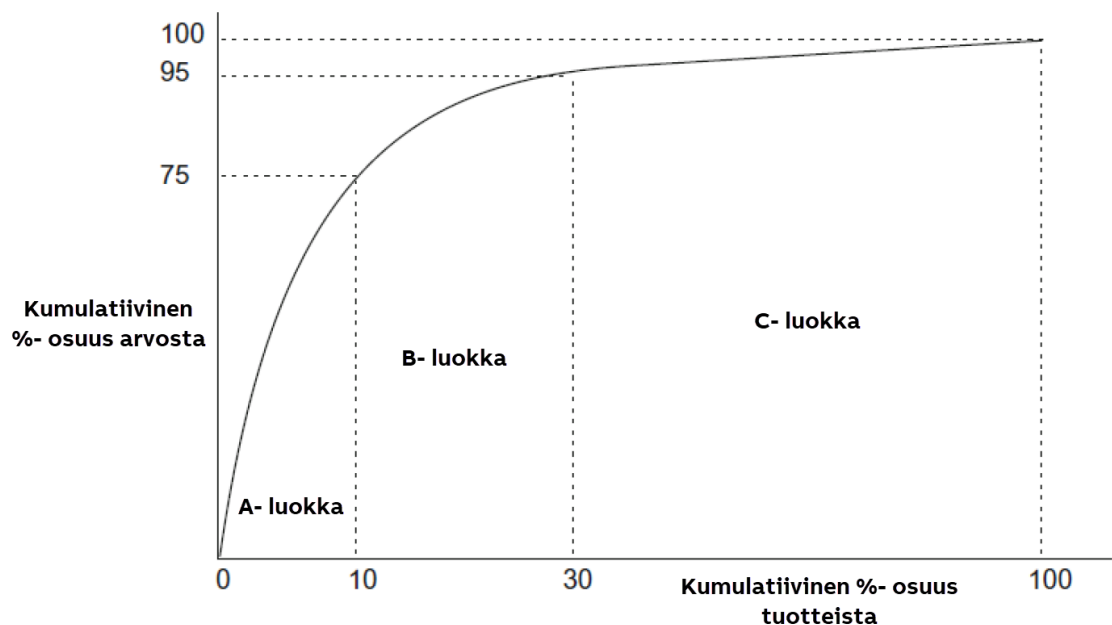
A-luokan tuotteet ovat yrityksen arvokkaimpia ja kriittisimpiä tuotteita. Vaikka niitä on vähiten määrällisesti, ne edustavat monelle yritykselle tuotteiden keskuudesta suurinta osaa arvosta ja arvollisesta tuloksesta. Esimerkkejä A-luokan tavaroista ovat korkealaatuiset tuotteet, erikoisvarusteet tai avainkomponentit tuotannossa, kuten elektroniikkakaapin ohjauspiirilevy. Näiden tavaroiden varastotilannetta on seurattava tarkasti ja niitä on pidettävä aina saatavilla. (Sakki 2009: 90–98.)

B-luokan tavarat sijoittuvat arvossa ja käytössä A- ja C-luokan tavaroiden väliin. Ne ovat kohtalaisen tärkeitä ja arvokkaita yritykselle, mutta eivät aivan yhtä kriittisiä kuin A-luokan tuotteet. Esimerkkejä ovat tuotteet, joilla on keskikokoinen kysyntä ja arvo, kuten elektroniikkakaapin ovi. Varastotasojen hallinta B-luokan tuotteissa on tärkeää, mutta ei yhtä intensiivistä kuin A-luokan tavaroiden osalta. (Sakki 2009: 90–98.)

C-luokan tavarat ovat suhteellisen vähiten kriittisiä ja arvokkaita. Vaikka niitä on suuri määrä, niiden yksittäinen arvo on yleensä matala. C-luokan tuotteet ovat usein pieniä, halpoja tavaroita, joita käytetään säännöllisesti mutta jotka eivät tuota suurta osaa yrityksen kokonaisliikevaihdosta, kuten elektroniikkakaapin ruuvit. Näiden tuotteiden varastointiin ei tarvita niin suuria panostuksia kuin A- ja B-luokan tavaroissa, mutta niiden kysyntä on silti säännöllistä. (Sakki 2009: 90–98.)

Luokka	%- Osuus ostetuista tuotteista	%- Osuus ostoista (\$)
A- luokka	10	70
B- luokka	20	20
C- luokka	70	10

Kuva 1. ABC-menetelmä varaosien luokitteluun.



Kuva 2. ABC-menetelmä esitettyinä graafisena kuvana

Vaikka ABC-menetelmä on yksinkertainen ja suosittu, se voi aiheuttaa haasteita, jos varaosaryhmät koostuvat erilaisista osista, joilla on erilaiset ominaisuudet, kuten elinkaaren vaihe, toimitusaika tai kriittisyys. Esimerkiksi, kun yritys ottaa käyttöön uuden komponentin, ABC-menetelmä voi sijoittaa sen ryhmään B. On mahdollista, että tämä osa muuttuu tai poistuu lopullisesta tuotteesta, mikä voi aiheuttaa virheellisiä varastotasotietoja ja liian suurten varastojen syntymistä. (Sakki 2009: 90–98.)

Toinen tilanne, jossa ABC-menetelmä ei välttämättä riitä, liittyy toimitusaikoihin. Vaikka osa olisi luokiteltu ryhmään C, pitkät toimitusajat voivat tehdä siitä kriittisen, jos sitä tarvitaan kiireellisesti järjestelmän toiminnan palauttamiseksi. Jos toimitusaika olisi yksi luokittelukriteeri, tämä osa olisi huomioitu paremmin. Näin ollen, monikriteerinen ABC-luokittelumalli voi olla parempi vaihtoehto. Tässä mallissa otetaan huomioon useita kriteerejä, kuten korvaavuus, vanhentuminen, kriittisyys ja toimitusaika. Tämän avulla yritykset voivat paremmin sovittaa varastonhallintansa eri tilanteisiin ja tarpeisiin, mikä voi johtaa säästöihin ja toimitusaikojen lyhenemiseen. (Sakki 2009: 90–98.)

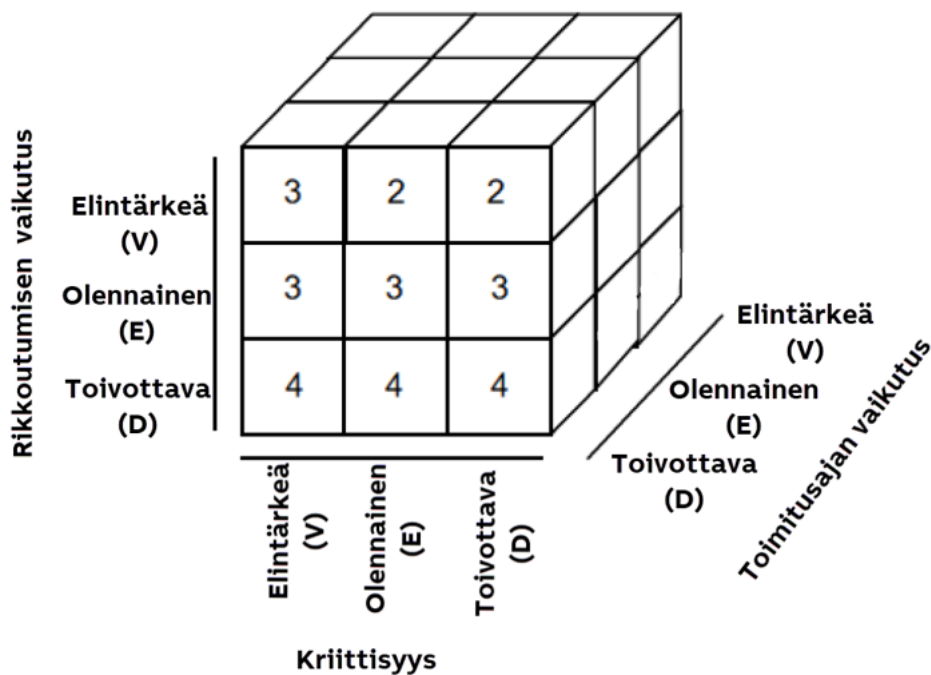
### 2.3 VED-menetelmä

VED-menetelmä (Vital, Essential, Desirable) on tunnettu lähestymistapa varaosien järjestelyssä, erityisesti terveydenhuollon, kuten sairaaloiden lääkevarastoissa. Tätä luokittelumenetelmää voidaan soveltaa laajasti eri aloille. Siinä varaosat jaetaan kolmeen ryhmään niiden merkityksen perusteella tuotannon jatkuvuuden kannalta: elintärkeisiin, välttämättömiin ja toivottaviin. Elintärkeät osat ovat ratkaisevan tärkeitä tuotannolle, ja niiden puuttuminen voi aiheuttaa vakavia häiriöitä, välttämättömien osien puuttuminen johtaa keskisuuriin tappioihin ja suorituskyvyn heikkenemiseen, kun taas toivottavien osien puuttuminen ei merkittävästi vaikuta suorituskykyyn. (Botter ym. 2000: 1–10.)

VED-menetelmän käyttöönotto on suhteellisen suoraviivaista, koska luokittelu perustuu asiantuntijoiden arvioihin. Kuitenkin menetelmä voi sisältää subjektiivisuutta. Vaikka arviointi tehdään kokeneilta ammattilaisilta, voi silti esiintyä

eriäviä näkemyksiä varaosien kriittisyydestä. Luokittelussa tulisi harkita useampia tekijöitä, kuten laatuongelmia, tuotantotappioita ja ympäristö- ja turvallisuusnäkökohtia. (Botter ym. 2000: 1–10.)

VED-menetelmän yksinkertaisuuden vuoksi on kehitetty erilaisia muunnelmia. Menetelmästä on kaksisuuntaisen mallin, jossa varaosat luokitellaan VED- ja FSN-menettelyjen avulla. FSN-menettely nimittäin jakaa varaosat kolmeen ryhmään niiden kysynnän mukaan. Tämän lisäksi VED-luokittelusta on myös kolmiulotteista mallia, jossa hyödynnetään ABC-, VED- ja FSN-luokittelumenetelmiä. Alla oleva kuva 3 havainnollistaa kolmiulotteista VED-analyysilähestymistapaa, jossa komponentit on jaoteltu laitteiden kriittisyyden, toimitusajan vaikutuksen ja vikaantumisen todennäköisyyden perusteella. (Botter ym. 2000: 1–10.)

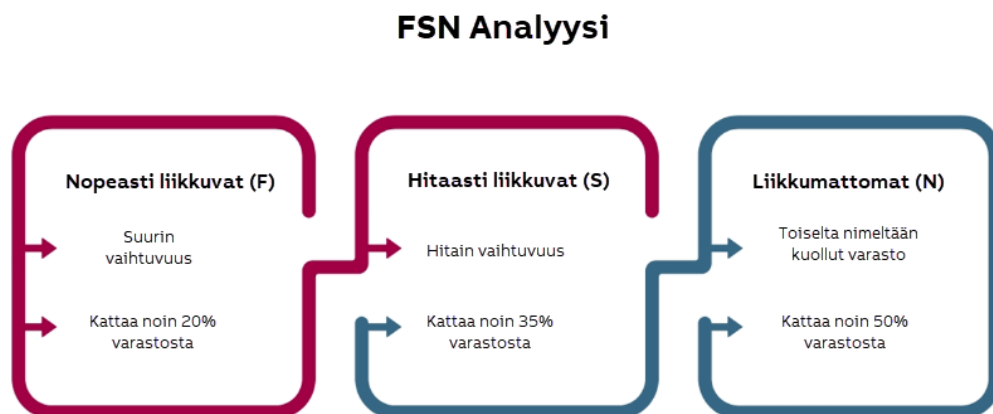


Kuva 3. Havainnollistava kolmiulotteinen VED-analyysimenetelmää, jossa komponentit on jaettu varusteen kriittisyyden, logistinen vaikutus ja vikatodennäköisyyden perusteella.

## 2.4 FSN-menetelmä

Varastoitavat varaosat jaettaessa niiden kysyntämallin tai varastonkulutusasteen perusteella, käytetään FSN-menettelyä (Fast-, Slow- and Non-moving). Tässä menetelmässä osat jaetaan kolmeen eri ryhmään: nopeasti liikkuvat, hitaasti liikkuvat ja liikkumattomat osat. Nopeasti liikkuvat kohteet (F) ovat niitä, joilla on suuri kysyntä ja kulutusaste. Hitaasti liikkuvat kohteet (S) ovat niitä, joilla on vähäinen kysyntä ja korvausaste. Liikkumattomat kohteet (N) ovat niitä, joilla ei ole kulutusta. (Vrat 2014: 37–49.)

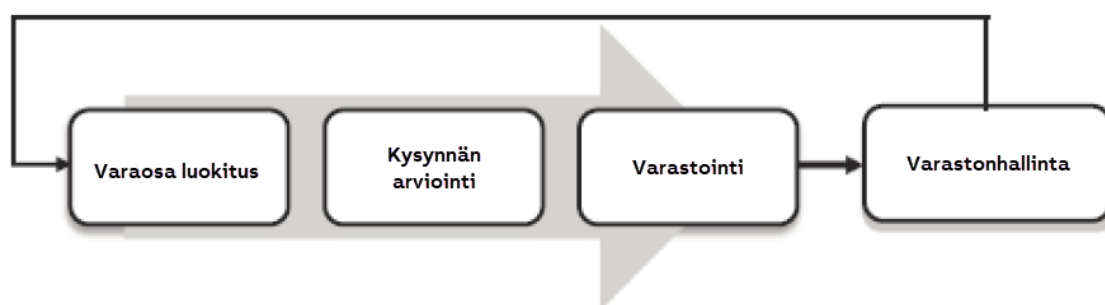
FSN-menettely on hyödyllinen varaosien luokittelussa, sillä se ottaa huomioon myös hitaasti liikkuvat osat. Useimmat mallit, kuten ABC-malli, keskittyvät nopeasti liikkuviin osiin, mutta FSN-lähestymistavan ajattelua voidaan soveltaa myös hitaisiin ja liikkumattomiin varaosiin. Alla olevassa kuvassa 4 on havainnollistettu luokittelua. Hitaasti liikkuvat osat ovat yleensä epäsäännöllisen kysynnän kohteena, mikä voi vaikeuttaa varastonhallintaa palvelutasojen ja varaston kiertonopeuden ylläpitämisessä. (Vrat 2014: 37–49.)



Kuva 4. FSN-analyysimenetelmä varastoinnin kategorisointiin.

## 2.5 Varaosien hallinta

Varaosien kysyntään liittyvät haasteet yrityksissä eroavat olennaisesti perinteisistä kuluttajavaraosista. Usein yrityksillä on vain pieni valikoima tuotteita, joiden kysyntä on suhteellisen ennustettavaa, kun taas suuri osa tuotteista kärsii epävakaasta ja vaikeasti ennustettavasta kysynnästä. Alla oleva kuva 5 havainnollistaa varaosien luokittelun prosessia. Tämä haastava tilanne tekee varaosien tarpeen ennustamisesta hankalaa ja saattaa johtaa suurten varastojen ylläpitämiseen, mikä taas lisää kustannuksia. (Bacchetti ym. 2010: 5–33.)



Kuva 5. Kuvaaja varastonhallinnasta.

Yritykset ovat viime vuosina panostaneet enemmän asennettujen laitteistojen hallintaan. Näissä laitteistoissa asiakkaiden laitteet ja komponentit on huolellisesti dokumentoitu, mikä mahdollistaa palveluntarjoajille liiketoimintamahdollisuuksien tunnistamisen ja varastotasojen sovittamisen myyntipotentiaaliin. Tämän tiedon avulla yritykset voivat säätää varastotasojansa nopeasti muuttuvissa tilanteissa, kuten asiakkaan ilmoittaessa palvelusopimuksen päättymisestä tai tietyn tuoteryhmän vanhetessa. Esimerkiksi, kun asiakas ilmoittaa lopettavansa tietyn tuotantolaitoksen toiminnan ja siirtävänsä kapasiteettia muualle, palveluntarjoaja voi ennustaa varaosien kysynnän laskun kyseisellä alueella ja vähentää varastoaan vastaavasti. Lisäksi, kun laajalti asennettu tuoteryhmä alkaa vanhentua, palveluntarjoajat voivat pyrkiä optimoimaan varastonsa välttääkseen liian suuria osavarastoja, jotka voivat lopulta vanhentua. (Zhang ym. 2021:1–23.)



On tärkeää ymmärtää ero äkillisen kysynnän kasvun ja laskun välillä. Palveluntarjoajille, jotka toimivat ilman omia varastoja, on helpompaa sopeutua äkilliseen kysynnän kasvuun tilaamalla tarvittavat osat suoraan valmistajilta. Tämä tosin voi tuoda mukanaan omat haasteensa, kuten suuret varastotasot tilanteessa, jossa kysyntä laskee odottamattomasti. (Zhang ym. 2021:1–23.)

## 2.6 Varaston hallinta ja optimaalinen eräkkö EOQ

EOQ (Economic Order Quantity) on tärkeä käsite varastohallinnassa, joka auttaa yrityksiä optimoimaan varastohallinnan ja tilauskoon päätöksentekoa.

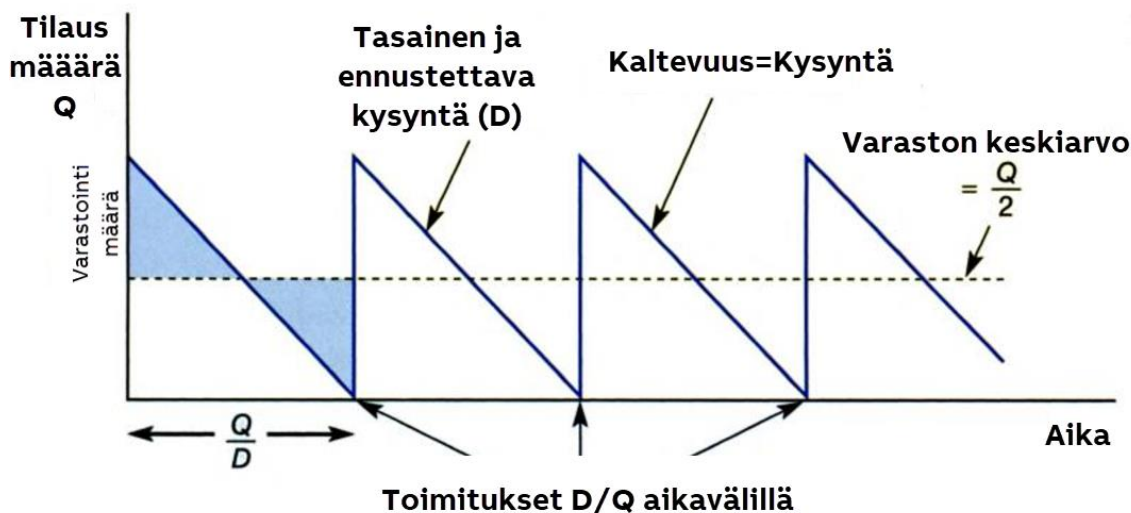
Tämä malli pyrkii löytämään optimaalisen eräkoon tilauksille, joka minimoi sekä tilauskustannukset että varastointikustannukset. Tämä määrä ilmaisee sen eräkoon, joka tulisi tilata kerrallaan optimoitujen kustannusten saavuttamiseksi. Optimaalisen eräkoon käyttö varastohallinnassa auttaa yrityksiä välttämään liian suuria varastoja ja samalla varmistamaan, että tarvittavat tuotteet ovat aina saatavilla asiakkaille. Lisäksi se auttaa minimoimaan tilauskustannuksia, kun tilauksia tehdään säännöllisesti ja oikeissa määrissä. (Karrus 2001: 38.)

Alla oleva kuva 6 näyttää yksinkertaistetun varastoprofiilin tietylle tuotevarastolle vähittäismyynnissä. Joka kerta kun tehdään tilaus, tilataan  $Q$  kappaletta. Täydennystilaus saapuu yhdessä erässä välittömästi. Tuotteen kysyntä on sitten tasainen ja täysin ennustettavissa  $D$  yksikkönä kuukaudessa. Kun kysyntä on tyhjentänyt varaston tuotteista kokonaan, toinen tilaus  $Q$  kappaletta saapuu välittömästi, ja niin edelleen. Tällaisessa tapauksessa laskenta tapahtuu kaavojen 1, 2 ja 3 avulla:

$$\text{Kaava 1: Varaston keskiarvo tai Average inventory} = \frac{\text{Eräkkö}}{2} = \frac{Q}{2}$$

$$\text{Kaava 2: Täydennysten väli} = \frac{Q}{D}, \text{ missä } D \text{ on kysyntä}$$

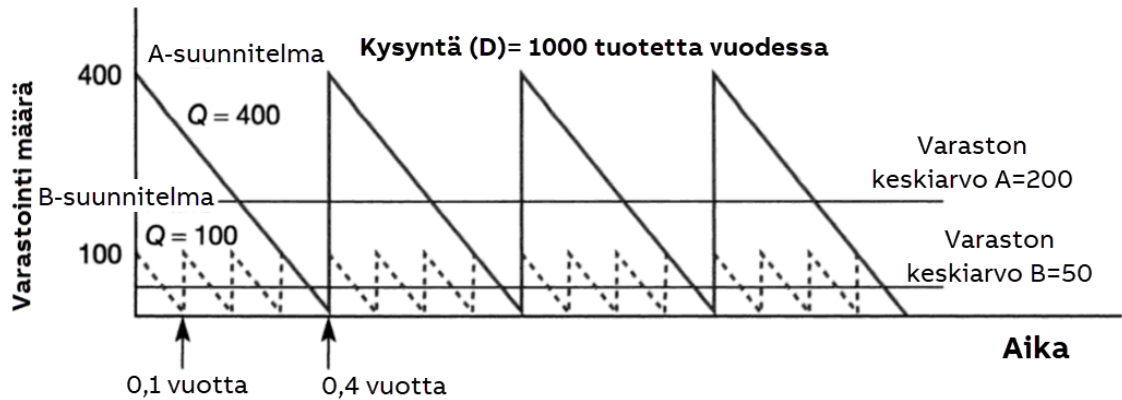
$$\text{Kaava 3: Täydennysten lkm} = \frac{D}{Q}$$



Kuva 6. Kuvaaja varaston tason vaihtelusta.

Yleisin tapa päättää, kuinka paljon mitä tahansa tiettyä tuotetta tilataan varaston täydennyksen yhteydessä, on kutsuttu taloudellisen tilausmäärän (EOQ) lähestymistavaksi. Tämä lähestymistapa pyrkii löytämään parhaan tasapainon varaston pitämisen hyötyjen ja haittojen välillä.

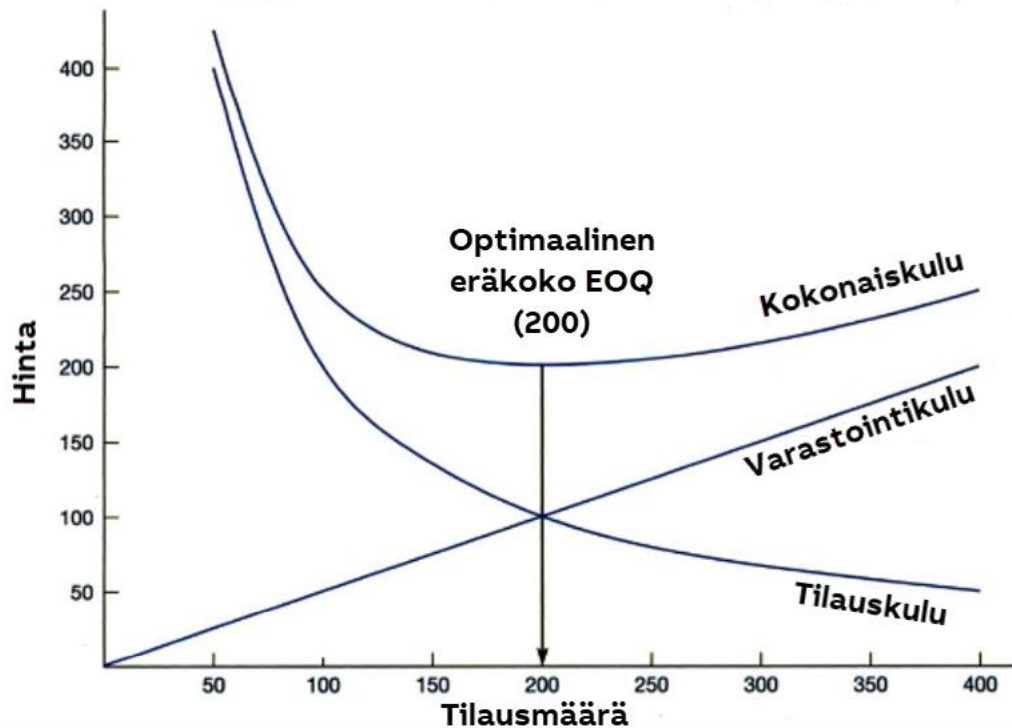
Esimerkiksi alla olevassa kuvassa 7 näytetään kaksi vaihtoehtoista tilausmääräpolitiikkaa eräälle tuotteelle. Suunnitelma A sisältää tilaukset 400 kappaleen erissä. Tässä tapauksessa kysyntä on 1000 yksikköä vuodessa. Suunnitelma B, joka on esitetty katkoviivalla, käyttää pienempiä mutta useammin tapahtuvia täydennyseriä. Tällä kertaa tilataan vain 100 kerrallaan, ja tilauksia tehdään neljä kertaa useammin. Kuitenkin suunnitelman B keskimääräinen varasto on neljäsosa suunnitelman A varastosta. (Slack ym. 2010: 349–369.)



Kuva 7. Kuvaaja, jossa kaksi vaihtoehtoista varastosuunnitelmaa eri tilausmäärillä Q.

Tilausmäärän (Q) ollessa alhainen, varastointikulut ovat vähäiset, mutta tilauksien tekemisen kustannukset ovat korkeat, koska tilauksia on tehtävä hyvin usein. Q:n kasvaessa varastointikulut lisääntyvät, mutta tilauksen tekemisen kustannukset vähenevät. Aluksi tilauksen tekemisen kustannusten lasku on suurempi kuin varastoinninkulujen kasvu, jolloin kokonaiskustannukset pienenevät. (Slack ym. 2010: 349–369.)

Tietyssä vaiheessa tilauksen tekemisen kustannusten lasku hidastuu, mutta varastointikulujen kasvu pysyy samana, ja kokonaiskustannukset alkavat nousta. Tässä tapauksessa tilausmäärä Q, joka minimoi varastointi- ja tilauskustannusten summan, on 200. Tätä optimaalista tilausmäärää kutsutaan taloudelliseksi tilausmääräksi (EOQ). Tämä on esitetty graafisesti kuvassa 8.



Kuva 8. Diagrammissa kuva missä EOQ on optimaalisessa kohdassa.

Vuosikustannuksia laskiessa tarvitaan seuraavia tekijöitä:

$$\text{Kaava 4: } D, \text{ kystyntä} = \frac{\text{kpl}}{\text{vuosi}}$$

$$\text{Kaava 5: } C_o, \text{ tilaukustannus} = \$/\text{erä}$$

$$\text{Kaava 6: } C_h, \text{ Varastointikulu} = \$/\text{kpl}$$

*Kaava 6: EOQ = Economic Order Quantity, optimaalinen eräkkö tilaukselle*

Vuosikustannus TC kattaa koko vuoden varastointikustannukset ja se saadaan laskettua seuralla yhtälöllä:

$$\text{Kaava 7: } TC = C_h \times \frac{EOQ}{2} + C_o \times \frac{D}{EOQ}$$

Tällöin tilausväli on  $D/EOQ$  ja keskivarasto puolestaan on  $EOQ/2$ . Derivoimalla  $EOQ$ :n suhteen saadaan  $EOQ$  ratkaistua.

$$\text{Kaava 8: } EOQ = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$$

Optimierä päivinä voidaan laskea yksinkertaisesti jakamalla kysyntä  $D$  optimiostoräällä  $EOQ$ , josta tulokseksi saadaan tilauksien määrä vuodessa. Tällä luvulla jaetaan vuosi päivinä ja saadaan tilausmäärä päivinä. (Karrus 2001: 38–39.)

$$\text{Kaava 9: } EOQ_d = \frac{365}{\frac{D}{DOQ}}$$

## 2.7 MRP-järjestelmä

MRP (Material Requirements Planning) -järjestelmä on tehokas ja olennainen työkalu varaosien varastoinnissa ja hallinnassa teollisuudenalalla. Tämä älykäs järjestelmä mahdollistaa tarkat ennusteet tarvittavien varaosien määrästä ja ajankohdasta, mikä puolestaan auttaa yrityksiä optimoimaan varastotasot ja välttämään yli- tai alivarastoimisen riskejä. (Nahmias ym. 2015:430–465.)

MRP-järjestelmä perustuu monipuolisiin ennustemalleihin, jotka hyödyntävät historiallista myynti- ja tuotantodataa sekä tulevia kysyntäennusteita. Näiden tietojen avulla järjestelmä pystyy ennakoimaan, kuinka paljon ja milloin tiettyjä varaosia tarvitaan tuotantoprosesseissa. Tämä ennakoiva lähestymistapa auttaa välttämään tilanteita, joissa varastossa on liikaa tai liian vähän tiettyjä varaosia.

Toinen merkittävä etu MRP-järjestelmässä on varastotasojen hallinta. Järjestelmä analysoi jatkuvasti varastotasot, kysynnän vaihtelut ja toimitusajat. Sen avulla voidaan laskea optimaaliset varastotasot eri varaosille. Esimerkiksi

nopeasti liikkuvat ja kriittiset varaosat voidaan pitää suuremmissa varastoissa, kun taas harvemmin tarvittavia osia varastoidaan pienemmissä määrissä. Tämä strategia vähentää varastokustannuksia ja parantaa koko varaston tehokkuutta. (Nahmias ym. 2015:430–465.)

MRP-järjestelmä tehostaa myös tilausten tekemistä ja seuranta. Se pystyy automatisoimaan tilausprosessit, jolloin tilaukset luodaan automaattisesti, kun varastotasot laskevat tiettyyn ennalta määritettyyn tasoon. Tämä vähentää manuaalisen työn tarvetta ja varmistaa, että varaosia tilataan oikea-aikaisesti. Lisäksi MRP-järjestelmä vaikuttaa merkittävästi tuotannon suunnitteluun. Kun materiaalitarpeet on ennakoitu tarkasti, yritys voi suunnitella tuotannon niin, että se vastaa kysyntää ilman tarpeetonta ylivarastoimista tai tuotannon seisokkeja osien puutteesta johtuen. (Nahmias ym. 2015:430–465.)

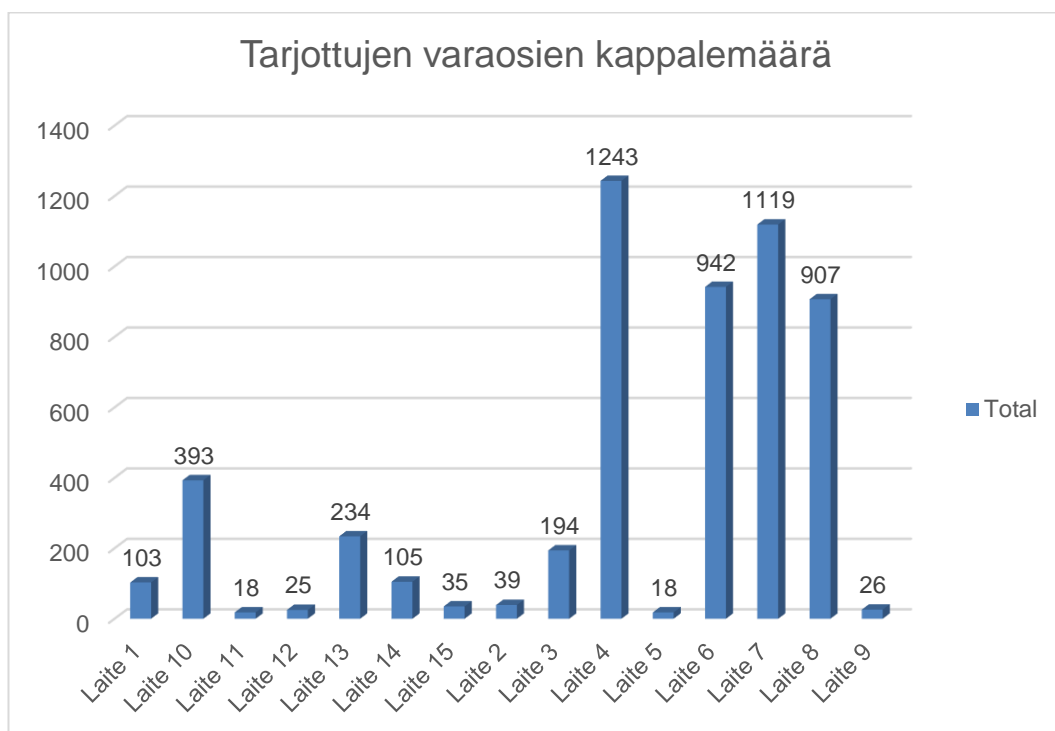
### **3 Varastointidatan analyysi**

Opinnäytetyön analysoinnissa keskitytään kohdeyrityksen varaosien luokitteluun työssä esitettyjen analysointimallien avulla ja erityisesti niiden soveltamiseen varaosien kontekstissa. Työssä esitellyt luokittelumallit, kuten kvantitatiiviset ABC- ja FSN-mallit sekä kvalitatiivinen VED-malli. Näiden mallien tarkoituksena on auttaa organisaatioita optimoimaan varastonhallintaa ja vastaamaan paremmin asiakkaiden tarpeisiin. On tärkeää huomata, että jokaisella näistä malleista on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Tarkasteltaessa syvemmin näitä luokittelumalleja ja niiden soveltamista käytäntöön, pyrkimys on tuoda esille niiden hyödyt, haasteet ja parhaat käyttötavat. Tämä auttaa ymmärtämään näitä malleja ja niiden käyttöä yritysten varastonhallinnassa, mikä puolestaan voi johtaa parempaan käsitykseen siitä, miten optimoida varaosalogistiikkaa ja parantaa yrityksen toiminnan tehokkuutta.

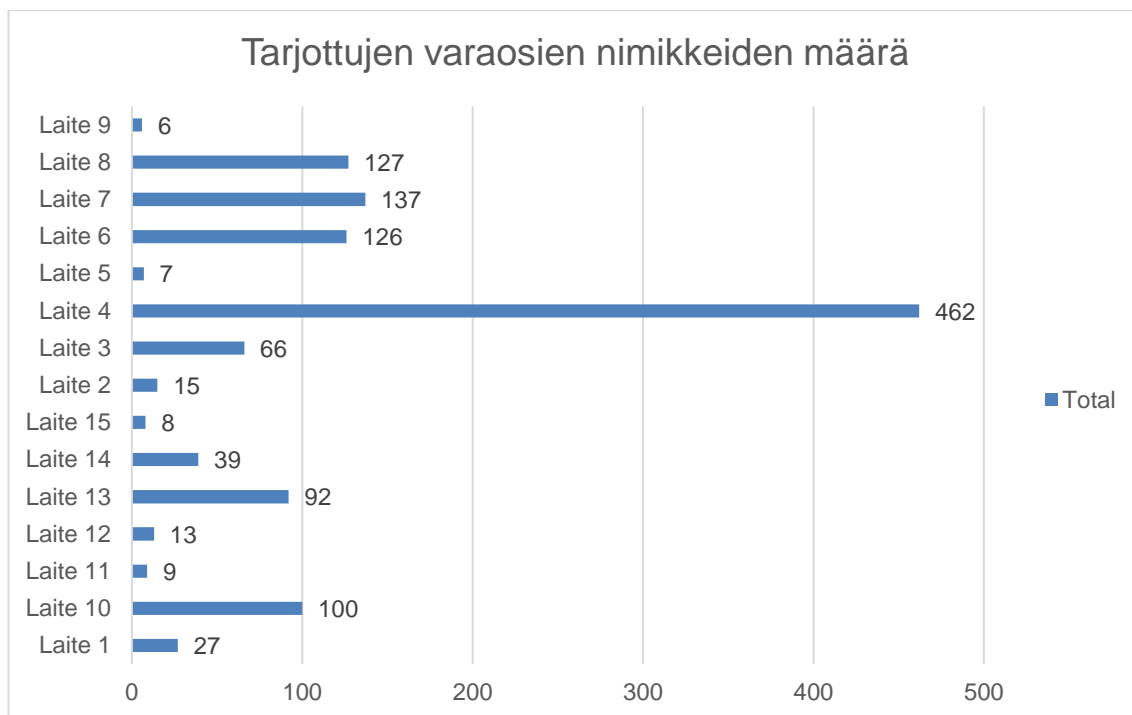
#### **3.1 Varaosien tarjonnan analyysi**

Analyysi käsittelee kahden vuoden ajanjakson aikana tarjottuja varaosia ja niiden toimitusaikojen vaikutusta varastoihin. Tavoitteena oli erottaa ne varaosat,

jotka ovat erityisen korkean kysynnän kohteena, kärsivät pitkistä toimitusajoista tai ovat tuotteen kannalta kriittisiä. Tällaisten varaosien tunnistaminen on keskeistä, koska ne vaikuttavat suoraan yrityksen operatiiviseen tehokkuuteen ja kykyyn täyttää asiakkaiden tarpeet ajallaan. Analyysi koski 1153 erilaista varaosanimikettä, jotka liittyivät 15 erilaiseen tuotteeseen kuten alla olevissa kuvissa 9 ja 10 on havainnollistettu.



Kuva 9. Kuvaaja tarjottujen varaosien kappalemäärästä laitteittain.



Kuva 10. Kuvaaja tarjottujen varaosa nimikkeiden määrästä laitteittain.

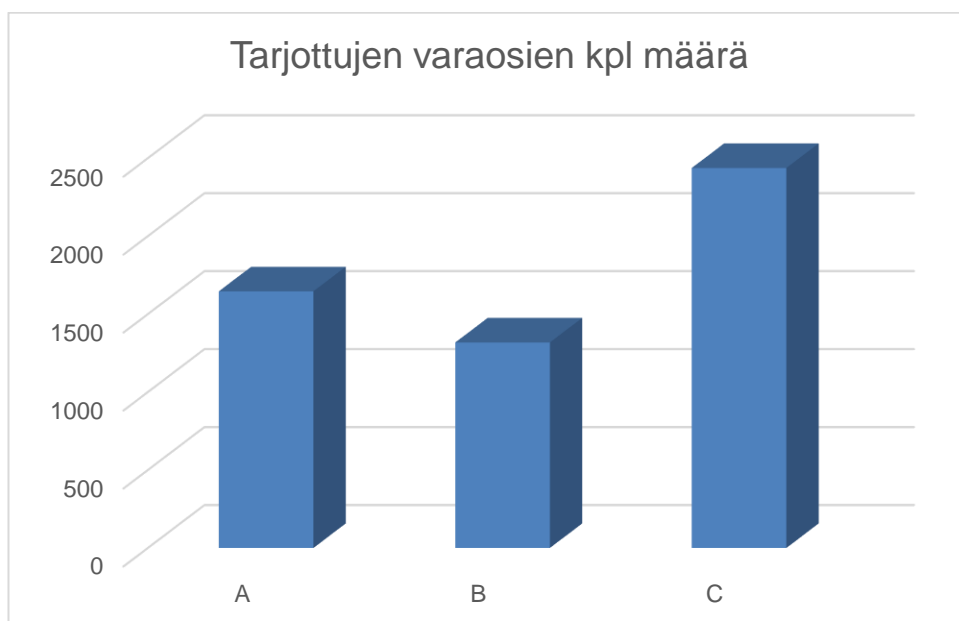
A-luokan varaosat, jotka yleensä muodostavat pienen osan kokonaiskulutuksesta edustavat strategisesti tärkeitä osia. Näihin varaosiin liittyvät pitkät toimitusajat tai riittämätön varastointi voivat aiheuttaa merkittäviä häiriöitä tuotannossa. Siksi A-luokan varaosien varastointi ja toimitusajat on optimoitava erityisen huolellisesti varmistaakseen tuotannon jatkuvuuden ja asiakastyytyväisyyden.

B-luokan varaosat, jotka edustavat keskitason kulutusta, vaativat myös tarkkaa huomiota varastointiin ja toimitusaikoihin. Vaikka niiden vaikutus tuotantoon ei ole yhtä kriittinen kuin A-luokan varaosilla, niiden hallinta on silti tärkeää, jotta voidaan varmistaa tehokas toimintaketju.

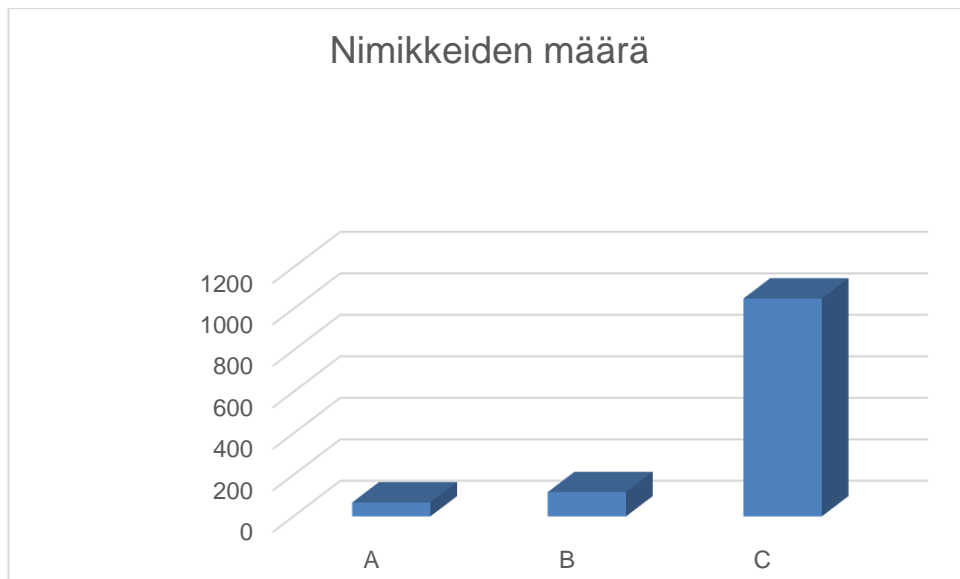
C-luokan varaosat, jotka muodostavat suuren osan kokonaiskulutuksesta, vaativat yleensä suuren osan varastointia tai nopeita toimitusaikoja. Esimerkki tällaiselle osalle on ruuvi. Tässä luokassa voidaan hyödyntää joustavuutta varastointi- ja toimitusprosessien hallinnassa, mikä voi auttaa optimoimaan kustannuksia ja resurssien käyttöä.



ABC-menetelmällä, varaosat luokiteltuna nimikkeellisesti C-luokkaan, sijoittuu suurin osa nimikkeistä, joka näkyy kuvassa 11, mikä viittaa siihen, ettei niiden kriittisyys tuotteelle ole merkittävä, mutta erilaisia nimikkeitä on paljon. Kuvassa 12 varaosia tarkastellaan kappalemäärällisesti. On huomattava, että vaikka A-luokan kriittisiä nimikkeitä ei ole paljoa niin niiden tarjottu kappalemäärä on merkittävä kokonaisuutta tarkasteltaessa.

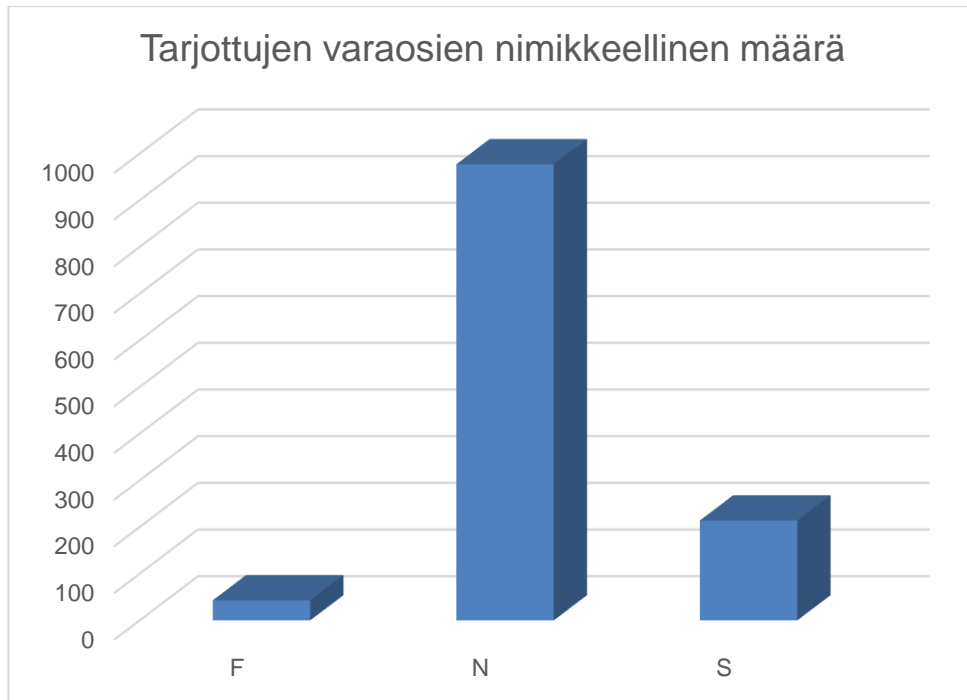


Kuva 11. Kuvaaja tarjottujen varaosien kappalemäärästä ABC-menetelmällä luokiteltuna.



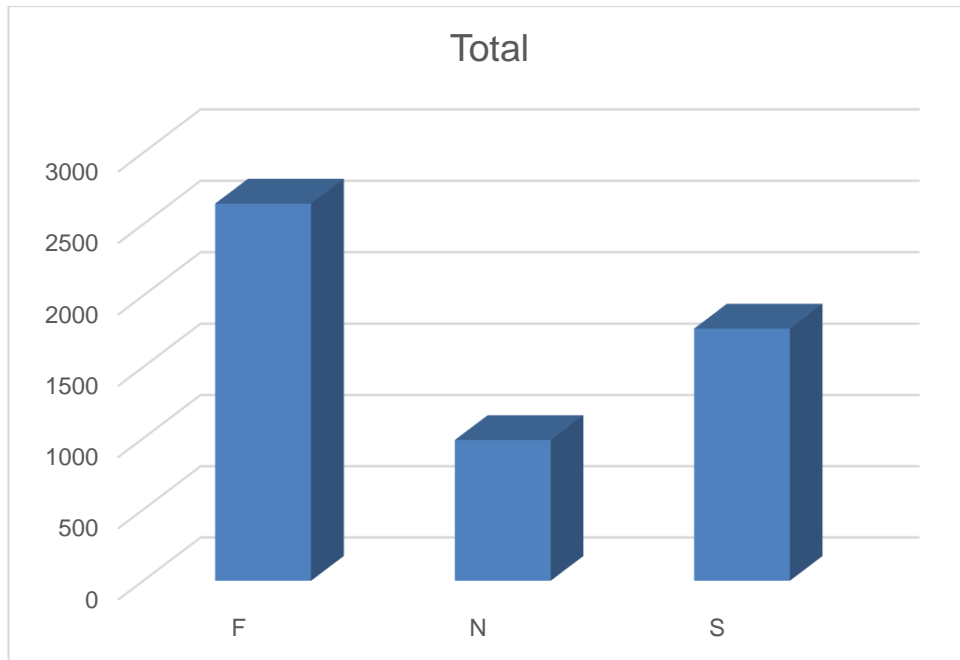
Kuva 12. Varaosanimikkeiden määrä ABC-menetelmällä luokiteltuna.

Toisena tapana, jolla analysoitiin kerättyä dataa, oli FSN-analysointimenetelmä. Nopeasti liikkuvat osat vaativat yleensä suurempia varastotasoja, kun taas hitaasti liikkuvien ja liikkumattomien osien varastointia voidaan minimoida. Tämä säästää tilaa, vähentää varastointikustannuksia ja parantaa kokonaistoiminnan tehokkuutta.



Kuva 13. Kuvaaja tarjottujen varaosien nimikkeellisestä määrästä.

Nimike määräisesti N- luokassa eli liikkumattomien varaosien luokassa on merkittävästi suurin osa nimikkeistä, joka näkyy yllä olevassa kuvassa 13. Tämä on kuitenkin selitettävissä nimikkeiden muutoksen takia, sillä kahden vuoden ajalta kerätyn datan aikana varaosien nimikkeissä on tapahtunut muutos, jolloin vanhoja nimikkeitä ei tarjottu enää myöhempisiin projekteihin.



Kuva 14. Kuvaaja tarjotuista varaosista kappalemäärällisesti.

Varaosien kappalemäärällistä jakaumaa FSN-menetelmässä huomataan vastakkainen asetelma verrattuna nimikkeellisesti jakautuvaan kuvaajaan kuvassa 14. Tästä huomataan nimikkeiden, jotka kuuluvat nopeasti vaihtuvien joukkoon, omaavan suuren kappalemääräisen massan. Tämä huomioon ottaen varastoinnin tulee olla hyvin suunniteltu ja organisoitu toimiakseen tehokkaasti.

### 3.2 Toimitusaika ja tarjonta

Toimitusaikojen vaihteluväli varaosille oli huomattava, joka nähdään kuvasta 15. Toimitusajat vaihtelivat päivästä jopa 891 päivään. Tämä laaja vaihtelu kuvastaa toimitusketjun monimutkaisuutta ja mahdollisia haasteita, joita voi esiintyä varastoinnissa ja toimituksissa.

Tarkasteltaessa tiettyjen varaosanimikkeiden tarjontaa asiakkaille, havaittiin merkittävää vaihtelua, joka on havainnollistettuna kuvassa 16. Osa varaosista tarjottiin asiakkaille jopa 46 kertaa kahden vuoden aikana, kun taas toiset varaosat tarjottiin vain kerran kyseisen ajanjakson aikana. Tämä ero osoittaa, että jotkin varaosat ovat huomattavasti kysytympiä ja ne saattavat olla kriittisiä

useiden tuotteiden valmistuksessa tai huollossa. On myös tärkeää huomioida, että tietyt varaosanimikkeet voivat olla yhteisiä useammalle tuotteelle, kuten esimerkiksi digitaaliset ja analogiset I/O-kortit. Tällainen yhteinen käyttö voi lisätä varaosien kysyntää ja merkitystä toimitusketjussa, mikä korostaa näiden varaosien tehokasta hallintaa ja varastointia.

Tuotekoodi	Tarjottu	Toimitus aika (päivää)	Laite	Varastoitava	Toimittajan varastossa	Varastoitu	ABC-analyysi	FSN-analyysi
A-5839925740	27	Poistunut	Laite 8	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839925740	27	Poistunut	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583HB007440P0001	4	891	Laite 7		Yes		A	F
A-5839882974	26	512	Laite 7	Yes	Yes		A	F
A-5839882974	26	512	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F
A-58358303031010001	4	307	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-58361320954	3	307	Laite 7		Yes	Yes	A	F
A-5830645710001	46	282	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583HE00901710102	43	178	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583136066311001	36	178	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839883014	35	178	Laite 8	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839883007	32	178	Laite 8	Yes	Yes	Yes	A	F
A-58363938718	30	178	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839883117	29	178	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583103942610101	22	178	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583103228510101	17	178	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583105159210101	17	178	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583103786410104	16	178	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F

Kuva 15. Nimikkeet listattuna toimitusajallisesti pisimmästä lyhimpään.

Tuotekoodi	Tarjottu	Toimitus aika (päivää)	Laite	Varastoitava	Toimittajan varastossa	Varastoitu	ABC-analyysi	FSN-analyysi
A-5830645710001	46	282	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583HE00901710102	43	178	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583136066311001	36	178	Laite 6	Yes	Yes		A	F
A-583136066311001	36	33	Laite 7		Yes		A	F
A-5839883014	35	178	Laite 8	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839883014	35	80	Laite 6		Yes	Yes	A	F
A-5839883014	35	35	Laite 7		Yes	Yes	A	F
A-5839883007	32	178	Laite 8	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839892137	32	173	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839892137	32	128	Laite 8		Yes	Yes	A	F
A-5839883007	32	60	Laite 7		Yes	Yes	A	F
A-5839883007	32	18	Laite 6		Yes	Yes	A	F
A-58363938718	30	178	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839883118	30	30	Laite 6		Yes	Yes	A	F
A-5832140010002	30	27	Laite 7		Yes	Yes	A	F
A-58363938718	30	25	Laite 7		Yes	Yes	A	F
A-5839883118	30	25	Laite 8		Yes	Yes	A	F
A-5839883117	29	178	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F

Kuva 16. Nimikkeet listattuna tarjousmäärällisesti suurimmasta pienimpään.

### 3.3 Varastointitarve

Varastoinnin analyysissä pyrittiin systemaattisesti arvioimaan varaosien varastointitarvetta, ja tämä perustui tarjousmäärien ja toimitusaikojen vertailuun ottaen huomioon ABC- ja FSN-menetelmillä luokitellut varaosat. Tavoitteena oli luoda selkeät kriteerit varastoitaville tuotteille, jolloin vältetään yli- tai alivarastointia. Keskeisenä ohjenuorana käytettiin seuraavia kriteerejä: jos tietyn

tuotteen tarjouskertojen määrä ylittää 10 kertaa ja siihen liittyvä toimitusaika on yli 160 päivää, suositellaan kyseisen tuotteen varastointia.

Korkea tarjouskertojen määrä heijastaa vahvaa ja toistuvaa kysyntää kyseiselle tuotteelle. Tällainen säännöllinen kysyntä voi johtua esimerkiksi tuotteen tiedeytystä pitkästä toimitusajasta tai varaosan kriittisyydestä systeemin toiminnan kannalta. Tällaiset toistuvat tilanteet tekevät kyseisestä tuotteesta olennaisen osan toimitusketjua. Pitkä toimitusaika voi aiheuttaa merkittäviä viivästyksiä tuotannon jatkuvuudessa tai asiakkaiden tarpeiden täyttämässä. Tällöin on järkevää varastoida kyseinen tuote, jotta voidaan taata nopea ja tehokas reagointi tilanteisiin, joissa tuote tarvitaan nopeasti asiakkaalle.

Varastointipäätöksen tekeminen näiden kriteerien perusteella varmistaa, että reagointi muuttuviin tilanteisiin asiakkaan toimesta pystytään vastaamaan ja että tärkeät tuotteet ovat aina saatavilla. Tämä parantaa toimitusketjun joustavuutta ja vähentää riskiä tuotannon seisauksista tai asiakkaiden tyytymättömyydestä pitkien odotusaikojen vuoksi.

### 3.4 Varastointi

Varastoinnin analyysissä keskityttiin huomioimaan eri varastojen roolin ja sijainnin suhteessa tarjolla oleviin tuotteisiin. Työn aikana tuli selväksi, että tarjottavat tuotteet voivat olla saatavilla eri lähteistä, mukaan lukien paikalliset varastot, globaalit varastot sekä ulkopuolisten toimittajien varastot.

Paikallisilla varastoilla on keskeinen rooli varastoinnin strategiassa. Ne tarjoavat meille kyvyn reagoida nopeasti kysyntään ja varmistaa, että suosituimmat tuotteet ovat aina asiakkaiden saatavilla. Paikallisten varastojen ansiosta voidaan lyhentää toimitusaikoja ja hallita paremmin varastotasoja, mikä on olennainen osa asiakastyytyvyyden ylläpitämistä.

Globaalit varastot täydentävät yrityksen varastoja tarjoten mahdollisuuden nopeisiin toimituksiin eri puolilla maailmaa. Näiden varastojen avulla voidaan

vähentää kuljetuskustannuksia ja logistiikkaviiveitä, mikä parantaa merkittävästi vasteaikaa asiakkaan tarpeisiin. Paikallisten varastojen hyödyntäminen mahdollistaa sen, että voidaan tarjota asiakkaille paikallisesti varastoituja tuotteita, mikä lyhentää merkittävästi toimitusaikoja ja lisää asiakkaiden tyytyväisyyttä.

Ulkopuolisten toimittajien varastot täydentävät valikoimaa tarjoten mahdollisuuden laajempaan ja monipuolisempaan tuotevalikoimaan. Näiden varastojen avulla voidaan tarjota myös erikoistuotteita ja harvinaisempia varaosia, joita ei välttämättä ole järkevää tai taloudellista pitää kohdeyrityksen omassa varastossa. Näin ylläpidetään kykyä vastata paremmin asiakkaiden tarpeisiin, parantaa heidän kokemustaan ja säilyttää kilpailukyky markkinoilla.

### 3.5 Häätävarastot

Opinnäytetyössä kartoitettujen varaosien varastointitarpeen täyttämiseksi oli tärkeää selvittää, mitkä osat olisivat järkevää liittää MRP (Material Requirements Planning) -järjestelmään, jotta ne voitaisiin luokitella kriittisiksi komponenteiksi. Kriittiset komponentit ovat niitä osia, joita yritys tarvitsee erityisen kiireellisesti asiakastarpeiden täyttämiseksi, ja niiden tulisi siksi olla varastossa jatkuvasti saatavilla.

Työssä tunnistettiin ne varaosat, jotka olivat toistuvasti tilattuja, joilla oli pitkät toimitusajat tai jotka ovat kriittisiä toimilaitteiden osalta. Nämä varaosat on tärkeää pitää varastossa jatkuvasti, jotta kriittiset toimilaitteet ja asiakastilaukset voivat toimia sujuvasti ilman viivästyksiä. Näitä potentiaalisesti kriittisiä komponentteja verrattiin MRP-järjestelmässä jo oleviin varaosiin.

MRP-järjestelmän käyttöönotto tällaisten kriittisten varaosien osalta on erityisen tärkeää, sillä se mahdollistaa varastotason reaaliaikaisen seurannan ja tilausten automaattisen luomisen, kun varastot laskevat ennalta määritettyyn kriittiseen tasoon. Tämänlaisen järjestelmän toimivuus on yritykselle elintärkeä voimavara pyrkiessään säilyttämään kilpailukykyä kasvavilla jälkimarkkinoilla.

## 4 Tulokset ja johtopäätelmät

### 4.1 Työn tuloksista

Opinnäytetyössä selvisi, että nykyinen varastotilanne on varsin optimaalinen, eikä uusien tuotteiden lisävarastointi ole välttämätöntä. Tämä tarkoittaa, että turhia varastoinnin kustannuksia ei tällä hetkellä ole. Analyysin tuloksena havaittiin, että merkittävä osa asiakkaille toimitettavista tuotteista saapuu suoraan toimittajan varastoilta globaalisti. Tämä korostaa toimitusketjun tehokkuutta ja globaalin logistiikan merkitystä, sillä se mahdollistaa nopeat ja joustavat toimitukset asiakkaille ympäri maailmaa. Tämä puolestaan antaa mahdollisuuden keskittyä kohdeyrityksen varastojen hallintaan ja optimointiin ilman tarvetta lisätä varastotilaa uusien tuotteiden varastoimiseksi.

Ulkopuolisten toimittajien omat varastot vähentävät tarvetta ylimääräiselle varastoinnille kohdeyrityksen puolesta. Ulkopuolisten toimittajien varastot tarjoavat nopean toimitusajan, ja heidän tuotteidensa varastointi ei aiheuta kohdeyritykselle ylimääräisiä kuluja. Tämä mahdollistaa sen, että kohdeyritys voi hyödyntää ulkoisten toimittajien varastoja ilman lisäinvestointeja omiin varastoihinsa. Ulkoisten toimittajien varastot ovat siis arvokas resurssi, joka tukee yrityksen toimivaa ja kustannustehokasta varastointistrategiaa.

Kartoitettujen kriittisten varaosien osalta, huomattiin mielenkiintoisen seikka: joitakin näistä potentiaalisesti kriittisistä komponenteista oli jo integroitu yrityksen MRP-järjestelmään, joka täydentää eri osastojen hätävarastoja. Nämä eri osastojen alla olevat varaosat olivat täysin samoja, ja niiden varastointimäärän seuranta oli jo automatisoitu. Tämä tarkoittaa sitä, että kun näitä varaosia tilataan, järjestelmä ymmärtää ostaa tilalle uuden vastaavan, jotta varastossa on aina riittävä määrä tuotteita reagoidaksemme asiakastarpeisiin.

Näin ollen työ osoitti, että joitakin potentiaalisesti kriittisiä komponentteja ei tarvitse erikseen integroida MRP-järjestelmään, koska ne ovat jo saatavilla ja niiden varastointi on automatisoitu muilla tavoin. Tämä havainto auttaa yritystä



säästämään aikaa ja resursseja, kun ei tarvitse viedä varastointitilaa tai muokata järjestelmää näiden osien osalta erikseen.

## 4.2 Työn johtopäätökset ja arviointi

Opinnäytetyössä kerätty data ja sen pohjalta tehty analyysi oli arvokas kohdeyritykselle monin tavoin. Vaikka uusien tuotteiden varastoimisen tarvetta ei lopulta havaittu, työssä tarkasteltiin varaosien kriittisyyttä ja niiden integrointia MRP-järjestelmään. Tämä antoi syvällisen käsityksen nykyisestä varastotilanteesta ja vahvisti päätöstä olla lisäämättä varastoitavien tuotteiden määrää.

Yksi suurimmista hyödyistä oli päätös olla lisäämättä uusia varastoja ja tuotteita MRP-järjestelmään. Tämä päätös tuki tehokasta varastojen hallintaa, varastotason optimointia ja resurssien järkevää käyttöä. Yrityksellä on nyt selkeä kuva siitä, mitkä varaosat ovat todella kriittisiä toimilaitteiden ja asiakastilausten kannalta. Näiden varaosien hallintaan voidaan keskittää varastoresursseja näiden osien hallintaan. Lisäksi MRP-järjestelmässä olevien varaosien kartoittamisen avulla voidaan nyt seurata varastotasoa reaaliajassa ja luoda automaattisia tilauksia kriittisistä osista, kun varastot laskevat ennalta määritettyyn tasoon. Tämä parantaa merkittävästi toimitusketjun tehokkuutta ja varmistaa, että voidaan reagoida asiakastarpeisiin nopeasti ja tehokkaasti.

Kokonaisuudessaan työ auttoi tekemään parempia päätöksiä varastonhallinnassa ja resurssien käytössä. Se vahvisti päätöstä olla lisäämättä turhia varastoja ja auttoi optimoimaan varastotasoa kriittisten osien osalta. Tämä puolestaan johti kustannustehokkaampaan toimintaan ja paransi asiakastyytyväisyyttä, kun voidaan toimittaa tarvittavia varaosia nopeasti ja ilman viivästyksiä.

## 4.3 Mahdolliset jatkotutkimusaiheet

Opinnäytetyö tarjoaa lukuisia jatkotutkimusmahdollisuuksia, jotka voivat syventää käsitystä niiden merkityksestä ja hallinnan haasteista jälkimarkkinoilla, erityisesti teollisuuden kontekstissa. Tämän työn pohjalta avautuu mielenkiintoisia

näkökulmia, joiden tutkiminen voisi tuoda arvokasta tietoa yrityksille ja tutkijoille. Mielenkiintoinen aihe jatkotutkimukselle olisi perehtyä digitalisaation ja teknologisten ratkaisujen hyödyntämiseen varaosien hallinnassa lisäämällä merkittäviä mahdollisuuksia tehostaa toimintaa ja parantaa varaosien saatavuutta. Älykkäät varastojärjestelmät, IoT (Internet of Things) ja reaaliaikainen seuranta voivat olla avainasemassa tässä kehityksessä. Näiden teknologioiden tehokkaampi hyödyntäminen voisi tapahtua integroimalla ne osaksi yrityksen ERP (Enterprise Resource Planning) -järjestelmää. Tämä mahdollistaisi kaiken tarvittavan tiedon keskittämisen yhteen paikkaan, mikä helpottaisi päätöksentekoa ja varastonhallintaa. Olennainen osa on myös koulutus ja osaaminen, jotta näiden teknologioiden potentiaali voitaisiin täysin hyödyntää.

Yksi esimerkki tästä voisi olla ennakoivan huollon käyttöönotto teollisuuslaitoksella, jossa on monimutkainen koneisto ja lukuisia varaosia. IoT-anturit on asennettu tärkeisiin osiin, ja ne lähettävät jatkuvasti tietoa niiden tilasta ja toiminnasta. Reaaliaikainen seuranta ja data-analytiikka käsittelevät tätä dataa ja tunnistavat, että eräässä osassa on alkanut esiintyä poikkeavaa toimintaa, mikä viittaa mahdolliseen vikaantumiseen lähitulevaisuudessa.

Järjestelmä ilmoittaa automaattisesti huoltohenkilökunnalle, joka saapuu paikalle ennen varsinaisen vian ilmenemistä. Heillä on mukanaan tarvittavat varaosat, jotka on valittu valmiiksi älykkään varastojärjestelmän avulla. Näin vika korjataan nopeasti ja ilman keskeytyksiä, mikä säästää aikaa ja vähentää laitteiston seisokkeja.

## **5 Yhteenveto**

Opinnäytetyön taustalla vaikuttavat maailmanlaajuinen kilpailu ja teknologinen kehitys, jotka pakottavat yritykset etsimään uusia tapoja vastata kasvaviin asiakastarpeisiin. Erityisesti teollisuuden alalla palveluiden kysyntä voi ilmetä monin eri tavoin, kuten asennusvaiheen haasteista äkillisiin järjestelmähäiriöihin käytön aikana. Tämän vuoksi monet valmistusyritykset tarjoavat laajan valikoiman jälkimarkkinapalveluita, kuten asennusta, koulutusta, ylläpitoa, korjausta ja

varaosia. Varaosien merkitys on korostunut, sillä ne ovat välttämättömiä jatkuvan toiminnan kannalta ja auttavat vähentämään odottamattomia seisokkeja. Opinnäytetyössä keskitytään erityisesti varaosien merkitykseen jälkimarkkinoilla ja niiden vaikutukseen yritysten liiketoiminnassa. Työ pyrkii antamaan ratkaisuja vasteaikoihin, pitkiin toimitusaikoihin ja niiden vaatimaan varastointiin, tavoitteenaan tuoda esille varaosien merkitys tuotannollisen yrityksen tuottavuuteen sekä varastoinnin oikeanlaisen hallinnan kannattavuuteen.

Opinnäytetyön tavoitteena on määrittää myytävien laitekokonaisuuksien varaosat, niiden kriittisyys laitteelle sekä ne varaosat, joiden toimitusaika on pitkä. Tavoitteena on kategorisoida varaosat ja siten lyhentää reaktioaikaa asiakkaan tarpeeseen, parantaa pitkien toimitusaikojen ketjua ja lisätä asiakastyytyvyyttä. Samalla pyritään vähentämään turhia varastointikuluja ja tuomaan esille varaosien hallinnan haasteita jälkimarkkinoilla.

Opinnäytetyö rajoittuu tarkastelemaan yrityksen tiettyjen järjestelmäkokonaisuuksien ja tuotteiden varaosia. Työssä käytetty data on kerätty asiakkailta, joille on lähetetty varaosien suositus ostettavista varaosista viimeisen kahden vuoden aikana. Aineiston analyysissä käytettiin ABC-mallia varaosien luokittelussa niiden kriittisyyden ja arvon perusteella sekä FSN-mallia, joka luokittelee varaosat niiden kysynnän mukaan.

Varaosien ja niiden optimaalisen varastoinnin merkitys yritystoiminnalle on kiistaton, sillä vääränlainen varastonhallinta voi johtaa tarpeettomiin kustannuksiin tai tuotantokatkoksiin. Varastoinnilla on keskeinen rooli varaosien saatavuuden ja toimitusaikojen kannalta, ja oikein suunniteltu varastointi voi vaikuttaa positiivisesti yrityksen tulokseen ja vasteikaan asiakkaalle. ABC-menetelmä ja FSN-menetelmä ovat tehokkaita työkaluja varastonhallinnassa, ja niitä voidaan käyttää varaosien luokittelussa ja varastoinnin optimoinnissa. Tämä opinnäytetyö pyrkii tuomaan esille varaosien merkitystä ja niiden hallinnan haasteita jälkimarkkinoilla, keskittyen erityisesti varaosien kysyntään, vasteikaan ja varastoinnin tarpeeseen. Yritykset voivat hyödyntää tätä tietoa tekemään parempia

päätöksiä varastonhallinnassaan ja varmistamaan, että ne ovat valmiita vastaamaan asiakkaan tarpeisiin.

Opinnäytetyön analyysissä keskityttiin esitettyjen varaosien luokittelumallien tarkasteluun ja niiden soveltamiseen varaosien kontekstissa. Työssä esiteltiin useita luokittelumalleja, kuten kvantitatiiviset ABC- ja FSN-mallit sekä kvalitatiivinen VED-malli, joiden tarkoituksena on auttaa organisaatioita optimoimaan varastonhallintaa ja vastaamaan paremmin asiakkaiden tarpeisiin. Analyysissä kiinnitettiin huomiota mallien vahvuuksiin, heikkouksiin ja parhaisiin käytäntöihin käytännön sovelluksissa.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös varaosien tarjontaa ja toimitusaikojen vaikutusta varastoihin. Tavoitteena oli erottaa korkean kysynnän kohteena olevat, pitkien toimitusaikojen tai kriittisten varaosien nimikkeet. Analyysissä käytettiin 1153 eri varaosanimikettä, jotka liittyivät 15 erilaiseen tuotteeseen, havainnollistaen yrityksen tarjonnan monipuolisuutta ja laajuutta. ABC-menetelmällä luokiteltuna A-luokan varaosat muodostavat strategisesti tärkeitä osia, joiden varastointi ja toimitusajat on optimoitava varmistaakseen tuotannon jatkuvuuden. B-luokan varaosat vaativat myös huomiota, ja C-luokan varaosat tarjoavat mahdollisuuksia kustannustehokkaaseen varastointiin. FSN-analyysillä tarkasteltiin varaosien liikkuvuutta, ja havaittiin, että nopeasti vaihtuvat osat vaativat suurempia varastotasoja, kun taas liikkumattomien ja hitaasti liikkuvien osien varastointia voidaan minimoida. Tämä auttaa optimoimaan varastointikustannuksia ja parantaa toiminnan tehokkuutta.

Toimitusaikojen vaihteluväli varaosille oli merkittävä, ulottuen päivästä jopa 891 päivään, mikä kuvastaa toimitusketjun monimutkaisuutta. Tietyt varaosanimikkeet tarjottiin asiakkaille usein ja ne voivat olla kriittisiä useiden tuotteiden valmistuksessa. Tämä korostaa varaosien tehokasta hallintaa ja varastointia.

Varastointitarvetta arvioitiin systemaattisesti ABC- ja FSN-menetelmillä luokiteltujen varaosien perusteella. Korkea tarjouskertojen määrä ja pitkä toimitusaika viittaavat kriittisiin komponentteihin, jotka tulisi varastoida varmuuden vuoksi.

Näiden kriteerien avulla varastointipäätökset voitiin tehdä tehokkaasti varmistuen toimitusketjun joustavuuden ja asiakastytyvyyden. Varastoinnin analyysissä huomioitiin eri varastojen rooli ja sijainti suhteessa tarjolla oleviin tuotteisiin. Paikalliset varastot tarjoavat nopeaa reagointikykyä kysyntään ja mahdollistavat suosituimpien tuotteiden nopeat toimitukset. Globaalit varastot täydentävät paikallisia varastoja tarjoten mahdollisuuden nopeisiin toimituksiin eri puolilla maailmaa. Ulkoisten toimittajien varastot ovat arvokas resurssi laajemman tuotevalikoiman tarjoamiseen.

Analyysin tuloksena havaittiin, että nykyinen varastotilanne on optimaalinen eikä uusien tuotteiden lisävarastointi ole välttämätöntä. Vaikka kriittisiä varaosia tunnistettiin, ei ollut tarvetta lisätä varastoitavien tuotteiden määrää. Analyysi antoi syvällisen käsityksen varastotilanteesta ja tuki päätöstä tehokkaasta varastohallinnasta ja toimitusketjun tehokkuudesta.

Mahdollisia jatkotutkimusaiheita voisi olla digitalisaation ja teknologisten ratkaisujen hyödyntäminen varaosien hallinnassa, kuten älykkäät varastojärjestelmät ja ennakoiva huolto. Lisäksi voitaisiin tutkia varaosien integrointia ERP-järjestelmiin ja ulkoisten toimittajien varastojen tehokasta hyödyntämistä. Nämä aiheet voisivat tarjota lisää tietoa yritysten varastoinnin optimoinnista ja toimitusketjun tehokkuudesta.

## Lähteet

Bacchetti Andrea & Plebani Francesca & Saccani Nicola & Syntetos A. 2010. Spare parts classification and inventory management: a case study, s. 5-33

Botter, R., De Jonge, J., Morgenstern, C., & Van der Vorst, J. G. 2022. A classification method for inventory systems in hospitals: a multi-criteria analysis.

Järviö, Jorma. 2006. Kunnossapito. Helsinki. KP-Media

Nahmias, S. & Lennon Olsen 2015. Production and Operations Analysis. VOL7.

Sakki, Jouni 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta: B2B vähemmällä enemmän. Helsinki, Jouni Sakki Oy.

Slack, N. & Chambers, S. & Johnston R. 2010. Operations Management VOL 6. Pearson.

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

Vrat, P 2014. Materials Management: An Integrated Systems Approach.

Zhang, S., Huang, K., & Yuan, Y. (2021). Spare parts inventory management: A literature review.



## Analyysidata

Tuotekoodi	Tarjottu	Toimitus aika (päivää)	Laite	Varastoitava	Toimittajan varastossa	Varastoitu	ABC-analyysi	FSN-analyysi
A-5830645710001	46	282	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583HE00901710102	43	178	Laite 7	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583136066311001	36	178	Laite 6	Yes	Yes	Yes	A	F
A-583136066311001	36	33	Laite 7		Yes	Yes	A	F
A-5839883014	35	178	Laite 8	Yes	Yes	Yes	A	F
A-5839883014	35	80	Laite 6		Yes	Yes	A	F
A-5839883014	35	35	Laite 7		Yes	Yes	A	S
A-5839883007	32	178	Laite 8	Yes	Yes	Yes	B	S
A-5839892137	32	173	Laite 6	Yes	Yes	Yes	B	S
A-5839892137	32	128	Laite 8		Yes	Yes	B	S
A-5839883007	32	60	Laite 7		Yes	Yes	B	S
A-5839883007	32	18	Laite 6		Yes	Yes	B	S
A-58363938718	30	178	Laite 6	Yes	Yes	Yes	B	S
A-5839883118	30	30	Laite 6		Yes	Yes	B	S
A-5832140010002	30	27	Laite 7		Yes	Yes	B	S
A-58363938718	30	25	Laite 7		Yes	Yes	B	S
A-5839883118	30	25	Laite 8		Yes	Yes	C	S
A-5839883117	29	178	Laite 6	Yes	Yes	Yes	C	N
A-5839883117	29	45	Laite 8		Yes	Yes	C	N
A-5833101320811	29	30	Laite 7		Yes	Yes	C	N
A-5833101320811	29	18	Laite 6		Yes	Yes	C	N
A-583102485510101	28	15	Laite 7		Yes	Yes	C	N
A-5839925740	27	Poistunut	Laite 8	Yes	Yes	Yes	C	N
A-5839925740	27	Poistunut	Laite 6	Yes	Yes	Yes	C	N